# territorium · 29(1)

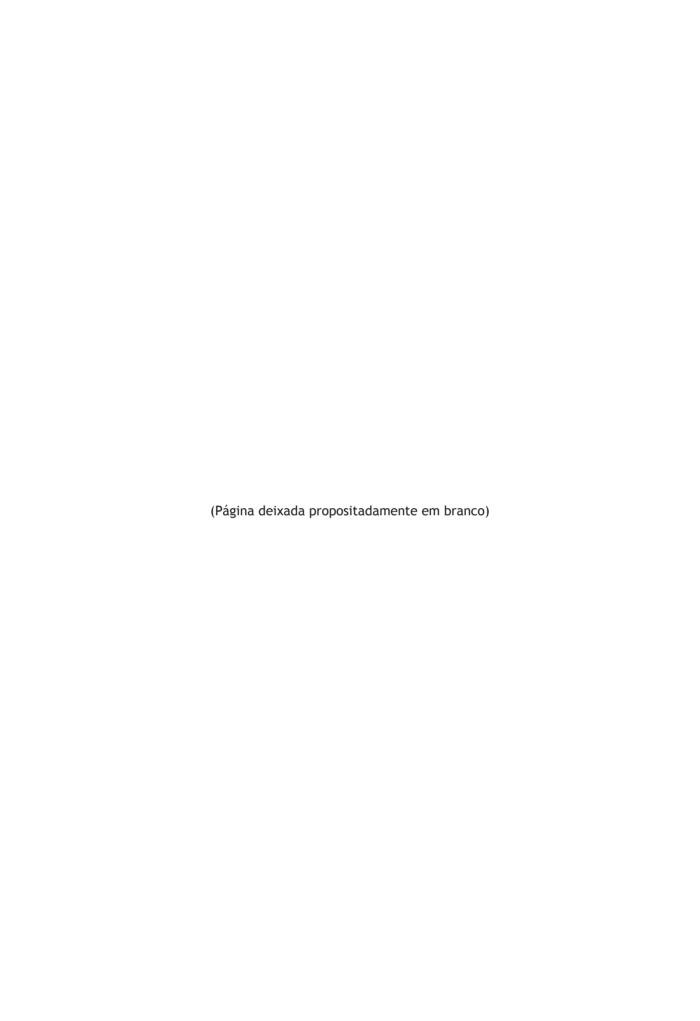
REVISTA INTERNACIONAL DE RISCOS I INTERNATIONAL JOURNAL OF RISKS

AGIR HOJE PARA

PROTEGER O AMANHA

Imprensa da Universidade de Coimbra Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança

2022



## territorium 29 (I)

Agir hoje para proteger o amanhã Act today to protect tomorrow Revista Internacional de Riscos | International Journal of Risks

## FICHA TÉCNICA

Proprietário / Proprietor

RISCOSº - Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança

Redação e administração / Editing and administration (Toda a correspondência deve ser dirigida a;

Letters should be adressed to): RISCOS - Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança

Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra Largo Porta Férrea 3004-530 Coimbra Portugal Tel.: +351 239 992 251

E-mail: riscos@riscos.pt

Fotografia da capa / Cover photo

O mundo em contagem decrescente The World on Countdown

Fotografia / Photo: Fernando Zhiminaicela via Pixabay

Edição / Edition

RISCOSº - Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança IUCº - Împrensa da Universidade de Coimbra

Paginação / Formatting and Layout Mestre Fernando Félix

Resumos e legendas, revisão em inglês / Abstracts and captions, English review Jean Burrows

## Distribuição e Assinaturas / Distribution and Subscriptions:

Venda (vente; sale):

RISCOS - Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança Número avulso (single issue): 25,00 €

Assinatura anual (dois números + correio); Annual subscription (2 issues + post charges): Portugal: **50,00** €; Europa/Europe: 55,00€; Outros países/Other countries: 60 \$ÚSD

Pré-impressão e Impressão / Print Preview and Printing: Simões & Linhares, Lda. Rua do Fetal, Lote 5, 3020-923 Coimbra

Periodicidade / Periodicity Semestral / Biannual

> Tiragem / Print run 550 exemplares

Público alvo / Target audience Professores, Agentes de Proteção Civil, Autarcas, Estudantes e Cidadãos. Teachers, Civil Protection Agents, Politicians, Students and Citizens.

Arbitragem / Peer-review

Os artigos submetidos para publicação são sujeitos a revisão por dois especialistas

Articles submitted for publication are subject to review by two experts (double-blind)

> Depósito Legal n.º 106376/96 ISSN Digital: 1647-7723 ISSN: 0872-8941 DOI: https://doi.org/10.14195/1647-7723

> > URL:

https://territorium.riscos.pt/ https://digitalis.uc.pt/en/revista?id=107789&sec=5 http://impactum-journals.uc.pt/index.php/territorium

Indexada em / Indexed in CiteFactor, Dialnet; DOAJ; ERIH-PLUS; Europub database; Latindex; MIAR (Annual ICDS 2019: 4.4); Open Academic Journals Index (CGIJ OAJI: 0,150); Qualis da CAPES (2013-2016); REDIB; SJIF - Scientific Journal Impact Factor; Sherpa Romeo | ReviewerCredits

Apoios: Sponsors:









## RISCOS

## territorium 29 (I), 2022, 3

journal homepage: https://territorium.riscos.pt/numeros-publicados/

DOI: https://doi.org/10.14195/1647-7723\_29-1\_0



### NOTA DE ABERTURA

O tema escolhido para este número da revista *Territorium*: *Agir hoje para proteger o amanhã*, coincide com aquele que serviu de mote à realização do V Congresso Internacional de Riscos, razão pela qual alguns artigos, devidamente identificados em notas infrapaginais, correspondem ao desenvolvimento de comunicações que nele foram apresentadas.

Com efeito, o crescente impacte das crises e a complexidade de que estas se revestem em vastas áreas do globo, levam a que tenhamos de agir já, através da construção de sociedades mais resilientes, com vista a reduzir os efeitos da manifestação dos riscos, ou seja, das catástrofes, e, deste modo, protegeremos o amanhã.

Como forma de contribuir para esta proteção, a revista apresenta doze artigos, que incluem desde reflexões conceptuais a casos de estudo, muito concretos, de manifestações de vários tipos de riscos, ocorridas tanto em Portugal como no Brasil, através dos quais é possível retirar várias conclusões com aplicação prática, designadamente à perceção e comunicação do risco, à educação para os riscos e à gestão dos riscos e das catástrofes, permitindo assim que a ciência e a investigação científica contribuam para proteger o amanhã.

A revista inclui ainda duas notas, a primeira delas sobre um aspeto de grande atualidade, a cibersegurança na aviação civil, tendo como caso de estudo o Brasil, e a segunda, precisa alguns aspetos relacionados com o risco sísmico.

Segue-se um conjunto variado de informações relativas a algumas das atividades desenvolvidas pela RISCOS nos últimos tempos, ou a desenvolver nos próximos, de modo a manter os leitores informados e a que, tendo conhecimento em tempo oportuno, nelas possam vir a participar.

A revista encerra com uma recensão ao livro *Viver em áreas de risco*, da Mary Jane Paris Spink, no qual, "agindo hoje", foram identificadas diversas vulnerabilidades socioambientais que, se vierem a ser eliminadas ou, pelo menos, mitigadas, permitirão ajudar a "proteger o amanhã".

## INTRODUCTORY NOTE

The theme chosen for this issue of the *Territorium* journal, *Act today to protect tomorrow*, coincides with the one which served as the motto for the V International Congress on Risks. This is why some articles, duly identified in footnotes, in fact develop communications presented there.

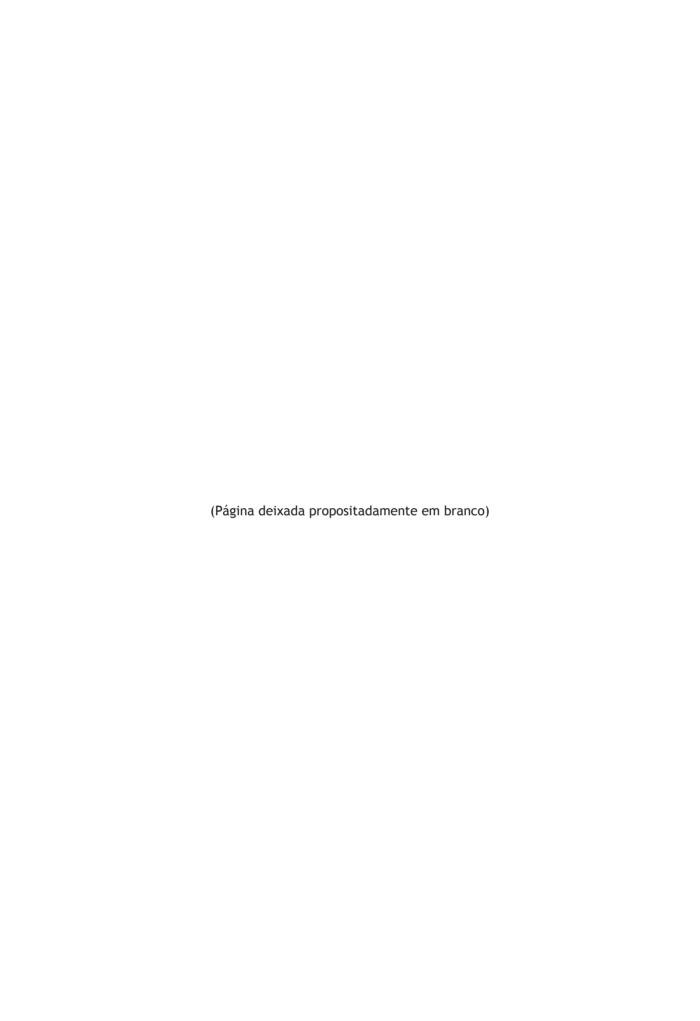
Indeed, the growing impact of crises and the complexity that they create in vast areas of the world, means that we have to act now. We must create societies that are more resilient so that we can strive to reduce the effects of the manifestation of risks, that is, the disasters, and in this way we will protect tomorrow.

As a way of contributing to this protection, the journal has twelve articles which range from conceptual reflections to very real case studies of manifestations of various types of risk. These occurred both in Portugal and in Brazil and they allow us to draw several conclusions with practical applications. They contribute to the perception and communication of risk, education for risks, and the management of risks and disasters, thus allowing science and scientific research to help to protect tomorrow.

The journal also includes two notes, the first on a very topical aspect, cybersecurity in civil aviation, with Brazil as a case study, and the second on some aspects related to seismic risk.

There follows a section with information about some of the activities carried out by RISCOS recently, or to be carried out in the future. Readers are thus informed in good time and can therefore plan to participate in them.

The journal issue ends with a review of the book *Living* in risky areas, by Mary Jane Paris Spink, in which, "acting today", several social and environmental vulnerabilities are identified which, if eliminated or at least mitigated, will allow us to help "protect tomorrow".



## territorium 29 (I), 2022, 5-12



journal homepage: https://territorium.riscos.pt/numeros-publicados/DOI: https://doi.org/10.14195/1647-7723\_29-1\_1

Artigo científico / Scientific article



MÉTRICAS DE RESILIÊNCIA: UMA REFLEXÃO CONCEPTUAL NO CONTEXTO DA GESTÃO DO RISCO\*

## RESILIENCE METRICS: A CONCEPTUAL THOUGHT IN RISK MANAGEMENT CONTEXTS

## António Betâmio de Almeida

Universidade de Lisboa, Instituto Superior Técnico
Departamento de Engenharia Civil, Arquitectura e Georrecursos (Portugal)

ORCID 0000-0003-2614-1234 betamio.almeida@ist.utl.pt

## **RESUMO**

A aplicação do conceito de resiliência no domínio da gestão de crises e do risco é relativamente recente mas tem tido um desenvolvimento muito relevante. O termo resiliência tem sido aplicado ao longo do tempo a diferentes áreas e a palavra resiliência pode ser considerada como parcialmente polissémica. Desde a mecânica dos materiais, a psicologia e a ecologia, a resiliência veio no século XXI acompanhar o termo sustentabilidade e caracterizar uma característica de gestão e da capacidade de reabilitação de instalações e sistemas naturais. A gestão da resiliência constitui um processo complementar e interligado ao da gestão do risco e que envolve diversas dimensões sociais e técnicas.

Com a evolução da técnica e em particular com a aplicação de novas tecnologias de análise e de apoio à decisão, as frases atribuídas a Lord Kelvin (1824-1907) "o que não se pode medir não é possível melhorar" ou "o que é real pode sempre ser mensurável" poderão ser uma justificação filosófica, entre outras razões práticas, do interesse na caracterização e nas análises quantitativas. Com efeito, os conceitos de risco e de resiliência podem ser abordados por diferentes metodologias mas verifica-se um grande interesse prático na quantificação desses conceitos. Surge assim o tema da conceptualização e da métrica da resiliência. Na bibliografia podem-se encontrar diferentes modos para definir e quantificar a resiliência em engenharia, envolvendo as suas múltiplas dimensões

O texto é baseado numa análise bibliográfica da matéria e numa subsequente reflexão pessoal com a finalidade de apresentar métodos simplificados de métrica da resiliência bem como numa análise crítica das vantagens na quantificação da resiliência e também das suas limitações.

Palavras-chave: Resiliência, recuperação, gestão do risco, análise quantitativa.

## **ABSTRACT**

The application of the concept of resilience in the field of crisis and risk management is relatively recent but its development has been very relevant. The term resilience has been applied to different areas over the years, and the word resilience can be considered as partially polysemic. From the mechanics of materials, psychology and ecology, in the 21st century resilience has come to accompany the term sustainability and to characterize a management characteristic and the ability to rehabilitate natural systems and installations. Resilience management is a complementary process interconnected with that of risk management and involves several social and technical dimensions.

As techniques have evolved, particularly with the application of new analysis and decision support technologies, the phrases attributed to Lord Kelvin (1824-1907) "what cannot be measured cannot be improved" or "what is real can always be measurable" may be one philosophical justification for the interest in characterization and quantitative analysis, among other practical reasons. Indeed, the concepts of risk and resilience can be approached by different methodologies, but there is a great practical interest in the quantification of these concepts. Thus arise the theme of conceptualization and the metric of resilience. The bibliography contains references to different ways to define and quantify engineering resilience, involving its multiple dimensions.

The text is based on a literature analysis of the subject and a subsequent personal reflection, with a view to presenting simplified methods of resilience metrics as well as a critical analysis of the advantages in the quantification of resilience, and also its limitations.

Keywords: Resilience, recovery, risk management, quantitative analysis.

<sup>\*</sup> O texto deste artigo foi submetido em 04-11-2020, sujeito a revisão por pares a 01-02-2021 e aceite para publicação em 07-04-2021.

Este artigo é parte integrante da Revista Territorium, n.º 29 (I), 2022, ® Riscos, ISSN: 0872-8941.

## Introdução

O conceito de resiliência é relativamente recente no contexto da terminologia operacional da gestão de riscos e de catástrofes podendo ser considerado como estando associado à fase de recuperação após um acontecimento que provoque danos. Em A. Betâmio de Almeida (2011, fig. 3.4, p. 72), o termo resiliência é apresentado num esquema geral associado à fase de recuperação mas sem mais desenvolvimento.

No entanto, a palavra "resiliência", de origem Latina (RESILIENS, particípio passado de RESILIRE, "ricochetear, pular de volta", de RE-, "para trás", mais SALIRE, "pular") foi utilizada por autores clássicos célebres (Séneca, Plínio, Ovídio ou Cícero). Na época moderna, o termo "Resiliência" foi sendo sucessivamente utilizado em diferentes contextos (Alexander, 2013):

- No Método Científico (com Francis Bacon, em 1625);
- Na Mecânica dos Materiais (com William Rankine, desde 1867);
- Nas Ciências Sociais, como a Psicologia, a Antropologia (séc. XIX-XX);
- Nas Ciências Ambientais, como a Ecologia (com Stanley Holling, desde 1973;
- Na gestão de Empresas (séc. XX-XXI);
- Na adaptação à mudança climática e na gestão de catástrofes (séc. XX-XXI).

A bibliografia sobre a aplicação do termo na ecologia e na gestão de riscos e de catástrofes é atualmente muito vasta. Referem-se, a título de exemplo, as seguintes publicações escolhidas no âmbito do presente texto:

- Tsionis, G. (2014), Seismic resilience concept, metrics and integration with other hazards, European Commission;
- Cidades Resilientes em Portugal, ANPC, Plataforma Nacional para a Redução do Risco de Catástrofes (2016);
- Velez, F. e Lourenço, L. (2017), "Resiliência, População e Território: Contributo Conceptual para a terminologia dos Riscos", *Territorium*, 24, 5-13;
- Linkou, I. e Palma Oliveira, J. M. (editores, 2017), Resilience and Risk, NATO Science for Peace and Security Programme.

O conceito de resiliência tem definições específicas nas diferentes áreas. Uma boa introdução às diferentes definições associadas à resiliência pode ser encontrada em Wenger (2017), mas tende a ser aplicado após um sistema, natural, humano ou técnico ser sujeito a um choque ou uma perturbação significativa que provoque uma disrupção com danos ou efeitos negativos e um desequilíbrio na respetiva estrutura física, social e ambiental.

A frequente utilização do termo não corresponde à existência ou descoberta de uma nova teoria operacional geral do risco. Frequentemente o termo é aplicado como uma mera analogia ou como sendo equivalente a resistência. A resiliência pode ser encarada como uma capacidade estruturada ou "construída" já existente antes de um evento (e. g. "uma comunidade resiliente" ou "uma cidade resiliente"). Ou, então, é o resultado de um processo que só resulta e se manifesta durante e após um evento relevante. Neste caso, depende de um conjunto de condições operacionais e de capacidades de ação desenvolvidas, pelo que, então, a resiliência pode ser considerada e avaliada como um resultado a posteriori.

Regra geral, a resiliência é multidimensional, nomeadamente no contexto da gestão de respostas a catástrofes em territórios vastos, tendo em vista uma recuperação estrutural e social adequada, e envolve um conjunto de aspetos interrelacionados. No contexto do risco podemos considerar a seguinte definição:

"A Resiliência é definida como a capacidade de recuperar o nível de Funcionalidade e de Benefício Social de um Sistema, uma Comunidade ou Sociedade após a ocorrência de um evento". (Betâmio de Almeida, 2020)

Um sistema pode ser um país, uma região, uma cidade, uma infraestrutura física ou um sistema ambiental, entre outros. A funcionalidade é considerada neste texto como uma caracterização ampla do sistema relativamente a uma referência anterior ao evento. A recuperação do nível de funcionalidade e de operacionalidade, após um evento mais ou menos disruptivo, constitui uma resposta característica das sociedades desenvolvidas contemporâneas. Tentar recuperar a situação inicial ou obter um sistema com melhores condições de funcionalidade com o máximo de rapidez tornase um objetivo político após uma catástrofe ou um acontecimento público traumatizante.

Em termos gerais, a análise da *resiliência* pode ser considerada como um complemento à Análise e Gestão do Risco. Em termos epistemológicos, pode afirmar-se que, após a fase da resiliência, só teremos a gestão política normal de uma comunidade, com todas as incertezas e responsabilidades inerentes e permanentes.

Em 2020-21, o mundo está sob o efeito de uma pandemia muito grave resultante da propagação de um vírus (Coronavirus19). Trata-se de um evento inesperado mas com um impacto sanitário, económico e social muito relevante sobre a Sociedade. Os Estados e as organizações internacionais tentam aplicar medidas excepcionais para minimizar perdas humanas e económicas. A situação a nível mundial e nacional é acompanhada diariamente enquanto se aguarda por uma normalidade, ou seja, que se recupere um nível de funcionalidade da sociedade considerado adequado.

A quantificação dos efeitos sanitários e as previsões dos danos sociais e económicos são apresentadas com números e estatísticas como se fossem o sinal mais fiável para conhecer a realidade e avaliar as políticas adoptadas na situação de emergência. Na atual sociedade de informação, a quantificação dos factos tende a competir com outros modos de compreensão mais elaborados e próprios de um conhecimento justificado.

Este acontecimento mundial tem motivado a aplicação frequente do termo *resiliência* como esperança humana para o retorno a uma felicidade perturbada, um desejo que se pretende garantir com medidas de recuperação rápidas e eficazes e, por vezes, como instrumento de avaliação da eficácia política num contexto de debate ideológico ou partidário.

A quantificação da resiliência, nomeadamente através de métricas simplificadas, pode ser não só um procedimento adequado como instrumento de aferição de eficácias, mas também uma contribuição para consolidar o conceito tornando-o mais credível e evitando que seja só um termo atual mas sem substância concreta. Esta quantificação pode ser mais ou menos credível ou consistente consoante a parametrização adotada e a capacidade de ser concretizada. Uma quantificação que conduza a uma valoração objetiva como ocorre com os conceitos de probabilidade, vulnerabilidade e exposição na análise quantitativa do risco pode, neste caso, ser muito mais difícil.

## Avaliação da Resiliência, Pressupostos

Tendo por base a definição do conceito, a resiliência pode ser preparada, executada e avaliada de diferentes modos:

- A Anteriormente à ocorrência de um (hipotético) futuro evento significativo, com base em simulações de cenários de ações de planeamento e de organização (ex ante), no âmbito de análise e gestão de um ou mais riscos;
- B Após a ocorrência de um evento (real) significativo, compreendendo um processo operacional e acções de resposta, incluindo uma monitorização e avaliação adequadas (ex post), tendo em vista uma melhoria de procedimentos num futuro evento.

Na avaliação das capacidades e processos de resiliência aplicados a uma determinada situação, considera-se que a adoção de um método de quantificação, ou uma métrica, pode ser adequada por diversas razões:

- Permite avaliar o grau de eficácia de um processo de recuperação face à situação inicial tendo em vista melhorar procedimentos futuros;
- Permite a comparação entre metodologias alternativas de atuação ou de procedimentos relativos a situações diferentes (nomeadamente tipos ou características de sistemas afetados, de eventos ou de locais diferentes).

Convém sublinhar que uma métrica da resiliência pode ser muito útil mas nem sempre poderá incluir todos os aspetos envolvidos numa situação complexa, envolvendo um país e a sua população. Quando o sistema em causa é composto por diversos componentes físicos, sociais, psicológicos e ambientais, a inter-relação dos efeitos ou danos resultantes do evento e das respostas às ações de recuperação pode ser muito complexa e carecer de muita informação inexistente ou de obtenção difícil. Nestas situações, a aplicação de modelos de simulação computacional e de métodos avançados de análise multidisciplinar pode ser um auxiliar indispensável na quantificação da recuperação do grau de funcionalidade dos diversos componentes, por aplicação de medidas alternativas ou como monitorização dos efeitos das medidas aplicadas em situações reais. Estas metodologias de análise e de quantificação podem ser fiáveis se existirem informações ou dados adequados e se os modelos forem bem calibrados. São em geral processos de análise exigentes, desenvolvidos para cada situação e difíceis de serem generalizados.

A quantificação da resiliência pode ter em conta múltiplas dimensões com interesse social que podem ser afetadas. As perdas de vidas humanas ou os efeitos na saúde pública ou pessoal constituem, em geral, aspetos considerados no conceito de vulnerabilidade mas, obviamente, são muito delicados em termos de recuperação e são analisados com base em metodologias especiais.

O modo A de análise pode implicar a caracterização de múltiplas incertezas sobre os potenciais eventos e as consequências respetivas no sistema selecionado: a simulação pode então envolver a consideração de probabilidades e modelos estocásticos.

Atendendo à especificidade destes modelos, a transposição e a comparação de resultados entre situações diferentes não é fácil ou até possível.

Pelo contrário, quando o sistema em causa é uma única infraestrutura física (e .g. uma ponte ou um sistema de distribuição de energia elétrica) sujeita a ações instabilizadoras bem definidas (e. g. um sismo ou um tornado), a avaliação da eficácia das medidas de recuperação alternativas, conjugadas com as medidas de mitigação dos riscos, permite a adopção de métricas simplificadas mas que podem ser suficientemente eficientes.

Para avaliar a resiliência convém considerar os seguintes pressupostos fundamentais que constituem desafios na respetiva quantificação:

Parametrização não dimensional e integrada:
 para enfrentar a complexidade e a multiplicidade
 dos fatores intervenientes na recuperação de um
 sistema é indispensável, do ponto de vista prático,
 a aglutinação da caraterização das diferentes
 funcionalidades afetadas por um conjunto mínimo de

parâmetros adequados. Como simplificação, tentase definir um único parâmetro composto (ou obtido por ponderação) que traduza o dano ou perda no sistema em cada instante.

Este parâmetro caracterizará a designada funcionalidade conjunta do sistema ao longo do tempo, antes e depois do evento. Para eliminar a intervenção de diversas unidades de medida adopta-se uma razão entre o valor da funcionalidade avaliada em cada instante t, F(t), após o evento, e a funcionalidade inicial do sistema, antes do evento, F(0).

A variável adimensional  $F^*(t) = F(t)/F(0)$  variará, assim, entre 1 e 0 ou entre 100% e 0%.

O desvio da funcionalidade é caracterizado por:

 $V(t) = \Delta F^*(t) = (F(0) - F(t)) / F(0)$ 

Esta variável pode ser considerada como uma vulnerabilidade (valor relativo de uma perda ou dano no sistema).

- Intervenção do parâmetro tempo: uma das dimensões consideradas relevantes na quantificação da resiliência é o parâmetro tempo. Minimizar o tempo de recuperação pode ser um objetivo ou um dos fatores de avaliação e comparação.
  - A análise da resiliência de um sistema pode ser apoiada pela representação da evolução das funções  $F^*(t)$  e V(t) num gráfico no domínio  $(F^*(t) \times t)$  x tempo.
- Há que definir uma variável, que pode ser designada por Grau de Resiliência, para quantificação da resiliência em função da evolução da perda de funcionalidade no tempo após um evento. Admite-se que, no caso geral, a evolução, mais ou menos longa, da função V(t) se traduza numa recuperação entre V<sub>M</sub> no início e V<sub>F</sub> = 0 no final. Todavia, nem sempre se recupera o valor F(0) no final da recuperação 0 < V<sub>F</sub> < 1, mas há situações em que o sistema fica melhor no final e V<sub>F</sub> < 0.</li>

## Exemplo de métrica simplificada

Uma das métricas simplificadas da resiliência baseia-se nos seguintes pressupostos:

- Admite-se, em geral, a ocorrência de um único evento concentrado, que pode ser composto por um conjunto integrado de acontecimentos interrelacionados, como origem do processo;
- Caracterização da funcionalidade ou operacionalidade de cada componente i do sistema pelas funções já referidas, com valores entre 0 e 1 consoante o grau avaliado de operacionalidade em cada instante de análise, e definição de uma função de funcionalidade composta relativa ao sistema total em análise, tendo em conta os graus de funcionalidade dos respetivos componentes.

- Com base na técnica escolhida para agregar os diferentes graus de funcionalidade associados obter-se-á uma função equivalente total ou composta F\*(t) para efeitos de análise simplificada (e.g. uma função ponderada);
- Em análises baseadas em cenários (ex ante) os valores da função total F\*(t) podem estar associados a incertezas aleatórias ou epistémicas (incertezas no conhecimento) pelo que se justificaria a aplicação de métodos probabilísticos ou outros. Na análise simplificada considera-se contudo que as funções adotadas são aproximadas e pseudo-determinísticas.

O parâmetro adimensional de funcionalidade ou operacionalidade do sistema é considerado como sendo o parâmetro base para a quantificação da resiliência. Avariação ao longo do tempo deste parâmetro pode caracterizar simplificadamente a situação  $T_{\rm lg}$  de ocorrência inicial do evento e de redução brusca da funcionalidade e o instante, de recuperação da funcionalidade final.

De um modo esquemático, o comportamento tipo do grau de funcionalidade de um sistema em análise após um evento pode ser representado graficamente do seguinte modo (fig. 1):

- Antes do evento (F\* (0) =1, segmento a));
- No instante T<sub>IE</sub> tem início o impacto do evento (entre o valor inicial F\*(0) e um valor inferior a 100% ou 1 - segmentos b) e c));
- Durante a fase de recuperação (segmento d)), no intervalo de tempo imediatamente a seguir ao segmento c), com um valor crescente de F(t) tendendo para um grau de operacionalidade final idêntico, superior ou inferior ao inicial.

A variação de F(t)/F(0) na designada fase de recuperação será expressa por uma curva específica de cada caso concreto (são utilizadas nas análises diversas funções matemáticas de acordo com as características do processo). Na realidade, o evento não será, em geral, instantâneo e a resposta do sistema pode compreender uma sucessão de fases de (fig. 1):

- Absorção e Acomodação, capacidades próprias do sistema em responder ao evento desde o início (segmento b)) até ao respectivo final da actuação e Fase de Estabilização da perda de funcionalidade (segmento c)), nomeadamente através da organização dos serviços de emergência e protecção civil. Os segmentos a) e b) não serão, assim, nos casos reais, um segmento único vertical mas numa análise simplificada poder-se-á admitir essa hipótese e que o início do intervalo de tempo de recuperação coincide com o instante T<sub>IE</sub>;
- Recuperação, processo mais ou menos rápido de recuperação da funcionalidade do sistema resultante de uma intervenção (curva d)).

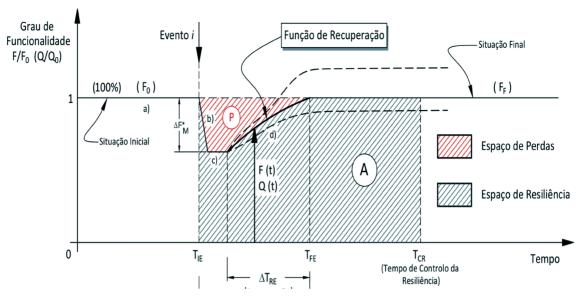


Fig. 1 - Variação de F(t)/F(0) (ou Q(t)/Q(0) sendo F(0) =1 e Q(0)=1), com o tempo após a ocorrência de um evento (Fonte: Betâmio de Almeida, 2020).

Fig. 1 - Variation of F(t) / F(0) (or Q(t) / Q(0) where F(0) = 1 and Q(0) = 1), with the time after the occurrence of a event (Source: Betâmio de Almeida, 2020).

Em geral, é fixado um instante de referência, , ou Tempo de Controlo da Resiliência cuja definição operacional para todas as situações não está ainda reconhecida por todos os autores. Este instante define o limite do designado Espaço de Resiliência (não perturbação pelo evento) no qual se encontra o designado Espaço de Perdas (fig. 1). A Função de Recuperação localiza-se na fronteira entre estes dois Espaços.

Quando os dados e a informação disponíveis são escassos é usual adoptar uma análise simplificada (fig. 2) com uma variação linear entre os instantes e (pontos B e D). O triângulo resultante ABD é designado por alguns autores como o "triângulo da resiliência".

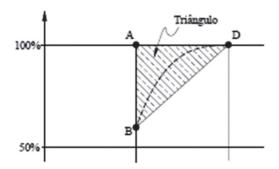


Fig. 2 - Função linear de recuperação e "triângulo de resiliência" (Fonte: Betâmio de Almeida, 2020).

Fig. 2 - Linear recovery function and "resilience triangle" (Source: Betâmio de Almeida, 2020).

Para um caso isolado poder-se-ia considerar a área (F(t)/F(0)=F(t))-tempo) inferior à curva de recuperação B-D,

entre os instantes  $T_{IE}$  e  $T_{FE}$  e, como sendo uma quantificação possível para caracterizar a resiliência. Contudo, para garantir uma métrica mais eficaz e adimensional, tem vindo a ser adoptado o seguinte procedimento para quantificar o grau de resiliência GR1 (Betâmio de Almeida, 2020):

$$G(R)_{1} = \frac{A}{T_{CR} - T_{IE}} = \frac{A}{\Delta T_{CR}}$$

$$A = \int_{T_{IE}}^{T_{IE}} + \Delta T_{CR}$$

$$F(t) dt$$

sendo  $\Delta T_{CR} = T_{CR} \cdot T_{IE}$ e A é a área inferior à linha da Função de Recuperação. O valor do denominador corresponde à área A\* do rectângulo correspondente na base ao intervalo de tempo  $\Delta T_{CR}$ e com a altura F(0) = 1 ou seja com o valor unitário  $GR1 = A/A^*$ 

Quanto maior o valor de GR1 maior será o grau de resiliência verificado para a situação considerada.

Para análises expeditas e admitindo a variação linear da função de recuperação (hipotenusa do triângulo de resiliência), é possível obter soluções analíticas simples (fig. 3) que só dependem de dois parâmetros:

- A perda inicial decorrente do impacto do evento no sistema, devidamente avaliada;
- O tempo de recuperação do sistema até se obter uma situação semelhante à inicial.

Assim, o grau de resiliência GR2 (Betâmio de Almeida, 2020), pode ser obtido pela seguinte expressão:

$$G R_2 = 1 - \frac{XY}{2}$$

$$= 1 - \frac{1}{2} \left( V_M \cdot \frac{\Delta T_{RE}}{\Delta T_{CR}} \right)$$

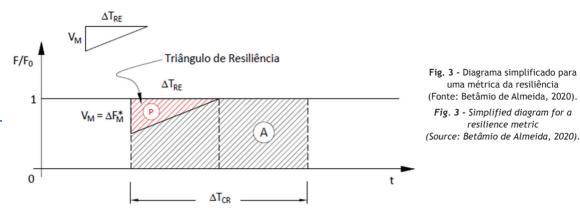


Fig. 3 - Diagrama simplificado para uma métrica da resiliência (Fonte: Betâmio de Almeida, 2020). Fig. 3 - Simplified diagram for a resilience metric

sendo  $V_{_{M}}$  a razão entre a variação (perda) máxima de funcionalidade ou de operacionalidade (diminuição de F(t)) decorrente do impacto do evento no sistema e o valor inicial F(0), razão designada neste texto por Vulnerabilidade do sistema relativamente ao evento em causa. Nesta métrica simplificada, e sendo fixado o intervalo de Tempo de Controlo, o grau de resiliência depende dos dois factores já referidos:

- Vulnerabilidade associada ao evento,  $V_{M}$ , cujo valor depende da resistência e exposição do sistema ao impacto do referido evento.
- Tempo de recuperação,  $\Delta T_{cR}$ , que depende do processo de recuperação após o evento, ou seja, que depende da capacidade de recuperação disponível ou efectivada.

Podem assim ser introduzidos os seguintes termos associados à recuperação:

- Robustez =  $1-V_{M}$ , ou grau de funcionalidade remanescente imediatamente após o evento;
- Rapidez =  $1/\Delta T_{RF}$ , o inverso da duração da recuperação.

Esta métrica simplificada pode ser aplicada como instrumento didáctico ou como suporte a exercícios de planeamento.

## Apoio à gestão da resiliência

A métrica da resiliência apresentada constitui um meio de avaliar ou de escolher medidas de mitigação e de recuperação para diferentes tipos de eventos tendo em conta a previsão de procedimentos alternativos. A expressão do grau (simplificado) de resiliência GR2 permite orientar a escolha de medidas. Com efeito, para cada valor de grau de resiliência, entre 1 (resiliência máxima ou extrema) e um valor inferior, é possível corresponder diferentes pares de valores de vulnerabilidade inicial (perda relativa de funcionalidade prevista ou real) e de tempos de recuperação.

No planeamento de uma gestão da resiliência baseada na incerteza e na métrica simplificada apresentada, as principais variáveis poderão ser caracterizadas probabilisticamente e o cálculo da resiliência pode ser executado com base no método de Monte-Carlo.

A expressão matemática de GR2 corresponde a uma família de hipérboles (fig. 4).

As curvas correspondem a diferentes valores de GR2.

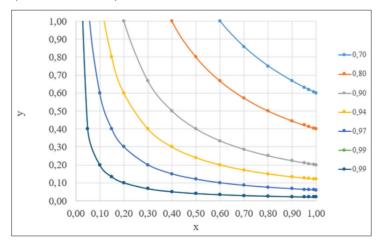


Fig. 4 - Curvas de Grau de Resiliência com base na métrica simplificada com  $X=V_M$  e Y =  $\Delta T_{RE}/\Delta T_{CR}$ (Fonte: Betâmio de Almeida, 2020).

Fig. 4 - Degree of Resilience curves based on the simplified metric with  $_{
m X=V_M}$  e Y =  $^{\Delta T_{RE}}/_{\Delta T_{CR}}$ (Source: Betâmio de Almeida, 2020).

Este tipo de gráfico permite estudar diferentes modos de executar uma recuperação tendo em conta o grau de resiliência.

A orientação na seleção de tipos de opções possíveis exige condicionamentos ou critérios operacionais que tornem a solução determinada. Os condicionamentos tipicamente existentes são os seguintes:

- Recursos técnicos e organizacionais disponíveis (capacidade técnica);
- Recursos financeiros disponíveis antes e depois do evento (mobilização e acesso a meios financeiros;
- Pressão social e política (capacidade de mobilização e eficácia de ação).

Admitindo que se pretende, numa situação após um evento, que o grau de resiliência seja superior a um valor determinado (critério de eficiência ou político), a fig. 4 pode ser útil na avaliação de uma estratégia. O processo pode ter os passos seguintes:

- Tendo em conta o valor de V<sub>MO</sub> = X<sub>O</sub> conhecido a seguir ao evento, um primeiro valor (normal) de ΔT<sub>REO</sub> = Y<sub>O</sub> poderá ser estimado por uma fórmula empírica: T<sub>DEO</sub> = X<sub>O</sub> = αV<sub>MO</sub> (ou V<sub>MO</sub>);
- No caso do valor de  $GR2_o$  assim obtido corresponder a um valor inferior ao limite de resiliência pretendido, há que diminuir o valor de  $\Delta T_{REO}$  o que implica ter um modelo que caracterize, nomeadamente, os recursos financeiros, para tal redução  $(Y_o \ para \ Y_1)$  (admitindo-se que os diferentes recursos operacionais para intervenção possam ser caraterizados pelos recursos financeiros necessários para tal ser possível, pelo que algumas condições especiais poderão não ser caraterizadas deste modo), por exemplo, um modelo linear simples:

$$X_{o} = a_{x} \times Z_{x}$$

$$\Delta Y = Y_{o} - Y_{t} = a_{T} \times Z_{T}$$

$$Z_{x} + Z_{T} = Z$$

Sendo  $a_x$  e  $a_\tau$  coeficientes de conversão de unidades,  $Z_x$  e  $Z_\tau$  os valores disponíveis para a recuperação normal da perda  $X_o$  e para a redução do valor de Y e Z a capacidade financeira total disponível.

 Com base nesta informação é possível obter o valor máximo para a redução do tempo de recuperação:
 ΔΥ<sub>1</sub> = a<sub>T</sub> (Z-Z<sub>x</sub>). O aumento da rapidez (diminuição do tempo de recuperação relativamente ao valor normal) implica um excesso de recursos (Z>Z<sub>x</sub>).

O aumento do grau de resiliência possível será  $\Delta GR = X_0 \times \Delta Y_1$ , donde:  $GR2_1 = GR2_0 + \Delta GR$ .

Assim, simplificando e admitindo que existe uma capacidade financeira disponível para recuperação que excede o custo previsto para recuperar totalmente o grau de funcionalidade do sistema com um prazo normal

de recuperação será então possível impor um tempo de recuperação menor de  $\Delta Y$  e aumentar assim o valor do grau de resiliência GR2 para um valor desejado.

## Fontes bibliográficas

É vasta a bibliografia sobre a métrica da resiliência que nos últimos 15 anos ficou disponível. A métrica simplificada apresentada no presente texto baseia-se em conceitos desenvolvidos por M. Bruneau (2006) e C. Zobel (2011; 2012; 2020) e que têm sido aplicados a sistemas muito diversos. Outros autores têm desenvolvido modelos de resiliência mais complexos ou sofisticados. Para infraestruturas críticas Caversan e Solomos (2014) são autores de uma síntese bibliográfica muito interessante.

As referências bibliográficas anexas ao presente texto constituem uma amostra das fontes bibliográficas sobre métricas de resiliência aplicadas a diferentes sistemas, muitas das quais podem ser encontradas na internet. Por sua vez, estas referências incluem outras referências bibliográficas.

## Considerações finais

A gestão da resiliência tem um carácter muito concreto e é importante socialmente no caso do sistema em causa corresponder a um território, uma região ou um país, excedendo as funções usuais das organizações de protecção civil. Esta gestão implica a definição de objetivos a atingir, o modo de atuação e uma capacidade de preparação e de monitorização das capacidades potenciais de atuação, nomeadamente nos seguintes aspetos:

- Capacidade de informação para caracterização e disponibilidade de dados abrangendo as diferentes dimensões a ter em conta;
- Capacidade de desenvolvimento de cenários possíveis e de execução de simulações de situações e procedimentos de resposta, tendo em conta as incertezas associadas;
- Boa capacidade de integração da gestão do risco como antecipação de uma situação com a gestão pós evento;
- Vontade e capacidade políticas para apoio da preparação permanente em particular no que respeita a definição de objetivos e a mobilização de recursos excedentários em época anterior a um evento mas considerados necessários para garantir determinados graus de resiliência superiores ao normal.

## Referências bibliográficas

Alexander, D. E. (2013). Resilience and disaster risk reduction: an etymological journey, *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 13, 2707-2716.

- Arcidiano, V., Cimellaro, G. P. e Reinhorn, A. M. (2011). Software for measuring disaster community resilience according to the PEOPLES methodology, III ECCOMAS Thematic Conference on Computational Methods in Structural Dynamics on Earthquake Engineering.
- Ayyub, B. M. (2015). Practical resilience metrics for planning, design and decision making, ASCE-ASME, *J. Risk Uncertainty Eng. Syst.*, Part A: Civ. Eng.
- Barker, K., Ramirez-Marquez, J. E., Rocco, C. M. (2013). Resilience-based network componente importance measures, *Reliability Engineering and System Safety*, 117, 89-97.
- Betâmio de Almeida, A. (2011). *Incertezas e Riscos. Conceptualização Operacional*, Coleção Água,
  Edição APRH-Esfera do Caos.
- Betâmio de Almeida, A. (2020). Resiliência e Gestão do Risco. Série Estudos Cindinicos, volume 9, Madeira Região Resiliente. Aprender com o Passado. Editor: RISCOS Associação Portugesa de Riscos, Prevenção e Segureança, Coimbra, 85-98.

  DOI: https://doi.org/10.34037/978-989-54942-9-3\_9\_3
- Bruneau, M. e Reinhorn, A. M. (2006). Overview of the
- resilience concept, *Proc.* 8<sup>th</sup> *National Conference on Earthquake Engineering*, paper 2040.
- Caversan, A. e Solomos, G. (2014). Review on resilience in literature and standards for critical built-infrastructure, JRC Science and Policy Report, European Commission, 41 p.
- Cimellaro, G. P., Reinhorn, A. M. e Bruneau, M. (2010). Framework for analytical quantification of disaster resilience, *Engineering Structures*, 32, 3639-3649.
- de Castro, F. V. e Lourenço, L. (2017). Resiliência, população e território: contributo conceptual para a terminologia dos riscos. *Territorium*, (24), 5-13. DOI: https://doi.org/10.14195/1647-7723\_24\_1
- Gilbert, S.W. (2010). Disaster resilience: a guide to the literature, NIST Publication 1117.

- Li, Y., Zobel, C.W., Seref, O., Chantfield, D. (2019).

  Network characteristics and supply chain resilience under conditions of risk propagation, *International Journal of Production Economics*.
- Linkov, I. e Palma-Oliveira, J. M. (Eds.). (2017). Resilience and risk: Methods and application in environment, cyber and social domains. Springer.
- Sharma, N., Tabandeh, A., Gordoni, P. (2017). Resilience analysis: a mathematical formulation to model resilience of engineering systems, Sustainable and Resilient Infrastructure.
- Tang, J. (2019). Assessment of resilience in complex urban systems, in: Leal Filho, W., Azul, A., Brandi, L., Ozuyar, P., Wall, T. (eds), *Industry, Innovation and Infrastructure*, UN Sustainable Development Goals.
- Tiernay, K. e Bruneau, M. (2007). Conceptualizing and measuring resilience. A key to disaster loss reduction, *TR News* 250. May-June, 14-17.
- Tsionis, G. (2014). Seismic resilience: concept, metrics and integration with other hazards. Joint Research Centre, Publications Office of the European Union, Luxembourg, doi, 10, 713724.
- Wenger, C. (2017). Technical paper: Translating resilience theories into disaster management policies, *Bushfire* and *Natural Hazards CRC* (Australia), 28 p.
- Zobel, C. W., Baghersad, M. (2020). Analytically comparing disaster resilience across multiple dimensions, *Socio-economic Planning Sciences*, 69 p.
- Zobel, C. W. e Khansa, L. (2012). Quantifying cyberinfrastructure resilience against multi-event attack, Decision sciences, 15 p.
- Zobel, C. W. (2011). Representing perceived tradeoffs in defining disaster resilience. *Dedision Support* systems, 50, 394-403.
- Zobel, C. W. (2011). Representing the multi-dimensional nature of disaster resilience, *Proc.* 8<sup>th</sup> international *ISCRAM Conference*, Lisbon, 5 p.

## RISCOS

## territorium 29 (I), 2022, 13-22

journal homepage: https://territorium.riscos.pt/numeros-publicados/DOI: https://doi.org/10.14195/1647-7723\_29-1\_2
Artigo científico / Scientific article



## DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS PARA O RISCO ATRAVÉS DE QUESTÕES PROBLEMA. UM ESTUDO DE CASO NA EDUCAÇÃO ESCOLAR\*

DEVELOPMENT OF SKILLS FOR RISK THROUGH PROBLEM SOLVING.

A CASE STUDY IN SCHOOL EDUCATION

Mário Talaia

Universidade de Aveiro, Departamento de Física CIDTFF - Centro de Investigação Didática e Tecnologia na Formação de Formadores (Portugal ORCID 0000-0003-4311-6209 mart@ua.pt

## **RESUMO**

Na problemática atual de alterações climáticas, em que o aquecimento global é aceite, o paradigma da sobrevivência do ser humano face a alteração do ambiente térmico de um ecossistema deve ser valorizado e cabe à escola formar cidadãos para a nova realidade que se avizinha. A escola através de um ensino eficaz, deverá preparar profissionais com atributos fundamentais: coragem, inovação e comunicação. Neste artigo relata-se um estudo de caso, na área da Física Aplicada em termos de risco, realizado numa Escola Superior de Ensino para alunos com uma formação profissional de base. A metodologia aplicada foi alicerçada na Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas num contexto Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente em que cada questão problema era vivenciada pelos alunos. Esta estratégia de ensino foi avaliada através da aplicação de um questionário. Os resultados obtidos mostraram inequivocamente que a estratégia usada foi eficaz na formação dos alunos.

Palavras-chave: Questão-problema, alterações climáticas, globalização, conhecimento científico, educação para o risco.

## ABSTRACT

In the current problem of climate change, in which global warming is accepted, the paradigm of survival of the human being in the face of the changing thermal environment of an ecosystem must be valued, and it is up to schools to train citizens for the new reality that is approaching. Schools should engage in effective teaching to prepare professionals with the key qualities of courage, innovation, and communication. This article reports a case study in the field of applied physics in terms of risk, carried out in a post-secondary education establishment for students with a basic vocational training. The methodology was based on Learning Based on Problem Solving in a Science, Technology, Society, and Environment context in which each problem issue was experienced by the students. This teaching strategy was assessed by applying a questionnaire. The results showed unequivocally that the strategy used was effective in training the students.

Keywords: Problem solving, climate change, globalization, scientific knowledge, risk education.

<sup>\*</sup> O texto deste artigo corresponde a uma comunicação apresentada no V Congresso Internacional de Riscos, tendo sido submetido em 09-09-2020, sujeito a revisão por pares a 21-10-2020 e aceite para publicação em 19-01-2021. Este artigo é parte integrante da Revista Territorium, n.º 29 (I), 2022, ® Riscos, ISSN: 0872-8941.

## Introdução

O planeta terra tem sido influenciado por ondas de Globalização que geram modificações ambientais, económicas, culturais e educacionais. A Física, como abordagem científica e de ensino, tem um papel muito importante na formação de cidadãos no que toca a avaliação para o risco para a sustentabilidade do planeta.

Os desastres naturais são uma das maiores preocupações ambientais (IPCC, 2020) pois a população tem coabitado de forma assustadora face a fenómenos extremos que de forma assustadora estão a suscitar a vulnerabilidade da estrutura política, cultural, física, social, económica e emocional da sociedade.

Na problemática atual de alterações climáticas, em que o aquecimento global é aceite e suscita o paradigma da sobrevivência face à influência da alteração de um ecossistema devido à sua mudança para fora da sua zona de conforto, cabe à escola formar cidadãos para a nova realidade que se avizinha, inerente à Globalização.

A discussão de ideias sobre a Globalização deve propiciar que a escola prepare cidadãos/alunos para um novo paradigma, pois esperam-se problemas imprevisíveis num desfasamento temporal que deverá ser inferior a uma década. Os alunos, através de um ensino eficaz, deverão ser preparados por instrutores/formadores/professores em três alicerces considerados fundamentais pelo autor: a coragem, a inovação e a comunicação.

De acordo com a informação da ação climática de 30 de janeiro de 2019 das Nações Unidas - Centro Regional de Informação para a Europa Central foram traçados objetivos que passam por: reforçar a resiliência e a capacidade de adaptação a riscos relacionados com o clima e as catástrofes naturais em todos os países; integrar medidas relacionadas com alterações climáticas nas políticas. estratégias e planeamentos nacionais; melhorar a educação, aumentar a consciencialização e a capacidade humana e institucional sobre medidas de mitigação, adaptação, redução de impacto e alerta precoce no que respeita às alterações climáticas; implementar o compromisso assumido pelos países desenvolvidos na Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Alterações Climáticas (UNFCCC) de mobilizarem, em conjunto, meios financeiros, a partir de 2020 e por variadas fontes, de forma a responder às necessidades dos países em desenvolvimento, no contexto das ações significativas de mitigação e implementação transparente; operacionalizar o Fundo Verde para o Clima por meio de sua capitalização o mais cedo possível, promover mecanismos para a criação de capacidades para o planeamento e gestão eficaz no que respeita às alterações climáticas, nos países menos desenvolvidos e pequenos Estados insulares em desenvolvimento, e que tenham um especial enfoque nas mulheres, jovens, comunidades locais e marginalizadas;

reconhecer que a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre as Alterações Climáticas é o principal fórum internacional, intergovernamental para negociar a resposta global às alterações climáticas (https://unric.org/pt/objetivo-13-acao-climatica/).

A Física tem a obrigação de investigar as causas da origem de fenómenos extremos, mitigar consequências e dar voz aos modelos que geram previsões e cenários. Cabe à escola, em particular aos professores, a formação de cidadãos através de um ensino em que a simples aplicação de expressões ou formulas, consideradas redutoras do ponto de vista do autor devido a sua larga experiência de ensino e investigação de dezenas de anos, é substituída por uma vivência dos fenómenos para a interpretação física de questões problema em contexto real, ou seja, se a questão abordar o escoamento de um líquido deve-se conduzir o aluno ou o formando a vivenciar na integra o fenómeno físico e que possa de algum modo colocar-se como referencial ligado ao fluido numa linha de corrente e perspetivar o que acontece a essa linha de corrente durante o escoamento no que concerne a eventuais riscos.

A construção de uma visão crítica para a cidadania, a compreensão dos fenómenos na interação da sociedade com a natureza são desafios que os professores devem valorizar envolvendo os alunos ou formandos numa base de educação para o risco.

O IPCC (2014) evidencia que acontecimentos extremos se tornarão mais intensos e com uma maior frequência aumentado a probabilidade de maiores riscos para a saúde pública e como afirmam Watts *et al.* (2015) os riscos que serão impostos pelas alterações climáticas tanto podem ser ampliados como podem ser modificados por fatores sociais.

Com base nos pressupostos anteriormente referidos este artigo relata um estudo de caso, na área da Física Aplicada (Física em geral e Mecânica de Fluidos) em que todos os conteúdos foram valorizados em termos de potencial de risco, através de um ensino e aprendizagem baseado na resolução de questões problemas em contexto real. As ideias dos alunos ou formandos foram valorizadas na resolução das questões e durante a lecionação foi muito interessante alguns alunos trazerem para o ambiente de sala de aula problemas do quotidiano ou da indústria.

A aplicação da metodologia foi avaliada para interpretar os resultados de opinião dos alunos com o objetivo de melhorar novas praticas pedagógicas.

## Enquadramento teórico

Atualmente, o trabalho experimental desenvolvido nas disciplinas de físico-químicas, destaca-se pela sua relevância como estratégia primordial, no âmbito de um ensino por pesquisa assumindo deste modo novas orientações, exigências e finalidades (Cachapuz *et al.*, 2002). Segundo os mesmos autores, todo o currículo tem por base uma dada perspetiva epistemológica por vezes implícita e outras vezes explícita.

Consequentemente, várias questões se colocam relativamente à forma de o implementar, que estratégias se devem adotar, em que ambientes de aprendizagem deverão decorrer, como devem ser conduzidas as aulas para contribuir para uma indiscutível melhoria da aprendizagem da ciência, e que metodologias e instrumentos se deverá recorrer (Lopes, 2004).

Neste respeito, faz-se uma breve resenha histórica sobre a forma como as atividades experimentais (TE) têm sido implementadas no ensino e as alterações registadas na conceção do ensino e aprendizagem, que decorram e se justificam com base nos diferentes paradigmas didáticos que orientaram o ensino vigente em cada época. No Século XIX, o TE é assumido como parte integrante do ensino (Klainin, 1988), servindo unicamente para a confirmação, verificação e/ou demonstração das teorias previamente apresentadas (Lock, 1998).

Apresentam-se, em linhas gerais, os quatro principais paradigmas de Ensino das Ciências, que têm orientado a atividade experimental: o Ensino Por Transmissão (EPT), o Ensino Por Descoberta (EPD), o Ensino Por Mudança Concetual (EMC) e o Ensino Por Pesquisa (EPP).

O tratamento conjunto da teoria, da atividade experimental e da resolução de problemas é algo essencial uma vez que estes aspetos não surgem separados na atividade científica.

A entrada de Portugal na União Europeia criou grandes oportunidades para o sistema científico. Portugal, a partir de 1986, passou a ter acesso a outras fontes de financiamento e beneficiou de grande intercâmbio científico pela integração e desenvolvimento de novas colaborações internacionais, motivadas pelos programas científicos europeus (https://www.ffms.pt/publicacoes/grupo-estudos/4102/a-evolucao-da-ciencia-em-portugal-19872016).

Vieira, et al. (2019) mostraram na sua obra a evolução da ciência em Portugal de 1987 a 2016. O estudo descreve uma análise temporal (três décadas) e geográfica (internacional e regional) da ciência produzida em Portugal, com o objetivo de estabelecer pontos de referência do presente e passado para orientar as direções a seguir no futuro. As observações e análises realizadas, derivadas da inventariação da situação de referência do presente e passado ao longo de 30 anos, não só contribuem para informar a sociedade portuguesa, como apontam direções para orientar o futuro debate sobre as orientações das políticas científicas em Portugal.

Afonso et al. (s/d) referem que com base na experiência que têm acumulado ao longo de muitos anos de contacto

apresentam algumas respostas não só possíveis como até altamente prováveis a serem aplicadas. Salienta-se a informação "[...] dos professores podemos ouvir: claro que ensino ciências nas escolas. Temos de cumprir os programas! [...]". Os autores salientam que apesar da sua presença constante e da sua reconhecida relevância, as ciências não têm sido devidamente valorizadas no nosso sistema educativo. Entre as várias capacidades cognitivas gerais salientam-se as capacidades investigativas. Estas são capacidades diretamente envolvidas na investigação e no trabalho experimental, como, por exemplo, a observação, a formulação de problemas e de hipóteses, o controlo de variáveis e a previsão de resultados. Salientaram que diversos autores apontam para diversas capacidades investigativas comuns e consensuais em ciências, como a observação, a identificação e o controlo de variáveis, a classificação, a planificação de atividades experimentais, as medições, a formulação de problemas e de hipóteses, a planificação de experiências, o registo, o tratamento e a organização de dados em tabelas e gráficos, a realização de inferências, a comunicação. As capacidades investigativas são um bom indicador da qualidade do trabalho experimental, essencial no Ensino das Ciências.

Uma das conclusões dos autores da obra Afonso *et al.* (s/d) é que o ensino básico das ciências deve ser visto de uma forma integrada. É necessário integrar as mensagens dos documentos (como os programas e as orientações curriculares), os contextos (escola, sala de aula, espaços exteriores à escola), os materiais (de apoio científico e pedagógico para professores e alunos) e os agentes educativos (professores, alunos, pais, comunidade geral). É necessário interligar melhor o «que» e o «como», ligar a teoria e a prática, e relacionar os diferentes tipos de conhecimentos científicos e de capacidades cognitivas.

O Ensino das Ciências, em Portugal, face aos indicadores publicados na literatura da especialidade e à grande experiência do autor como interveniente na formação de professores e na orientação de seminários, de estágios pedagógicos e da prática pedagógica tem mostrado algum desequilíbrio no que diz respeito à relação que deve haver entre teoria e prática, sendo esta também um vetor apontado para insucesso desse ensino e, muitas vezes, para o repúdio por parte de alguns alunos. Não obstante o trabalho prático ser habitualmente considerado benéfico para o Ensino das Ciências, alguns trabalhos de investigação mostram que nem sempre resulta ser tão valioso para a sua aprendizagem. Segundo Hodson (1994), muitas das dificuldades surgem na realização de trabalhos práticos. Os professores só em determinadas ocasiões é que exploram todo o seu autêntico potencial e, por vezes, algumas práticas que são proporcionadas aos alunos estão mal concebidas ou estão confusas (Leite, 2006). Uma das causas para que os objetivos do trabalho experimental no Ensino das Ciências sejam tão díspares

é o facto de que muitas vezes os conteúdos teóricos apareçam separados da atividade experimental realizada. Impõe-se, desde já, clarificar os significados dos termos trabalho prático (TP), trabalho laboratorial (TL), trabalho de campo (TC) e trabalho experimental (TE), explicitados por Hodson (1998). Para o autor, TE é mais geral e inclui toda e qualquer atividade em que os alunos se envolvam ativamente nos seus diversos domínios, cognitivo, afetivo e psicomotor (inclui atividades laboratoriais em sala de aula, trabalhos de campo, manipulação e controle de variáveis, resolução de questões problema, programas informáticos de simulação, pesquisa, entrevistas, etc.). Para o autor, toda a ciência dita experimental na realidade é teórica-experimental e o sucesso está alicerçado se o professor desenvolveu uma banda larga de conhecimento científico e a vivência da atividade experimental que formula ou manipula.

Descrevem-se de forma resumida a evolução das perspetivas de Ensino das Ciências adotadas no decorrer do tempo. No EPT, o professor ocupa um papel central no processo ensino e aprendizagem, como veículo de transferência de um conjunto de conhecimentos/informações, sem qualquer preocupação de os articular (Gil Perez, 1993). Neste modelo, os alunos são apenas recetores cognitivos passivos da informação capazes de a armazenar, acumular e de a reproduzir - visão behaviorista da aprendizagem. É uma perspetiva didática que apenas apela à aprendizagem por repetição como forma de memorização e, consequentemente, a avaliação surge como resultado da medição da capacidade de memorização.

O EPD iniciou-se na viragem do Século XIX e usa o trabalho laboratorial como meio para descobrir por si próprio a compreensão da teoria subjacente aos trabalhos que realizavam (klainin, 1988). É a partir da observação que surge a interpretação, que conduz às conclusões, e estas à generalização que permite corporizar a teoria, pelo que estamos presente um processo indutivo, dado que as generalizações emergem a partir de aspetos particulares, e simultaneamente um processo abstracionista uma vez que é a partir dos factos observáveis que é possível chegar às ideias abstratas, ou seja, aos conceitos. Estas ideias penetraram na sala de aula, originando a pedagogia que Santos (1991) designou por OHERIC (Observação, Hipótese, Experiência, Resultados, Interpretação e Conclusão). Assim, tem-se no Ensino das Ciências, como meta, que o aluno realize senão todas, pelo menos algumas fases das experiências realizadas pelos cientistas, com base no método científico, recorrendo a protocolos previamente elaborados.

O EMC, típico dos anos 80, insere-se nos quadros racionalistas/construtivistas também designados por "nova" Filosofia da Ciência. O sujeito não é um espectador passivo da natureza, mas pelo contrário

tenta responder às questões que esta lhe apresenta, evitando o recurso explícito ou implícito de certezas absolutas. A construção do conhecimento científico nasce da crítica e da reformulação dos seus princípios postulados. O tradicional "método científico" dá lugar a um método dinâmico, dialético e pouco estruturado. A atividade intelectual do aluno passa por levantar e fazer previsões, procurar respostas, colocar questões, imaginar, investigar e inventar de maneira a desenvolver novas representações que evidenciam coerência (Hodson, 1994). Segundo Valadares (2004), o professor deve fomentar nos alunos que estes sejam: ativos para interatuarem com o ambiente e os materiais de aprendizagem que lhe são proporcionados; pesquisadores para explorarem os materiais e o ambiente de aprendizagem que lhes são proporcionados; intencionais procurando espontaneamente e de boa vontade atingir os objetivos cognitivos; dialogantes envolvidos em dialogo uns com os outros e com os professores; reflexivos articulando o que aprenderam e refletindo nos processos e nas decisões tomadas; ampliativos gerando juízos ou asserções, atributos e implicações com base no que aprenderam. Para que tal aconteça, o professor, deverá proporcionar ambientes adequados ao desenvolvimento daquelas competências criando ambientes construtivistas adequados de modo a fomentarem uma boa aprendizagem.

O EPP surge como proposta relevante no ensino e aprendizagem. Face ao crescimento exponencial da informação disponível, os desafios da sociedade do conhecimento passam, sobretudo, por saber pensar para gerir a informação. Apesar de se encontrar centrado no trabalho dos alunos, o EPP exige do professor um papel fundamental, relevante e, por vezes, árduo. Deve, por isso, colocar problemas cuja relevância seja reconhecida pelos alunos, proporcionando-lhes atividades suscetíveis de pôr à prova as suas suposições, procurando sempre conhecer e ter em conta os seus pontos de vista. Assim, deve promover-se a reflexão crítica dos alunos durante as suas atividades, a análise do que dizem e fazem, bem como a análise do que dizem e fazem os seus colegas, potenciando a construção cooperativa do conhecimento, através da negociação social e a coresponsabilização dos alunos pelas suas próprias aprendizagens.

A abordagem Ciência Tecnologia e Sociedade (CTS) deve ser sempre considerada pelo instrutor/professor. Cabe à escola a responsabilidade de habilitar os cidadãos de dialogarem de uma forma consciente, persistente, transdisciplinar, pluralista e aberta, uma vez que a democracia segundo Morin (1999) supõe e alimenta a diversidade dos interesses, assim como a diversidade das ideias e de opiniões que lhe conferem vitalidade e produtividade. Ser cientificamente culto é, segundo Hodson (1998), um conceito multidimensional na medida em que visa desenvolver uma educação segundo três

vertentes a saber: "Aprender Ciência - refere-se à dimensão conceptual do currículo, o conhecimento em si (conceitos, leis, princípios, teorias)", "Aprender Sobre a Ciência - tem como objeto de estudo a natureza da própria ciência, ou seja, aspetos metacientíficos. Esta dimensão questiona o estatuto e os propósitos do conhecimento científico, a compreensão da natureza e métodos da ciência, evolução e história do seu desenvolvimento bem como uma atitude de abertura e interesse pelas relações complexas entre a Ciência Tecnologia e Sociedade" e "Aprender a fazer Ciência - refere-se ao desenvolvimento de competências para o desenvolvimento de percursos de pesquisa e de resolução de problemas".

Na área da Educação da Ciência aplica-se a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP). Como já referido, o instrutor/professor deve desenvolver uma "banda larga de conhecimento científico" para implementar no ensino e aprendizagem a vivência de casos reais e em que a teoria/fórmulas/expressões devem ser vivenciadas pelos alunos. Só assim há uma aprendizagem alicerçada na ligação coerente entre a teoria e a prática em contextos reais, virada para a educação do risco.

Os problemas nascidos do contexto real constituem um meio privilegiado de aprendizagem, pois é neste contexto que a situação de aprendizagem surge e que se torna possível a relação entre as diferentes informações e, também, se criam as condições para a estruturação e organização de novos conhecimentos (Smith, 1992). Os contextos reais fomentam a curiosidade natural dos alunos, motivando-os mais na procura de informação necessária à sua resolução dos problemas e permitemlhes ver a aplicabilidade dos conhecimentos que se traduz numa aprendizagem de elevado nível de relevância e, por isso mesmo, mais efetiva (Brincones, 1999). Uma das características fundamentais na resolução de problemas é a necessidade de utilização de algum tipo de raciocínio dedutivo, indutivo ou por analogia, que permita ao resolvedor transpor o obstáculo identificado.

Na literatura da especialidade há várias propostas para a resolução de problemas. Por exemplo, Ruiz (1991) propõe que a resolução de problemas se efetue em seis etapas:

- 1ª Etapa: identificação do problema;
- 2ª Etapa: representação do problema (compreender o que é necessário ultrapassar);
- 3ª Etapa: planificação da solução (escolher um método para ultrapassar o problema);
- 4ª Etapa: implementação do plano;
- 5ª Etapa: avaliação da solução;
- 6ª Etapa: consolidação das aprendizagens resultantes da resolução do problema.

O autor considera que a resolução de exercícios é redutora e invalida o raciocínio lógico. Neste caso o aluno procura fórmulas, muitas vezes não válidas no contexto, procura as variáveis a substituir e apresenta um resultado, muitas vezes fora da realidade e da dimensão da variável procurada. Para muitos alunos, um ensino através da resolução de exercícios é o escolhido pois favorece a preguiça, anula o raciocínio e a interpretação do resultado. Não ligam as unidades das variáveis no domínio da análise dimensional e consideram que, se a avaliação obtida não corresponde ao que esperavam, devem passar a reclamar através de um raciocínio de repetição. É o que o autor denomina de ensino robot em que o aluno se apresenta programado para realizar trabalhos de maneira automática como se fosse pré-programado.

Se considerarmos a metodologia apresentada para a resolução de problemas, o uso de algoritmos só por si não é suficiente para resolver o problema (Frank et al., 1987). Pelo contrário, na resolução de exercícios exige-se apenas, em geral, identificar, relembrar e operacionalizar corretamente algoritmos previamente memorizados. com base em "exercícios tipo" previamente apresentados nas aulas. Para o autor, tratase de um ensino de preguica de facilitismo que descarta o desenvolvimento de raciocínio reflexivo e crítico. Há quem se alicerce em pensamento crítico, mas a verdade é que pensamento crítico está implícito na ABRP e ter ou vender apenas pensamento crítico sem domínio científico não tem valor.

Os alunos têm dificuldades em construir raciocínios, em virtude de não saberem pensar por si acerca das situações concretas com que se deparam. Brincones (1999) corrobora esta posição, no sentido em que as estratégias utilizadas na resolução de problemas requerem a reestruturação e o raciocínio complexo, através do qual os alunos constroem o seu próprio conhecimento e constituem um instrumento de metacognição. A resolução de (autênticos) problemas (problem solving) envolvem "transferência" de conhecimentos para situações com algo de novo. Os alunos não estão habituados a esta metodologia que, em geral, consideram difícil, mas antes a um ensino transmissivo. A maioria dos alunos prefere que lhes sejam ensinadas técnicas que lhes proporcionem um modo rápido e quase automático de resposta, sem que para tanto seja necessário desenvolver um longo e estruturado raciocínio, recorrendo apenas aos elementos que foram objeto de memorização.

O professor deverá ser um promotor de debates sobre as situações problema do quotidiano, sobre situações clarificadoras de valores, estimulando o envolvimento dos alunos. Cabe-lhe a função de problematizar os saberes, organizar os processos de partilha, promover a interação e reflexão crítica. Também, o professor pode sentir dificuldades

em esclarecer todos os alunos e em gerir atividades diversas a ritmos diferentes que, caso não consiga controlar, poderá criar um ambiente quase caótico na sala de aula (Lambos, 2004), por isso a necessidade de ter desenvolvido uma banda larga de conhecimento científico.

Nos Fóruns de Ciência realizados na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Talaia (2004; 2005) mostrou a importância da preparação e do planeamento de trabalhos experimentais, baseados numa banda larga de conhecimento científico em que a formação educativa para os eventuais riscos, quer de instalação quer de aquisição de dados devem ser valorizados através da teoria da propagação do erro. O autor mostrou, ainda, que o conhecimento científico de equipamento simples permite adotar estratégias de calibração de equipamento para a segurança e para evitar eventual risco, como sensores analógicos ou digitais de controlo com limites de segurança.

Com base nos pressupostos referidos no enquadramento teórico apresentam-se a seguir os materiais e os métodos que se adotaram para despertar o ensino para a educação do risco, valorizando a aplicação de questões problemas para a ligação entre a teoria e a prática, em que as ideias dos alunos para uma solução convergente passou sempre por uma discussão da vivência da questão e pela salvaguarda de risco através de estratégias de prevenção, ou seja, trabalharam-se os conteúdos para o risco sempre que foi adequado e oportuno.

## Materiais e Métodos

O estudo que se apresenta foi realizado em sala de aula e utilizou a metodologia de ensino denominada de investigação-ação, de carácter empírico, recorrendo a uma metodologia mista, onde foram utilizados métodos quantitativos e métodos qualitativos de recolha de dados. A atividade física foi considerada sedentária por ser em sala de aula na escola.

O registo de dados decorreu num ambiente de sala de aula durante um semestre de aulas, tendo participado 46 alunos, na área da Física Aplicada em termos de risco (um programa para 60h, onde foram abordados temas como cálculo vetorial, estática, cinemática, dinâmica, movimento circular, trabalho e energia), realizado na Escola Superior de Ensino de Águeda, distrito de Aveiro, para alunos com uma formação profissional de base.

A amostra de 46 alunos (45 do género masculino e 1 do género feminino) com uma média de idades de 21,5 anos mostrou ter um desvio padrão de 5,9. A mediana indicou um valor de 19 anos de idade.

O ensino foi alicerçado na ABRP (Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas) em que cada questão ou exercício era tornada como um caso real e assim vivenciada pelos alunos através da visualização mental e de um raciocínio desenvolvido passo a passo no quadro de aula num referencial a três dimensões. No quadro de parede eram escritas as fórmulas básicas que eram chamadas primitivas e, a partir delas, eram formuladas as expressões para encontrar o algoritmo da solução da questão problema. Os alunos, num ambiente aberto em que cada um contribuía, vivenciavam a questão através da discussão de ponto de vista valorizando todas as ideias. Um raciocínio crítico era o alicerce da resolução da questão problema. Ao instrutor/formador/professor cabia a responsabilidade de escrita no quadro de parede após sugestões de alunos, usando canetas de várias cores para a construção do conhecimento científico e para salientar a diferença entre o acessório e o essencial. Neste contexto, os alunos mostravam coragem de apresentar à turma a sua ideia e solução, discutia-se se havia inovação no critério apresentado e a comunicação tornava-se a raiz da sabedoria. Se necessário, o aluno deslocava-se ao quadro de parede e esboçava a sua ideia de solução que seria depois discutida por todos.

Esta estratégia de ensino foi avaliada através da aplicação de um questionário que incluía questões fechadas e abertas.

Uma vez definidas as técnicas de recolha de dados mais adequadas, foi construído um questionário com questões abertas. De acordo com Vilelas (2009), as questões abertas têm a vantagem de registarem, não só mais informação, mas também informação mais rica e pormenorizada, além de inesperada e, ainda, maior liberdade de resposta e menor influência do inquiridor.

O método qualitativo relacionou a arte de ensinar, apresentação de conteúdo e reflexão acerca do ensino e aprendizagem. O método quantitativo teve por base a coleção questões diretas de resposta sim ou não. De um modo geral, estes métodos (quantitativo e qualitativo) complementam-se.

Os resultados obtidos foram interpretados e houve na última aula uma discussão aberta, entre alunos e professor, dos resultados para enriquecimento das estratégias a implementar em novos cenários, como por exemplo a do ensino e aprendizagem sobre a temática da educação para o risco.

## Resultados e discussão

As questões fechadas Q1, Q2, Q3 e Q5 do questionário nomeadamente "O método aplicado usou o quadro de parede, a caneta, o apagador, a linguagem e PowerPoint. Concorda com a estratégia"; "O professor colocava, antes das aulas, no moodle (plataforma) os PowerPoint para o aluno acompanhar a aula passo a passo e acrescentar informações complementares. Concorda com esta abordagem?"; "O método aplicado valorizou a resolução a partir do uso Questões Problema.

Concorda com esta abordagem?"; "A partir das ideias de alunos, o professor escrevia a resolução no quadro e raciocinava sobre vários caminhos de encontrar a solução, valorizando a escolha do melhor referencial. Concorda com esta abordagem?" registaram respostas positivas de 100,0%, como seria esperado.

As questões fechadas e abertas Q6, Q7 e Q8 do questionário nomeadamente "O professor gerava as ferramentas ou fórmulas bases para a resolução para as Questões Problema no quadro. Raciocinavase em conjunto com os alunos acerca da aplicação e limitação das ferramentas. Concorda com esta estratégia? Sim ou Não, Justifique a sua resposta"; "O professor valorizava mais a interpretação física da resolução da Questão Problema face aos cálculos. Concorda com esta estratégia? Sim ou Não, Justifique a sua resposta"; "O professor valorizava que o aluno estivesse presente na aula, a vivência da Questão Problema, a interpretação física e a atenção. Concorda com esta estratégia? Sim ou Não, Justifique a sua resposta" registaram respostas positivas de 97,8%. Os alunos registaram as seguintes opiniões para a Q6: "o professor mostra o caminho para a resolução passo a passo"; "o professor raciocinava em conjunto com os alunos e assim era possível retirar dúvidas aos alunos"; "o professor empenha-se em apresentar vários tipos de raciocínio"; "o professor sempre que algum aluno intervinha dava oportunidade para que esse aluno chegasse ao raciocínio, o raciocinar implica melhor aprendizagem e chega-se mais facilmente a resolução do problema"; "a estratégia faz compreender melhor os conteúdos e sua aplicação, o professor explica por diferentes fórmulas e/ou caminhos e todos os alunos participam na resolução dos problemas gerando perguntas e discussão entre o grupo". Para a Q7: "ao saber raciocinar um problema sem cálculos torna-se mais fácil para a resolução de problemas similares e é útil pois orienta para uma melhor aprendizagem"; "a formulação das equações para a solução é a base, não as contas, estas são apenas um resultado, ou seja, quem interpretar bem a física percebe o exercício"; "permite a resolução dos exercícios em causa, e outros com diferentes variáveis do problema. Cálculos é matemática"; "o professor valoriza o raciocínio face aos problemas, tinha uma forma de ver o problema diferente o que nos permitia ter noção simplificada do problema"; "o entendimento do problema é muito mais importante para a aprendizagem pois a física não é simplesmente matemática"; "não há dúvida que é a interpretação que leva ao resultado do problema, apesar de os cálculos serem importantes, é o raciocínio que mostra se o aluno está a perceber; Para a Q8: "a turma é obrigada a estar mais atenta e o aluno deve estar presente na aula"; "vivenciar a questão problema ajuda ao raciocínio e as aulas são muito importantes para a aprendizagem. O professor procurava que os alunos interagissem ao máximo durante as aulas"; " os alunos têm de se ser assíduos e pontuais para acompanhar a matéria desde o início pois o professor explicava cada detalhe e tirava todas as dúvidas"; "quando um aluno estava desatento a fazer outras coisas ou a conversar perturbando a aula, o professor convidava-o a sair da sala de aula ou a mudar de atitude. Fora da aula não se tem a mesma oportunidade em raciocinar": "São fatores importantes para o ensino pois prepara o aluno para novos desafios, ajuda a perceber a matéria, a não decorar e estar presente nas aulas para tirar dúvidas"; "não usar nas aulas o PowerPoint em papel implica perda de tempo ao ler mais tarde pois não se acompanhou a resolução passa a passo e as dicas de raciocínio".

A questão fechada e aberta Q4 "Usar exercícios (aplicação direta de fórmulas descartando o raciocínio) era para mim mais interessante. Sim ou Não, Justifique a sua resposta" registou 30,4% de respostas positivas. Este resultado era esperado pois os alunos sendo procedentes de cursos técnicos profissionais não estavam habituados a desenvolver raciocínio. São muito interessantes os comentários de alguns alunos que responderam negativamente: "o raciocínio com aplicação de diferentes fórmulas origina estudo mais eficiente"; "é interessante pois faz-se pensar em simultâneo com o professor e o raciocínio ajuda a perceber melhor o problema obrigando o aluno a raciocinar"; "é mais fácil perceber todos os passos e os alunos interagem com o professor, pois não são só exercícios mas também a teoria a ser envolvida"; "só a aplicação de fórmulas não facilita o raciocínio pois aplicar apenas fórmulas é redutor"; "formular equações na resolução do problema permite saber a razão da aplicação e simplifica as coisas pois faltam bases"; "é mais interessante a forma a perceber a matéria pois o raciocínio permite um trabalho mental"; "exercícios são mais fáceis, mas menos interessantes para a aprendizagem".

A questão aberta Q9 "Indique sugestões para melhorar a adoção de estratégias de ensino" permitiu registar as seguintes afirmações: "melhor não há, apenas deveria haver uma carga horária maior"; "era bom ter mais tempo para a resolução dos problemas pois assim seria mais fácil o estudo".

As restantes questões abertas conduziram ao registo do tipo de género que conduziu a 98% do género masculino, uma média de idades de 21,5 anos e ao curso de formação, através da candidatura TESP, ou seja, titulares de um curso de ensino secundário ou de uma habilitação legalmente equivalente, os titulares de um diploma de especialização tecnológica ou de um diploma de técnico superior profissional.

Estudo de caso qualitativo face à pandemia do COVID-19 - mudança de ensino presencial para ensino à distância

A partir de fevereiro do corrente ano, ano letivo 2019/2020, as atividades letivas, para a unidade curricular Mecânica de Fluidos, foram adaptadas a uma nova realidade de ensino condicionada por uma pandemia provocada por um tipo de coronavírus - COVID-19. O autor não ficou preocupado pois já anteriormente defendia e sugeria aos alunos que desenvolvessem a arte de cultivar coragem, inovação e comunicação. Dada a temática de lecionação incluir a problemática de riscos, nomeadamente inundações, arrasto de sedimentos, segurança de instalações de transporte de fluidos, estabilidade de corpos em movimento e outros, e os alunos estarem no último ano do curso de licenciatura em engenharia técnica alguns dos quais já na indústria, foi possível em cada aula alicerçar os conteúdos em questões problema para a mitigação de riscos e sua prevenção.

Os impactos da pandemia nas atividades escolares mostraram preocupações na comunidade académica face aos resultados do ano corrente e do próximo ano letivo. De facto, persistia uma grande incerteza quanto ao modelo a implementar e é sabido que o confinamento imposto pela COVID-19 gerou em grande parte dos profissionais do ensino alguma angústia pois estavam a ter um desafio imprevisto, o Ensino à Distância. Neste novo paradigma há dúvidas sobre a qualidade do processo ensino e aprendizagem e no modelo a adotar. Uma das dificuldades centra-se na questão das avaliações. O professor deve ter coragem para inovar e fomentar uma comunicação ligante. É verdade que o Ensino à Distância obrigou (obriga) a um aumento substancial de trabalho de modo a realizar aulas motivadores para o ensino e aprendizagem.

Independentemente do tipo de ensino a ser adotado para o próximo ano letivo, os profissionais de ensino devem estar cabalmente preparados para os desafios de aulas à distância e/ou aulas presenciais. Para o autor, são as aulas práticas de laboratório as que suscitam maior preocupação.

Foi durante o segundo semestre do ano letivo 2019/20 que a pandemia alterou o paradigma das aulas presenciais e permitiu avaliar o método adotado pelo autor no 1.º semestre.

O estudo de caso que se partilha refere-se à unidade curricular Mecânica de Fluidos com os conteúdos programáticos: hidrostática, hidrodinâmica, perdas de carga, projeto de uma instalação industrial e seleção de uma bomba centrifuga, do curso de licenciatura em engenharia.

A unidade curricular teve apenas 4 semanas (16h) de aulas presenciais. As restantes aulas assim como as avaliações foram realizadas à distância, usando como ferramenta tecnológica o zoom-colibri, a plataforma moodle, o telefone e o correio eletrónico. Os dezoito alunos inscritos assistiram a todas as aulas à distância.

Na primeira aula presencial foram apresentadas as metodologias a serem implementadas. Uma Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP), aulas centradas nos alunos, valorização das ideias dos alunos, resolução de questões colocadas por alunos, aplicações na indústria foram alicerces considerados. A metodologia procurava que a turma trabalhasse como um todo e esperava-se que os resultados seriam positivos como reflexo do empenho no trabalho. Documentos em PowerPoint foram disponibilizados antes das aulas para os alunos visionarem e fazerem as suas anotações durante as secções das aulas. Bibliografia pertinente foi considerada, com base em duas obras de referência.

Após diálogo entre alunos e professor, dúvidas foram tiradas e os alunos assumiram o desafio. Interessante é que, na apresentação de cada um, se tenha verificado que alguns estavam ligados à indústria e que tinham dificuldades de controlo de fluidos ficando na espectativa da contribuição da unidade curricular, como mais-valia, na sua formação e na prevenção e educação para o risco.

As aulas presenciais decorreram com grande entusiasmo sendo o raciocínio refletivo o alicerce para a construção de algoritmos no quadro de parede. Alguns alunos colocaram questões problema da indústria que mereceram a atenção de todos na procura da solução.

Após o início das aulas à distância, houve necessidade imediata de dinamizar e implementar novos desafios. Folhas dos conteúdos foram elaboradas, relatando o conteúdo passo a passo para os alunos vivenciarem antes e durante as aulas via zoom-colibri. Toda a turma esteve sempre presente nas aulas à distância e havia o cuidado de registarem as soluções de dúvidas e/ou alternativas de solução. Em imensas aulas alguns alunos, por livre iniciativa, continuaram a fazer aprendizagem, após o final do tempo definido para a aula.

Os resultados da turma registaram 100% de aprovações e as notas finais variaram entre 10 e 18 valores, com uma média de 15,3 valores e um erro padrão de 2,5 valores.

Os alunos, no final da unidade curricular, deram parecer acerca do modo como decorreu a lecionação e que sugestões indicariam para um novo desafio. Estes registaram uma média de (15,6±3,0) valores.

As contribuições que alunos emitiram e que são reproduzidas a seguir foram enviadas para três diretores (do curso da licenciatura em engenharia, da escola ESTGA - Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Águeda e do departamento de Física da Universidade de Aveiro) como alicerce de discussão para futuras metodologias a serem implementadas. Cada diretor apreciou o relatório de informação partilhado acerca das metodologias implementadas e dos resultados obtidos.

Descrevem-se algumas reflexões de alunos sobre o professor e unidade curricular:

- "[...] a forma como a unidade curricular foi lecionada envolveu os alunos na procura da solução das questões problemas envolvendo sempre a educação para o risco";
- "[...] elaboração de apontamentos claros, passo a passo, na aplicação e explicação da utilização de modelos teóricos, matemáticos, físicos para a resolução pormenorizada das questões problema, facilitou o ensino e aprendizagem à distância";
- "[...] a importância de serem usados exemplos práticos do quotidiano e valorizou a educação para o risco na física de fluidos";
- "[...] a maneira de gerar um fio condutor de ensino e aprendizagem com base de ligação entre a teoria e a prática";
- "[...] a capacidade de responder valorizando as ideias dos alunos na construção do conhecimento";
- "... a capacidade de adequar o ensino presencial para o ensino à distância":
- "[...] a capacidade de fazer alunos raciocinar na construção do conhecimento";
- "... assimilação dos ensinamentos de forma prática e eficaz, valorizou a educação para o risco";
- "[...] apoio constante na resolução de dúvidas para a interpretação física e dimensionamento de instalações de rede de escoamento de fluidos e escolha de bombas centrifugas";
- "[...] transformar o difícil ou complexo em simples através da aplicação das leis físicas num raciocínio de banda larga para evitar eventuais riscos";
- "[...] desenvolvimento de banda larga de conhecimento científico e ver cenários de aplicação reais";
- "[...] o ensino e aprendizagem vivenciado é motivador";
- "[...] aconselhar alunos a serem como um referencial inercial ligado a uma linha de corrente do fluido e interpretar o que acontece à energia de posição, de pressão e cinética na resolução da questão problema";
- "... na vivência da questão problema os conteúdos foram absorvidos e não injetados";
- "[...] usar exemplos de casos da indústria, do quotidiano valorizando cenários de risco é muito importante";
- "[...] proporcionar um excelente ambiente para o ensino e aprendizagem";
- "[...] partilhar experiências vivenciadas pelo professor em contacto real na indústria";
- "[...] adotado um método de avaliação de acordo com as exigências e objetivos da unidade curricular";
- "[...] usar no ensino e aprendizagem questões problema e poder explorar de diferentes maneiras a resolução acaba por ser um processo dinâmico e interativo na construção do conhecimento científico valorizando, sempre que oportuno, a educação para o risco";

- "[...] disponibilizar apontamentos e questões problema solucionadas, passo a passo, antes da aula é determinante para a aprendizagem pois o aluno prepara a aula e durante a mesma tira eventuais dúvidas";
- "[...] as questões problema facilitam a aprendizagem ao raciocínio face a exercícios.

## Considerações finais

Este estudo mostrou que é possível transformar exercícios em verdadeiras questões problema que alertam para riscos na tomada de decisões e favorecem a construção do conhecimento científico. De facto, os intervenientes, alunos e professor, discutiram cenários e estratégias de prevenção de riscos em contexto do quotidiano favorecendo o raciocínio reflexivo. A metodologia adotada, baseada na aplicação da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas num contexto Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente permitiu a motivação dos alunos, vivenciando através do raciocínio a importância entre a Teoria, a Prática e Riscos.

Os resultados obtidos mostraram que, quer qualitativamente, quer quantitativamente eram os esperados. As questões abertas permitiram conhecer as opiniões dos alunos que serão um bom alicerce para melhorar uma nova aplicação da estratégia.

A questão fechada e aberta Q4, "Usar exercícios (aplicação direta de fórmulas descartando o raciocínio) era para o autor mais interessante. Sim ou Não, Justifique a sua resposta", mostrou que as informações dos alunos devem ser valorizadas em novas aplicações da estratégia. Na realidade ter-se-á de assumir que os alunos preferem exercícios (cerca de 69,6%) que sejam solucionados através de fórmulas e uma substituição direta de variáveis eliminando o raciocínio. O autor defende que exercícios sugerem ensino redutor pelo que a ABRP obriga ao professor ter uma banda larga de conhecimento científico. Uma contribuição complementar, numa turma, foi realizada com a adoção da mesma estratégia e com a dificuldade da pandemia do COVID-19.

As contribuições aqui registadas de alunos são um espólio muito interessante e rico que dá imensa informação para melhorar as práticas letivas, quer sejam aulas presenciais, quer sejam aulas à distância.

Como consideração final, é bom realçar que um ensino baseado na ABRP num contexto CTS e o paradigma atual na discussão de ideias face à Globalização devem fomentar que a escola prepare alunos em contextos reais com visão de risco, pois espera-se problemas num desfasamento temporal inferior a uma década. Os alunos deverão ser preparados em três bases fundamentais, a coragem, a inovação e a comunicação. Só um instrutor/formador/professor com estas três bases fundamentais bem enraizadas e com uma base poderosa de conhecimento

científico poderá incutir no coração do formando a nova visão de cidadania, ou seja, o ser humano não deverá permitir ser robotizado pelo sistema envolvente.

## Agradecimento

O autor agradece a participação de Fundos Nacionais através da FCT - Fundação para a Ciência e a Tecnologia, I.P. no âmbito do projeto UIDB/00194/2020.

## Referências bibliográficas

- Afonso, M., Alveirinho, D., Tomás, H., Calado, S., Ferreira, S., Silva, P. e Alves, V. (s/d). Que ciência se aprende na escola? Uma avaliação do grau de exigência no ensino básico em Portugal. Fundação Francisco Manuel dos Santos. Guide Artes Gráficas, Lda.
- Brincones, I. (1999). El uso de la estrategia de resolución de problemas por alunos de educación secundaria.

  Aspectos Didacticos de Física y Química (Física).

  Universidade de Zaragoza: I C E.
- Cachapuz, A., Praia, J. e Jorge, M. (2002). Ciência, Educação em Ciência e Ensino das Ciências. *Temas de investigação 26*. Ministério de Educação.
- Frank, D. V., Baker, C. A. and Herron, J. D. (1987). Should students always use algorithms to solve problems? *Journal of Chemical education*, 64(6), 514-515.
- Gil Perez, D. (1993). Contribución de la historia y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como Investigación. *Enseñanza de las Ciencias*.
- Hodson, D. (1994). Hacia un Enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. Enseñanza de las Ciencias, 12(3), 299-313.
- Hodson, D. (1998). Science fiction: The continuing misrepresentation of science in the School curriculum. Curriculum Studies.
- IPCC (2014). Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., Barros, V.R., Dokken, D.J., Mach, K.J., Mastrandrea, M.D., Bilir, T.E., Chatterjee, M., Ebi, K.L., Estrada, Y.O., Genova, R.C., Girma, B., Kissel, E.S., Levy, A.N., MacCracken, S., Mastrandrea, P.R. and White, L.L. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1132 p.
- IPCC (2020). Summary for Policymakers. In: Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems [P.R. Shukla, Skea, J., Calvo, E., Buendia, Masson-Delmotte, V., Pörtner, H.O., Roberts, D.C., Zhai, P.,

- Slade, R., Connors, S., van Diemen, R., Ferrat, M., Haughey, E., Luz, S., Neogi, S., Pathak, M., Petzold, J., Portugal Pereira, J., Vyas, P., Huntley, E., Kissick, K., Belkacemi, M., Malley, J. (eds.)].
- Klainin, P (1988). Practical work and science education. In Fensham, P. (Ed). Development and dilemmas in science education. Londres: Falmer Press, 169-188.
- Lambos, A. (2004). Problem Based Learning in Middle and High School Classrooms. California: Corvin Press.
- Leite, L. (2006). Da complexidade das atividades laboratoriais à sua simplificação pelos manuais escolares e às consequências para o ensino e a aprendizagem das ciências. Atas dos XIX Congreso de ENCIGA (CD-ROM). Póvoa de Varzim: Escola Secundária Eça de Queiroz.
- Lock, R. (1998). A history of practical work in school science and assessment, 1860-1986. School Science Review, 70 (250), 115-119.
- Lopes, J.B (2004). Aprender a ensinar Física. Fundação Calouste Gulbenkian. Fundação para a Ciência e a Tecnologia.
- Morin, E. (1999). Os Sete Saberes Para a Educação do Futuro. Instituto Piaget Horizontes Pedagógicos.
- Ruiz, J. (1991). La Metodología de Resolución de Problemas y el Desarrollo Cognitivo: Uno Punto de Vista Postpiagetiano. Enseñanza de las Ciencias, 9(1), 78-82.
- Santos, M.E. (1991). Mudança conceptual na sala da aula: um desafio pedagógico. Lisboa: Livros Horizonte.
- Smith, F. (1992). To think: In Language, Learning an Education. London: Routledge.
- Talaia, M. A. R. (2004). Mudança Global Uma Unidade Temática Privilegiada, Fórum Ciência, Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 18 e 19 outubro, 19 p.
- Talaia, M. A. R. (2005). *O Trabalho Laboratorial* na Formação de Cidadãos com una Atitude Científica, Tema II O Conhecimento Científico e Desenvolvimento, Actas do 2º Fórum Ciência, Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 17 e 18 outubro, 26 p.
- Valadares, J. (2004). Estratégias construtivistas e investigativas no ensino das ciências. Texto apresentado no Encontro "O Ensino das Ciências no âmbito dos Novos Programas", 4 de maio: FEUP - Porto.
- Vilelas, J. (2009). Investigação: O processo de construção do conhecimento. Lisboa: Edições Sílabo.
- Vieira, E., Mesquita, J., Silva, J., Vasconcelos, R., Torres, J., Bugla, S., Silva, F., Serrão, E. e Ferrand, N. (2019). A evolução da ciência em Portugal: (1987-2016). Coleção Estudos da Fundação Francisco Manuel dos Santos, Lisboa.
- Watts, N., Adger, W. N., Agnolucci, P., Blackstock, A., Byass, P., Cai, W., Chaytor, S., Costello, A. (2015). Health and climate change: policy responses to protect public health. *The Lancet*, 386, 1861-1914.

## territorium 29 (I), 2022, 23-40

**RISCOS** 

journal homepage: https://territorium.riscos.pt/numeros-publicados/ DOI: https://doi.org/10.14195/1647-7723\_29-1\_3 Artigo científico / Scientific article



## COMUNICAR O RISCO SOB O PRISMA DAS RELAÇÕES PÚBLICAS: REFLEXÃO PRELIMINAR\*

COMMUNICATING RISK FROM THE STANDPOINT OF PUBLIC RELATIONS: PRELIMINARY REFLECTION

### Mariana Nunes

Escola Superior de Comunicação Social - Instituto Politécnico de Lisboa (Portugal)

ORCID 0000-0002-9286-1566 marianascalanunes@gmail.com

Sandra Pereira

Escola Superior de Comunicação Social - Instituto Politécnico de Lisboa (Portugal)

ORCID 0000-0002-3828-2635 spereira@escs.ipl.pt

## **RESUMO**

A significação do risco não gera consenso, quer junto da comunidade científica, quer entre decisores/reguladores e os media, sem esquecer o público leigo - no limite, a população que se pretende (in)formada e ativamente envolvida no processo de mitigação dos riscos. Urge comungar a noção de risco, aproximando perceções de peritos e leigos. A essa relação de concordância dos níveis de conhecimento, chama-se comunicação do risco. A prática de uma comunicação integrada do risco, estrategicamente direcionada para diferentes níveis de consciência e informação, constitui-se um meio eficaz na compreensão, avaliação e ação sobre os riscos. Tal comunicação aproxima-se do ideal de governança do risco, na qualidade de canal de troca de (in)formações e opiniões entre *stakeholders* para que convirjam decisões face aos comportamentos a implementar. Neste artigo, a partir do estudo da comunicação de uma autarquia local, traz-se a debate o papel que as Relações Públicas poderão desempenhar na antecipação do risco, bem como na capacitação das partes interessadas numa resposta concertada e atempada às diferentes interpretações dos perigos e incertezas da sociedade atual.

Palavras-chave: Relações Públicas, comunicação e risco, governança, autarquias.

## ABSTRACT

There is lack of consensus as to the meaning of risk, whether in the scientific community, or among technicians, decision makers and the media, plus the general lay public - up to the population that intends to be informed about and actively involved in risk mitigation. There is an urgent need to share the notion of risk, bringing together the perceptions of experts and the uninformed public. This relationship of agreement between different levels of knowledge is called risk communication. The practice of integrated risk communication, strategically aimed at different levels of awareness and information, is an effective way of understanding, assessing and acting upon risks. Such communication is close to an ideal of governance of risk, as a channel for the exchange of information/education and opinions between stakeholders, thus enabling decisions on the behaviours to be implemented. Starting from the study of the communication in a local authority, this article reflects upon the role that public relations can play in anticipating risk, as well as in training stakeholders for a concerted and timely response to different interpretations of hazards and uncertainties in today's society.

Keywords: Public relations, communication and risk, governance, municipalities.

<sup>\*</sup> O texto deste artigo corresponde a uma comunicação apresentada no V Congresso Internacional de Riscos, tendo sido submetido em 31-10-2020, sujeito a revisão por pares a 10-03-2021 e aceite para publicação em 26-04-2021. Este artigo é parte integrante da Revista **Territorium**, n.º 29 (I), 2022, ® Riscos, ISSN: 0872-8941.

## Introdução

O reverso da medalha da globalização, caracterizado pela isenção de fronteiras que obrigou os indivíduos a hibridizarem-se com a diferença e a enfrentarem o desconhecido, marcou a vivência da sociedade sob o perfil de um mundo ameaçado por aspetos incontroláveis de origem macroambiental, tornando-os exponencialmente mais definitivos: os riscos.

Torna-se, assim, imperiosa uma consciencialização global face aos múltiplos perigos, ameaças, riscos e catástrofes globais - virtualmente iminentes capacitando-os para uma reação e ação mais informadas que ajudem a minimizar as consequências que, por norma, se conjeturam drásticas. Alega-se, de imediato, a responsabilidade que caberá às instituições públicas diga-se, aos vários organismos da administração pública - zelar pela segurança dos cidadãos. Contudo, este nem sempre se apresenta como o cenário real, dado o clima de inseguranca e desconfianca sentido pelos indivíduos, não apenas em relação ao ambiente vulnerável, incerto, complexo e ambíguo em que coabitam, mas também face às entidades (ultra)burocráticas cujas políticas de abertura e inclusão na comunidade são limitadas, não chamando o cidadão comum ao palco da decisão juntamente com os peritos, agentes mais informados e preparados. Presume-se, portanto, que a conexão ideal entre os organismos responsáveis pela segurança pública e os cidadãos se encontra debilitada dada "a inexistência de lideranças eficazes no âmbito da AP [Administração Pública] [...] uma das fragilidades comummente apontadas para a deficiente integração horizontal existente: a ausência de coordenação, de um planeamento e organização de actividades rigorosos, a par da existência de mecanismos pouco eficazes de gestão e motivação das pessoas são fatores que contribuem para o isolamento existente [...]" (Santos, 2015, p.78).

Cumprindo o propósito de fazer face a uma sociedade constituída por cidadãos tendencialmente passivos na esfera pública (Camilo, 1998), ou num cenário mais extremista, por indivíduos que recorrem à criminalidade como reação às inseguranças e incertezas provocadas pela vivência num ambiente *VUCA* (Appadurai, 1990) - recordemos o episódio dos atentados de 11 de setembro de 2001, às Torres Gémeas, nos Estados Unidos da América; ou ainda, o ataca ao jornal francês Charlie Hebdo, em 2015 - será necessário forjar comunidades mais alerta e resilientes, mas acima de tudo, conscientes e político-administrativamente ativas.

A atuação no campo da gestão do risco obriga, igualmente, à criação e desenvolvimento de planos de comunicação para (in)formar os cidadãos, mas também, e talvez mais importante, para os envolver

ativamente na prossecução desses planos. Posto isto, se se construir uma relação de confiança entre as entidades competentes, os decisores, os peritos, as populações e os próprios meios de comunicação social, haverá por certo menos vítimas e mais cidadãos capacitados para uma atuação responsável e cooperante com as autoridades de segurança. Acontece que, o ideal de governança, pretendido para a cooperação e empoderamento destes players, é muitas vezes confundido, ou substituído pela noção de gestão do risco, perdendo-se parte da eficácia no processo de união das partes para a sua capacitação, assim como para o combate aos riscos.

Visto que o discurso a adotar, mediante este paradigma social, se centra no crescimento de uma comunidade (in) formada, tornar-se-á fulcral proceder ao planeamento e gestão das relações e, mesmo, dos interesses entre os cidadãos e as organizações que coexistem para corresponder às suas necessidades e expetativas, a fim de se construir um caminho ordeiro rumo à confiança e, acima de tudo, à cooperação e comunhão intrínsecas à noção de comunidade.

Todavia, um dos problemas mais intrincados e, até, controversos que se impõe à execução efetiva desta demanda social prende-se, efetivamente, tanto com a maneira como certos estratos de cidadãos depositam, nos ombros dos governos locais que os representam, a inteira responsabilidade em atuar, unilateralmente, sobre a resolução de questões sociais emergentes, quando esta atuação deveria ser atribuída ao coletivo; como, por seu turno, com a forma de determinadas autarquias atuarem ao perpetuar uma certa descrença e, mesmo, a indiferença que continua a moldar a desfavorável opinião pública em torno dos organismos e serviços da administração pública, autónoma ou não.

É certo que aos organismos e/ou agentes da administração local, diga-se, às câmaras municipais, é atribuído um poder suficientemente autónomo para assegurarem, em nome da coletividade que albergam, a satisfação regular e contínua das suas necessidades e interesses - nomeadamente, no domínio da segurança, da cultura, da saúde e do ambiente - mas, não devem, nem conseguem completar o dever de proteger e empoderar a comunidade se dela não apreenderem uma relação saudável, democrática e firme.

Em jeito de corroborar este argumento e, fundamentalmente, de provar a consciencialização já sentida relativamente à pertinência da temática do risco no desempenho das funções autárquicas, assim como do papel da comunidade na sua execução, recorre-se às considerações da Câmara Municipal de Lisboa (CML) ao afirmar que "[...] conhecer e ser agente de dinâmicas novas, para uma posterior participação activa, pressupõe uma dimensão em que a informação, a motivação, as competências e a sensibilidade são desenvolvidas. A sensibilização tem como objectivo consciencializar o cidadão da sua importância como actor social e interveniente activo no Sistema de Protecção Civil. Assim, é responsabilidade do Estado a promoção das medidas de auto-protecção, mas é dever do cidadão ter um papel interveniente na sociedade, promovendo uma cultura de segurança, convertendo-se no primeiro agente de protecção civil" (Câmara Municipal de Lisboa, 2019).

Entende-se, assim, que todos os imprevistos, ameaças e incertezas - desde acidentes industriais a especulação imobiliária, passando ainda pelo desemprego, conflitos sociais e a poluição - são consequências diretas dos riscos que afetam a vida humana e a sua mitigação não passa, exclusivamente, pela tomada de decisões autónomas das entidades governativas locais.

Fazendo ainda uso das palavras da CML no que toca à definição dos riscos da vivência humana e, em suma, do estado de alerta a que as restantes autarquias devem ter em consideração para assegurar o bem-estar da sua comunidade, "[...] qualquer fenómeno natural ou atividade humana pode desencadear situações de risco. sendo este definido como a possibilidade de ocorrência inesperada de determinado acontecimento indesejável, expondo as comunidades a consequentes perdas de vidas, bens e/ou à degradação do meio envolvente em geral. Não se podendo reduzir na sua totalidade os efeitos dessas ocorrências, a CML tem vindo a multiplicar os esforços em matéria de prevenção, no que diz respeito à minimização dos riscos, e também no planeamento preventivo e de emergência de forma a atenuar as suas consequências" (Câmara Municipal de Lisboa, 2019). Impera-se, inquestionavelmente urgente e contínuo, um eficaz planeamento do território, mas mais relevante ainda, a governança dessa panóplia de riscos por meio de uma comunicação hábil para capacitar uma comunidade atenta e atuante face aos riscos que pode vir a estar sujeita, ou mesmo, provocar.

Pese embora o relevo desta matéria, faltam estudos académicos em Portugal que relacionem o risco com a comunicação estratégica, em torno de planos e táticas para informar e capacitar os cidadãos, envolvendo-os enquanto agentes de segurança pública. Tal observação resulta de uma sondagem, previamente elaborada pelas autoras, realizada entre novembro de 2019 e janeiro de 2020, que percorreu vários repositórios de unidades de ensino superior, nomeadamente, o IPLisboa - Escola Superior de Comunicação Social, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa - ISEL e Instituto Superior de Contabilidade e Administração de Lisboa - ISCA; IPViseu - Escola Superior de Educação; IPCoimbra - Departamento de Saúde Pública e Planeamento/Administração Regional de Saúde do Centro; IPPorto - Instituto Superior de Contabilidade e Administração, Instituto Superior de Engenharia e Escola Superior de Tecnologia e Gestão; IPSetúbal - Escola Superior de Ciências Empresariais; Universidade de Lisboa - Instituto Superior de Ciências Sociais e Políticas: Instituto Universitário de Lisboa - ISCTE: Universidade Nova de Lisboa - Faculdade de Ciências Sociais e Humanas e Faculdade de Ciências e Tecnologia: Universidade Católica Portuguesa; Universidade Europeia; Universidade do Minho - Centro de Estudos de Comunicação e Sociedade e Escola de Engenharia; Universidade da Beira Interior; Universidade do Porto - Faculdade de Letras: Universidade de Coimbra -Núcleo de Investigação Científica de Incêndios Florestais: e Universidade dos Açores - Faculdade de Ciências Sociais e Humanas; ainda que em menor número, algumas revistas académicas e /ou científicas, nomeadamente, OBERCOM 9 (3); geTup - Revista de Educação Geográfica, capa (2); Riscos Públicos e Indústrias, 97-112; Ingenium, II (142); e Territorium - Revista Internacional de Riscos, 25 (I), 155-165; ao estado da arte da temática da comunicação do risco sob a ótima científica das Relações Públicas, não apenas demarcada por fronteiras do campo conceptual das ciências sociais e humanas - de onde pertence a área da comunicação estratégica (do risco) - mas igualmente mapeada pelo campo conceptual das ciências naturais e tecnológicas - de entre as quais se destacam, a saúde, as engenharias informática, civil e mecânica e a gestão financeira e territorial - onde também se aplica, de forma interdisciplinar, o tema "risco" em múltiplos domínios científicos. Num período inicialmente compreendido entre 2015 e 2019/2020, sentiu-se a necessidade de o estender até ao ano de 2011, uma vez que o estado do conhecimento atual relativamente à temática a desenvolver não estava tão explorado como se supunha. Assim, dentro dos limites desta cronologia, verificou-se que a maioria dos progressos sentidos nesta matéria foram desenvolvidos pela ala das ciências naturais e tecnológicas, o que vem corroborar o tímido aprofundamento das ciências comunicacionais sobre o risco.

Ademais, constatou-se que nos anos em que pouco se debruçou cientificamente sobre o risco, muito se investigou sobre a temática de crise, o passo subsequente e indesejável da prevenção do risco. Esta observação induz a necessidade de alertar o campo do conhecimento científico para a etapa pré-crise, a qual está responsável por prevenir, detetar e preparar um cenário de crise, permanecendo a questão: estarão os organismos, e respetivo público, conscientes da importância, bem como, informados e preparados para a perceção, análise, deteção, comunicação e correspondente gestão/governança do risco, ou esquecem a prevenção e só se preocupam com os procedimentos a adotar aquando da eclosão da crise?

No fundo, Portugal carece, acima de tudo, de estudos que corroborem o papel benéfico que as Relações Públicas estratégicas poderão desempenhar no seio de organizações que trabalham sobre a gestão do risco e das ameaças à segurança pública, daí que o conteúdo do presente artigo seja resultado do aproveitamento

das sinergias literárias das áreas disciplinares do risco, da segurança, da governança, da gestão do risco, da comunicação do risco e de Relações Públicas, dada a escassez de referências especializadas - nacionais e transnacionais - concernentes à área de intervenção das Relações Públicas do risco.

Ora, considerando que a comunicação é a pedra basilar apta a instituir as tais condições favoráveis ao relacionamento entre organismos e o seu público e que se encontra inúmeras vezes quebrada, ou mal cimentada, constata-se a existência de parcas investigações levadas a cabo pela área da comunicação estratégica do risco e, por isso, por profissionais de Relações Públicas, sobretudo no que se refere ao campo da administração pública autónoma, referente às áreas da segurança pública e proteção civil.

Neste sentido, a investigação apresentada neste artigo visa explorar e promover a prática das Relações Públicas em matéria de comunicação de risco entre a Câmara Municipal de Mafra (CMM) e os seus munícipes. Se, por um lado, as comunidades contemporâneas se constituem, cada vez mais, por públicos heterogéneos a vários níveis (económicos, culturais, profissionais, entre outros), maior é a afluência de opiniões geradas, de preocupações exaltadas e de interesses queridos (Urban Europe, 2019); por outro lado, mais exigente se torna para os órgãos executivos municipais conseguirem dar resposta a todas estas variáveis, acabando por complexificar o ambiente e torná-lo vulnerável a inúmeros riscos e consequentes crises se uma negociação de sentidos entre as partes não for efetivada.

Esta ineficácia comunicativa começa, paulatinamente, a ser percecionada por alguns académicos da área da governança integrada convergentes na ideia de que "[...] os problemas sociais mais complexos são essencialmente horizontais, transversais, multidisciplinares e multissetoriais [...], enquanto as respostas sociais continuam a ser desenvolvidas, muitas vezes, com soluções verticais, em "silos", com evidentes dificuldades de interligação entre instituições (públicas, privadas, terceiro setor...), entre profissionais de várias áreas do conhecimento e entre diferentes níveis (local, regional, nacional...). Acresce, a inexistência de cultura de colaboração e de uma linguagem comum" (Marques, 2015, p. 8). Ao mesmo tempo começam a fazer chegar essa visão por meio de workshops, conferências e páginas especializadas, de que serve de exemplo o Fórum para a Governação Integrada (GovInt, 2019), no qual instituições públicas e/ou privadas se deparam com esta realidade emergente e se unem em cooperação para a reflexão e planeamento de estratégias de resolução dos mais complexos problemas sociais.

Partindo desta realidade, surgiu a motivação para avançar para o estudo do fluxo comunicacional

estabelecido entre uma autarquia local, enquanto organismo responsável pela segurança pública, e a sua comunidade, procurando identificar o papel que as Relações Públicas poderão desempenhar ao promover uma atuação concertada entre ambos os players. Grosso modo, os objetivos gerais desta pesquisa prendem-se: em primeiro lugar, na análise do esforço empregue por um governo local ao comunicar situações de risco aos seus munícipes, não apenas com o propósito de os informar, mas acima de tudo de contribuir para uma capacitação mais abrangente, permitindo uma ação mais esclarecida em resposta a uma eventual ameaça, ou risco no Concelho em estudo - neste caso, a Vila de Mafra; e, em seguida, perceber como a comunidade mafrense poderá fazer chegar, junto dos órgãos decisores, a sua própria perceção de risco no Concelho e se as mensagens emitidas pela sua autarquia são eficazmente rececionadas pelos munícipes ao ponto de melhorar a sua capacidade de ação, formando uma comunidade mais alerta, consciente, resiliente e capaz de atuar preventivamente.

Não se pretende, com estes objetivos genéricos, sedimentar somente a atividade das Relações Públicas de um dos lados - câmara municipal, ou comunidade municipal - ou planear, apenas, uma estratégia prospetiva que lance a escada da proximidade e da comunicação de risco até ao outro lado. Objetiva-se, especificamente, que as Relações Públicas estejam ao serviço de ambas as partes, logo, que se posicionem entre elas e, com uma postura intermediária, estabeleçam a ponte comunicacional servindo de canal ao mapeamento mútuo das diferenças, dos interesses e das preocupações de ambas as partes, levando à sua simetrização, bem como ao consenso relativamente à estratégia a comungar. Posto isto, a mediação democrática ideal entre uma organização e o seu público assenta num processo de comunicação bidirecional simétrico, cujo fim último visa facilitar o diálogo entre as partes interessadas e potenciar a voz de todos os intervenientes no sistema de tomada de decisão, pois não basta atribuir este poder às autoridades governativas, mas sim, aprimorar as capacidades individuais e sociais das comunidades que servem. Ao capacitar-se e empoderar-se a participação da comunidade na esfera pública, mais fácil se tornará para a sua autarquia aproximar-se daquelas que são as necessidades e preocupações mais emergentes na realidade onde se inserem, assim como, mais eficaz será, depois, a comunicação e os programas estratégicos a delinear para atenuar, ou resolver determinadas inquietações.

Por esta razão, as Relações Públicas devem deter uma função de gestão estratégica e simultânea participação na governança organizacional porque, se por um lado, enaltece a opinião pública e escuta-a atentamente com o objetivo de nela apreender as inquietações sociais emergentes; por outro, transmite essas considerações junto dos órgãos decisores, dos quais deve fazer parte

integrante, por forma a procederem ao planeamento de soluções multidisciplinares estratégicas que preencham as lacunas notificadas pela comunidade, atribuindo-lhe valor.

O estudo desta temática parte do interesse pela área da comunicação estratégica do risco no setor público municipal aspirando trabalhar sob o prisma da área disciplinar e profissional das Relações Públicas no governo local. Neste enquadramento, o presente artigo procura já mostrar algumas reflexões preliminares de um projeto de tese de mestrado em Gestão Estratégica das Relações Públicas que partiu da necessidade detetada em construir um discurso mais informado acerca do papel que as Relações Públicas estratégicas poderão desempenhar, numa primeira instância, em relação à prevenção dos riscos e, subsequentemente, na fase de resolução de uma crise espoletada por um risco, ou ameaça não controlados.

Mediante a lógica desenvolvida no decorrer desta nota introdutória, o estudo será desenvolvido em torno da seguinte pergunta de partida: As Relações Públicas estratégicas contribuem para a capacitação dos indivíduos sobre o risco no setor público municipal?

Uma vez que se trata de um estudo de caráter exploratório, isto é, que suporta as suas evidências em informações recolhidas em campo, assim como na revisão de uma vasta e interdisciplinar bibliografia - que passa, a título de exemplo, por conceitos como o risco, com Beck (1992) e Bischoff (2008); a gestão do risco, com Klinke e Renn (2002) e Chapman (2019); a governança do risco, com IRGC (2005; 2017) e Rahl (2011); e a comunicação do risco, com Heath e O'Hair (2009), Covello (2009) e Boholm e Corvellec (2014) - não se considera prudente seguir um modelo conceptual particular, visto que o propósito do estudo parte pela busca de um modelo e não pela aplicação de um.

Em súmula, o artigo que por estas páginas se estende encontra-se estruturado em quatro secções. A primeira secção apresenta, em traços gerais, o ponto de situação da sociedade de risco atual e, de maneira mais particularizada, a forma como a vivência num ambiente vulnerável, incerto, complexo e ambíguo está a afetar a relação dos indivíduos com os organismos responsáveis pela sua segurança, terminando com a adoção de um modelo de governança multinível como sugestão ideal para a coexistência e cooperação profícua entre as entidades de elevado nível político-científico e a sociedade civil em matéria de risco. A segunda secção estabelece a ponte com as considerações prestadas na secção precedente, definindo-lhe uma problemática: a comunicação estratégica desempenhada por profissionais das Relações Públicas encontra-se, inúmeras vezes, desvirtuada, ou subjugada, dada a disparidade da linguagem e das perceções existentes entre os peritos/ órgãos decisores e o público leigo, evidenciando uma falha crítica no processo de governança do risco. A terceira secção funde, na pergunta de partida, todos os pareceres apreendidos na literatura revisada nas duas primeiras secções, apresentando o esboço metodológico que o estudo seguirá. Por último, a quarta secção diz respeito à apresentação das ilações levantadas, até então, bem como os resultados que se esperam adquirir aquando do término do projeto final de mestrado discriminado ao longo deste artigo.

## Governança do Risco

À medida que as sociedades humanas vão evoluindo, o seu modelo organizativo obedece igualmente a essa alteração e adapta-se socialmente. Se, por um lado, a abertura transfronteiriça do mundo estreitou relações entre nações e permitiu uma mais veloz e instantânea circulação de fenómenos entre elas; por outro lado, o caráter multipolar que o globo adquiriu, expôs as nações à mercê de incontroláveis aspetos de origem macroambiental, sujeitando-as a um novo e/ou avancado quadro de ameacas, riscos e perigos (Garcia, 2006). Isto porque, devido ao livre acesso internacional - dada a fácil penetração e permeabilidade dos Estados (Forjaz, 2000) - as ameaças que brotam no panorama multinacional, replicam-se sem quaisquer obstáculos no plano interno e individual de cada Estado. Deste modo, entende-se que estamos perante ameaças imprevisíveis, incognoscíveis, incertas, multíplices, difusas e polimorfas, completamente assimétricas tradicionais, cuja origem e agente eram identificáveis e geograficamente localizáveis. Assim, o esmorecer da ideia de fronteira, bem como de toda a noção de segurança que ela sugere, apartou-se daquela perceção de fronteira geopolítica (Fernandes, 2005) e, de acordo com as considerações do Superintendente-Chefe Matos Torres (2018), a profusão das fontes de perigo justifica a vivência no panorama global atual, isto é, de uma sociedade que vive sob a ameaça constante de um "risco estrutural", diga-se, de um risco incontrolável.

Considerando que, em plena sociedade de risco, constituída por cidadãos movidos pela incerteza e insegurança, resultantes da consciência que adquiriram acerca das suas vulnerabilidades e dos riscos que o seu século coloca em cena, a segurança torna-se, por exigência pública, uma necessidade básica em destaque no topo dos direitos humanos. Se o Estado, na qualidade histórica de principal zelador deste bem público, encontra esse seu poder enfraquecido dada a insuficiência que os seus mecanismos tradicionais de segurança exercem na resposta aos problemas dos cidadãos e, ao mesmo tempo, ao nível da competitividade de semelhantes serviços que múltiplos atores sociais - supranacionais, subnacionais e infranacionais - prestam num mercado liberal, vê-se obrigado a encarar estes novos parceiros sociais como

agentes catalisadores da sua mudança, desenvolvimento e atualização. Caso contrário, tornar-se-ia oco e vazio de sentido. Assim, o Estado sente-se sujeito a redefinir e alargar os seus domínios e a aplicabilidade dos seus recursos para a prevenção e combate a um mais extenso espetro de ameaças e riscos contemporâneos, propiciando mais do que uma atividade securitária transversal, uma segurança integrada e integral.

Aliada a esta nova "governamentalidade" - do original, governmentality (Bislev, 2004, p. 285) - o Estado veio a deparar-se com um dilema associado ao esforço em honrar o seu compromisso na gestão de uma sociedade de risco, uma sociedade que espelha os desafios e exigências de um admirável mundo novo - isto é, de um mercado liberal - porque, se em parte urge a necessidade de impugnar as ameaças, certas ou incertas, que vão assolando a nação; pela outra parte, encontra esse desígnio condicionado pela inveterada precariedade de recursos autorizados para avançar com essa intenção.

A incapacidade de o Estado suprir as controvérsias, nomeadamente socioeconómicas, fez com que a diminuição da confiança das populações nas instituições estatais surgisse em proporcionalidade direta com o aumento dos medos sociais (Varga, 2010), resultando num elevado sentimento de insegurança em razão de uma baixa tolerância ao risco (Fernandes, 2005; Torres, 2018). Compreende-se, assim, que a insegurança tenha pautado a postura da sociedade ocidental pós-moderna que, sentindo o seu bem-estar e, até, a sua sobrevivência colocada em questão, exigiu ao Estado uma reforma nas suas práticas e discursos, nomeadamente sobre o risco tanto ao nível político-estratégico como ao nível tático, para acompanhar prudentemente os inúmeros desafios da esfera pública.

Uma vez que a insegurança tem o poder de agitar a estrutura das instituições que lhe resistem - isto porque, reflete uma realidade social repleta de anseios, incertezas, ameaças e desconfianças (Dias, 2001) - poderá colocar-se em causa a coesão social que proporciona a comunhão entre os indivíduos numa comunidade.

Em concordância com o sentimento de insegurança, está o sentimento de segurança, porque se a insegurança é a palavra do caos da atualidade, a segurança é a palavra de ordem da sociedade atual.

Perante estas evidências, o Estado reconhece a urgência em colocar à prova a versatilidade da Administração Pública e da Administração Interna no que concerne a estruturação de políticas de segurança interna, que correspondam às condições impostas pelas transformações do mundo contemporâneo. Porém, a efetividade da resposta por parte dos serviços securitários do Estado não passa pelo simples aprimoramento do desempenho das entidades estatais como se de uma corrida contra os serviços privados se tratasse.

Se o sistema de segurança dessas entidades estatais não direcionar a sua ação tendo em linha de conta critérios como as desigualdades territoriais, as vulnerabilidades sociais e, de uma maneira geral, as condições humanas adequadas a uma vivência digna (Fidalgo, 2018), assim como sustenta Oliveira (2006), o primeiro passo a dar reside na criação de políticas públicas unívocas, regidas de acordo com os benefícios da eficiência, eficácia, competência e economia dos recursos.

Por incumbência desta linha de pensamento, o Conselho Europeu e o Conselho da União Europeia formaram a Política Comum de Seguranca e Defesa (PCSD, https:// www.europarl.europa.eu/ftu/pdf/pt/FTU\_5.1.2.pdf), por sua vez integrada na Política Externa de Segurança Comum (PESC, https://ec.europa.eu/info/topics/ foreign-affairs-and-security-policy\_pt), sob a razão de aperfeiçoar as estratégias e as operações que otimizariam a resposta dos Estados perante os desafios de segurança impostos, não apenas pelo ambiente de risco que este século representa, mas também pelos cidadãos que nele coexistem (Legrand, 2019). Acima de tudo, estas políticas de segurança nacionais e internacionais vêm fixar os valores que assentam nesta nova dinâmica de desenvolvimento e reforço de capacidades securitárias exigidas pela atualidade: a parceria, a interdisciplinaridade e a sinergia.

Este trinómio serve, portanto, de pedra angular à relação de interdependência do Estado e dos novos parceiros institucionais que com ele partilham o domínio da segurança. O novo paradigma que emerge desta colaboração e cooperação entre entidades, neste caso, de grau securitário, reúne-se no conceito governança de segurança - traduzido do original termo, governance.

De uma maneira muito sucinta, Ribeiro (2019, p.57) explica que o vocábulo "governança" deve ser entendido enquanto termo agregador de "[...] processos de gestão e de tomada de decisão coletivos onde, para além da participação das instituições e dos agentes de âmbito governamental, também se considera o envolvimento de outros atores e protagonistas não-governamentais - stakeholders e sociedade civil, por exemplo - nas respetivas medidas e ações a prosseguir". Deste modo, compreende-se que o conceito de governança reconhece o facto de nenhuma entidade ser una e, por isso, possuir poder absoluto sobre um qualquer aspeto e ser capaz de resolver unilateralmente as problemáticas que se impõem, recorrendo unicamente aos recursos que detém. Precisamente por tomar consciência de que a sua capacidade para corresponder às expectativas, incertezas e reivindicações da sociedade se estava a esmorecer, assim como a legitimidade e confiança na sua relação com ela, o Estado resolveu reestruturar as suas ações à luz de perspetivas externas, associando-se a organismos particulares de servico securitário, com o intuito de fortalecer o seu poder e serviço público e adotar decisões mais transversais, descentralizadas e justas.

Ainda que o Estado tenha fragmentado o seu poder securitário com outras instituições, não cedeu o seu lugar na qualidade de protagonista na cena pública, tripartindo o seu papel em prestador, dinamizador e regulador da segurança pública (Lourenco, et al., 2006), visto que ainda lhe compete monitorizar as ações de parceiros privados, ou não-governamentais. No fundo, a redefinição da posição do Estado em matéria de seguranca traduziu-se na ampliação do campo securitário, outrora exclusivamente do domínio estatal, a agentes de segurança privada para que, num esforço coletivo, encontrassem um ponto de equilíbrio entre a Administração Direta do Estado e a Administração Autónoma Local (Oliveira, 2006). A aposta num modelo de segurança de proximidade progrediria a área de atuação e intervenção securitária e, com efeito, corresponderia com major êxito aos ansejos de todos os cidadãos.

Visto que, em concordância com o novo paradigma de segurança, o Estado não atua na esfera pública como um ator que reúne, na sua singularidade, os conhecimentos e os recursos necessários para a resolução de problemas e/ou criação de alternativas estratégicas para redução dos múltiplos níveis de risco que se impõem, acaba por compartilhar essas funções com uma plêiade de agentes de patamar transnacional, nacional e local que, num contexto ocidental interativo, corresponde à negociação mútua de sentidos entre o Conselho da União Europeia, o Governo Nacional e os Governos Locais tendo como finalidade o controlo oblíguo dos riscos e a sua monitorização na qualidade de risco residual. A interligação destes e de outros órgãos decisores faz reconhecer, num panorama geral, a importância de um processo de tomada de decisão formado por órgãos tanto de maior como de menor dimensão e, num panorama mais restrito, o papel fundamental que estas últimas, isto é, as entidades do interesse público de menor dimensão - diga-se, as autarquias - detêm na produção de segurança. Isto porque, é o seu vigor em conhecer as idiossincrasias das suas comunidades que justifica a independência administrativa, assim como o seu poder de adaptação das políticas do topo - europeias e/ou nacionais - à projeção e gestão na sua realidade local.

Esta gestão "glocal" da segurança conduz, por sua vez, à abertura da participação ativa dos cidadãos na arena pública, tanto local como nacional e internacionalmente (Teixeira, 2006), porque também o seu papel adquiriu um novo sentido, representando-se na qualidade de agentes capazes de potenciar a lubrificação dos mecanismos de controlo de segurança, na medida em que os seus sentimentos objetivos e subjetivos de insegurança ressaltam quais os ativos críticos e prementes a proteger.

Uma vez introduzidos novos parceiros no espetro interdisciplinar da segurança, admite-se que se começa a reconhecer a urgência em reforçar respostas convenientes ao nível de integradas políticas de segurança pública e em revitalizar a relação de confiança entre todos os intervenientes - das organizações transnacionais, às entidades de elevado valor nacional, passando pelos cidadãos - ao invés de serem implementadas ações que servem o propósito de (r)emendar as lacunas que persistiam no sistema de segurança. Para além disso. Oliveira (2006) acrescenta que para um real e significativo ajustamento das políticas de segurança pública aos mais variados cenários sociais, torna-se crucial a aplicação de uma análise diagnóstica sobre a área para a qual se pretende, especificamente, intensificar a seguranca, por forma a engendrar um plano de segurança que se molde às particularidades e dinâmicas sociais locais (República Portuguesa, 2016-2019). Modelo representativo do planeamento estratégico de políticas públicas de segurança são os designados Contratos Locais de Segurança (CLS, https://www.portugal.gov.pt/pt/gc21/ comunicacao/documento?i=20160714-mai-contratoslocais-seguranca).

Esta estratégia de governança da segurança é consagrada em Diário da República (2019, nº 44, série I) como um acordo estabelecido entre a Administração Central do Estado - nomeadamente, o Ministério da Administração Interna - e as administrações locais, e desta para as respetivas entidades municipais, no qual se procede à transmissão direta de responsabilidades e competências em matéria de segurança pública para maximizar a segurança das populações através da prevenção e minimização dos níveis de risco associados a fatores passíveis de serem encarados como falta de civilidade.

Em 2007, a Declaração de Berlim alegou o facto de as incessantes e céleres transformações do mundo contemporâneo impedirem os organismos de alcançarem, de forma pioneira e independente, muitos dos seus objetivos, em particular, e os do mercado, em geral (European Union, 2007). Posto isto, reconhece-se a importância e, até, a urgência em compartilhar tarefas entre a União Europeia, os Estados-Membros e as suas autoridades regionais e locais.

Desta feita, a busca por uma cada vez mais acérrima eficiência, fez com que estas entidades depositassem valor nas oportunidades que a sua interdependência com as competências de outras autoridades políticas e administrativas lhes trariam no sentido de fortalecer e participar sistematicamente no processo de tomada de decisões sobre políticas públicas (European Committee of the Regions, 2014a; 2014c) - neste caso, de segurança - tal como já, em 2001, postulava o *Livro Branco*, nomeadamente, acerca do estabelecimento de uma cultura europeia de governança (do risco).

A missão intrínseca ao novo sistema de negociação e formulação de políticas públicas sobre riscos prendese exatamente com a noção de governança enquanto premissa que sustenta a ideia de que o processo de tomada de decisões neste sentido deve proceder-se e operar a vários níveis para que seja viável apreender, com o maior alcance territorial possível, as impactantes externalidades políticas (Daniell e Kay, 2017). A versatilidade nesta forma de governança pressupõe que a união de partes interessadas com os mais variados níveis de influência, isto é, tanto organismos formais como não formais, potencia uma mais eficaz, democrática e mútua negociação de sentidos e/ou políticas. Fala-se de um modelo de Governança Multinível (GML) - tradução do original, *Multilevel Governance (MLG)*.

Usufruindo da interpretação do Comité Europeu das Regiões (2014a, online), a "Governança Multinível ajuda [todas as entidades/organismos] a aprender uns com os outros a experimentar inovadoras soluções políticas, a partilhar as melhores práticas e a desenvolver ainda mais uma democracia participativa, aproximando a União Europeia dos cidadãos. [Acreditam que a adoção da] governança multinível contribui para uma mais profunda integração da União Europeia, estreitando mais os laços entre os [...] territórios [europeus] e ultrapassando os obstáculos administrativos na regulação e implementação de políticas e nas fronteiras geográficas que [os] separam".

Tendo como principal linha de intervenção a conexão entre regiões, cidades e países de toda a Europa, o Comité Europeu das Regiões da União Europeia (s.d., online) formulou uma Carta para a Governança Multinível na Europa, salientando o reforço da segurança coletiva pela atuação simultânea de inúmeros atores sociais, como sejam, ONG's, parceiros sociais, financeiros, educacionais e tecnológicos - públicos e/ou privados - bem como grupos representativos da sociedade civil.

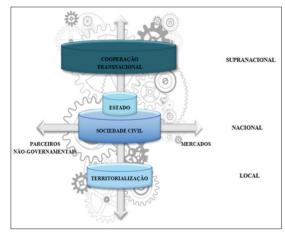
Para este Comité Europeu das Regiões (s.d., online), o modelo de governança multinível baseia-se "[...] em ações coordenadas pela União Europeia, os Estadosmembros e as autoridades regionais e locais, de acordo com os princípios da subsidiariedade, proporcionalidade e parceria, formando uma cooperação operacional e institucional na elaboração e implementação das políticas da União Europeia", ressaltando valores como a abertura, a transparência dos processos, a inclusão e a coerência no desenvolvimento das políticas como resposta moldada aos interesses dos cidadãos. Interessante torna-se referir que a gradual adesão dos órgãos de poder regional e local na estratégia de abertura da participação política na União Europeia veio criar laços entre si, como se de uma comunidade se tratasse, ou como refere o Comité Europeu das Regiões (2014b), o surgimento de uma "política europeia de vizinhança".

Todas as entidades que aderirem a estes pressupostos estão a prosseguir com os dois objetivos basilares da Carta: a manifestação de uma mensagem política e a promoção do uso de princípios de governança multinível na formulação de políticas da União Europeia (European Committe of the Regions, s.d.).

O manifesto político demonstra-se na vontade que as autoridades europeias regionais e locais possuem assim que aderem a este novo modelo de governança, no sentido em que ao oficializarem-se enquanto parceiros políticos, adquirem pleno direito em exercerem a sua influência na tomada de decisão sobre as políticas da União Europeia. Ao passo que, a deliberação de políticas públicas na União Europeia, segundo os princípios norteadores do modelo de governança multinível, pressupõe a participação positiva e consentida num processo de tomada de decisão política que se rege de acordo com uma abordagem dispersa, ou descentraliza, da autoridade formal dos Estados através de um sistema de negociação que se estabelece não apenas de cima para baixo, num processo vertical entre níveis administrativos - governos locais, regionais, nacionais e supranacionais - como também para os lados, num processo horizontal entre parceiros de diferentes setores e esferas de influência, sem descartar a participação de atores não-governamentais, mercados e sociedade civil (ibidem, s.d; Daniell e Kay, 2017).

O hibridismo resultante desta articulação de responsabilidades, experiências, conhecimentos e competências permite criar uma cultura (in)formativa de risco, um capital humano, uma vez que o estabelecimento de uma comunicação bidirecional simétrica e não hierarquizada conduz as instituições participantes no processo de decisão a concluírem soluções estratégicas para a resolução de qualquer problemática de forma clara e transparente (princípio da accountability) e a reverem, através do diálogo sistemático, o planeamento das suas acões relativamente ao alcance público dos seus impactes. Um exemplo desta política de coesão e parceria e da coordenação de agendas e cronogramas de governos e outras instituições de diferentes níveis é o programa de alinhamento da Estratégia 2020, nomeadamente, com a publicação dos Fundos Estruturais e de Investimento Europeus (EIE) 2014-2020, onde se declara o facto deste novo enquadramento oferecer "[...] várias ferramentas que permitem uma combinação de apoios de diferentes Fundos EIE, para uma melhor adequação às necessidades de cada território, a nível local, regional, nacional ou transfronteiriço. As autoridades de gestão são pois incentivadas a aplicar estes instrumentos tanto quanto possível, por exemplo, investimentos territoriais integrados, planos de ação conjunta, operações integradas ou desenvolvimento local orientado para a comunidade, mas também projetos parcialmente financiados pelo Fundo Europeu para Investimentos Estratégicos, no contexto do Plano de Investimento para a Europa" (Comissão Europeia, 2015, 5).

A fig. 1 ilustra, sobre uma visão geral, a dinâmica representativa de um modelo de governança multinível. Embora prime pela descentralização do poder e pela partilha de responsabilidades a todos os níveis, este modelo de governança não deve ser classificado, de forma abrangente, como um modelo de governança policêntrica, no sentido em que o Estado continua a desempenhar a sua função central na esfera pública, continua a dominar o dever de prestar segurança; continua a ser o principal dinamizador da arena política nacional ao mobilizar e dinamizar a participação de outros agentes públicos, ou não; e continua a definir normas e requisitos para regular a intervenção de outros atores na sua área de influência (Teixeira, 2006).



**Fig. 1 -** Modelo de Governança Multinível (Fonte: Adaptado de Teixeira *et al.*, 2006, p. 35).

Fig. 1 - Multilevel Governance Model (Source: adapted from Teixeira et al., 2006, p. 35).

Por todas estas razões, o modelo de governança multinível não é um modelo de governança policêntrica, mas sim, um modelo de governança funcional (Daniell e Kay, 2017). Funcional porque implica relação de confiança, compromisso e interligação das partes para que se obtenha a melhor versão da capacidade operacional deste sistema. A repartição formal das funções a desempenhar coordenadamente, faz com que a cada uma das partes pertença uma roda de funcionalidades específicas que, em articulação conjunta, formam a engrenagem que dinamiza o sistema (Sociedade de Geografia de Lisboa, 2019).

De uma maneira sintética, aquilo que a fig. 1 sugere, são os princípios fundamentais que servem o propósito do modelo de governança multinível, neste caso, na Europa (European Committee of the Regions, 2014a), e que podemos também aplicar à gestão do risco:

- a) Estruturar um processo transparente e inclusivo de formulação de políticas;
- b) Incentivar a participação e a parceria entre agentes públicos e privados, tendo por base o respeito pelos direitos de todas as instituições intervenientes;

- c) Desenvolver a eficiência e a coerência política, bem como sinergias orçamentais entre todos os níveis de governança;
- d) Respeitar a subsidiariedade e a proporcionalidade na formulação de políticas;
- e) Garantir a proteção dos direitos fundamentais em todos os níveis de seguranca;
- Conceder aos cidadãos a participação nesta esfera política;
- g) Promover a cooperação com outras autoridades, supra e infranacionais, ultrapassando quaisquer fronteiras administrativas tradicionais, por meio de um trabalho inovador e digital;
- h) Construir uma mentalidade global no interior das administrações públicas nacionais;
- i) Fortalecer a capacidade institucional e investir na adaptação nacional/local de políticas apreendidas entre todos os níveis de governança internacionais;
- j) Criar redes de contacto e partilha entre organismos políticos, do panorama local ao global e vice-versa, propiciando uma cooperação transnacional.

## Comunicar Estrategicamente o Risco

A despeito do seu caráter multinível, o processo de governanca procura equiparar as considerações e os sentidos de todas as entidades envolvidas na negociação. Todavia, a missão de ajustar a linguagem e convergir os níveis de consciência e informação entre todos os players é desafiada quando o processo de governança opera sobre cenários de risco e/ou ameaça (Renn, 2009). Isto porque, dada a sua índole controversa, dúbia e contingente, o fator risco tem o poder de acentuar as disparidades existentes entre as perceções científicas provenientes das entidades especialistas - e as perceções do senso comum/populares - partilhadas pelo público leigo - desvirtuando a comunicação necessária à estruturação e cooperação de todos os intervenientes num mesmo contexto social (Palenchar e Heath, 2007; Boholm, 2014).

Se não se apostar numa comunicação bidirecional simétrica permanente entre as partes, todo o processo de governança do risco, caracterizado por um modelo de comunicação funcional, converte-se num processo de governação do risco, marcado por uma comunicação linear concêntrica. Por outras palavras, uma comunicação que se estabelece hierarquicamente do grande círculo das autoridades científicas - digam-se, os peritos e os órgãos reguladores e decisores - para o pequeno círculo do público leigo (Boholm e Corvellec, 2014), numa relação top-down, desigual e não dialogante.

Ante um sistema regido pelo antagonismo entre o /P/ maiúsculo, de política, e o /p/ minúsculo, de público (Donovan, *et al.*, 2019), a comunicação é outorgada

àquelas perceções de risco mais precisas em termos de objetividade da linguagem, por se considerarem irrefutáveis e oriundas de fonte fidedigna, ou seja, dos especialistas (Leiss, 1996; Boholm, 2019); ao passo que, aquelas perceções de risco mais subjetivas, resultantes das preocupações sociais reais da população desconhecedora, são encaradas como precipitadas e avultas.

Deste modo, o público é encarado como uma massa populacional homogénea, externa ao processo de governança, que se cinge à receção da agenda normativa estabelecida pelas autoridades políticas e científicas que ocupam o topo da governança do risco.

Partir para a difusão de dados estatísticos, o que tende a influenciar mais as perceções do público em vez de (in)formá-lo preventivamente (Fischhoff, 1995), limita as estratégias para a criação de um espaço dedicado à partilha e fusão de conhecimento científico e popular - oportuno à produção de um metacódigo passível de negociar, entre ambas as esferas do conhecimento, a realidade e os valores a proteger. Tal atuação constituí uma das lacunas que intensificam o défice comunicacional, de conhecimento e de confiança existente entre organismos responsáveis pela segurança pública e a comunidade que os envolve (Palenchar e Heath, 2007; Boholm e Corvellec, 2014).

A contínua repercussão destas falhas na comunicação entre *players* com diferentes níveis de consciência e informação, coloca em evidência um vincado desfasamento entre a teoria produzida pelos académicos e a sua aplicação na práxis em ambiente organizacional (Kasperson, 2014, Boholm, 2019a), à semelhança da crítica que a literatura tem vindo a estender em torno da cultura organizativa dos governos. Isto porque se acredita que, neste setor da administração pública, o elemento risco está, ainda, mais associado ao princípio da gestão reativa de situações de emergência e perdas monetárias do que, propriamente, às práticas de comunicação mais adequadas para o controlo, acima de tudo, proativo de situações de ameaça (Boholm, 2019a).

Ora, partindo desta lógica, quanto mais diminuto for o investimento em comunicação, mais o debate de problemáticas permanece sob controlo das vozes que exercem maior influência no processo de tomada de decisões sobre políticas públicas do risco (Donovan, 2019) - quer isto dizer, da elite política e científica prevalecendo a duradoura tradição tecnocrática de regulação de riscos sob monopólio político, em prejuízo de princípios como o corporativismo, a colaboração, o consenso e a deliberação que deveriam cunhar uma relação interdependente com outros *stakeholders* de análoga relevância e respetivo público (Boholm, 2019b).

A inércia dos organismos políticos e científicos face à relevância do papel desta comunicação interativa em

matéria de riscos, revela a perspetiva sobre a qual os governos debruçam a gestão de riscos numa comunidade. Quer isto dizer que, por norma, os governos cenarizam a manifestação de um risco sob uma escala macro, isto é, segundo uma abordagem técnico-científica do risco genericamente estimada na comunidade em questão; quando o seu foco devia constar na preocupação em gerir o risco de acordo com uma abordagem micro, ou por outras palavras, em consonância com as vulnerabilidades, inseguranças e expetativas da comunidade no seu próprio contexto social (Covello, 1986). Sugere-se, portanto, a reforma do cálculo tradicional da avaliação e gestão de riscos, assente na probabilidade e na magnitude do risco, para a adocão de um novo paradigma que apresente uma fórmula baseada no cálculo do perigo e indignação sobre os riscos (Covello e Sandman, 2001; Fidalgo, 2018).

Compreende-se, assim, que a comunicação de riscos tende a ser julgada como um mero complemento a todo o processo de governanca, gestão e tomada de decisão sobre riscos, daí que se apostem mormente em modelos de comunicação padronizados, segundo uma lógica de one size fits all (Boholm, 2014; Boholm, 2019a). Ao revestir-se de um papel secundário no processo de governança e gestão do risco, a comunicação perde o seu valor primordial enquanto "apólice de seguro" que as organizações mantêm ativa para conciliar as interações dos vários players e garantir sólidas respostas não apenas de combate aos riscos, mas também à incerteza intrínseca a todos os processos de abordagem ao risco - a governança e a gestão, respetivamente. Por conseguinte, este padrão de ação só vem intensificar a ideia arraigada de que a prática da comunicação estratégica do risco serve, apenas, como último recurso, ou melhor, como instrumento reativo à correção de quaisquer falhas cometidas na cultura organizativa de uma organização em resposta a qualquer risco manifestado (Fischhoff, 1995; Árvai, 2014).

Em jeito de ilação, entende-se que o processo de governança do risco pode representar uma dinâmica complexa, irregular e, até, desordeira, se não beneficiar da prática de uma comunicação bidirecional simétrica e persistente, apta a controlar a agenda pública do risco, sujeitando-se a comprometer a governança e a confluência de todas as considerações de risco que rumam a uma meta comum - como se as vozes de todas as partes, especialistas e leigas, soassem em desarmonia e alvoroço sobre perceções de risco divergentes (Kasperson, 2014; Sjoraida e Anwar, 2018; Boholm, 2019a) - daí que "a ciência deve ser reformulada para que possa ser comunicada" (Boholm, 2019b, p.1700).

Faz-se, de facto, necessária uma reformulação quase revolucionária dos princípios reguladores da prática comunicacional destas organizações que, por sua vez, iria alterar o estatuto sobre o qual as organizações enquadram o público em matéria de riscos, e vice-versa. No entanto, o cerne desta mudança e atualização da comunicação

de risco pelas organizações de elevado parecer político e científico reside, precisamente, na maneira como estas encaram essa imposição na reformulação dos seus próprios valores e cultura organizacional, mudança que exigiria uma robusta capacidade de não usurpar o poder que lhes é delegado e ceder parte da sua supremacia política para empoderamento do público (Covello e Sandman, 2001).

O que se tem vindo a explanar ao longo do presente artigo é o facto de a comunicação do risco, na qualidade de área disciplinar e profissional, potenciar uma maisvalia ao integrar a sua prática no campo científico do risco para cimentar a coesão entre a sua tradicional dupla componente analítica e avaliativa (Lofstedt, 2003), enriquecendo a sua intensa carga científica com a componente social, exigida pelas instituições cujo planeamento estratégico precisa de se hibridizar com a forma intuitiva com que o público reflete e perceciona a realidade social (Fischhoff e Bostrom, 1992). Desta forma, o apetrechamento do manancial científico do risco com a comunicação estratégica favorece o seu vigor na atenuação dos potenciais erros que poderão comprometer a execução eficaz dos desígnios basilares da comunicação em matéria de risco: (1) alertar e capacitar para os riscos e (2) fornecer garantia de segurança (Covello, 1986; Covello e Sandman, 2001; Covello, 2009; Telg, 2010).

Assim considerando, a comunicação do risco corresponde a uma prática, por excelência, responsável por orientar o fluxo comunicacional, num cenário de risco e ameaça, entre académicos, especialistas, reguladores políticos (governos), indústrias, grupos representativos da sociedade civil, cidadãos individuais e os media (Leiss, 1996; Covello e Sandman, 2001), tendo como propósito a deliberação - de acordo com a perspetiva de Lofstedt (2003), a deliberação diz respeito ao envolvimento do público, de formuladores de políticas, de representantes de setores relevantes e de vários outros grupos de interesse numa estrutura multinível de caracterização do risco a ser gerido, de todos os players, stakeholders e públicos participantes no processo de governança do risco. Entende-se, portanto, que a já referida orientação comunicacional, bidirecional e multinível, entre todos os intervenientes do processo de governança se estabelece em múltipla direcão, isto é, através de uma comunicação transparente, mútua e constante - tanto vertical como horizontalmente - oblíqua aos diferentes graus de conhecimento que o constituem, envolvendoos numa corrente que comunga informações, perceções, avaliações e julgamentos sobre risco (Fischhoff e Bostrom, 1992; IRGC, 2017).

É, então, possível desenvolver estratégias de comunicação de risco planeadas de acordo com linhas orientadoras centrais, capazes de alcançar o

entendimento entre os participantes de um processo de governança de risco acerca de questões emergentes e respetivas ações - promovendo, assim, responsabilidades partilhadas enquanto agentes sociais e políticos na arena pública (Covello, 1986; IRGC, 2005; Boholm, 2019). Como linhas orientadoras podemos apontar: (1) informar, consciencializar e educar/capacitar o público; (2) legitimar os ativos críticos a proteger através da participação do público na deliberação e na resolução do risco; (3) promover ações proativas protetivas e alterar comportamentos, preparando a população para a resposta a emergências; e, (4) avaliar a prossecução das diretrizes anteriores por forma a aperfeiçoar os métodos que garantem o cumprimento de metas comunicacionais.

Dando corpo a estas linhas orientadoras na prossecução de uma estratégia efetiva de comunicação de risco existem um conjunto de práticas que podem fazer parte de uma solução uniformizadora, consensual e dialogante. Desde logo, a promoção de uma consciência do risco junto de diferentes stakeholders, combatendo desconfianças, preocupações e anseios (Kruk, 1999; Renn, 2009; Telg, 2010). Contudo, essa consciencialização implica necessariamente o envolvimento de todos os interessados, auscultando as suas considerações e percecões acerca das informações mais úteis face às ameaças a que poderão estar expostos. Neste espaço aberto à consulta pública e ao respeito mútuo - no qual prevalece a transparência na deliberação dos assuntos entre as partes - aperfeiçoam-se e validamse os métodos dos reguladores, formuladores, gestores e decisores de risco ao equacionarem as melhores respostas (Kruk, 1999; Renn, 2009; Covello, 2009; Telg, 2010; IRGC, 2017; Boholm, 2019). Tal diálogo legitima o processo de gestão do risco, na medida em que este parecer ativo do público leva ao fortalecimento da confiança nas instituições que atuam sobre o risco, resultando no aumento da sua reputação e maior abrangência estratégica num futuro evento de crise (Kruk, 1999; Renn, 2009; Covello, 2009; Boholm, 2019). Esta confiança nos gestores/reguladores contribui para reduzir os eventuais impactos causados por situações de risco, preparando as populações para a emergência por meio da sua capacitação e aconselhamento, o que em simultâneo passa a mensagem do seu próprio contributo no combate às situações difíceis - colocando em destaque as etapas de preparação, resposta e recobro, respetivamente (Bostrom, 2003; Palenchar e Heath, 2007; START, 2012; IRGC, 2017). Destas práticas nasce um incentivo à alteração de atitudes e comportamentos há muito enraizados na consciência dos indivíduos (Lang, et al., 2001; Renn, 2009; Covello, 2009). Finalmente, todas as práticas aqui apontadas só se poderão revestir de um verdadeiro propósito estratégico se for realizada uma avaliação dos seus objetivos e resultados alcançados, em concordância com as metas organizacionais.

Nestes moldes, a comunicação do risco propõe alcançar uma elucidação dos *stakeholders* e do(s) público(s) acerca das razões que fundamentam o processo decisório envolvendo diferentes riscos e graus de perigo, almejando um equilíbrio no nível de conhecimento (e reconhecimento) não apenas das evidências científicas no calculo dos riscos, mas também na confiança do sistema político, desta forma mais permeável aos interesses de todos e à proteção dos ativos críticos (Lang, *et al.*, 2001; Boholm, 2019).

Ao apontar estas práticas procura-se reformar a pertinência do papel desenvolvido pela função de Relações Públicas na definição de estratégias, planos, campanhas, mensagens, ou simplesmente diálogos entre todos os *stakeholders* envolvidos nesta matéria do risco, gestão do risco, governança, estudo dos riscos, reflexão sobre as melhores formas de mitigar riscos e suas consequências nefastas.

Quando não se direciona a atividade das Relações Públicas para o bem social, subestima-se a sua missão principal: projetar o seu enfoque sobre questões de grande valor social que florescem na arena pública (Verčič, et al., 2001). Com este foco na dimensão social da comunicação, as Relações Públicas pretendem elevar os princípios fundadores da democracia e, por meio do livre fluxo de informações e abertura à deliberação conjunta, capacitar a sociedade para a resposta consciente e imediata aos múltiplos desafios exigidos pela conjuntura cindínica atual.

Em matéria de risco - como relatado em momentos anteriores - a responsabilidade pela comunicação, aqui atribuída às Relações Públicas, encara esta prática enquanto função de mediação que unifica os interesses das organizações, dos *stakeholders* e do público no processo de governança. Ao mesmo tempo deverá projetar as suas ações em moldes proativos, antecipando a resposta a eventuais cenários ameaçadores, levando em consideração as evidencias científicas sobre o risco, sem negligenciar a visão da opinião pública perante o(s) risco(s) apontado(s) na esfera científica.

Repare-se que, apesar do espetro de atuação das Relações Públicas, o presente estudo dirige unicamente a sua atenção para a prática das Relações Públicas no setor público - no qual, diga-se, eleva ao máximo expoente a função de gestão desta área profissional, uma vez que este setor envolve um mais extenso leque de *players* do que o setor privado, exigindo aos profissionais da comunicação estratégica uma maior agilidade na governança de todos as partes que servem e dinamizam a estrutura social (Theaker, 2001). Nesta lógica, reside a razão que justifica o emprego progressivo de profissionais de Relações Públicas nos governos locais, na qualidade de consultores internos. A premissa que define os termos das suas funções nestas instituições públicas

municipais, e não só, é o exercício eficaz de uma comunicação bidirecional simétrica, suficientemente sagaz para promover (no sentido de *publicity*) relações de confiança, negociar sentidos e gerir (in)formações entre as partes envolvidas no processo de governança e tomada de decisões sobre qualquer problemática do interesse público - neste estudo, o risco - seja numa escala interna, em cooperação com os vários departamentos da autarquia, ou numa escala externa, num elo de ligação com os vários *stakeholders* e públicos (*ibidem*, 2001).

## Metodologia

Após uma selecionada revisão da literatura - referente à análise documental da prática transversal da comunicação e governança do risco legislada nos governos transnacionais (União Europeia), nacionais (Portugal) e infranacionais (Mafra), respetivamente - verificou-se que a preocupação dos governos em reduzir e/ou mitigar os riscos e seus impactes permanece, ainda, mais ligada à atuação no campo da gestão do risco num patamar político e científico do que propriamente à comunicação bidirecional, estratégica e integrada dos riscos entre ciência, operacionais e sociedade civil, sobretudo quando mediada por profissionais de Relações Públicas.

A confluência de todas as questões relacionadas a esta problemática da comunicação do risco para a capacitação pública resultou na formulação da seguinte pergunta de partida: As Relações Públicas estratégicas contribuem para a capacitação dos indivíduos sobre o risco no setor público municipal?

Partindo desta questão, avançamos preliminarmente para as hipóteses que supomos ver confirmadas na conclusão do presente estudo:

- H1: A comunicação do risco é uma área integrada no topo da gestão dos governos locais;
- H2: O setor público municipal reconhece o papel das Relações Públicas na prática da comunicação estratégica do risco para a capacitação dos seus vários players.

Com o intuito cumprir com a proposta de investigação apresentada e, por conseguinte, alcançar uma resposta à supramencionada pergunta de partida, o estudo encontrase desenvolvido de acordo com uma metodologia mista, desenhada em duas etapas: a primeira, usufruindo de ferramentas de pesquisa qualitativa e, a segunda, usando uma ferramenta de pesquisa quantitativa.

Numa primeira instância, pretende-se proceder a uma auditoria de comunicação (do risco) à autarquia local escolhida como objeto empírico - a Câmara Municipal de Mafra (CMM) - encarando-a como estudo de caso que, por sua vez, servirá de mote para a recolha de informações

acerca da sua estrutura organizativa, em geral, e da aplicabilidade dos conceitos-chave que espelham o objeto teórico da dissertação, em particular - digam-se, o risco, a gestão do risco, a governanca de risco, a comunicação do risco, a comunicação municipal e a capacitação para o risco. Depois de se explorar estes aspetos, através da análise dos conteúdos disponíveis online, diga-se, no site da CMM, considera-se a realização de entrevistas. Por um lado, entrevistas exploratórias a informantes especializados em matéria de risco e segurança pública, de modo a conhecer mais especializada e aprofundadamente o espetro de atuação disciplinar e profissional na área do risco. Por outro lado, entrevistas mais formais e sistemáticas aos membros responsáveis, ou mais próximos, da gestão de risco e da tomada de decisões em governos locais, de entre os quais se nomeia, a título de exemplo, o Exmo. Presidente da Câmara, assim como a profissionais técnicos e gestores da comunicação municipal do risco e responsáveis por organismos de segurança pública, como se apresenta um Chefe de Divisão de Segurança e Proteção Civil de um município.

As entrevistas de caráter exploratório são um auxílio na seleção, mais estratégica de literatura fulcral para a base teórica que cimenta o tema em estudo, e o tratamento do conteúdo apreendido das entrevistas sistemáticas, serve para corroborar, ou refutar as considerações prestadas na revisão da literatura, confirmando, ou não, as hipóteses comprometidas no estudo.

Em segunda instância, prevê-se inquirir, por meio de questionários, uma amostra da população mafrense, de entre os 84.816 habitantes (PorData, 2019) que constituem, em média, o seu universo. Perceber o seu nível de conhecimento e consciência em matéria de risco, nomeadamente no que concerne à sua perceção e, acima de tudo, à maneira como o risco é comunicado pelos órgãos municipais responsáveis, constitui o propósito condutor desta ferramenta quantitativa de recolha de dados. A posterior análise das respostas dadas revelará, também, quais as problemáticas, ou os riscos emergentes da vida na urbe que mais inquietam e aumentam os níveis de incerteza, ansiedade e vulnerabilidade dos munícipes.

Para além do exercício estratégico empregue para a eficaz prossecução do esboço metodológico a cumprir no estudo, a investigadora lida igualmente com alguns dilemas éticos que, se não forem devidamente reconhecidos, podem enviesar e comprometer os resultados. Neste caso, o desafio em prestar um trabalho científico imparcial, isto é, mantendo o esforço em assegurar uma posição de *outsider*, intermediária entre uma multiplicidade de organismos responsáveis pela segurança do município-residencial da primeira autora e a comunidade da qual é parte integrante. Aqui, a não transparência da opinião enquanto investigador *insider* 

da realidade empírica a estudar e, com isso, o risco de influenciar as respostas da amostra inquirida, são aspetos a ter em consideração e grande zelo.

A par destas questões limitantes, apresentam-se também algumas dificuldades levantadas, até ao momento, no desenvolvimento deste estudo, de entre as quais se destaca: o acesso restrito, característico das instituições governamentais, neste caso referente a um governo local; e a necessidade de se conquistar a confiança e a credibilidade das entidades com as quais se planeia estabelecer contacto para entrevistas, por exemplo, uma vez que o risco constitui um tema polémico em termos institucionais, daí notar-se um certo secretismo, ou pelo menos, uma cultura de silêncio, que denota uma estreita abertura para explorar esta matéria neste setor da atividade administrativa pública.

### Fatores em Análise

Em forma de síntese, o estudo descrito no decorrer deste artigo espera caracterizar o trabalho de comunicação do risco da CMM e, ao mesmo tempo, aferir as dúvidas da comunidade mafrense no que concerne à comunicação rececionada para a sua capacitação, assim como qual a abertura à sua opinião sobre a legitimidade das decisões tomadas em situação de risco. Espera-se, igualmente, auxiliar no (re)estabelecimento de uma comunicação estratégica fluida e mútua entre a Câmara Municipal e a comunidade envolvente, corroborando a grande responsabilidade que justifica a sua existência neste município: Mafra.

Ainda assim, a análise desenvolvida até então parece indicar a permanência de alguns indicadores, algo desatualizados e desajustados à construção de uma sólida e cooperante relação entre os organismos responsáveis pela segurança e proteção civil e o(s) seu(s) público(s), em geral, e instituições do setor público municipal e a sua comunidade, em particular. De entre os fatores capazes de inviabilizar o alcance desta meta, salientam-se:

# a) A mensagem

Aconfiança constitui a base para uma eficaz comunicação (Leiss, 1996), mas para tal torna-se imprescindível que o conteúdo das mensagens seja devidamente percebido pela sua audiência. Visto que persistem, ainda, discrepâncias nos níveis de conhecimento acerca do risco (Gray, 1999), as mensagens carecem de um planeamento estratégico mais cuidado e integrado. Esta dificuldade inerente ao processo de formulação de mensagens devese a duas grandes razões: por um lado, a complexidade e a ambiguidade da natureza dos riscos desafiam, a todos os níveis, os pareceres e as abordagens técnicas dos próprios especialistas, pelo que se veem obrigados

a substituir uma comunicação baseada na exatidão dos fenómenos em análise para uma comunicação mais centrada na incerteza intrínseca aos fenómenos de risco (Covello, et al., 1986; Covello e Sandman, 2001; Kasperson, 2014; Boholm, 2019); e, por seu turno, a incerteza, percecionada pelo público leigo, exprime-se através de um elevado grau de ansiedade e inquietação levando-os a exigir, aos especialistas, a certeza científica sobre os impactes que os riscos poderão ter na sua vida (Covello e Sandman, 2001), algo que os próprios cientistas não conseguem determinar de forma absoluta (Fidalgo, 2018). A transmissão de mensagens de alto teor tecnocrático e linguagem burocrática que, mais ainda, não integram os interesses, os valores, as preocupações, as prioridades e quaisquer outras considerações éticas dos cidadãos, constituem igualmente outro fator que assinala a descrença do público nas mensagens científicas (Covello, et al., 1986; Covello e Sandman, 2001; (Boholm, 2019). Com isto, pressupõe-se que a incerteza deve ser interpretada como uma variável constante no planeamento de estratégias de comunicação e gestão da magnitude dos riscos. No entanto, somente através da união das perceções de todos os atores envolvidos especialistas e não especialistas - se consegue alcançar e comungar um mais completo nível de conhecimento sobre risco, capaz de colmatar ao máximo a incerteza inata aos riscos (Renn, Linkle e van Asselt, 2011). Neste âmbito, verifica-se numa análise aos temas das 81 notícias publicadas durante o mês de outubro de 2020 no site da CMM que as mensagens referentes às diversas situações de risco no Concelho, com uma grande supremacia nesta altura para mensagens e comunicados relacionados com o risco pandémico que atravessamos, surgem associadas às diretrizes e recomendações do Conselho Municipal de Segurança do Município de Mafra. Acresce que as mensagens resultantes do apelo das autoridades que pensam o risco na CMM são as que geram notícias em maior número - num total de 42%. Contudo, será necessária uma análise qualitativa aprofundada aos diferentes conteúdos para averiguar de forma mais apurada se estas mensagens são de linguagem facilmente acessível, ou se se revestem de um teor complexo e tecnicista.

# b) A origem do risco

Ao invés de se concentrarem, primeiramente, na probabilidade dos impactes que a ocorrência dos riscos pode vir a provocar na vida das populações e focaremse, seguidamente, no planeamento de respostas estratégicas para reduzir e/ou mitigar esses riscos, os cientistas insistem na procura da fonte causadora do risco. Ora, sendo que a origem dos riscos sistémicos é caracteriza por ser difusa e polimorfa, significa que a sua análise e avaliação é limitada, ou quase nula (Covello, et al., 1986). Logo, se os especialistas continuarem

a encarar a descoberta da origem do risco como uma prioridade, talvez estejam a desperdiçar recursos que poderiam ser canalizados para suportes de comunicação estratégica e proativa, útil para a capacitação da população no combate ao risco e proteção dos ativos críticos impreteríveis ao bem-estar público (Leiss, 1996). Neste âmbito, confirma-se que, na realidade focada neste estudo, a análise dos vários riscos em presença, a sua avaliação, o levantamento de situações, ou as condições de combate resultam do esforço coordenado de um conjunto de entidades que integram o já referido Conselho Municipal de Segurança do Município de Mafra, responsável precisamente por identificar a probabilidade de ocorrência de um conjunto de riscos previamente definidos. Trata-se, contudo, de um órgão consultivo e de informação composto maioritariamente por especialistas no qual têm assento apenas dois leigos considerados no Regulamento deste órgão municipal como "dois cidadãos de reconhecida idoneidade, designados pela Assembleia Municipal" (consultar o artigo 4° - Lei n.º 33/98, de 18 de Julho, alterada pela Lei n.º 106/2015, de 25 de Agosto, em https://www.cm-mafra.pt/cmmafra/uploads/ writer\_file/document/671/lei\_33\_\_\_98\_\_cms.pdf).

### c) O canal de transmissão das mensagens

O design das mensagens não se restringe, apenas, à linguagem que lhes é empregue nem ao público para o qual se destinam. A seleção do medium determina, de igual modo, uma importância considerável na estratégia de disseminação do conteúdo (in)formativo (Boholm, 2019). De facto, os meios de comunicação social - sejam eles tradicionais e/ou digitais - prometem desempenhar uma função dinâmica na qualidade de canal transmissor mais próximo do público, dado que lhe fomenta uma opinião fundamentada e abre espaço à sua partilha. Contudo, a competitividade latente aos media transformou o seu modelo de ação, limitando o tempo destinado à exploração da veracidade dos assuntos que se fazem noticiosos e, por essa razão, colocando em causa a ética das informações partilhadas (Covello e Sandman, 2001). Deste modo, a tendência que os meios de comunicação social têm para distorcer, ou simplificar erroneamente informações técnicas e complexas sobre o risco (Covello, et al., 1986), demonstra, por seu lado, a falta de conhecimento técnico-científico e experiência suficiente para lidar com a incerteza e a avaliação dos dados intrincados que enchem os debates sobre risco na arena pública. Entende-se, portanto, a razão que justifica a divulgação constante de informação prematura - que mais potencia o alarmismo e, até, a desinformação no público, do que a notificação consciente e informada acerca da provisão de um risco - assim como mediatizam relatos que invocam o drama, o sensacionalismo e a controvérsia (Covello, et al., 1986; Leiss, 1996). Face a este fator tornar-se-á pertinente apurar a estratégia da CMM na sua relação com os media, sobretudo locais, procurando identificar tendências e, posteriormente, avaliar o modo como as mensagens / informações são genericamente compreendidas e difundidas por esses mesmos meios de comunicacão social.

## d) A confiança versus a desconfiança da audiência

Por conseguinte, esta problemática comunicacional entre os organismos responsáveis pela segurança pública e o público leigo, desperta na audiência uma desconfiança por parte das informações sobre risco prestadas pelas autoridades científicas, políticas e reguladoras (Covello, et al., 1986). Esta desconfiança incita o público a descarregar nestas entidades toda a responsabilidade sobre a ação redutora dos riscos, destituindo-se da sua função de agente social. Efeitos como este - provocados pela necessidade que as entidade políticas têm em difundir mensagens e controlar os atos do público, ao invés de se focarem na construção sólida de uma relação de confiança com ele - podem, ainda, induzir à apatia, ao ceticismo, ou pior, ao falso otimismo do público em relação à cultura de decisão sobre os riscos que lhes poderão ser iminentes (Gray, 1999), acabando por se refugiar na formulação de crenças e opiniões públicas resistentes à mudança social (Covello, et al., 1986; Kasperson, 2014). Aqui, será necessário recorrer às observações retiradas do inquérito à população mafrense tal como referido na metodologia, de modo a verificar o grau de confiança do público-alvo deste estudo.

# e) A avaliação holística da comunicação.

Embora se incida a atenção deste artigo para o fluxo comunicacional, em cenário de risco e ameaça, entre organismos de segurança pública - mais precisamente, governos locais - e respetivos públicos, o processo de comunicação do risco estabelecido entre ambos não é encarado como um plano de emergência que se restringe à remediação de práticas pouco eficazes da gestão do risco de uma organização. Pelo contrário, o planeamento estratégico da comunicação do risco apresenta-se como um processo cíclico, constituído por etapas que, ao longo do tempo, se vão adaptando às novas exigências, prioridades, players e públicos (Bostrom, 2014; Boholm, 2019), donde surge a necessidade de se avaliar constantemente todas as fases do processo, a fim de lhes garantir a atualidade suficiente para formar uma estratégia adequada para atingir os objetivos de comunicação previamente estabelecidos pelas organizações (McComas, 2014). Do resultado dessa avaliação integrada podem sobressair, por um lado, outcomes favoráveis relativamente à implementação proativa do plano de comunicação de riscos que, efetivamente, reduziu a probabilidade do risco em questão se alastrar para o patamar da crise; ou, por outro lado, outcomes desfavoráveis, que se tomam como

alertas para o aperfeiçoamento das estratégias de resposta aos riscos, forçando o recomeço do ciclo comunicacional (Heath e O'Hair, 2009). Somente através da fase de avaliação da comunicação se consegue perceber se os *players* integrados no processo de governança do risco estão a rumar, ao mesmo ritmo, em direção ao mesmo objetivo estratégico (Lang, *et al.*, 2001; Renn, 2009, Donovan, *et al.*, 2019).

### Reflexão Final

Em suma, se educar sobre o risco é um processo por si só desafiante, quando nos deparamos com uma comunicação entre os organismos e o público o desafio torna-se mais acrescido. Quer isto dizer, quando os técnicos e os decisores não partilham das mesmas perceções de risco que o público leigo, prevalecem disparidades entre os níveis de consciência e informação entre ambas as partes, provocando sentimentos como a descrença e a indiferença.

Compreende-se, portanto, que uma eficaz comunicação do risco pode depender de uma sagaz prática de Relações Públicas. Isto porque, se entendermos as Relações Públicas como uma função de gestão da comunicação, isto é, de ponte intermediária entre os organismos e os seus *stakeholders* e públicos ao estabelecer, por meio de programas estratégicos e integrados, linhas mútuas de compreensão, compromisso e cooperação acerca do risco, trabalha-se sobre uma comunicação que democratiza e equilibra os vários níveis de entendimento sobre risco que irão facilitar o processo informado de tomada de decisões e formulações políticas de combate ao risco.

Assim, deve entender-se a comunicação do risco não apenas como uma simples parte do circuito regulador do risco, mas sim, como a espinha dorsal de todo o processo concernente ao controlo, decisão e mitigação do risco na sociedade através do enquadramento dos indivíduos num contexto de ação e linguagem comum.

Uma prática estratégica, concertada e proativa da comunicação do risco deve, portanto, perfilar-se num quadro organizativo de topo, de modo a integrar as preocupações dos órgãos decisórios, que fazem eco da dos técnicos e especialistas, mas também garantindo que as perceções dos cidadãos leigos são equacionadas. Elevar a comunicação de risco ao topo executivo permite agir perante situações de vulnerabilidade de forma mais ajustada e célere, na medida em que contribui para desburocratizar o processo de tomada de decisão perante cenários de perigo e risco (Boudia e Jas, 2007). Somente desta forma será expetável a existência de um equilíbrio na consciência sobre o risco, garantindo um profícuo planeamento de ações protetivas sobre riscos eminentes, ao mesmo tempo que se estimula a confiança e a cooperação entre todos os interessados.

## Referências Bibliográficas

- Appadurai, A. (1990). Disjuncture and Difference in the Global Cultural Economy. *Theory Culture Society*, 7, 295. DOI: https://doi.org/10.1177/026327690007002017
- Árvai, J. (2014). The end of risk communication as we know it. *Journal of Risk Research*, *17*(10), 1245-1249. DOI: https://doi.org/10.1080/13669877.2014.919519
- Beck, U. (1992). Risk Society: Towards a New Modernity.

  Disponível em https://books.google.pt/books?

  id=W2sDTHaSiiYC&printsec=frontcover&hl=ptPT#v=onepage&q&f=false
- Bischoff, H. (2008). *Risks in Modern Society*. [eBook]
  Disponível em https://link.springer.com/book/10.1
  007%2F978-1-4020-8289-4
- Bislev, S. (2004). Globalization, State Transformation and Public Security. *Internations Political Science Review*, 25(3), 281-296.
  - DOI: https://doi.org/10.1177/0192512104043017
- Boholm, Å. e Corvellec, H. (2014). A relational theory of risk: Lessons for risk communication. In J. Árvai e L. Rivers III (Eds.). *Effective Risk Communication* (6-22). DOI: https://doi.org/10.4324/9780203109861
- Boholm, Å. (2019a). Lessons of success and failure: Practicing risk communication at government agencies. *Safety Science*, *118*, 158-167. DOI https://doi.org/10.1016/j.ssci.2019.05.025
- Boholm, Å. (2019b). Risk Communication as Government Agency Organizational Practice. *Risk Analysis*, *39*(8), 1695-1707. DOI: https://doi.org/10.1111/risa.13302
- Bostrom, A. (2003). Future risk communication. *Futures*, 35(2003). Disponível em https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0016328702001003
- Bostrom, A. (2014). Progress in risk communication since the 1989 NRC report: response to 'Four questions for risk communication' by Roger Kasperson. *Journal of Risk Research*, 17(10), 1259-1264.
  - DOI: https://doi.org/10.1080/13669877.2014.923032
- Boudia, S. e Jas, N. (2007). Introduction: Risk ad "Risk Society" in Historical Perspective. *History and Technology*, 23(4), 217-331.

  DOI: https://doi.org/10.1080/07341510701527393
- Camilo, E. (1998). Estratégias de Comunicação Municipal: uma reflexão sobre as modalidades de comunicação nos municípios. Estudos de Comunicação: Universidade do Minho, Covilhã.
- CÂMARA MUNICIPAL DE LISBOA (2019). Riscos da Cidade. [Web Page]. Retrieved from http://www.cm-lisboa.pt/viver/seguranca/protecao-civil/riscos-da-cidade

- Chapman, R. J. (2019). Exploring the Value of Risk Management for Projects: Improving Capability Through the Deployment of a Maturity Model. *IEEE Engineering Management Review, 47*(1), 126-143. DOI: https://doi.org/10.1109/EMR.2019.2891494
- COMISSÃO EUROPEIA (2015). Fundos Estruturais e de Investimento Europeu 2014-2020: Textos e comentários oficiais. Disponível em https://ec.europa.eu/regional\_policy/sources/docgener/guides/blue\_book/blueguide\_pt.pdf
- Covello, V. (2009). Strategies for Overcoming Challenges to Effective Risk Communication. In In R. Heath e H. O'Hair (Eds.). *Handbook of Crisis and Risk Communication* (143-167). Disponível em https://books.google.pt/books?id=uBmOAgAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=pt-PT#v=onepage&q&f=false
- Covello, V. and P. Sandman. (2001). Risk communication:
  Evolution and Revolution. In A. Wolbarst (ed.),
  Solutions to an Environment in Peril, (164-178).
  Disponível em https://www.researchgate.net/
  publication/284045254\_Risk\_Communication\_
  Evolution\_and\_Revolution
- Daniell, K. e Kay, A. (2017). Multi-level Governance: An Introduction. In K. Daniell e A. KAY (eds.), Multilevel Governance: Conceptual challenges and case studies from Australia, 3-32. Disponível em https:// www.researchgate.net/publication/321276463\_ Multi-level Governance An Introduction
- DIÁRIO DA REPÚBLICA ELETRÓNICO (2019). *Decreto-Lei*  $n^{o}44/2019$ . Disponível em https://dre.pt/web/guest/home/-/dre/121748967/details/maximized
- Dias, M. (2001). Liberdade, Cidadania e Segurança. Coimbra: Almedina.
- Donovan, A., Borie, M. and Blackburn, S. (2019). Changing the Paradigm for Risk Communication: Integrating Sciences to Understand Cultures. *Global Assessment* Report on Disaster Risk Reduction, 2019, 1-47 Disponível em https://www.preventionweb.net/files/65844\_ f215finalamydonovanchangingtheparad.pdf
- EUROPEAN COMMITTEE OF THE REGIONS (2014a). Charter for Multilevel governance in Europe. Disponível em https://portal.cor.europa.eu/mlgcharter/Pages/MLG-charter.aspx
- EUROPEAN COMMITTE OF THE REGIONS (2014b). European Neighbourhood Policy and Descentralised Cooperation.

  Disponível em https://portal.cor.europa.eu/mlgcharter/Pages/European-Neighbourhood-Policyand-Decentralised-Cooperation.aspx
- EUROPEAN COMMITTEE OF THE REGIONS (2014c). *MLG for Europe*. Disponível em https://portal.cor.europa.eu/mlgcharter/Pages/default.aspx

- EUROPEAN COMMITTEE OF THE REGIONS (s.d.). Charter for Multilevel Governance (MLG) in Europe: A Charter to do what? Disponível em https://portal.cor.europa.eu/mlgcharter/objectives/Pages/default.aspx
- EUROPEAN UNION (2007). Declaration on the occasion of the 50th anniversary of the signature of the Treaties of Rome. Disponível em https://europa.eu/50/docs/berlin\_declaration\_en.pdf
- Fernandes, L. (2005). As "novas" ameaças como instrumento de mutação do conceito "segurança". In *I Colóquio de Segurança Interna, Coimbra, Almedina*. 123-152. Disponível em https://www.academia.edu/3055198/As\_novas\_amea%C3%A7as\_como\_instrumento\_de\_muta%C3%A7%C3%A3o\_do\_conceito seguran%C3%A7a
- Fidalgo, E. (2018). Comunicação e Capacitação de Comunidades Resilientes ao Risco. In L. Luciano e A. Amaro (Coords.). Educação para a Redução dos Riscos, 196-222. Disponível em https://www. riscos.pt/wp-content/uploads/2018/SEC/2/Ebook-EducaRiscos cap10.pdf
- Fischhoff, B. (1995). Risk Perception and Communication Unplugged: Twenty Years of Process. *Risk Analysis*, 15(2), 137-145. Disponível em https://www.cmu.edu/epp/people/faculty/research/Fischhoff-RAUnplugged-RA.pdf
- Fischhoff, B. and Bostrom, A. (1992). Communicating Risk to the Public. *Environmental Science and Technology,* 26(11), 2048-2056. Disponível em https://www.researchgate.net/publication/278947550
- Forjaz, M. (2000). Globalização e Crise do Estado Nacional. *Revista de Administração de Empresas*, 40(2), 38-50. Disponível em https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=155118191004
- Garcia, F. (2006). As Ameaças Transnacionais e a Segurança dos Estados: subsídios para o seu Estudo. *Negócios Estrangeiros*, 9.1. 339-374. Disponível em http://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/17973/material/Amea%C3%A7as%20 transnacionais.pdf
- Govint. (2019). Fórum para a Governação Integrada. [Web Page]. Retrieved from http://www.forumgovernacaointegrada. pt/index.php/o-govint/apresentacao
- Gray, P. (1999). Improving EMF Risk Communication and Management: The Need for Analysis and Deliberation. In M.H. Repacholi e A.M. Muc (Eds.), *EMF Risk Perception and Communication*, (51-68). Disponível em https://apps.who.int/iris/handle/10665/65936
- Heath, R. e O'Hair, H. (2009). The Handbook of Risk and Crisis Communication.

DOI: https://doi.org/10.4324/9780203891629

- IRGC INTERNATIONAL RISK GOVERNANCE CENTER (2005). Risk
  Governance Towards na Integrative Approach.
  Disponível em https://irgc.org/risk-governance/irgc-risk-governance-framework/
- IRGC INTERNATIONAL RISK GOVERNANCE CENTER (2017).
  Introduction of the IRGC Risk Governance
  Framework. Disponível em https://irgc.org/risk-governance/irgc-risk-governance-framework/
- Kasperson, R. (2014). Four questions for risk communication. *Journal of Risk Research*, 17(10), 1233-1239. Disponível em https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/13669877.2014.900207
- Klinke, A., e Renn, O. (2002). A New Approach to Risk Evaluation and Management: Risk-Based, Precaution-Based, and Discourse-Based Strategies. *Risk Analysis*, 22(6), 1071-1094. Disponível em https://www.academia.edu/12307311/A\_new\_approach\_to\_risk\_evaluation\_and\_management\_risk-based\_precaution-based\_and\_discourse-based\_strategies
- Kruk, G. (1999). Risk Communications and the Management of EMF Risks. In M.H. Repacholi e A.M. Muc (Eds.), EMF Risk Perception and Communication, (95-118). Disponível em https://apps.who.int/iris/ handle/10665/65936
- Lang, S., Fewtrell, L. e Bartram, J. (2001). Risk communication. In L. Fewtrell e J. Bartram (Eds.), Water Quality: *Guidelines*, *Standards and Health*. (317-332). Disponível em https://www.researchgate.net/profile/Lorna\_Fewtrell/publication/261035726\_Risk\_communication/links/00b49533158e12e144000000/Risk-communication.pdf
- Legrand, J. (2019). Política Comum de Segurança e Defesa. Parlamento Europeu, 1-5. Disponível em https://www.europarl.europa.eu/ftu/pdf/pt/ FTU\_5.1.2.pdf
- Leiss, W. (1996). Three Phases in the Evolution of Risk Communication Practice. *The ANNALS of the American Academy of Political and Social Science*, 545(1), 85-94.
  - DOI: https://doi.org/10.1177/0002716296545001009
- Lofstedt, R. (2003). Risk communication: pitfalls and promises. European Review, 11(3), 417-435. Disponível em https://www.cambridge.org/core/journals/european-review/article/risk-communication-pitfalls-and-promises/0786AEEEE56 9C62AB45AC36F0B8FA4BF
- Lourenço, N., Cabral, C. C., Duque, J. J. e Machado, P. (2006). Estudo para a Reforma do Modelo de Organização do Sistema de Segurança Interna: Relatório Final Modelo e Cenários. Instituto Português de Relações Internacionais: Universidade

- Nova de Lisboa. Disponível em https://www.researchgate.net/publication/267865095\_ESTUDO\_PARA\_A\_REFORMA\_DO\_MODELO\_DE\_ORGANIZACAO\_DO\_SISTEMA\_DE\_SEGURANCA\_INTERNA\_Relatorio\_Final\_-Modelo\_e\_Cenarios
- Marques, R. (2015). Governação Integrada: desafios para Portugal. In Forum para a Governação Integrada (Ed.), Governação integrada: a experiência internacional e desafios para Portugal. Ata de Conferência Internacional (7-10). ISBN 978-972-99721-6-4. Retrieved from https://issuu.com/ipav/docs/problemas\_sociais\_complexos\_- atas\_6f1e344ebcc24b
- McComas, K. (2014). Perspective on 'Four Questions for Risk Communication'. Journal of Risk Research, 17(10), 1273-1276. Disponível em https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/13669877.2014.940600
- Oliveira, J. (2006). As Políticas de Segurança e os Modelos de Policiamento: a emergência do policiamento de proximidade. Coimbra: Almedina
- Palenchar, M. J., e Heath, R. L. (2007). Strategic risk communication: Adding value to society. *Public Relations Review*, 33(2), 120-129. DOI: https://doi.org/10.1016/j.pubrev.2006.11.014
- PORDATA. (2019). População Residente, estimativas a 31 de Dezembro: Onde há mais e menos no final de cada ano? Disponível em https://www.pordata.pt/Municipios/Popula%C3%A7%C3%A3o+residente++estimativas+a+31+de+Dezembro-120
- Rahl, L. (2011). Advances in Risk Management and Risk Governance. CFA Institute Asset and Risk Allocation Conference Held in Chicago on 5-6 April, 74-79. Disponível em https://www.academia.edu/36499548/ Advances\_in\_Risk\_Management\_and\_Risk\_Governance
- Renn, O. (2009). Risk Communication: Insights and Requirements for Designing Successful Communication Programs on Health and Environmental Hazards. In In R. Heath e H. O'Hair (Eds.). Handbook of Crisis and Risk Communication (80-98). Disponível em https://books.google.pt/books?id=uBmOAgAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=pt-PT#v=onepage&q&f=false
- REPÚBLICA PORTUGUESA (2016-2019). Contratos Locais de Segurança Nova Geração. Disponível em https://www.portugal.gov.pt/download-ficheiros/ficheiro.aspx?v=12e5d402-2b1f-442c-9e7e-78c2ff8078ec
- Ribeiro, M. (2019). Modelos de Governação do Risco. Análise comparativa entre três sistemas nacionais de proteção civil. Revista Crítica de Ciências Sociais, 120(2019), 53-78. DOI: https://journals.openedition.org/rccs/9533
- Santos, M. (2015). Administração Pública e Problemas Complexos. In Forum para a Governação Integrada (Ed.), Problemas Sociais Complexos: Desafios e

- Respostas. Ata de Conferência Internacional (69-82). ISBN 978-972-99721-5-7. Retrieved from https://issuu.com/ipav/docs/problemas\_sociais\_complexos\_-atas\_
- Sjoraida, D. F., e Anwar, R. K. (2018). The effectiveness of risk communications as a disaster risk reduction strategy in Taragong Garut. 020041.

  DOI: https://doi.org/10.1063/1.5047326
- SOCIEDADE DE GEOGRAFIA DE LISBOA (2019). Governança: Proposta de regionalização e caminho para a sua implementação. Disponível em https://www.parlamento.pt/Documents/2019/julho/descentralizacao/Bilhim\_Relatorio-final\_CID.pdf
- START (2012). Understanding Risk Communication Best Practices: A Guide for Emergency Managers and Communicators (1-34). Retrieved from https://www.start.umd.edu/sites/default/files/files/publications/UnderstandingRiskCommunicationBestPractices.pdf
- Teixeira, N., Lourenço, N. e Piçarra, N. (2006). Estudo para a Reforma do Modelo de Organização do Sistema de Segurança Interna: Relatório Preliminar. Instituto Português de Relações Internacionais: Universidade Nova de Lisboa. Disponível em http://reformassi.mai-gov.info/wp-content/uploads/2007/03/estudo\_preliminar.pdf
- Telg, F. (2010). Risk and Crisis Communication: When Things Go Wrong. *University of Florida IFAS Extension*, *WC093*. 1-6. Disponível em https://edis.ifas.ufl.edu/wc093
- Theaker, A. (2001). The Public Relations Handbook.

  Disponível em https://aclasites.files.wordpress.

  com/2017/02/alison\_theaker-public\_relations\_
  handbook\_media\_practice2001.pdf
- Torres, J. (2018). Terrorismo no século XXI: lidar com o risco ou com a incerteza?. *Revista Segurança e Defesa*, 28. Disponível em http://www.dgsi.pt/bpjl.nsf/585dea57ef154656802569030064d624/b72a231703f678c180258283002db5e2?OpenDocument
- URBANEUROPE (2019). AGORA Dialogue "Dilemmas of Public Space". [Web Page]. Retrieved from https://jpi-urbaneurope.eu/agora-dialogue-dilemmas-of-public-space/
- Varga, J. (2010). Relationship among border security, public safety, public security and personal safety. Budapest.
- Verčič, D., van Ruler, B., Bütschi, G. and Flodin, B. (2001). On the definition of public relation: a European view. *Public Realtions Review*, 27(4), 373-387. Disponível em https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0363811101000959



# territorium 29 (I), 2022, 41-58

journal homepage: https://territorium.riscos.pt/numeros-publicados/ DOI: https://doi.org/10.14195/1647-7723\_29-1\_4 Artigo científico / Scientific article



# EM BUSCA DE UM ÍNDICE DE REFERÊNCIA E PARÂMETRO PARA INDICAR O DESEQUILÍBRIO DAS CIDADES\*

IN SEARCH OF A REFERENCE INDEX AND PARAMETER TO INDICATE THE IMBALANCE OF CITIES

### Edilson Gomes de Lima

IENN - Instituto de Engenharia, Nanociência e Nanotecnologia Centro de investigação em novas tecnologias (Brasil) Universidade Ibero Americana Faculdade de Engenharia Mecânica (Brasil) ORCID 0000-0002-4564-9087 nanotecnologia@outlook.com.br

### **RESUMO**

Este estudo busca a criação de um índice modelo de ofertas e demandas com variáveis específicas que indiquem a saúde de cidades, expondo os problemas em números para que respostas sejam aplicadas para minimizar as causas. O método deste estudo consiste na geração de um indicador, para expor desequilíbrios das cidades através de um índice de ofertas e demandas, desequilíbrio ambiental, econômico e social das cidades a serem claramente evidenciados e expostos. Cada variável ou demanda do índice estaria auxiliada por tecnologias modernas e cibercultura aplicada intensamente por meio de um denso sistema de iOT (*Internet of things*) como uma malha cobrindo as cidades, dentro de florestas e águas que passariam a ser onipresentemente vigiadas. Objetivando um novo uso do solo, um urbanismo ecológico, inteligente, concentrado e tecnológico. Com um índice de cidades ficará claro identificar quando uma cidade não estará cumprindo algum parâmetro a seus cidadãos e ao meio ambiente ou esteja em desequilíbrio em suas ofertas e demandas, e identificado os desequilíbrios com números é possível se pensar em soluções eficazes.

Palavras-chave: Controle de ocupação territorial, urbanismo inteligente, vigilância e distopia.

### **ABSTRACT**

This study seeks to create a model index of offers and demands with specific variables that indicate the health of cities, exposing the problems in numbers so that answers can be applied to minimize the causes. The method of this study consists of generating an indicator, to expose imbalances in cities through an index of offers and demands, environmental, economic, and social imbalances in cities to be clearly highlighted and exposed. Each variable or demand in the index would be aided by modern technologies and cyberculture applied intensively through a dense system of iOT (Internet of Things) as a mesh covering cities, within forests and waters that would become omnipresent monitored. Aiming at a new land use, an ecological, intelligent, concentrated, and technological urbanism. With an index of cities, it will be clear to identify when a city is not complying with some parameter to its citizens and the environment or is in imbalance in its offers and demands, and identifying imbalances with numbers, it is possible to think of effective solutions.

**Keywords:** Control of land occupation, intelligent urbanism, surveillance and dystopia.

<sup>\*</sup> O texto deste artigo foi submetido em 03-06-2020, sujeito a revisão por pares a 21-10-2020 e aceite para publicação em 25-11-2020.

Este artigo é parte integrante da Revista Territorium, n.º 29 (I), 2022, ® Riscos, ISSN: 0872-8941.

## Introdução

A tese levantada neste estudo é apresentar a criação de uma fórmula que busque equilíbrio e equalização fina entre as demandas e ofertas urbanas versus a quantidade de população em relação a recursos como água, alimentos, espaço, meio ambiente, empregos, indústrias e apresentar os pontos de equilíbrio e a que ponto cada cidade ultrapassou o equilíbrio. A falta de controle e administração das cidades agravada pela falta de um índice que mostre claramente o saturamento de cada cidade piora e agrava o deseguilíbrio econômico e social das cidades. O estudo também considera o problema do aquecimento global, porém tentará apoiar a causa por outros métodos, conceitos e tecnologias. Demonstrando por meio de alguns casos, informações, estudos e dados, que o problema principal é a ocupação excessiva do solo por humanos devido ao crescimento populacional, assim como contestar as energias renováveis como ecológicas. Levantando assim a teoria e conceito de que cada metro quadrado ocupado é um metro quadrado exterminado. E com este foco, este estudo apresenta teorias e conceitos para novas arquiteturas de ocupação e vigilância de solo, fazendo uso de técnicas de inteligência de dados, ciências da computação IOT (internet of things) em áreas verdes e urbanismo avançado. Como analogia, se somos capazes de fazer a arquitetura eletrônica de um pedaço minúsculo de material, como um circuito integrado e seus MOSFETS (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor), a nível de alocar neste praticamente uma biblioteca inteira de informação em um espaço tão minúsculo, em perfeita ordem e estado de arte, porque a maioria das cidades são largadas à própria sorte? Obviamente, sem nenhum planejamento, e tendem a ocupar tanto espaço, muitas vezes sem necessidade, e por pura especulação imobiliária. Um estudo matemático geral é necessário, para se saber quantas pessoas ao máximo, poderiam ser concentradas no menor espaço possível de forma a lhes proporcionar uma suficiente qualidade de vida, em especial, para cessar invasões em áreas de risco e evitar desastres. A ideia é trazer mais eficiência no uso do solo já em uso sem novas ocupações reservadas a natureza. Este estudo também aponta a necessidade de programas de planejamento familiar e prevenção de gravidez. Os parâmetros usados e a fórmula preliminar gerada buscam uma precisão no índice, e tenta focar mais na oferta e demanda das cidades, ao contrário das metodologias de outras fórmulas de indicadores, como IDH (Índice de Desenvolvimento Humano), PIB (Produto Interno Bruto). Além de alguns outros índices que nem foram considerados, por apresentarem alto nível de subjetividade e imprecisão direta a este objetivo. A fórmula em construção é mais direta e focada na oferta e demanda, porém não é um índice de Gini que mede a distribuição de renda. A busca deste estudo está em gerar um índice que indique as ofertas e demandas, com a vantagem de incluir o espaco e a natureza local sadia. Com o objetivo de mostrar claramente quando uma cidade está superlotada em relação a sua capacidade ideal ou ponto de equilíbrio ao qual a cidade em sua economia e natureza possam se manter em equilíbrio. Os objetivos gerais do estudo consideram uma visão geral sobre o uso do solo para mitigar os danos ao meio ambiente por outros meios. E como objetivo específico, gerar um índice, que ilumine em números o equilíbrio das cidades, e em seguida, discutir e detalhar as causas e meios de mitigar os estragos no uso do solo e evitar ocupações irregulares que trazem riscos as pessoas. Reduzir a ocupação do solo, e minimizar dessa forma o aquecimento global devido a ocupação humana e supreção de vegetação. Incluíndo o uso danoso de paínes solares da economia verde que ocupam o espaço das plantas. Contestar algumas alternativas de energia que estão se vendendo na atualidade como de baixo impacto. A metodologia usada neste estudo usou-se de hipótese dedutiva e pesquisa básica bibliográfica, dados de campo quantitativos, e fazendo uso multidisciplinar de técnicas de ciências da computação, engenharia, urbanismo e paisagismo. A redução do uso do solo com o uso de inteligência em urbanismo de concentração humana para mitigar o uso do espaco pelas pessoas, priorizando a concentração em espaços intensivos em unidades de qualidade de vida. Portanto, se deduz que com um índice de referência ficará claro identificar quando uma cidade não estará cumprindo algum parâmetro, e portanto, estará em deseguilíbrio, e a que nível está o deseguilíbrio, e com números será em tese, possível se pensar em soluções.

"Justificar tragédias como "vontade divina" tira da gente a responsabilidade por nossas escolhas" (Eco U., 2015).

### Metodologia

A metodologia básica neste estudo para a busca por um índice é o de hipotético dedutivo. Partindo do problema de oferta e demanda em desequilíbrio na maioria das cidades pelo mundo, foi formulada uma pergunta inicial. Com o intuito de iniciar a busca por um índice que mostre os números do desequilíbrio. Foi assim formulado uma pergunta inicial: se temos 100 maças para 10.000 pessoas na cidade em estudo, como resolver essa questão? Partindo dessa pergunta inicial, embora alegórica, aos poucos foram acrescentados detalhes concretos, com variáveis que representam as ofertas e demandas mínimas em uma cidade. Formulando assim a hipótese de que as cidades só podem comportar

adequadamente determinado número de pessoas, e o excedente forma o desequilíbrio da cidade. Com essa hipótese inicial, o objetivo é gerar um índice numérico que quantifique o nível em que cada cidade está em desequilíbrio. O método matemático desta hipótese está descrito *a priori* a seguir:

Caso preliminar: - Considerando que temos 100 maças para serem distribuídas para 10.000 pessoas de uma cidade. Obviamente, faltarão maças, e descrevendo isso matematicamente podemos considerar que há desequilíbrio. Descrevendo o problema matematicamente, primeiramente nomeando algumas variáveis, como segue:

- Nomeamos M como a mínima fração de maças aceitáveis;
- Nomeamos A como o número de maças disponível;
- Nomeamos P como o número de pessoas em demanda

Logo, A/P < M? Se sim, não há maças suficientes e por dedução, há excedente de pessoas, no caso sem maças, o que resulta em desequilíbrio. O indicador analisado neste estudo, tenta buscar esse índice ou mesmo que seja uma coleção de índices, para indicar quando e até quando uma cidade ultrapassou seu equilíbrio, gerando excedente de gente, pessoas desocupadas ou desequilíbrio. Baseando-se nesta equação, podemos avançar um pouco mais a seguir.

### Justificativa

Denominador = número de maças (100).

Numerador = número de pessoas (10.000).

Logo teríamos como ponto de equilíbrio:

PE = 100/10000 = 0,01 seria o índice deste estado. Considere o índice como um número adimensional.

O valor 1 seria o ponto de equilíbrio, ao qual haveria oferta para todos. Abaixo desse índice faltaria algo e acima haveria alta oferta, como empregos ou meio ambiente preservado, o que seria um cenário ideal.

Deduz-se a fórmula para indicar o tremendo desequilíbrio implantado nas cidades. Logo, a fórmula tenta expor uma forma de fatorar o equilíbrio nas aglomerações humanas ou cidades, ao qual, em tese, ao se ter a questão formulada e os números do problema, é possível pensar em soluções de minimização do problema. De início considera o número de pessoas versus número de empresas, a priori, apenas duas variáveis, mas pode ser estendida para mais subníveis e melhorias. É importante não confundir este índice buscado como um simples índice de desemprego. O fator de equilíbrio: pessoas x empresas x meio ambiente é importante como uma referência para se basear em termos de números, e o quanto as cidades estão desequilibradas em relação as três principais variáveis: número de pessoas lotando a cidade em estudo, empresas e empregos, sendo que o número de indústrias terá um valor maior, recursos diversos como água e minerais e meio ambiente preservado. O cálculo em questão buscado, tentará expor em números o mínimo para sustentar determinado número de pessoas lotadas na cidade, em especial, como parâmetro principal, o número de indústrias. E todo o excedente entra para o número de excluídas, que seria a quantidade de pessoas que a cidade não comportou.

### Desenvolvimento descritivo preliminar

A oferta e demanda das cidades expostas em um índice ou conjunto de índices, descrevendo cada variável minuciosamente:

### \*Número de empresas:

Apenas empresas que são auto suficientes e que gerem naturalmente mais de 10 empregos naturalmente a cada 2 anos. Dobrando o valor caso seja indústrias, por serem empresas de base e que geram empregos e produtos reais.

### \*Número de habitantes:

É o número de habitantes do país total em idade de trabalho. Embora as empresas sejam locais, as pessoas se locomovem, tendendo a haver concentração de pessoas onde há mais empresas. O excedente gera o chamado desequilíbrio.

### \*Espaco em m<sup>2</sup>:

O espaço se refere a qualidade de vida em espaço a cada pessoa no ir, vir e conviver. Inclui espaço para caminhar, transporte público eficiente e com qualidade.

## \*Meio ambiente:

Esta variável, sem novidade segue a recomendação da OMS (Organização Mundial de Saúde) e seu cálculo, ao qual indica um mínimo de 12m² de área verde por habitante.

# Estudo preliminar matemático para o desenvolvimento da fórmula principal

Neste parágrafo será demonstrado alguns estudos para o desenvolvimento matemático das variáveis já citadas, na busca por um meio termo que leve a uma equalização para o índice das cidades em estudo. O objetivo da fórmula seria escancarar os números da cidade em estudo e apresentar seu nível de oferta e demanda, o ponto de equilíbrio e os níveis de saturação e insaturação. Repetindo, com o objetivo de criar um índice de qualidade das cidades, que mostre claramente a que nível a cidade está em desequilíbrio em sua oferta e demanda, em cada uma das variáveis em estudo e pela média da soma de cada variável, e ao final de todas teremos o índice principal, a qual cada cidade está em equilíbrio, desequilíbrio ou superávit em sua oferta e demanda. Ficando claro, desde já que a questão matemática

ainda está em construção permanente, e em revisões posteriores do estudo serão apresentadas as devidas melhorias e revisões matemáticas com mais precisão. Com o objetivo de buscar um indicador preliminar sobre a oferta e demanda de uma cidade, foi sugerido a fórmula (1) para se tentar chegar em um possível número de referência, relacionando o número de empresas pelo número de pessoas na cidade em estudo. Na fórmula (2) descrever-se o espaco territorial da cidade útil sem considerar áreas verdes pela quantidade de pessoas, para se ter um índice de referencia sobre a ocupação humana na cidade e se há saturação. A fórmula (3) é baseada na fórmula da organização mundial de saúde e refere-se a quantia em metros quadrados de área verde dividida por habitantes. Além desse índice já informado, a fórmula (4) refere-se aos recursos disponíveis e ofertas do país para a sua população. A fórmula (5) baseia-se no produto interno bruto da cidade em estudo dividido pelo número de habitantes dessa cidade. Finalmente, a fórmula (6) é uma previa da condensação de todas as fórmulas para se chegar a um índice que apresente uma referência de como está a saúde das cidades.

$$NE = \sqrt[2]{\frac{NE - 1000}{NH}} \tag{1}$$

$$E = \sqrt[2]{\frac{E - 1000}{NH}}$$
 (2)

$$MA = \sqrt[2]{\frac{MA - 1000}{NH}} \tag{3}$$

$$R = \frac{RT}{NH} \tag{4}$$

$$EC = \frac{PIB}{NH}$$
 (5)

$$IQC = \frac{^{2}\sqrt{NE + E + MA + R + EC}}{NH}$$
 (6)

Em que, NE = número de empresas, NH = número de habitantes, E = espaço territorial da cidade, MA = meio ambiente, R = recursos, EC = economia, PIB = produto interno bruto (de cada cidade), IQC = índice de qualidade de cidades e RT = recursos totais.

# Descrevendo o desenvolvimento preliminar da fórmula principal

O conceito da fórmula buscada para a construção de um índice de equilíbrio refere-se ao número de pessoas versus o suporte as mesmas nas cidades. Como já informado, considerando que há em uma cidade 100 maçãs para suprir 10.000 pessoas. Como resolver uma equação tão desigual e como evitar a formação do desequilíbrio e a pobreza? É por este motivo que a fórmula apresentada tenta mostrar que sem um controle para manter um equilíbrio nas cidades, as mesmas viram desordem, caos

e com riscos as pessoas. Mais diretamente ao ponto, este estudo contesta a alta subjetividade, isentismo, desobrigação de reponsabilidade dos outros indicadores ao focar os problemas. Não focando exatamente no problema que causa o desequilíbrio extremo. Para tanto, este estudo busca uma fórmula que gere um índice que indique exatamente e em palavras claras onde está o problema.

Com este foco, as principais variáveis aplicadas na busca por esta fórmula são: PE = Ponto de equilíbrio para cidades, P = Quantidade de pessoas na cidade, C = Quantidade de empresas ofertando empregos (dobrar o valor para cada indústria), t = Espaço preservado ao meio ambiente em  $m^2$  (usa-se o fato OMS de  $12,6m^2$  de área verde por habitante). No caso, quando maior este valor para a cidade estudada, se este valor for muito alto, poderá minimizar os outros indicadores.

Apresenta claramente o descaso e desequilíbrio causado pelas administrações públicas e oligarquias que permitiram os excessos e o desequilíbrio das cidades, sem que nenhuma medida fosse tomada. Ao menos, para manter um mínimo nível de qualidade de vida. Portanto, este índice contraria a isenção dos demais indicadores e cálculos, como IDH (índice de desenvolvimento humano), IAV (índice de áreas verdes), OMS (organização mundial de saúde), PIB (produto interno bruto) e PE (pegada ecológica), que apesar de alguns serem bons indicadores deixam muito a desejar se avaliado o todo, e por não apresentarem claramente e de forma mais direta o desequilíbrio facilmente verificado no dia a dia das cidades.

Referenciais teoricos: Fatores sociais e ambientais. A importância da redução do espaço usado em um mundo superpovoado

É vital termos maior atenção aos dados de progressão do dia de superação da Terra. A data do dia da superação da Terra é calculada pela ONG (GFN Global Footprint Network), comparando o consumo anual total da humanidade com a capacidade da Terra de regenerar recursos naturais renováveis naquele mesmo ano, conhecida pelo termo (biocapacidade). Na indústria atual verificamos indústrias renováveis como a de celulose, com as novas tecnologias e plantações controladas, é uma indústria que não causa grandes impactos na natureza e é renovável. O modelo das indústrias de celulose deve ser tomado como modelo, no entanto, a coisa complica quando se envolve os sintéticos e alimentos. São itens de grande consumo e que exigem grandes espaços do solo, tanto na produção quanto no descarte, inclusivé sujando o lençol freático com defensivos agricolas. Diante destes conceitos apresentados verificamos a necessidade urgente e comprovada de um índice que ajude a mostrar a irresponsabilidade de gestores locais.

Como exemplo, pela lei, quando um bom engenheiro em uma obra ou fábrica nota um gestor irresponsável e que está agindo de forma inconsequente, colocando o ambiente e as pessoas em risco de vida, este mesmo engenheiro pode solicitar o imediato embargo do estabelecimento e o seu fechamento, até a apuração dos fatos e o reestabelecimento da segurança local. Em tese, todas as cidades que não cumprirem os índices mínimos de segurança para as cidades e o meio ambiente, também estão colocando vidas em risco de vida iminente. Portanto, um índice que mostre claramente este risco seria como um indicador forte para apontar os maus gestores.

O mais efetivo programa de proteção ao meio ambiente

Sem embuste, e direto a algo efetivo de fato, embora a longo prazo o mais efetivo programa de proteção ambiental e de equilíbrio entre população e empregos são os programas de planejamento familiar e prevenção de gravidez. Por meio de programas de assistentes sociais, cursos, e leis é a melhor ação para proteger a ecologia, empregos e o bem-estar de todos nas cidades. O mundo está em uma necessidade premente por um programa global em massa de planejamento familiar e prevenção de gravidez. A humanidade está em uma encruzilhada, e deverão escolher uma das opções: ou aceitam ter menos ou nenhum filho, ou continuarão a amargar os problemas que só crescem nas cidades em especial, a incluir desemprego, desconforto, destruição do meio ambiente e falta de recursos. Ou optam por este meio, ou se pagará em tese, pelas consequências severas do aquecimento global inclusive e das penalidades de ter que viver com escassez de água e alimentos, e o constante e eterno desemprego. Até mesmo a privação de viver sem contato com o meio ambiente e a natureza e coisas ainda piores. "Nosso planeta não é sustentável sem um efetivo controle de consumo e da população, e todas as mulheres têm que ter acesso a planejamento familiar, assim como devemos deixar de usar o indicador PIB (Produto Interno Bruto), do país como um indicador de saúde econômica" (Sulston, 2013). Precisamos priorizar menos espaço para moradias e mais espaço para o meio ambiente, mais transportes públicos e mais empresas, em especial, mais indústrias. Como o ocidente que já arde em uma desindustrialização completa.

Não existe este negócio de fazer de um país a fábrica do mundo, e deixar o outro lado do mundo no desemprego e miséria. Tudo isso se mistura, e a necessidade de programas de planejamento familiar e prevenção de gravidez torna-se cada vez maior. E isso começa por incentivar ONG's nomeadamente, os excelentes trabalhos realizados pelo Instituto Kaplan no Brasil e outros institutos que trabalham com prevenção de gravidez em escolas. Antes de tudo, deve haver um grande incentivo

a todos os agentes que trabalhem pelo planejamento familiar e prevenção de gravidez em massa. Iniciativas como essa devem ser amplamente apoiadas como programa oficial de governo. A coisa é realmente séria, basta observarmos algumas análises. Conforme relatórios emitidos recentemente, estima-se que 17 milhões de adolescentes entre 15 a 20 anos, engravidam a cada ano no mundo, ao qual 95% dessas gestações são indesejadas e se concentram em partes do globo de maior pobreza. "A violência estrutural expressa-se no crescente problema da gravidez na adolecência e de sua vinculação com situações de pobreza" (Hutz C.S., 2005). O controle de natalidade é parte da sustentabilidade e do desenvolvimento.

"Independente de aceitarmos ou não, este provavelmente será o século que determinará qual é a população humana ideal para nosso planeta" (Weisman, 2014).

Considerações sobre oferta e demanda nas cidades

O meio ambiente está a cada ano sendo mais degradado, e sobre a questão social, verificamos verdadeiros bolsões de miséria se formando pelo mundo. O mundo precisa de um programa modelo e humano de planejamento familiar e prevenção de gravidez em massa, que seja efetivamente aplicado. Há que responsabilizar as pessoas que causam prejuízos á sociedade, como gerar filhos indesejados, e os largar, tendo estas que sofrer alguma punição. Ter filho é responsabilidade séria, e esta não pode e não deve ser transferida para outros e nem para a sociedade. Na maioria das cidades dos países em desenvolvimento em especial, há cada vez menos empresas, menos espaço para a natureza e mais gente exigindo e necessitando de recursos. O deseguilíbrio fica evidente. A cada dia há menos espaco, e com menos espaco há menos conforto nas cidades, e com o excesso de gente e cada vez menos empresas, vemos o achatamento de salários sem limites e a crescente escassez de empregos. Sobre o controle de natalidade, é possível considerar que pessoas são como produtos, nós humanos diante da sociedade somos como um produto em tese, logo, a regra não oficial se aplica, embora subjetiva, mas muito percetível, em especial em cidades grandes. Honestamente, não difere das regras do mercado de oferta e demanda. Logo, se há excessos, há desvalorização, seja de um produto ou de pessoas, a lei da oferta e demanda é implacável. Diante dos excessos atuais como o achatamento de salários, desemprego, pessoas desvalorizadas perante a sociedade e pelos excessos, além de pessoas que dão pouco ou nenhum valor a outras, e até matam um ao outro, além do trágico desrespeito a fauna e a flora. "Quando o homem aprender a respeitar até o menor ser da criação, seja animal ou vegetal, ninguém precisará ensiná-lo a amar seu semelhante" (Schweitzer, 2019).

A lei de oferta e demanda explica bem também os deseguilíbrios das cidades. As chamadas doencas de cidades começam pelo desequilíbrio entre a oferta e a demanda. Todos os males começam no desequilíbrio, e é destes desequilíbrios que o índice buscado neste estudo tentará indicar. Entre essas variáveis que em tese, desequilibram a regulação entre oferta e demanda, temos o excesso de desarmonia e a redução dos recursos e espaço, e consequentemente assiste-se ao desemprego, à miséria, a transportes abarrotados, ao meio ambiente inadeguado, à falta de espaço mínimo, e assim por diante. A busca por esse índice apresentará para todos um filtro, no qual facilmente veremos a que nível de deseguilíbrio cada cidade se encontra. E com este filtro as pessoas, empresas e o poder público poderão atuar para criar programas de longo e médio prazo por forma a chegar ao nível de equilíbrio para o bem de todos, pessoas, recursos, economia, empregos, empresas, natureza, animais, montanhas, espaço e qualidade de vida.

# Um estudo de caso na cidade de São Paulo no Brasil e a mudança climática - O aquecimento global comprovado

Um caso real de aquecimento global pode ser visto na cidade de São Paulo. Alagamentos, mudanca brusca da temperatura e destruição do meio ambiente, no caso a rica mata atlântica. Esses eventos extremos não eram comuns à poucas décadas atrás. "A urbanização vertiginosa e agressiva pela qual passou a cidade de São Paulo alavancada pela expansão da economia brasileira, em especial a partir da crise de 1929, desencadeou profundas desigualdades socioambientais em seu território. Somado a isto, a ineficácia do governo local em implementar políticas de habitação, combinadas às demais políticas setoriais de controle do uso do solo. resultou na intensa impermeabilização da cidade; além de promover, ainda que indiretamente, a gradativa ocupação de áreas ambientalmente frágeis em sua periferia, processo que persiste até os dias de hoje" (Ramires, 2018). A cidade conhecida como terra da garoa, com clima ameno, agradável e com neblina, teve o seu clima alterado, e hoje são temporais e tempestades de raios, inundações e tragédias. A alta especulação imobiliária aniquilou os espaços verdes, basicamente, não há mais grandes áreas verdes na cidade, e a infiltração da água da chuva se tornou impossível em uma cidade estancada. A especulação imobiliária foi tão intensa na cidade a ponto de estancar o escomento da própria chuva, sem espaço para a drenagem das águas e sem áreas verdes. Incluíndo a isso um êxodo imenso para a cidade com poucas empresas para comportar tão densa população, ao qual não mais se vê chaminés, mas apenas residências. A especulação causou a expulsão das indústrias locais que ainda possuíam um jardim. Não foi considerado nenhuma área verde, como jardins e praças em bairros para servirem de drenagem do solo. Toda a chuva torrencial sem ter mais espaço natural para ser drenada, causa alagamentos e mortes. E um caso enorme de desastre ambiental na cidade de São Paulo foi a construção do Rodoanel. "A concepção do Rodoanel foi precedida de inúmeras propostas anteriores de viabilização de uma via perimetral que articulasse as rodovias de acesso" (FESPSP, 2004). No caso da cidade de São Paulo no Brasil, era cercada por um cinturão verde que controlava a temperatura da cidade e era responsável pela garoa constante da cidade. Destruíram o cinturão verde de São Paulo para a construção de uma agressiva rodovia anelar cercando a cidade, com o único e exclusivo intuito de especulação imobiliária irrestrita, descartando a eficiência das ferrovias. Toda cidade precisa ser cercada por áreas verdes, com área rural para a produção de alimentos com agricultura sintrópica cercando as cidades. A construção do Rodoanel foi um dos maiores desastres ambientais no brasil, ajudando a destruir o cinturão verde que havia na cidade consequentemente houve o avanco das invasões sobre a serra da Cantareira e o adensamento urbano sem limites (fig. 1). Uma rodovia dessas não causa impacto apenas pelo espaço ocupado, mas por levar acesso fácil a regiões onde não era possível, e consequentemente, atraí ocupações irregulares e especulação imobiliária em áreas de mata atlântica, sendo que a mesma foi feita com a desculpa de transporte de cargas, mas isso seria resolvido com ferrovias. O que agravou o aumento de construções em encostas ao longo de todo o Rodoanel, que além de destruírem a mata atlântica local colocaram mais pessoas em áreas de risco de potencial deslizamentos.

O cinturão verde de mata atlântica cercando a cidade de São Paulo foi destruído por essa rodovia anelar pela cidade. Na cidade de São Paulo, políticos sempre trataram a mata atlântica como lixo, há um termo pejorativo popular, inclusive, que associa a floresta a um lugar para jogar lixo e desovar corpos. Os políticos antigos e a cultura criada no brasil era a de que a floresta era lixo, e tinha que ser limpa com asfalto, e curiosamente, a maioria dos políticos, ou seus parentes próximos, eram donos de construtoras e fábricas de cimento. O cinturão verde em São Paulo era área rural, onde havia muitos pequenos produtores de hortifrutigranjeiros. Os produtores que abasteciam a cidade com alimentos frescos de alta qualidade, tiveram suas áreas devastadas, e fontes de água limpa de rios e nascentes foram degradadas com o chamado rodoanel, um desastre ambiental sem precedentes. Diante de uma população que não para de crescer, meios sustentáveis de produção de alimentos são vitais. Duas técnicas são muito eficientes, uma é a agricultura vertical urbana e a outra a agricultura sintrópica que é mais natural e a que mais preserva o meio ambiente. "O termo agricultura sintrópica é baseado nas premissas da sintropia da





Fig. 1 - Avanço urbano (a) e o estrago pelo rodoanel (b) - Imagens do período entre 1995 e 2016 (Fonte da imagem: *Google Earth*. 2020).

Fig. 1 - Urban advance (a) and the damage caused by the ring road (b) - Images from the period between 1995 and 2016 (Image source: Google Earth, 2020).

termodinâmica, ou seja, o inverso da entropia, pelo equilíbrio e preservação da energia do ambiente" (Götsch, 1995). É um termo sugerido a um sistema de cultivo de alimentos agroflorestal que busca o equilíbrio entre a produção e a floresta tropical. Ao contrário do que se vê pelo mundo, muita soja as custas da fauna e flora, e pouco feijão e arroz para alimentação é a regra que estão implantando. Não obstante, neste parágrafo discutimos como a irresponsabilidade e outras intensões passam por cima do meio ambiente e a segurança das pessoas.

Um novo urbanismo com equilíbrio e melhor distribuição do espaço a fauna e flora

Como poderíamos criar espaços selvagens nas cidades para introduzir corredores de vida selvagem nas áreas urbanas. Além de um novo urbanismo, considerar uma ampla educação da população para isso, com o ensino de educação ambiental e preservação obrigatória nas escolas. É uma questão sobre o planejamento intensivo das áreas urbanas já construídas para a inclusão da fauna e flora, que tem o espaço diminuído a cada ano. Logo, podemos começar a considerar um planejamento mais adequado na urbanização das cidades, de forma a incluir os animais exóticos. E inclusive pensar em casos, como os animais carnívoros nas cidades (Dybas, 2017). É preciso um maior incentivo para a criação de casais de animais exóticos ao redor do mundo e mais espaço a eles. Com a população humana tomando todos os espaços dos animais, não sobrará nada, e.g., um pouco não adequado são as codornas, que no brasil são criadas para consumo dos ovos e até da carne nas cidades. E se não fosse isso talvez estivessem já extintas, devido a sua fragilidade. Outro detalhe para a preservação também inclui o controle da alta população de cães e gatos, ao qual o excesso de gatos está colocando em risco a existência de pássaros e besouros. Seria interessante educar as pessoas a optar por outros tipos de animais domésticos. A quem tem grandes espacos, qual seria a razão de não possuir casal de pangolins como animal de estimação? Junto a biólogos e com controle, essas questões devem ser pensadas. Diante da maior extinção da fauna e flora que está por vir, é vital a criação de meios artificiais e naturais integrados ao excessivo urbanismo. Como usamos a cidade de São Paulo como estudo de caso, além do desastre social, a degradação da mata atlântica, e construções como o Rodoanel, há nesta cidade também o problema hídrico, com o rio tiete. Um desastre hídrico, ao qual podemos em tese, dizer que apesar dos erros cometidos, ainda há como o recuperar. O rio Tiete (fig. 2a) é um extenso rio que atravessa todo o estado de São Paulo, e tem sido usado criminosamente como descarte de esgoto por décadas. Em teoria, o que poderia ser feito é a devolução de suas margens, como mata ciliar, implantando mata atlântica no lugar das pistas expressas, como indenização a natureza. Esta margem arborizada novamente serviria como um corredor de fauna e flora atravessando o estado (fig. 2b).

Toda a filtragem, separação de sólidos, limpeza, desinfecção das águas, operações unitárias em geral foram negligenciadas. Sendo que se tratam de pocesso simples e baratos que se forem feitos em parte de seu percurso seria uma mais valia para o ambiente. No entanto, o problema vai além nessa cidade, e.g. aterramentos de rios, canalizações, e destruição de fontes de água e recursos hídricos. E com isso, os riscos de alagamentos, desabamentos, e vidas em risco está a cada ano mais iminente e piorando, sem que nada seja feito. Realizar uma revitalização no rio Tiete,





Fig. 2 - Rio Tiete cercado por pistas expressas e asfalto (a); Rio Pinheiros o mesmo rio que se encontra ao rio tiete, e a proposta em tese seria a de arborizar ambas as margens, removendo as pistas expressas (b) (Fonte da imagem: Google Maps C2019).

Fig. 2 - Tietê River surrounded by expressways and asphalt (a); Pinheiros river, affluent of the Tietê river, and the proposal in theory would be to plant both express roads with trees, removing the express roads (b) (Image source: Google Maps C2019).

embora não suficiente, seria um grande feito para a natureza. Portanto, além do uso correto do espaco de suas margens, também a implantação de modernas ETE nas imediações da cidade, para a limpeza e desinfecção das águas, seria importante. Com isso, entre 100 a 200 metros após a margem de cada lado do rio poderiam voltar a ter mata atlântica. Como seres engenhosos somos capazes de fazer a arquitetura de um circuito integrado em espaco minúsculo a nível de caber muita informação, a arquitetura moderna e o urbanismo igualmente. Essa mesma engenhosidade se usada nas cidades, poderia tornar as cidades mais inteligentes, customizadas e úteis, destruindo os erros do passado aos poucos e remontando tudo de forma mais aceitável ao mundo moderno. E junto a essa customização do espaço público, considerar a inclusão dos animais, fauna e a flora de forma mais intensiva. Encontrando uma função e locação para a maioria dos animais, com fontes de água naturais. "As respostas da vida selvagem à urbanização são altamente variáveis: enquanto a maioria das espécies é incapaz de ocupar esses novos habitats, incluindo espécies endêmicas e ameaçadas, outras são capazes de persistir ou colonizar até as cidades mais populosas" (Luna, 2018). Estamos na era da extinção em massa, não há mais como negar. Porém, ainda temos tempo.

Integrar e unir fauna e flora com as cidades e pessoas em harmônia

Em alguns países já há essa integração, no qual os habitantes convivem naturalmente com ursos, cervos, guaxinins nos EUA, e macacos na Tailândia, cervos em algumas cidades do Japão convivem com as pessoas, e estes viraram atração turística, e inclusive até animais perigosos já se adaptaram em cidades. Na Índia a população convive muito próximo a áreas dos tigres

devido ao excesso de populações acabam ocupando o espaço desses grandes felinos, forçando a proximidade, e embora de uma forma agressiva acabam convivendo próximos, uma ou outra ocorrem acidentes, mas estão vivendo. Sobre os pangolins que são animais indefesos e pacíficos estão em severo risco de extinção, assim como muitos animais terrestres. O caso do pangolim é emblemático, são mortos por moradores, geralmente para tráfico e consumo da carne, além de retirada de suas partes. Neste caso, por ter caça proibida nos países, o preço se elevou a um nível muito alto, e se equipara ao lucro de entorpecentes. Mas, embora cruel, e se de forma legalizada, fossem criados para consumo com biólogos e de forma controlada, e.g. as codornas. De forma comercial e com todos os cuidados humanitários e sedação para abate e assim, cessar a matança desses animais em alguns países? E inclusive, a criação das seis espécies comercialmente para a venda ao redor do mundo de casal de filhotes para criadores em chácaras e áreas amplas como animais domésticos, reduzindo a cultura binária de cães e gatos, portanto, a muitas espécies seria um livramento da extinção. Já é conhecida a história do pássaro Dodô, o mesmo entrou em extinção porque o gosto da carne era ruim e não serviu para interesse comercial, além do mesmo ser dócil e inocente, incapaz de se defender, ainda sofrendo a invasão de agessores de seus ninhos em uma região pequena de teritório. Diferentemente da ave Casuardo-sul (southern cassowary) que sabe se defender e tem ocorrencia em região ampla. O que se pretende informar é que está para acontecer uma enorme extinção de plantas e animais, devido a ampliação da ocupação humana. E ações precisam ser feitas para reverter essa destruição do meio ambiente. Uma das ações seria considerar mesmo nas cidades espaços para animais e plantas isolados e com os mesmos convivendo com as pessoas em armônia, com mais espaços e preferências para transportes públicos, bicicletas, trens e praças amplas com animais vivendo em equilíbrio com humanos, inclusive nas cidades.

Referenciais teoricos: Fatores de urbanismo e paisagismo do espaço - Considerações sobre espaço, população e o meio ambiente

Economizar espaço é fundamental em um mundo no qual não há mais espaço para a fauna e flora. É fácil contestar para alguns esses argumentos, apresentando de forma equivocada o espaço no qual cada ser humano mora e o tamanho do planeta. Mas, esse argumento é derrubado quando verificamos que humanos não são estáticos, se movimentam e usam mais espaço do que sua moradia, e além da circulação ainda consomem recursos, e demandam amplas áreas de terras e recursos da natureza. Agravando essa situação ao ser incluindo a visão dos biólogos e geógrafos sobre a ocupação humana. "Examinar o efeito das interações homem-ambiente que são ou têm a possibilidade de danificar o meio ambiente. O crescimento urbano abrange o crescimento populacional, a extensão da área ou espaço usado das construções, o sistema de posse de terras e a extensão das atividades econômicas. Consequentemente, a terra periférica urbana, que é uma zona entre o centro urbano e as áreas rurais, é uma mistura complexa de usos do solo, incluindo um sistema agrícola misto, pousio, locais de disposição de resíduos e usos urbanos" (AchoChi, 1998). E como já dito, o índice que mede a capacidade do planeta de suportar a demanda humana, medido a partir do início de cada ano desde 1979 ao qual a terra poderia suportar a crescente população por ela mesma. "Por volta de 1916 a dupla Haber e Bosch ao criarem a amônia sintética" (Hager, 2009), se iniciou uma produção quase ilimitada de alimentos ao hidrogênar o solo. E em seguida um cientista Israelense criou a ureia sintética, e com isso se quebrou o limite que mantinha a baixa população pela falta de nutrientes para alimentos. Em meados de 1920-1930 surgiu a revolução química de medicamentos, e a revolução química de antibióticos como a penicilina e defensivos agrícolas (Hager, 2007). Com os químicos não só a população cresceu como ganhou saúde e expectativa de vida maior a cada década. A expectativa de vida passou dos 40 para os 50, logo para 80 e já estamos caminhando para os 95 anos com alta saúde, consumindo e usando espaço.

Economizando espaço pelo urbanismo inteligente do espaço fazendo mais em menos espaço com o uso da tecnologia

Os animais e plantas necessitam de espaço, assim como os humanos e.g. os seres não precisam apenas de alimento e água, precisam de espaço, lugar limpo e contato com a natureza. Um exemplo claro neste caso

são os animais de grande porte, como os elefantes que desenvolvem todo um comportamento social. Vivem por décadas em grupos familiares de alto afeto, quando percebem que estão para morrer, abandonam o grupo e vão para onde outros de sua espécie já morreram, para ficarem juntos. Há também os animais individuais de exploração, que precisam de amplos espaços para percorrer, como grandes felinos que precisam migrar na busca de recursos e de clima favorável. Estima-se uma mega população caminhando para os 11,2 bilhões em poucas décadas (ONU N., 2017). Logo, o que reservam aos animais é o cativeiro em vidas mesquinhas e sofridas. Não bastando tudo isso, na cidade de São Paulo ainda começaram um amplo programa de invasão e destruição em áreas de preservação, como áreas de manancial, represas, e.g. a serra da Cantareira e entorno da represa em São Paulo. Destruição e especulação imobiliária sem limites, destruindo o espaço e as fontes de água necessária a fauna local. Como ao longo de toda a serra que vai de Mogi das Cruzes até Guarulhos indo até Taipas e Mairiporã até Atibaia. Em contrapartida, podemos observar o oposto, em uma avenida na zona sul de São Paulo, um local sem árvores e sem nada ocupando, apenas espaço ocioso (fig. 3b). Neste espaço seria possível no lugar dos postes alocar vigas e por cima da rua fazer diversas casas, como um novo bairro por cima das largas ruas e até mesmo de forma subterrânea. Sempre mantendo espaços ao longo da rua, para refrigerar. Estudos arquitetônicos urbanístico e de engenharia poderiam utilizar melhor esses espaços vagos, dando serventia e eficiência a cidade. Reduzindo o uso do solo nas regiões mais afastadas e poupando a natureza. Repensar os espaços de forma inteligente e mais ecológica é um caminho. O uso de ciências de dados, engenharia e arquitetura devem ser considerados no caso do aumento populacional sem controle. O uso de ruas como espaço para construção e moradia é um estudo de caso interessante. A seguir podemos observar um claro exemplo de desperdício de espaço, em uma área nobre servida por transportes públicos no qual os locais usam apenas carros, com vão de 30 metros e acima de 320 metros de comprimento (fig. 3b). Construir por cima dessas ruas, no lugar dos postes vigas, como uma ponte, e por cima dessas grandes avenidas a construção de moradias. Em um espaço de 30 x 320 m seria possível construir muitas casas. Em um vão como estes seria possível construir 120 sobrados de 8 x 10 m. Porém, se forem apenas apartamentos seriam 120 por andar, se considerar 10 andares, seriam 1200 moradias. Como a região é bem servida de transporte público, os moradores seriam incentivados a não possuir veículos. Só neste espaço seriam 1200 casas a menos construídas em áreas de risco e ambientais e menos ocupação do solo. Na atual situação o local é quente, uma avenida estéril e que não serve para nada além de circulação de veículos. Contrariando isso, observamos uma ocupação

humana em área de reserva ambiental (fig. 3a). Algo que jamais deveria ocorrer. Essas pessoas ocupam essas encostas devido à alta especulação imobiliária e a falta de planejamento dos governos. Além de destruírem o meio ambiente, estão correndo alto risco de morte por deslizamentos de terra e desabamentos.

Diante do volume de novas tecnologias e profissionais disponíveis, a omissão do estudo pelo urbanismo moderno com as novas tecnologias e urbanismo sustentável, paisagismo e a preservação ambiental coloca-se vidas em risco. Sobre a saúde das pessoas a Europa determinou oficialmente que todos devem ser tratados igualmente: humanos, animais, plantas e todo o restante do meio ambiente, a incluir montanhas e mananciais. Ocorrendo indiferença e agressão a qualquer um desses agentes compromete a teia por inteiro, afetando a todos em cadeia. Portanto, podemos considerar que essas questões já estão bem claras. Logo, o objetivo está na busca por punições a quem se omite a qualquer um destes agentes, e permite a sua destruição ou devastação. Portanto, lugar de pessoas morarem é em local digno e não em áreas de risco extremo, como em taludes, morros e áreas de risco. Se isso ocorre com frequência e sem limites significa que a cidade está saturada e as administrações públicas estão prevaricando seguranca das pessoas e a integridade do meio ambiente e pecaram em aplicar programas de controle de natalidade, planejamento familiar e prevenção de gravidez. "Indicadores ambientais de impactos negativos foram constatados in loco com a aplicação do checklist, tais como: agricultura extensiva, expansão urbana, processos erosivos, queimadas na vegetação de restinga, deposição de resíduos sólidos em locais impróprios, invasão de áreas de preservação permanente, emissão de efluentes domésticos e a aquicultura" (Nova, 2015). As indústrias, os polos industriais e o meio ambiente são as principais vítimas

# A) Área de preservação invadida por ocupações



da especulação imobiliária intensa, uma cidade sem estudos de ocupação de solo urbano tende a cometer erros e equívocos sérios, a considerar a estanqueidade do solo, causando enchentes, alagamentos, e falta de urbanismo inteligente, que causa toda uma ocupação errada do solo. No caso da cidade de São Paulo, é visível a quem compreende de urbanismo e planejamento que a cidade está toda desconfigurada e nada foi planejado. Seguindo apenas as ondas e os ventos da especulação imobiliária intensa, sem que os mesmos, mesmo lucrando tenham investido em estudos sérios, paisagismo, estudo de circulação de pessoas ou mesmo sobre o excesso do uso do solo.

A importância da redução do espaço usado em um mundo superpovoado

Novas formas de moradia pela arquitetura devem ser repensadas usando menos espaco e o caso de São Paulo é uma tragédia ambiental sem precedentes. Incluindo as construções em encostas e os alagamentos constantes. Como no caso de São Paulo, a especulação imobiliária estancou o solo da cidade, resultando em alagamentos e riscos constantes a vida das pessoas, causando mortes todos os anos. A especulação imobiliária local construiu em todos os locais, até mesmo nas várzeas de escoamento e beiras de rios. Relembrando novamente, a OMS recomenda em suas resoluções um mínimo de 9 a 12m2 de área verde por habitante, seguindo a fórmula: número total em m² de áreas verdes / população total. (Russo et al., 2018). A economia de espaço e customização pela arquitetura e as demais tecnologias é um tema altamente importante, fazer mais em menos espaço, trará altos ganhos ecológicos. Diante de tamanhos problemas, a solução seria todos os países fazerem um grande consórcio entre todos os membros, para a geração de um programa mundial de planejamento familiar e prevenção de gravidez.

# B) Avenida sem árvores com ostentação de espaço

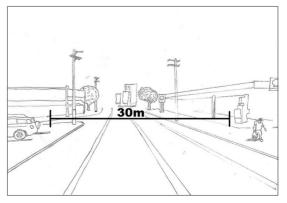


Fig. 3 - Invasão de áreas ambientais (a); Urbanismo com espaço ocioso - Esboço arquitetônico sobre o uso do espaço para Revit MEP (b)

Fonte da imagem a): Google Maps 2019; b) Lima, 2019).

Fig. 3 - Invasion of environmental areas (a); Urbanism with idle space - Architectural sketch on the use of space for Revit MEP (Image source: a) Google Maps 2019; b) Lima2019).

Para a maioria das pessoas o mundo ainda não está superpovoado, mas está sim, a associação GFN (Global Footprint Network) desde 1979, ano após ano vem monitorando a relação crescimento populacional pela capacidade do planeta de suprir essa população. Está confirmado que a população ultrapassou a capacidade da terra por si mesma de suportar a vida e se regenerar (fig. 4). Há maior demanda por hectares de acordo com cada país, quanto maior a renda, maior o consumo, e consequentemente, maior a demanda por recursos. E uma média global é possível estimar, baseado nos estudos usados pelo cálculo que é feito considerando que cada pessoa utilize uma certa quantia de hectares para suprir sua demanda. Logo, uma média de consumo com adaptação, diz que cada pessoa no globo consume uma média de cinco hectare e meio de terra para suas providências por ano, como comida e recursos, (Wackernagel, 1994). Embora o estudo tenha sido mais complexo ao exposto, o fato é que já é visível que o planeta está sufocado. Diversos estudos consistentes indicam uma sobrecarga na natureza. Seria injusto citar apenas um dos estudos, sendo que são diversos que apontam a sobrecarga no planeta. Ao qual a humanidade entra em déficit com o planeta. Estudos estes baseados nas pegadas deixadas por cada ser humano no planeta. Todo o consumo de recursos. incluindo alimentos, água, madeira, fibras, terra, insumos não orgânicos como os baseados em petróleo e a alta produção de sintéticos lançados na natureza por cada ser humano e o espaço ocupado.

Toda ocupação do solo deve ser repensada em termos de alta concentração humana e suas demandas, fiscalizada de forma inteligente por forma a miniminzar os riscos e preservar o máximo de espaço ao meio ambiente. Toda essa ocupação humana está colocando toda a base da produção sob risco, incluindo a cilada das monoculturas no campo e nas cidades as construtoras ocupando espaço excessivo, e colocando em risco as fontes de água e inclusive polos industriais modernos.

Referenciais teóricos - Fatores de engenharia e tecnológicos - Internet das coisas em florestas tropicais para monitoramento e prevenção de riscos

# Malha de monitoramento de florestas

O uso intenso de inovações é um dos fatores defendidos neste estudo, a ciência, a tecnologia e a aplicação de arquitetura, engenharia e tecnologias diversas, como comunicação, sensores, e aparatos diversos. Neste parágrafo iremos demonstrar um caso de monitoramento de grandes áreas em tempo real, como em florestas com sensores e suas bateriais formando uma malha de monitoramento de florestas. Para prevenir riscos e preservar o meio ambiente, este estudo considera e incentiva o uso intenso de novas tecnologias. Com as novas tecnologias de comunicação ficará mais fácil o sensoriamento em grandes áreas, como a internet das coisas em florestas (Lima, 2016), ao se distribuir sensores inteligentes em florestas. Por que usar a IA e a internet das coisas em florestas? A ideia do projeto é a de instalar esferas / partículas em áreas remotas, como em áreas montanhosas desérticas, em savanas e em florestas fechadas em parceria com aventuros. A intenção dessa tecnologia é a de resolver um problema antigo, como a de observar e monitorar em tempo real e onipresente todo o espaco de reservas ambientais. No caso, qualquer movimento na região, como por exemplo, pessoas perdidas na floresta, caçadores ilegais, invasões de áreas de preservação, seriam imediatamente captados e a vigilância se tornaria onipresente. Assim como ocorre nas savanas Africanas, com a caça ilegal, ou em áreas de reservas, onde há caça ilegal de animais raros. Assim como na Amazônia, Pantanal e outros locais, no qual esse monitoramento poderia ajudar a preservar a natureza. E tal como lancar uma vigilância constante, inclusive sobre grandes fazendeiros, para assistir de perto os mesmos, contra abusos contra animais, ilegalidades, e desrespeitos ao meio ambiente. Com uma vigilância compulsória onipresente, em qualquer área ambiental,

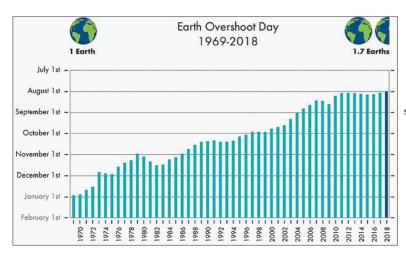


Fig. 4 - Progressão das datas do dia da superação da Terra (Earth Overshoot Day) (Fonte: Footprint, 2018).

Fig. 4 - Dates of Earth Overshoot Day (Earth Overshoot Day) (Source: Footprint, 2018).

vidas poderão ser salvas. Assim como a vigilância de conservação para suprir possíveis necessidades aos animais, como falta severa de água, o que possibilitaria a instalação de fontes de água artificiais. Inclusive, com essa malha, veterinários de campo e estudos acadêmicos poderão ter uma ferramenta a mais, utilizando essa tecnologia de monitoramento em tempo real, de internet das coisas em florestas e áreas naturais (fig. 5).

Novas tecnologias em sensores para o monitoramento onipresente de florestas são uma tecnologia em construção, como um sistema de malha de poeira inteligente espalhada pelas florestas para colher dados geográficos e locais, monitorando o local, no qual um ponto se comunica com o outro. Essa tecnologia segue o conceito da tecnologia de miniaturização dos RFID (radio-frequency identification) ou identificação por radiofrequência desenvolvidas pela Hitachi™. No entanto, a poeira inteligente da Hitachi™ é praticamente micrométrica, a partícula de poeira para florestas, como a área poderá ser gigante, cada partícula no projeto (Lima, 2016), no qual além do geolocalizador RFID, cada particula conterá como já mencionado, um grande aparato de sensores, a incluir: antenas, câmera 360°, sensores de umidade, presença, termômetro e luz pisca. Várias partículas dessas poderia ser instaladas em florestas densas. criando uma malha, e assim, gerar um monitoramento onipresente. A energia seria por bateriais que seriam trocadas 1 a 2 vezes por ano. Os sensores para áreas de preservação podem ser instalados com baterias em pontos acessíveis de floresta ou em áreas remotas, estes pontos de coleta de informação formariam uma malha de detecção e coleta de informações das florestas. Os dados que podem ser coletados incluem temperatura, humidade, relevo, movimento, som e em casos mais específicos imagens. Essa rede de sensores pode manter as informações guardadas, e dependendo da tecnologia, um drone ou avião poderá passar por cima do local acionando os sensores para a coleta das

informações, ou mesmo enviadas para uma central, porém essa tecnologia ainda não é disponível devido as grandes distâncias, mas logo podem ser viáveis com os sistemas 5G e 6G.

Referenciais teoricos: Fatores de equilíbrio economico e industriais - A cilada das energias renováveis como as mais poluidoras

As energias renováveis até o momento são ineficientes e gastam toneladas de materiais que irão poluir ao virar resíduos sólidos e ocupar espaço. Como exemplo, os painéis solares ocupam amplos espaços do solo, privando esse espaço de ter vegetação e em telhados, evitam alguns musgos e seres que conseguem sobreviver nos telhados que servem de alimento para alguns seres. É preciso tirar essa boa falsa imagem criada pelo lobby do setor das energias ditas renováveis, sem evidências numéricas e cientificas consistentes. A energia eólica, solar e por forças do movimento natural da terra e água podem ser ciladas. Porém, a energia nuclear é a mais ecológica e de fato a melhor e de menor custo e a mais limpa energia de todas, com comprovação técnica e científica.

"Levantando duas questões: a energia nuclear é sustentável e seria possível substituir a energia derivada de combustível fóssil pelas energias 'renováveis' (por exemplo, energia eólica e solar), conforme defendido por muitos governos e organizações ambientais? A energia nuclear de fissão de urânio e plutônio é sim sustentável porque atende a todos os critérios da sustentabilidade. As usinas nucleares comerciais movidas a urânio de hoje podem fornecer ao mundo energia limpa, econômica e confiável até o próximo século" (Brook, 2014).

Uma demonstração básica de comparação de preços do kilowatt gerado por hora e a poluição gasta pode esclarecer melhor o caso (TABELA I).

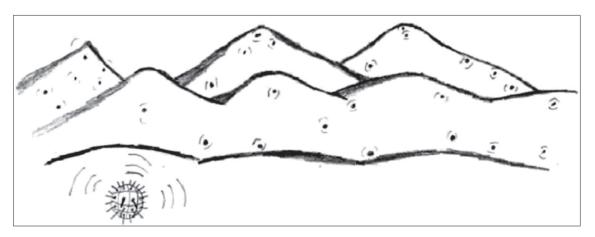


Fig. 5 - A nuvem artificial - O projeto enxame tecnológico - Tecnologia de iOT Internet das coisas para florestas (Fonte: Lima, 2016).
Fig. 5 - The artificial cloud - The swarm project - IoT Internet of things technology for forests (Source: Lima, 2016).

Tabela I - Geradores de energia e rendimento pelo espaço ocupado e a poluição gerada.

Table I - Energy generators and their yield for the space occupied and the generated pollution.

Fonte Geradora	Rendimento (kW/k) por m² ocupado	Poluição gerada por ano	Custo de produção por kilowatt-hour (2011) em USD
Biomassa e Carvão	Rendimento intermediário	Poluição baixa	\$ 3,23
Petroquímica	Rendimento intermediário	Média poluição com resíduos	\$ 21,56 cents
Hidrelétrica	Alto rendimento	Destruição de cursos de água naturais e áreas ambientais	\$ 0,85 cents
Eólica	Baixo rendimento	Resíduos pela troca das partes/peças e a morte de aves	\$ 2 cents
Painéis solares	Baixo rendimento	Resíduos e ocupação do solo	\$ 13 cents
Nuclear	Altissimo rendimento	Nenhuma poluição	\$ 0,44 cents

Fonte: adaptado de Brook et. al., 2014 / Source: adapted from: Brook et. al., 2014.

Conforme apresentado na TABELA I, as gerações de energia ditas não ecológicas, a carvão, biomassa e nuclear, possuem o melhor custo benefício de todas. Inclusive, e contrariando o lobby das energias ditas renováveis. A geração a carvão e nuclear ainda são as mais ecológicas, eficientes e baratas ao consumidor final. A seguir, uma lista por itens descrevendo concisamente cada tipo de geração de energia:

- Biomassa e carvão: É a energia gerada pela queima de material vegetal em caldeira, ao qual gera e aquece vapor e gira turbinas;
- Eólica: É a energia gerada pelo vento ao girar pás eólicas que movem o motor que gera energia;
- Hidrelétricas: É a energia gerada pela energia potencial de água represada;
- Nuclear: É a energia gerada pelo aquecimento de pastilhas de urânio ou outro material enriquecido que aquece água e gera vapor para girar turbina;
- Painéis solares: É a energia gerada pelos fótons do sol a partir de painéis;
- Petroquímica: É a energia gerada por compostos de petróleo, como óleo ou gás, para gerar e aquecer vapor para girar turbina.

Fica claro que o tipo de geração mais ecológica sem sombra de dúvidas, que menos polui e que menos causa danos ambientais é a energia nuclear, e inclusive a carvão, além de ser mais barata ao consumidor final. A energia nuclear até hoje não teve melhor substituto, toda a cilada das energias renováveis tem uma vantagem por serem subsidiadas, e não pela razão de serem ecológicas ou eficientes. Portanto, se os líderes e autoridades realmente estivessem preocupados com meio ambiente, estes estariam investindo em mais usinas nucleares. E não nas energias renováveis que além de serem de baixa produção, gerarem resíduos e ocuparem espaços consideráveis da natureza, logo, espaço ocupado é também uma agressão a natureza. Como conclusão, observamos claramente que as usinas nucleares, a carvão, biomassa

e até as hidrelétricas são as mais eficientes, mais limpas e ecológicas que existem para geração de energia. Logo, não podemos condenar as indústrias tradicionais, apenas seguindo o lobby da época, porque se os smartphones evoluem, as indústrias igualmente. Após alguns acidentes, a geração nuclear evoluiu muito, com novas tecnologias, monitoramento, sensores, distribuição segura do material radioativo, e outra série de cuidados que levaram alta tecnologia e inovação nesta geração de energia, assim como as tecnologias de filtragem de fumaças poluidoras na atmosfera. Novamente, a tecnologia colabora com o meio ambiente e a prevenção de riscos.

# Ampliação das compensações ambientais

Na atualidade há um intenso boicote contra a indústria tradicional, como se fossem o único culpado das degradações ambientais. Porém, há agentes poluidores não contabilizados, e.g. os campos de futebol ocupam espaços enormes, e outros campos feitos em áreas ambientais, desde uma quadra de colégio ao invés de um jardim ou horta para aulas de meio ambiente, botânica, ciências e meio ambiente e educação ambiental a espaços degradados para campos de futebol. Logo, o futebol gera ao mundo corporativo bilhões de Euros por ano. Nada seria mais justo do que pagamento de compensação ambiental, pelos altos danos ao meio ambiente causados por esse esporte e para quem gosta, que pague pelos danos ambientais, como o alto volume de plásticos e borrachas geradas. Como a cidade de São Paulo é caso de estudo deste artigo, podemos citar como compensação ambiental a recuperação do rio tiete na integra, ou seja, tornando as marginais que hoje passam veículos em áreas reflorestadas permanentes, como um corredor ecológico. Assim, a cidade compensaria os milhões de campos de futebol que ocupam espaços imensos.

"Políticas de compensação ambiental eficientes devem garantir, pelo menos, uma situação de perda líquida nula e, se possível, ganho líquido positivo. Para tal, as medidas de compensação ambiental podem prever medidas que sejam da "mesma natureza" dos impactos negativos residuais (no inglês, in-kind). Por exemplo, se os impactos negativos residuais de um projeto forem "supressões florestais", as medidas de compensação ambiental de "mesma natureza" seriam o plantio ou recuperação florestal de áreas e ecossistemas semelhantes. Outra possibilidade, cada vez mais comum globalmente (BBOP, 2009), são medidas de compensação ambiental de "natureza distinta" (no inglês, out-of-kind). Um exemplo de compensação de natureza distinta, no caso citado anteriormente, seria o financiamento de infraestrutura ou atividades de conservação em outras áreas" (Fonseca, 2016).

Como iá apresentado, o caso do rio Tiete em São Paulo é um grande exemplo de péssima administração passada e de como estes trataram o meio ambiente até então e as possíveis compensações ambientais possíveis. Ainda há tempo para recuperar, um dos melhores projetos embora pequeno, seria como dito, o de remover as marginais do rio Tiete e rio Pinheiros, todas as pistas, e transformar em uma área de reflorestamento permanente, com mata ciliar permanente. Este projeto poderia ser encabecado pelos grupos de preservação e grupos de ciclistas da cidade. Uma verdadeira mata atlântica a cada 200 metros de cada margem. Essa mata ciliar seria responsável por manter o rio sadio e sem problemas, além de ajudar a absorver as enchentes. Tanto quanto, serviria como paisagem melhorada e como um pulmão dentro da cidade. As pistas seriam transferidas para dentro dos bairros, por meio de desapropriações, túneis e pontes expressas. Uma recuperação geral deveria ser feita também ao rio Amazonas que ao que tudo indica, também está poluído. A cidade de São Paulo é um dos maiores crimes contra a natureza do planeta. Uma mistura de excesso de prédios residenciais, com ocupações de encostas, e desmatamento sem controle em total conurbação. Talvez, possa haver discordâncias nestes tipos de compensações ambientais, porém, a ideia aqui não é defesa de ideias, mas demonstrar que há alternativas pela ciência, tecnologia, e técnicas como a urbanização moderna, engenharia e de fato, precisamos repensar por completo a ocupação e uso do solo como vem ocorrendo.

Engenharia nos processos de oferta e demanda junto a programas de planejamento familiar

Estamos prestes a testemunhar um desastre único na natureza. No ritmo que caminhamos em poucas décadas testemunharemos a maior extinção da fauna e flora de todos os tempos (Ceballos, 2015). Uma grande extinção de animais e plantas está a acontecer. Uma solução a esse desastre não será resolvido apenas com ciência e tecnologia, porque, isso é uma questão de espaço, de cada metro quadrado não dominado e usado pelos humanos.

Cada metro quadrado ocupado é um metro quadrado exterminado da natureza. Diante deste ponto, resta a refutação completa, por meio deste trabalho diante da alta subjetividade e falta de efetividade em colocar o aquecimento global como causa principal, em muitos casos, e até como o único problema ao meio ambiente. Sendo que o problema principal ao meio ambiente que se defende agui é a perda diária de espaco, logo, cada m² usado é um m² exterminado. Este presente estudo contesta os principais indicadores e índices usados, como o IDH (Índice de Desenvolvimento Humano), PIB (Produto Interno Bruto) e outros, por sua alta subjetividade. Logo, este estudo busca colocar a prioridade por algo mais direto e menos subjetivo. A incluir a customização do espaço usado pelos seres humanos, fazer mais em menos espaco, consequentemente ocupando menos espaco, para moradia. E futuramente, indicar a busca por maiores responsabilizações aos degradadores do meio ambiente e uma diretriz por meio de um índice que aponte melhor os desequilíbrios. A incluir, a falta de programas de planejamento familiar e prevenção de gravidez, efetivos e em massa. Estima-se que 85% dos nascimentos foi algo indesejado e por acidente, na maioria dos países, ou seja, uma geração de filhos indesejados. Em grande parte, vítimas com vida turbulenta, afetados por violência, álcool, drogas, miséria, e grande parte, por pura falta de educação sexual e apoio social.

A questão de um equilíbrio para as cidades entre número de habitantes, empregos disponíveis, recursos e serviços sociais, é o básico, mínimo e fundamental. Se pelo índice da cidade em estudo apresentar um desequilíbrio em um destes itens, indica que a cidade está doente e má administrada ou algum outro desequilíbrio. Além do meio ambiente, que é uma luta na atualidade, a busca por uma equalização justa e inteligente entre oferta e demanda. Nesta luta intensa é algo mais do que recomendado, buscarmos referência em ícones que lutaram pela natureza e o meio ambiente, como as grandes personalidades listadas a seguir:

- Albert Schweitzer: um ambientalista que deve ser relembrado, um amante da natureza e dos animais;
- David Attenborough: um exemplo moderno de ambientalista apresentador de programas ambientais;
- Douglas Tompkins: criador da empresa The North Face™, contribuiu enormemente com o meio ambiente;
- Prince Philip: um amante do meio ambiente declarado.

"Sobre meio ambiente e o suporte da terra, respostas completas para tais perguntas exigem dados de ecologistas, geógrafos, hidrólogos e agrônomos, não apenas de engenheiros e economistas" (Weisman, 2014).

A busca por respostas pela matemática também é um caminho promissor, ao qual o índice deste estudo procura demonstrar. A busca por um equilíbrio entre a quantidade de residentes em uma cidade, a quantidade de empresas mínima para empregar a todos e produzir, o meio ambiente preservado necessário, e toda capacidade de suporte, evitando o ocioso e cidades abarrotadas de gente. Um dos caminhos foi achar a equação de equilíbrio das cidades se baseando, inclusive nos gráficos de ponto de equilíbrio financeiro dos negócios (fig. 6). É um desafio enorme encontrar o ponto de equilíbrio das cidades, e este é o maior objetivo deste estudo, gerar um indicador preliminar para se ver claramente o nível de desequilíbrio entre a oferta e demanda da cidade em estudo. Mostrar a que ponto cada cidade está em desequilíbrio ou doente. Em resumo, a busca por um ponto de equilíbrio para cada variável em estudo que deixe bem claro, por meio de um índice, quando uma cidade ultrapassa o ponto de equilíbrio, e em oportunidade futura possamos refinar melhor essa fórmula para indicar a que ponto o equilíbrio foi ultrapassado.

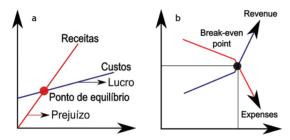


Fig. 6 - Ponto de equilíbrio financeiro usado em negócios (a); Outro modelo de gráfico de ponto de equilíbrio (b) (Fonte: Lima, 2019).

Fig. 6 - Financial breakeven point used in business (a); Another graphic model of financial breakeven point used in business (b) (Source: Lima, 2019).

Neste parágrafo, tentou-se de forma concisa esmiuçar e apresentar a busca pelo indicador por índice da qualidade das cidades. Assim, apresentar o ponto de equilíbrio das cidades em seus detalhes, expondo o uso de engenharia e inteligência no uso do espaço, e a importância de um programa de planejamento familiar. Portanto, o desemprego, a degradação do meio ambiente, a qualidade de vida, o espaço sádio e a economia, se está ruim em uma cidade se deve a ter ultrapassado o ponto de equilíbrio em alguma das variáveis estudadas.

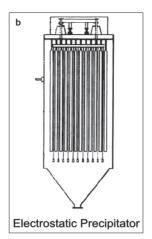
As indústrias também evoluem não apenas os smartphones

Como uma ação coordenada a imprensa e ONGS não param de manchar a imagem das indústrias às associando a poluição e destruição do meio ambiente, sem considerar que as indústrias modernas e sofisticadas possuem todo um processo de produção limpa. Essa geração nova dos gadgets tecnológicos acreditam que só essas quinquilharias evoluem e sofrem modernização, imaginando ser a ciência e a inovação existente apenas para os computadores. Demonstrando tamanho desconhecimento com a indústria

de transformação, acabam a discriminando. A exemplo a indústria do carvão que não emite poluentes, o que sai das chaminés é vapor de água, a poluição pelo carvão como a vista na China é devido a residências que queimam carvão para aquecimento e não a indústria. O restante é questionável, mas, ainda pode haver novas tecnologias. O lobby do setor da energia renovável é poderosa. Portanto, é necessário uma investida contraria a esses ataques vindos de suas energias ineficientes. Há uma tremenda incompatibilidade com a verdade, em tese, ao notarmos que solicitam menos carbono, e incentivam fontes de energia não eficientes que produz material tóxico ao gerar resíduos sólidos, e em sua instalação ocupam amplas áreas de espaço retirada da natureza. Mas, nada falam sobre planeiamento familiar e prevenção de gravidez. Após o advento das energias ditas renováveis, uma propaganda em massa se iniciou contra as indústrias tradicionais. No entanto, o que não comentam é que as indústrias também evoluem, e os novos processos ligados a se evitar o desperdício. Além de muitas já trabalhar com desperdício zero, há os conceitos de apenas produzir o que vendem, e acima de tudo, muita tecnologia que a cada ano revoluciona silenciosamente as indústrias, as transformando em altamente produtivas, eficientes, não poluidoras e abastecendo a sociedade com suas necessidades. Não é justo o uso negativo das indústrias como usar a imagem das chaminés como o vilão do mundo. Se as energias renováveis querem ser úteis e mostrar seu valor, devem fazer isso mostrando resultados e não degradando a imagem das fontes tradicionais de geração de energia. As indústrias precisam de respeito e as chaminés já possuem tecnologias de engenharia avancadas para conter a poluição. Sempre usam imagens de chaminés para acusar as indústrias de poluírem o mundo, sendo que mais de 90% das chaminés só lançam vapor de água na atmosfera. A seguir uma sequência de imagens sobre tecnologias para retenção de partículas. Como o filtro de mangas, paredes eletrostáticas nas chaminés (fig. 7c) e filtros diversos, chuveiros para retenção de partículas e decantação, tudo que sai das chaminés é vapor de água apenas (fig. 7a). As chaminés e filtros de manga (fig. 7b), tecnologias que garantem a qualidade e pureza do vapor que sai das chaminés, nada é poluição, tudo que sai das chaminés é vapor de água. As chaminés modernas possuem uma sequência de tecnologias de engenharia que lhes garante ser ecológicas, contribuem na formação de nuvens e não poluem nada. Sendo um erro a grande imprensa as associar a aquecimento global. Onde há chaminés há empregos e economia vigorosa. São tecnologias que provam que as indústrias não poluem e evoluem.

Um país desindustrializado é um país de economia fraca, e acusações de poluição não ajudam em nada as indústrias. Os países em especial as suas cidades precisam ter um equilíbrio entre economia, meio ambiente e as demais variáveis envolvidas. As indústrias modernas e honestas não poluem absolutamente nada. As tecnologias de chuveiros para decantação aérea de partículas, dispersão





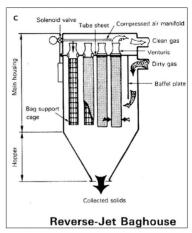


Fig. 7 - Chaminé industrial (a), Filtro de manga (b); Precipitador eletrostático (c) (Fonte: a) Pixnio, 2019; b) USA G. 1987; c) OSHA (2006) - Wikipedia Commons).

Fig. 7 - Industrial chimney (a); Bag filter (b); Electrostatic precipitator (c) (Fonte: a) Pixnio, 2019; b) USA G. 1987; c) OSHA (2006) - Wikipedia Commons).

e contenção, catalisação, operações unitárias, uso de filtros de manga, paredes eletrostática para captar partículas poluentes, paredes de chaminés com filtros e outras diversas tecnologias, não permitem que nenhum poluente vá para a atmosfera, tudo que sai é vapor de água. Não são apenas iPods que evoluem como a maioria considera. Como apresentado neste estudo, a ocupação de cada metro quadrado tem a sua relevância mais impactante do que carbono, a mesma fumaça que já possui tecnologias de sobra para ser contida. Logo, a causa está longe de ser ligada as indústrias de base que mantém a economia saudável e geram tantos empregos. O setor liberal financeiro geralmente incentivam o combate as indústrias de base no ocidente, e assim mentem sobre as indústrias, a realidade é simples, basta notar que não se vê limites a industrialização do oriente, enquanto o ocidente é punido. O que falta no planeta não é combate a fumaça das indústrias, mas um programa de planejamento familiar e prevenção de gravidez a níveis globais com educação ambiental. Partindo de medidas simples, como trocar quadras esportivas em escolas por hortas agrícolas para ensino de biologia, meio ambiente e toda a educação ambiental envolvida, para que nas próximas gerações haja mais respeito ao meio ambiente. Com incentivo às ecológicas usinas nucleares a carvão e biomassa que são as verdadeiras fontes seguras, ecológicas e altamente eficientes. E usinas nucleares ocupam espaços ínfimos do planeta, gerando resíduos insig-nificantes e muita energia limpa e barata. E porque não as fontes ditas renováveis atuando todos juntos no mercado, porém, sem ocupar espaço do solo e da vegetação, já basta a soja e outros ocupando espaços da natureza. O processo para produção de painéis solares, como o sputtering prova que é uma tecnologia moderna e incluí em aguns casos a nanotecnologia nos paíneis, poderá ser algo bom, desde que não ocupe espaço da natureza. E com as novas tecnologias para geração nuclear estão cada vez mais ecológicas, a começar pelas novas tecnologias de fragmentação por microreatores para aquecimento da água. As indústrias são resultado da alta ciência e do conhecimento humano, são o brilho da inteligência humana em operação, prestam um serviço altamente importante para a sociedade, e não podem continuar sendo tratadas como algo irrisório, descartado e até mesmo combatido em alguns casos desrespeitosos pela grande mídia a nível de degradar a imagem das indústrias.

# Resultados

Como resultado desse estudo foi apresentado meios técnicos e conceitos para o uso mais adequado do solo pela ocupação humana, para que seja uma ocupação menos horizontal, e mais concentrada. Como forma de minimizar os impactos ao meio ambiente, e evitar invasões em áreas de meio ambiente e encostas com iminentes riscos de deslizamentos e mortes. E para este fim, foi apresentado recursos matemáticos para gerar um índice que indique claramente a que nível está a saturação das cidades. No entanto, diante dessa tese, está envolvida também a questão do aquecimento global, e a qualidade das cidades, em relação a busca de um número máximo de habitantes que uma cidade poderia comportar com qualidade. Com o foco principal ao uso inteligente e com menos impacto de cada metro quadrado nas cidades, este ponto de vista tem como objetivo chamar a atenção aos estudiosos em relação a necessidade deste indicador. Contrariando claramente os indicadores existentes, que se apresentam de forma isenta as reais causas dos problemas das cidades, alguns se baseando apenas no produto interno bruto. E o ponto de vista apresentado implicaria em uso mais adequado e inteligente do solo de forma customizada, inclusive para moradias. Com limitações claras e com delimitações mais evidentes a sua ocupação. E consequentemente, em tese, com um indicador claro sobre as ofertas e demandas de

cada cidade, ficaria mais fácil administrar e apresentar quando uma cidade está saturada ou em deficit em suas ofertas e demandas. A complexidade tratada sobre o uso inteligente do solo trouxe aos poucos uma série de complicações, como demonstrado ao longo do estudo, e implicações controvérsias foram expostas. Seguindo, toda a discussão, como conclusão ficou evidente a necessidade da formulação matemática de um indicador. Como um índice que demonstre claramente a que nível de qualidade está cada cidade. Indo muito além dos indicadores atuais. conforme apresentado. Lembrando que o objetivo deste estudo preliminar foi o de apresentar este conceito e a ideia. Embora já tenha uma fórmula preliminar, ainda não aprofundada matematicamente, porque cada cidade possui peculiaridades específicas, e a cada cidade caberia a adição de alguma variável a mais ou a menos. Portanto, a fórmula preliminar apresentada ainda precisa de ajustes e melhorias acadêmicas. E fica aberto a comunidade acadêmica e científica uma possível colaboração com este índice de qualidade das cidades, ou mesmo em próximas revisões deste estudo, o próprio autor já está trabalhando em sua melhoria que poderá ser apresentada em próxima revisão. É importante notar que para cada cidade, relevo, e tipo de economia, a fórmula deverá ser ajustada e refinada, caso a caso, até se chegar em um denominador comum futuramente que sirva para todas as cidades. Para testar a hipótese deste conceito, a fórmula apresentada foi testada preliminarmente em uma pequena cidade fictícia com 10.000 mil habitantes. E a fórmula já nas variáveis iniciais apresentou claramente deficits em suas ofertas e demandas, mostrando claramente que a cidade estava superpovoada e acima de sua capacidade de suporte mínimo, inclusive dos serviços sociais mais básicos. Portando, se apresentando como uma cidade com alto desequilíbrio. Em tese, com este valor, a cidade estudada poderia já receber um índice, a ser alocado em uma tabela geral com todas as cidades. E com essa tabela geral, teríamos uma visão ampla da situação das cidades, de forma local e global da saúde de cada cidade em suas ofertas e demandas. Uma ferramenta de grande utilidade na administração de um país e de suas cidades, e com isso, medidas poderia ser realizada para evitar tragédias, salvaguardar o meio ambiente e equalizar as ofertas e demandas, com o uso inteligente do solo, e acima de tudo, evitar os riscos e salvar vidas e preservar o meio ambiente e servindo para busca por geração de empregos ou respeitando os espaços industriais.

### Discussão

Vivemos em um organismo vivo sofrendo o aquecimento global, e a sociedade vive nesse organismo baseado em água, alimentos, espaço, natureza, ambiente sanitário e econômico. Nesta organização é preciso um equilíbrio de sintonia fina na oferta e demanda de forma a manter tudo equalizado. Se há excessos em um ponto e falta em outro, é visível que ocorrerá desequilíbrio, incluíndo o pesar da

falta de empregos, e quando houver falta, há a formação de desequilíbrios e problemas sem fim. Considerando que esses excessos sempre ocorrem na parte mais vulnerável. Logo, a cidade que tiver um equilíbrio entre o número de pessoas, empregos, empresas, casas e meio ambiente, estaria em primeiro lugar na lista, cidades que tiverem excesso de empresas e empregos e preservação ambiental, também estaria no topo da lista. Porém, cidades com excesso de ocupação do solo e poucas empresas, unido a degradação ambiental, estariam no último lugar da lista. Apresentando assim, uma visão global do todo de uma cidade em um mundo complexo. E por se apresentar como uma fórmula que engloba precisamente os principais problemas de cada cidade, este índice tenta superar os demais índices em sua subjetividade e imprecisão, conforme já mencionado.

### Conclusão

Observamos no presente estudo que um índice que apresente o nível de ofertas e demandas e a qualidade das cidades é possível. Verificamos como resultado a geração preliminar desse indicador e como a matemática apresentada poderá ser purificada e ajustada precisamente a cada uma das variáveis indicadas e alimentadas por tecnologias de monitoramento em campo para a fórmula preliminar. Transformando as cidades em um campo aberto para experimentação dos conceitos científicos e novas tecnologias com o fim de um uso mais ecológico dos espaços e gerando meios para se evitar construções em áreas de risco. Este estudo focou nas evidências e casos mais globais que iustificam a necessidade dessa fórmula. Com este índice matemático preciso que alinhe e ajuste um valor de equalização para cada cidade será possível apresentar o equilíbrio e desequilíbrio atual de cidades em suas ofertas e demandas. E com um indicador neste nível. riscos e tragédias, inclusive poderão ser evitadas. Já que os cidadãos e administradores teriam em mãos a evidência de cada problema da cidade em números, ao mesmo tempo, um holofote seria lançado sobre os problemas e aos administradores que seriam focados nestes problemas indicados. Com análises em tempo real sobre as variáveis, como ofertas e demandas das cidades, econômico e social é possível preservar o meio ambiente e salvaguardar vidas ao se evitar construções em áreas de risco iminente. Portanto, ajustando o equilíbrio entre oferta e demanda das cidades mantendo o equilíbrio, além de abrir frente a um novo urbanismo baseado em ciência, tecnologia e engenharia ecológica nas cidades.

# Referências bibliográficas

AchoChi (1998). Human interference and environmental instability: addressing the environmental consequences of rapid urban growth in Bamenda, Cameroon - Department of Geography, University of Buea,

- Cameroon. *Environment and Urbanization*, vol. 10, 2, 161-174.
- Bega, E. A. (2003). *Instrumentação Aplicada ao Controle de Caldeiras* Interciência. Rio de Janeiro.
- Brook, B. W., Alonso, A., Meneley, D. A., Misak, J., Blees, T. and van Erp, J. B. (2014). Why nuclear energy is sustainable and has to be part of the energy mix. Sustainable Materials and Technologies, 1, 8-16.
- Ceballos, G., Ehrlich R. P., (2015). Accelerated modern human-induced species losses: Entering the sixth mass extinction. *Science advances*, 1(5), e1400253. DOI: https://doi.org/10.1126/sciadv.1400253
- Dybas, C. L. (2017). The Carnivores Come to Town. BioScience, 67(12), 1018-1025.

  DOI: https://doi.org/10.1093/biosci/bix126
- Eco U. (2015). *Número Zero*, Editora Record. Ed.7, ISBN: 8501104671.
- FESPSP FUNDAÇÃO ESCOLA DE SOCIOLOGIA E POLÍTICA DE SÃO PAULO (2004). *Relatório de impacto ambiental* - Trecho Sul Modificado.
- Fonseca, A. D. F. C. and Leite, F. (2016). Avaliação das metodologias de compensação ambiental utilizadas no licenciamento ambiental de cinco estados brasileiros Sustentabilidade em Debate Brasília, v. 7, n.º 1, 89-106.
  - DOI: https://doi.org/10.18472/SustDeb.v7n1.2016.17733
- Footprint (2018). Earth Overshoot Day. Disponívem em: https://en.wikipedia.org/wiki/Earth\_Overshoot\_Day
- Götsch. E. (1995). Homem e natureza: cultura na agricultura. Recife: Centro Sabiá.
- Hager, T. (2007). The Demon Under the Microscope: From Battlefield Hospitals to Nazi Labs, One Doctor's Heroic Search for the World's First Miracle Drug. Broadway Books.
- Hager, T. (2009). The alchemy of air: a Jewish genius, a doomed tycoon, and the scientific discovery that fed the world but fueled the rise of Hitler. Broadway Books.
- Hutz, C. S., & Arteche, A. X. (2005). Violência e Risco na Infância e Adolescência. Editora Casa do Psicólogo.
- Lathan G. R. (1876). A dictionary of the English Language
   Pg. 747 Volume I part II CORP IVY:12 DOER Digitalizado pelo Google.
- Lima, E. G. (2016). The Artificial Clould The Swarm Project Nuvem artificial O projeto enxame Tecnologia de iOT internet das coisas para Florestas. Disponível em: https://artificialclould.wordpress.com (acesso em 20 de novembro de 2019).

- Luna, Á., Romero-Vidal, P., Hiraldo, F. and Tella, J. L. (2018). Cities may save some threatened species but not their ecological functions. *PeerJ*, 6, e4908. DOI: https://doi.org/10.7717/peerj.4908
- Nova, F. V. P. V., Torres, M. F. A., and Coelho, M. P. (2015).
  Uso e ocupação da terra e indicadores ambientais de impactos negativos: baixo curso do Rio São Francisco, Estado de Alagoas, Brasil. Boletim de Geografia, 33(1), 1-14. DOI: 10.4025/bolgeogr.v33i1.22352
- ONU N. (2017). População mundial atingiu 7,6 bilhões de habitantes - ONU News - Disponível em: https://news. un.org/pt/story/2017/06/1589091-populacao-mundialatingiu-76-bilhoes-de-habitantes (acesso: 06-2020).
- OSHA OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH ADMINISTRATION (2006). Electrostatic Precipitator US Department of Labor US government, URL: https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=File:Electrostatic\_p.jpg
- Pixnio (2019). Industrial chimney. Image over public domain (CCO). Disponível em: https://pixnio.com/free-images/2019/02/18/2019-02-18-10-17-46-1200x900.jpg (acesso: 01-06-2020).
- Ramires J.Z.S., Mello-Théry N. A. (2018). Uso e ocupação do solo em São Paulo, alterações climáticas e os riscos ambientais contemporâneos Confins [Online], 34 | 2018 DOI: https://doi.org/10.4000/confins.12779
- Russo A., Cirella T. Giuseppe (2018). Modern Compact Cities: How Much Greenery Do We Need? - Int J Environ Res Public Health, 15(10). DOI: https://doi.org/10.3390/ijerph15102180
- Schweitzer A. (2019). Respect et responsabilité pour la vie França Editora Arthaud.
- Sulston, J., Rumsby, M. and Green, N. (2013). People and the Planet. *Environmental and Resource Economics*, 55(4), 469-474.

  DOI: https://doi.org/10.1007/s10640-013-9681-8
- Temple S. A. (1977). The Dodo and the Tambalacoque Tree
   Science 30 Mar 1979: Vol. 203, Issue 4387, 1364 p.
  DOI: https://doi.org/10.1126/science.424762
- USA G. (1987). Reverse-Jet Baghouse. Department of Labor Public Domain. Disponível em: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Reverse-Jet\_Baghouse.png (acesso: 09-2019).
- Wackernagel. M., (1994). Ecological footprint and appropriated carrying capacity: a tool for planning toward sustainability - UBC The University of British Columbia - Open Collection. DOI: https://doi.org/10.14288/1.0088048
- Weisman A., (2014). Contagem Regressiva: A nossa última e melhor esperança para um futuro na terra, Editora Leya.

# RISCOS

# territorium 29 (I), 2022, 59-66

journal homepage: https://territorium.riscos.pt/numeros-publicados/DOI: https://doi.org/10.14195/1647-7723\_29-1\_5
Artigo científico / Scientific article



# FIRE HAZARD FORECAST BY THE REGIONAL CLIMATE CHANGE PROJECTION USING THE ETA MODEL: A CASE STUDY IN BAHIA, BRAZIL\*

PREVISÃO DE RISCO DE INCÊNDIO PELA PROJEÇÃO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS REGIONAIS USANDO O MODELO ETA:

UM ESTUDO DE CASO NA BAHIA, BRASIL

Rodrigo Rudge Ramos Ribeiro

Getulio Vargas Foundation (Brazil)
ORCID 0000-0002-3198-1679 rodrigo.rudge@fgv.br

Miguel Angel Trejo-Rangel

National Institute for Space Research (Brazil)
ORCID 0000-0003-1734-1656 miguel.rangel@inpe.br

Samia Nascimento Sulaiman

Federal University of ABC, Risk Management Laboratory (Brazil) 0000-0002-2789-2286 samia.s@ufabc.edu.br

### **ABSTRACT**

This article proposes a method for predicting fire occurrence, considering regional climate change projection using the Eta model, with a 20 km resolution, for the RCP4.5 and RCP8.5 scenarios. Fire occurrence in the state of Bahia was calculated as a function of the three main sensitivity factors on a daily time-scale: days without precipitation, precipitation, and maximum temperature. Historical fire occurrences from 1998 to 2018 and meteorological data from 1960 to 2018 were obtained from official institutes, and weather forecast parameters from 2018 to 2050 were downscaled from the web platform PROJETA. The correlations between the meteorological factors and fire occurrence were calculated for the historical data and a weight factor corresponding to a control simulation. Afterwards, a correction factor was determined, based on the historical fire occurrence data used for the forecast in the two scenarios. The results indicate that between 2018 and 2050, risk of fire will have an average increase of 27% at the RCP4.5 and 38% at the RCP8.5 scenario.

**Keywords:** Forecast modelling, fire occurrence, natural hazards, climate change.

### **RESUMO**

Este artigo propõe uma metodologia de previsão de ocorrência de incêndios, considerando a projeção de mudanças climáticas regionais utilizando o modelo Eta, com resolução de 20 km, para os cenários RCP4.5 e RCP8.5. A ocorrência de incêndios, no estado da Bahia, foi calculada em função dos três principais fatores de sensibilidade em uma escala temporal diária: dias sem precipitação, precipitação e temperatura máxima. Ocorrências históricas de incêndios de 1998 a 2018 e dados meteorológicos de 1960 a 2018 foram obtidos de institutos oficiais, e os parâmetros de previsão meteorológica de 2018 a 2050 foram reduzidos da plataforma web PROJETA. As correlações entre os fatores meteorológicos e a ocorrência de incêndios foram calculadas para os dados históricos e um fator de peso correspondente para uma simulação de controle. Posteriormente, foi determinado um fator de correção, com base nos dados históricos de ocorrência de incêndios utilizados para a previsão nos dois cenários. Os resultados indicam que entre 2018 e 2050, o risco de incêndio terá um aumento médio de 27% no cenário RCP4.5 e 38% no cenário RCP8.5.

Palavras-chave: Modelagem de previsão, ocorrência de incêndio, riscos naturais, mudança climática.

<sup>\*</sup> The text of this article corresponds to a paper presented at the V International Congress on Risks, having been submitted on 01-10-2020, subject to peer review on 26-10-2020 and accepted for publication on 30-11-2020. This article is an integral part of the Territorium journal, n.° 29 (I), 2022, °Riscos, ISSN: 0872-8941.

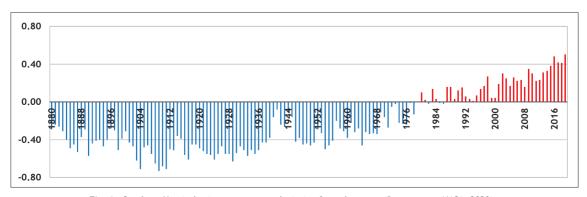
### Introduction

Wildland fire is, in many cases, an essential ecosystem component that ensures the sustainability of its processes and communities. Wildland fire plays a key role as an environmental filter, selecting for species and their traits, and shaping ecosystems' communities (Aponte et al., 2016). However, when there are changes in climate alone, they may have the potential to alter the distribution of vegetation types within the region, and climate-driven shifts in vegetation distribution are likely to be accelerated when coupled with standreplacing fire (Hurteau et al., 2014). Also, it has been shown that the frequency and intensity of wildland fires increase over the coming decades. Then, efforts to fully understand the implications of this growth will assist decision-and policy-makers to develop a more comprehensive understanding of the impact of them, and therefore the benefits of reducing the incidence of fires through GHG mitigation (Lee et al., 2015).

According to the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), climate change will likely increase the global risk of extreme fire events (Stocker et al., 2013). Throughout the century, situations of hot winds and even hotter anticyclonic events will arise and increase, resulting in an increase of the potential of large fire events (Duane et al., 2019). In general, climate conditions are a fundamental driver of fire spread, and fire patterns are strongly sensitive to regional climate variability and (Silva et al., 2016; Eugenio et al., 2019). According to what is registered by NASA (2020) between 1980-2019, the mean temperature of land and ocean surface in the Southern Hemisphere indicates a tendency of temperature increase. The surface temperature in 2019 was around 0.50 degrees Celsius warmer than in the previous three decades, making it the hottest year in history (fig. 1). Temperature anomalies indicate how much warmer or colder it is than the normal average over the period of 1951-1980. Scientists expect global mean surface temperatures to increase an additional 0.3-0.7 degrees Celsius from 2016-2035 (Pachauri et al., 2014).

Fires primarily occur after prolonged dry spells where the air temperature is high and climate change will produce conditions more conducive to severe fires (Stephens et al., 2020). Dry vegetation can then be easily ignited, starting a wildfire that quickly spreads out of control with strong winds. Most fires near populated areas are caused by human activity, while a smaller portion occur naturally because of lightning events. Alongside accidental fires, a significant number are also started deliberately. For the risk hotspot regions, models can be used to estimate occurrence of these events. However, because of several man-made and natural factors, modelling this risk is complex and influenced by subjective assessments. The risk is especially high in climate zones where there is enough rainfall to allow vegetation to flourish part of the time, yet also have long periods of warm weather with little precipitation. Under these conditions, plants gradually dry out and become highly flammable. This has been reported in different regions of the world like Asia, North America, Europe, and the United States (Liang et al., 2017; Duane et al., 2019; Halofsky et al., 2020; Stephens et al., 2020; Vilà-Vilardell et al., 2020).

Brazil is exposed to a variety of natural hazards, such as droughts and excessive rainfalls, which are the most frequent and damaging events. Fire is one of the most important types of disturbance affecting forest landscape ecosystems, especially in semiarid biomes and grassland. There are some locations in Brazil, such as Mato Grosso State, which a large part of its area (55.06%) is under high to extreme risk of fires (Mota el al. 2019) or Sorocaba in the São Paulo State, where 69 fires were recorded from January 1st, 2005 to December 31st, 2016 (Ziccardi et al., 2018). Fire corresponds to the classification of disasters related to the intense reduction of water precipitation. This phenomenon can occur due to natural causes as well as human actions, such as climatic and environmental factors, which are decisive for increasing the rate of fires. The frequency and distribution of fires in Brazil are strongly associated with climatic conditions; the increase in temperature and changes in seasonal and annual rainfall have a large influence on fire occurrence



 $\textbf{Fig. 1-} Southern\ Hemispheric\ temperature,\ deviation\ from\ the\ mean\ (Data\ source:\ NASA,\ 2020).$ 

Fig. 1 - Temperatura do hemisfério sul, desvio da média (Fonte dos dados: NASA, 2020).

(Benfica, 2019). The historical analysis of fire occurrence in Brazil, between 1998-2019, reveals that 2007 was the year with the most fires, occurring most during August and September. During this period Brazil had a total of 393,915 fires (fig. 2).

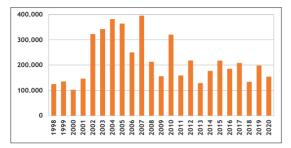


Fig. 2 - Historical fire occurrence in Brazil - number of fires (Data source: INPE, 2020).

Fig. 2 - Histórico de ocorrência de fogos no Brasil - número de focos de incêndio (Fonte dos dados: INPE, 2020).

The analysis fire occurrence distribution over Brazilian states between 1998-2019, indicates that fires had spread over every state (fig. 3). The state of Bahia had 5,6% of the cases, and in the Amazon Biome region, fire represented 69% of all national cases. The dimensions of vulnerability that make up the risk of disasters associated with forest fires are complex and diverse, presenting features that involve economic, political and institutional factors, in Brazil the impact measurement is underestimated (Anderson *et al.*, 2019).

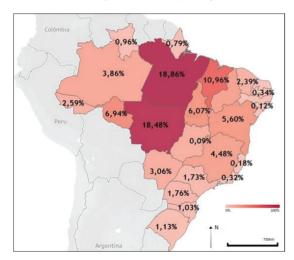


Fig. 3 - Distribution of fires in Brazil between 1998-2019 - % of the number of fires (Data source: INPE, 2020).

Fig. 3 - Distribuição de incêndios no Brasil entre 1998-2019 - % do número de focos de incêndio (Fonte dos dados: INPE, 2020).

The climate models are useful to help understand how the Earth's climate is changing, while also anticipating natural and human-driven variations on a global scale in the future. However, climate model's coarse scale limits the

study of finer-scale processes, as is the case of fire. In this regard, a strong effort has been made by the scientific community to provide refined information about future climate using Regional Climate Models (RCMs).

The present study aims to assess the future fire hazard in the Brazilian state of Bahia, using a correlation index of meteorological aspects and fire occurrence in a regional regime. For this purpose, a regional downscaling of meteorological aspects was made by the PROJETA platform of the regional model. An assessment of the two RCM models has been calculated to indicate the fire risk change over a Brazilian region between 2018 and 2050.

## Study Area

Most of the fires in Brazil that occur in the North and Northeast regions represent approximately 70% of the cases of the whole country. The analysis in the present study focuses on the Brazilian state of Bahia, in the Northeast region, and has a land area of 565,733 km<sup>2</sup> (IBGE, 2020). This region has tropical humidity, rainy tropical, and hot arid climates; with an average annual temperature of 27.8°C and average annual rainfall of 846 mm. This area is also a hotspot of extreme high temperatures, with a high risk of fire occurrence in Brazil, especially the region of the Chapada Diamantina located in the center of the state. Chapada Diamantina occupies about 10% of the state's territory and has an average annual maximum temperature of 29.9°C and average annual rainfall of 1,128mm (INMET, 2020). Contains some of its highest elevations, most of it above 500 metres. The analysis of fire occurrence in Bahia state, indicates that from the 417 municipalities, only 13% of them were affected by fires (CEPED, 2013). These municipalities are located in central region of the state, which is also the Chapada Diamantina region (fig. 4), where a tendency of an increased number of fires is observed. This is most likely related to climate aspects and the human occupation around the National Park of Chapada Diamantina (Rodrigues et al., 2011).

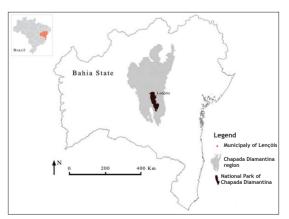


Fig. 4 - Study area of Bahia in Brazil

Fig. 4 - Área de estudo da Bahia no Brasil.

According with Torres *et al.* (2017), one of the factors that explain the fire occurrence is the land decline, being as higher the slop e of the terrain. The Chapada Diamantina National Park (PNCD), an integral protection unit, suffers recurrent fires and represent the highest number of fires recorded among the federal integral conservation units (dos Santos *et al.*, 2020; Franca-Rocha *et al.*, 2017).

Every year the region of Bahia suffers from a large number of forest fires, which devastates the local fauna and flora. Forest fires are common in Bahia during the dry season, which runs from July to October. They can be caused by natural reasons (e.g. lightning) or human activities caused accidentally (carelessness) or intentional (actions by arsonists) (Lacerda, 2013). An analysis of the number of fire occurrences in the study area indicates that, between 2004-2009, 73.6% had no determined causes; among those whose causes were known, approximately 13% are attributed to natural phenomena and 87% due to anthropic actions (Rodrigues et al., 2011). Fire can be also used in a controlled practice in agriculture, which despite involving destruction, the burning of vegetation is an important way of land preparation for sowing and planting or for renewing pastures. This controlled practice is responsible for 37% of the number of fire occurrence in the Bahia state and 97% Chapada Diamantina National Park (PNCD) between 2019-2017, according to the data from the PREVEFOGO (National Center for the Prevention and Fighting of Forest Fires), which is linked to IBAMA, responsible for monitoring and fighting fires in conservation units in Brazil.

The official figures from National Institute for Space Research (INPE) show that, between 1998 and 2018, in Bahia, the forest fires recorded in average by year was 12,618. The fire that occurred in 2008 at the National Park of Chapada Diamantina, was located at the center of Bahia (photo 1). The 41% (638.4 km²) of the park's area was affected by the fire (Mesquita *et al.*, 2011).



Photo 1 - Wildfire in the National Park of Chapada Diamantina in 2008 (Source: Lençóis Voluntary Brigade).

Fot. 1 - Incêndio florestal no Parque Nacional da Chapada Diamantina em 2008 (Fonte: Brigada Voluntária de Lençóis).

# Methodological approach

The method is focused on fire hazard occurrence by quantitative and qualitative data analysis from four sources: (i) historical fire occurrence between 1998 and 2018 for the Bahia state; (ii) historical meteorological data between 1960 and 2018 for the Bahia state; (iii) meteorological forecast data between 2018 and 2050 for the Bahia state; and (iv) qualitative data collection of the occurrence in the Chapada Diamantina region with fire combatants and local authorities. The qualitative data was collected by the authors in locu during 2018 with interviews on the fire occurrence. The quantitative data was using monthly meteorological parameters and after presented in annual values for analysis. The fire hazard change was measured by comparing the impact of the RCP 4.5 and RCP 8.5 scenarios on fire occurrence. The Representative Concentration Pathway (RCP) is a greenhouse gas concentration trajectory used for climate modelling and research for the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) fifth Assessment Report (AR5). The two RCP select consider an intermediate and business as usual scenario.

The meteorological forecast used the Eta Model with a 20 km resolution. The Eta Model is a state-of-the-art atmospheric model used for research and operational purposes. The model is a descendent of the earlier HIBU (Hydrometeorological Institute and Belgrade University) model. Over the years, it has been improved by researchers from the Center for Weather Forecasting and Climate Studies (CPTEC) of the National Institute for Space Research (INPE) from Brazil (Chou *et al.*, 2005; 2012). The Eta Model is based on the vertical coordinate, sensitive to mountain areas, which makes the coordinate suitable for studies in steep topographic regions such as the Andes in South America (Brito *et al.*, 2019).

The historical fire occurrence between 1998 and 2018 was obtained at the National Institute for Space Research (INPE) of Brazil (INPE, 2020). The historical meteorological data from 1960 to 2018 was obtained by the Meteorological Institute (INMET) of Brazil, specifically by the meteorological station placed in the municipality of Lençóis, located in the center of Bahia State, at an altitude of 438 m, latitude 12°33′56″S, and longitude 41°24'38"W. The meteorological forecast data from 2016 to 2050 was generated using the PROJETA platform from the Brazilian Weather Prevision Center and Climate Studies (CPTEC) and INPE (Chou et al., 2014a Chou et al., 2014b, Lyra et al., 2018). The downscaling was made using the global model MIROC5 (Model for Interdisciplinary Research on Climate), with a resolution of 20 km in the scenarios RCP4.5 and RCP8.5, for the 2006-2050 (forecast).

The method is centered on fire hazard occurrence based on modelling simulations of meteorological data from days without precipitation, precipitation, and maximum temperature. The fire occurrence forecast was obtained from the equation function of meteorological projections data, past fire occurrence, and past meteorological data. The method is divided into five calculation steps as described below:

 Firstly, the annual correlations between the historical fires' occurrence and meteorological historical data between 1998 and 2018 (Equation 1) was calculated.

Correlation 
$$_{i}(x, y_{i}) = \sum (x - x') (y_{i} - y_{i}') / (f(x - x')^{2} (y_{i} - y_{i}')^{2})$$

x = fire occurrence

y, = meteorological data

The correlations were calculated between the two indexes to access annual variability. The statistical evaluations consider the relationship between a dependent (fire occurrence) and an independent variable (meteorological data) to calculate the determination coefficient.

Secondly, based on historical data, for each correlation factor and the equation for fire occurrence (Equation 3) using a matrix method for three variables, the correspondent weight factor (α, β, μ) was calculated (Equation 2).

Weight factor, = 
$$C_1 / \sum (C_1 + C_2 + C_3)$$

• Thirdly, the historical fire occurrence was calculated while considering three main sensitive historical meteorological factors: days without precipitation (positive relation), precipitation (negative relation), and maximum temperature (positive relation) between 1998 and 2018 (Equation 3).

Fire occurrence Historical = 
$$\sum f(\alpha * C_1 - \beta * C_2 + \mu C_3)$$

C<sub>1</sub> = correlation with days without precipitation

 $\alpha$  = correspondent weight factor

C <sub>a</sub> = correlation with precipitation

B = correspondent weight factor

C 3 = correlation with maximum temperature

 $\mu$  = correspondent weight factor

 Fourthly, in order to calculate a correction factor for each scenario, a control simulation was developed, and the results were equated with the real historical fire occurrence data and fire forecast from 2006 to 2018 (Equation 4).

Correction factor ; = median (historical number of fire occurrence / projection number of fire occurrence)

 Finally, the average of the correction factors was used for the forecast in the two scenarios RCP4.5 and RCP8.5 between 2018 and 2050 (Equation 5).

Fire occurrence  $_{\text{Forecast}} = \sum (\text{Fire occurrence}_{\text{Historical}}) * \text{correction factor}$ 

The climate impact on fire risk results from the interaction between climate-related hazards (including hazardous events and trends) and the vulnerability and exposure of human and natural systems. A risk associated with climate depends of two main factors: vulnerability and exposure (IPCC, 2012). Therefore, this is the very first analysis, which is based on comparing the RCP 4.5 and RCP 8.5 scenarios and the assumption that the other aspects will not change until 2050, in order to forecast fire hazards.

The Representative Concentration Pathways (RCPs) of IPCC are scenarios that include time series of emissions and concentrations of the full suite of greenhouse gases (GHGs), aerosols, chemically active gases, and land use/land cover (Moss *et al.*, 2008). The word representative signifies that each RCP provides only one of many possible scenarios that would lead to the specific radiative forcing characteristics.

Simulations were performed in the Bahia region over South America. The downscaling was done of monthly values of maximum surface temperature, days without precipitation, and precipitation that were all extracted from the selected study area considering two scenarios simulations: RCP4.5 and RCP8.5 performed for the years 2018-2050, these are:

- RCP4.5 an intermediate stabilization pathway in which radiative forcing is stabilized at approximately 4.5 Wm<sup>-2</sup> and 6.0 Wm<sup>-2</sup> after 2100 (the corresponding ECPs assuming constant concentrations after 2150);
- RCP8.5 one high pathway for which radiative forcing reaches levels greater than 8.5 Wm<sup>-2</sup> by 2100 and continues to rise for some amount of time (the corresponding ECP assuming constant emissions after 2100 and constant concentrations after 2250).

### Web platform PROJETA

The web platform PROJETA, which is an acronym for "Projections of climate change for South America downscaled by the Eta model", was built to automatically access, prepare, and make the dataset of the downscaling climate change scenarios available to users. These projections are based on global climate downscaling models carried out by the Eta Model at CPTEC/INPE. The PROJETA project is a partnership between CPTEC/INPE and the University of Passo Fundo, promoted by the Brazilian Ministry of the Environment and funded by the German agency Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit.

The premise of PROJETA is the automatization of the extraction process and the availability of data from regionalized climate projections for Brazil. This allows broad and unrestricted access to various available climate parameters and aims to meet access demands for climate projection data, treated and compatible with sectoral analysis programs and platforms. To obtain data on the web platform, the authors first choose the model RCP and climate scenario 4.5 and 8.5 with a resolution 20km. Afterwards, frequency selection is done to the database daily, through 2018-2050, using more than 30 years for this

analysis. Later, the variables (days without precipitation; precipitation; maximum temperature) were selected. Finally, the area of interest of analysis is selected, in this case the state of Bahia. The generated data was then sent by PROJETA to the authors. The data received was statistically treated to allow the analysis.

### Results and discussion

The quantitative results of historical fire data analysis, taken between 2004 and 2018, indicate that according to the INPE, the fire occurrence in the Bahia state was an average of 13,506 outbreaks cases by year; the year 2007 being the maximum record of cases with 29,468 cases and a minimum in 2018 with 4.956 cases. This is a fact that may further stress many ecosystems and human communities (Stephens et al., 2020). Therefore, it is of particular importance to anticipate altered disturbance behaviour so that impacts on rural and natural-resources dependent livelihoods can be minimized (Vilà-Vilardell et al., + 2020). The statistical analysis of forest fire causes in the period of 1998 to 2002 in the state of Bahia, showed that the leading fire causes are incendiary (46%), followed by undetermined causes (27%), and pasture management (14%). The other associated events are forest operations (6%), miscellaneous (4%), lightening (2%), and smokers (1%) (Santos, 2004). The results of the qualitative data indicated the fire occurrence is mainly related to climate conditions (drought and with high temperatures), associated with some human activities caused accidentally (e.g. road accident) or intentional (e.g. manage pastures).

### Forecast of fire occurrence

The results of the fire occurrence forecast indicate an average increase of 27% at the RCP4.5 and an increase of 38% RCP8.5 scenario for the state of Bahia (fig. 5). The historical data shows a decrease of events, which may be related to climate and public policy factors such as the creation of the program Bahia Without Fire in 2010 (SEMA, 2020).

### Evolution of fire hazard

The results indicate that, fire occurrence is observed and increasing, overall the fire hazard had a significant increase of 21% comparing the RCP 4.5 and RCP 8.5 scenarios in the state of Bahia (this value was calculated considering the total sum of the annual difference of fire occurrence). In 2033, the maximum increase of 166% is observed (fig. 6).

### Conclusions

The analysis of the scenarios was able to reproduce the main meteorological patterns and historical data on a regional scale that allowed the evaluation of the sensitivity of fire hazard changes expected until 2050, which would increase over time and could be used in the future for assessing a complete risk assessment. This study shows a systematic increase in the fire hazard that is observed in the Brazilian region of Bahia. Therefore, the method chosen seems to be appropriate since it allowed the authors to obtain results using available tools for downscaling data on a

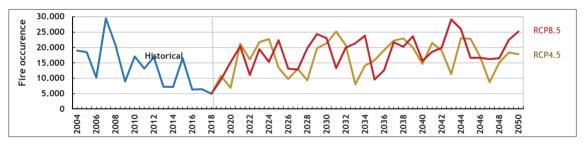


Fig. 5 - Annual fire occurrence from 2004-2018, and forecast at the RCP4.5 and RCP8.5 scenarios in the state of Bahia for 2018-2050 (Data source: PROJETA, 2020).

Fig. 5 - Ocorrência histórica de incêndios (2004-2018) e previsão nos cenários RCP4.5 e RCP8.5 no estado da Bahia (2018-2050) (Fonte dos dados: PROJETA, 2020).

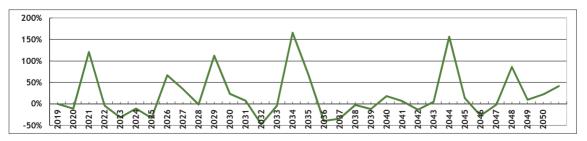


Fig. 6 - Fire hazard analysis comparing the two forecast simulations for the RCP4.5 and RCP8.5 scenarios in the state of Bahia (2018-2050 (Data source: PROJETA, 2020).

Fig. 6 - Análise de risco de incêndio comparando as duas simulações de previsão no cenário RCP4.5 e RCP8.5 5 no estado da Bahia (2018-2050) (Fonte dos dados:PROJETA, 2020).

regional scale. However, it is important to mention that the method does not consider variables such as public policies and other political decisions, which may influence the occurrence of fires in Bahia. However, the three climate variables and the web tool PROJETA enables the support of further risk assessments to propose and implement public policies for reducing fire hazards. To improve the fire forecast modelling, it is necessary to have more fire data available, since there is only data from 1998. According to INPE, the data from 1992 to 1997 is not provided as they are not compatible with current data (from 1998) that uses a different statistics treatment. However, as the result graphs indicated upward and downward peaks of fire outbreaks, a circular variation of the intensification and reduction period of the fires can be shown by 2050. Thus, it can help the planning and monitoring of related mitigative and preventative actions.

### Bibliographic references

- Allwood, J. M., V., Bosetti, N. K., Dubash, L., Gómez-Echeverri, C., von Stechow (2014). Glossary. In: Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel and J.C. Minx (eds.)]. Cambridge University Pres, 34 p.
- Anderson, L. O., Marchezini, V., Morello, T. F., Cunningham, C. A. (2019). Modelo conceitual de sistema de alerta e de gestão de riscos e desastres associados a incêndios florestais e desafios para políticas públicas no Brasil. *Territorium*, 26(I), 43-61.
  - DOI: https://doi.org/10.14195/1647-7723\_26-1\_4
- Aponte, C., de Groot, W. J., Wotton, B. M. (2016). Forest fires and climate change: causes, consequences, and management options. *International Journal of Wildland Fire*, 25(8), i-ii.
- Benfica, N. S. (2019). Occurrence of Burning in Chapada Diamantina (Master Dissertation). Southwest Bahia State University, 40 p.
- Brito, A. L., Veiga, J. A. P., Correia, F. W., Capistrano, V. B. (2019). Avaliação do Desempenho dos Modelos HadGEM2-ES e Eta a partir de Indicadores de Extremos Climáticos de Precipitação para a Bacia Amazônica. Revista Brasileira de Meteorologia, 34(2), 165-177
- BVL BRIGADA VOLUNTÁRIA DE LENÇÓIS (VOLUNTARY BRIGADE FROM LENÇÓIS) Chapada Diamantina Bahia. Available in: http://brigadavoluntariadelencois.blogspot.com (access in: 12 of September 2019).
- CEPED CENTRO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM ENGENHARIA E DEFESA CIVIL (2013). Desastres naturais. Estado da

- Bahia Atlas. In: Atlas brasileiro de desastres naturais: 1991 a 2012 / Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. 2. ed. rev. ampl., 137 p.
- Chou, S. C., Bustamante, J. F., Gomes, J. L. (2005). Evaluation of Eta Model seasonal precipitation forecasts over South America. *Nonlinear Processes in Geophysics*, (12): 537-555.
- Chou, S. C., Marengo, J. A., Lyra, A. A., Sueiro, G., Pesquero, J. F., Alves, L. M., ..., Tavares, P. (2012). Downscaling of South America present climate driven by 4-member HadCM3 runs. *Climate Dynamics*, (38): 635-653.
- Chou, S. C, Lyra, A., Mourão, C., Dereczynski, C., Pilotto,
  I., Gomes, J., Bustamante, J., Tavares, P., Silva,
  A., Rodrigues, D., Campos, D., Chagas, D., Sueiro,
  G., Siqueira, G., Nobre, P., Marengo, J. (2014a).
  Assessment of climate change over South America under RCP 4.5 and 8.5 downscaling scenarios.
  American Journal of Climate Change, 3(05), 512.
- Chou, S. C, Lyra, A., Mourão, C., Dereczynski, C., Pilotto, I., Gomes, J., Bustamante, J., Tavares, P., Silva, A., Rodrigues, D., Campos, D., Chagas, D., Sueiro, G., Siqueira, G., Marengo, J. (2014b). Evaluation of the Eta simulations nested in three global climate models. *American Journal of Climate Change*, 3(05), 438.
- Duane, A., Aquilué, N., Canelles, Q., Morán-Ordoñez, A., De Cáceres, M., Brotons, L. (2019). Adapting prescribed burns to future climate change in Mediterranean landscapes. Science of the Total Environment, 677, 68-83.
- Eugenio, F. C., dos Santos, A. R., Pedra, B. D., Pezzopane, J. E. M., Mafia, R. G., Loureiro, E. B., Saito, N. S. (2019). Causal, temporal, and spatial statistics of wildfires in areas of planted forests in Brazil. *Agricultural and Forest Meteorology*, 266, 157-172.
- Franca-Rocha, W. J. S., Santos, S. M. B., Goncalves, A. J. B., Ferreira-Leite, F. (2017). Are There Mega Fires in Brazilian Savannas? The National Park of Chapada Diamantina Case (Bahia, Brazil) In: António José Bento Gonçalves; António Avelino Batista Vieira; Maria Rosário Melo Costa; José Tadeu Marques Aranha. (Org.). Wildfires: Perspectives, Issues and Challenges of the 21st Century. Hauppauge, NY.
- Halofsky, J. E., Peterson, D. L., Harvey, B. J. (2020). Changing wildfire, changing forests: the effects of climate change on fire regimes and vegetation in the Pacific Northwest, USA. Fire Ecology, 16(1), 4.
- Hurteau, M. D., Bradford, J. B., Fulé, P. Z., Taylor, A. H., Martin, K. L. (2014). Climate change, fire management, and ecological services in the southwestern US. Forest Ecology and Management, 327, 280-289.
- IBGE BRAZILIAN INSTITUTE OF GEOGRAPHY AND STATISTICS (2020). *Panorama of cities*. Available in: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/panorama

- IBAMA BRAZILIAN INSTITUTE OF THE ENVIRONMENT AND RENEWABLE NATURAL RESOURCES (2020). National Fire Information System. Available in: http://siscom.ibama.gov.br/sisfogo/ (access in 10/11/2020).
- INMET METEOROLOGICAL INSTITUTE OF BRAZIL (2020).
  Meteorological Data. Available in: http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep (access in: 05 of September 2019).
- INPE NATIONAL INSTITUTE FOR SPACE RESEARCH (2020). *Fire occurrence data*. Available in: http://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/bdqueimadas/ (access in: 28/09/2020).
- IPCC INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (2012).

  Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to
  Advance Climate Change Adaption: A Special Report
  of Working Groups I and II of the Intergovernmental
  Panel on Climate Change (FIELD, C. et al. orgs.).
  Cambridge; New York: Cambridge University Press.
- Lacerda, F. (2013). Prevenção e monitoramento de incêndios florestais em terras indígenas: programa de capacitação em proteção territorial. Brasília: FUNAI/GIZ, 96 p. Ilust.
- Lee, C., Schlemme, C., Murray, J., Unsworth, R. (2015). The cost of climate change: Ecosystem services and wildland fires. *Ecological Economics*, *116*, 261-269.
- Liang, S., Hurteau, M. D., Westerling, A. L. (2018). Largescale restoration increases carbon stability under projected climate and wildfire regimes. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 16(4), 207-212.
- Lyra, A., Tavares, P., Chou, S. C., Sueiro, G., Dereczynski, C. P., Sondermann, M., Silva, A., Marengo, J., Giarolla, A. (2018). Climate change projections over three metropolitan regions in Southeast Brazil using the non-hydrostatic Eta regional climate model at 5-km resolution. *Theoretical and applied climatology*, 132(1-2), 663-682.
- Mesquita, F. W., Lima, N. R. G. L., Gonçalves, C. N., Berlinck, C. N., Lintomen, B. S. (2011). Histórico dos incêndios na vegetação do Parque Nacional da Chapada Diamantina, entre 1973 e abril de 2010, com base em imagens Landsat. *Biodiversidade Brasileira-BioBrasil*, (2), 228-246.
- Mota, P. H. S., da Rocha, S. J. S. S., de Castro, N. L. M., Marcatti, G. E., de Jesus França, L. C., Schettini, B. L. S., dos Santos, A. R. (2019). Forest fire hazard zoning in Mato Grosso State, Brazil. Land Use Policy, 88, 104206.
- NASA. GISS SURFACE TEMPERATURE ANALYSIS. Available in: https://data.giss.nasa.gov/gistemp/graphs/customize.html (access in: 27 of September 2020).
- Pachauri, R. K., Allen, M. R., Barros, V. R., Broome, J., Cramer, W., Christ, R., ..., Dubash, N. K. (2014). Climate change 2014: Synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPPC), 151 p.

- PROJETA PROJEÇÕES DE MUDANÇA DO CLIMA PARA A AMÉRICA DO SUL REGIONALIZADAS PELO MODELO ETA (*PROJECTIONS OF CLIMATE CHANGE FOR SOUTH AMERICA REGIONALIZED BY THE ETA MODEL*). Available in: https://projeta.cptec.inpe.br (access in: 15 of September 2019).
- Rodrigues, R. P., Borges, E. F., Francarocha, W. (2011). Identificação das zonas de ocorrência de incêndios no Parque Nacional da Chapada Diamantina-BA. In: Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto-SBSR, Curitiba, Brasil, 30, 8043-8050.
- Santos, J. (2004). Estatísticas de incêndios florestais em áreas protegidas no período de 1998 a 2002. 76 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- Santos, S. M. B. dos, Bento-Gonçalves, A., de Mello Baptista, G. M., de Santana Leite, C. C. S. (2020). Characterization of severity in fires that occurred in 2015 at the Chapada Diamantina National Park. *Biodiversidade Brasileira*, 10(1), 73.
- SEMA BRAZILIAN SECRETARY OF ENVIRONMENT FOR THE BAHIA STATE (2020). Bahia without fire. Available in: http://www.meioambiente.ba.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=410 (access in: 10 of September 2020).
- Silva, P., Bastos, A., DaCamara, C. C., Libonati, R. (2016). Future projections of fire occurrence in Brazil using EC-Earth climate model. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 31(3), 288-297.
- Stephens, S. L., Westerling, A. L., Hurteau, M. D., Peery, M. Z., Schultz, C. A., Thompson, S. (2020). Fire and climate change: conserving seasonally dry forests is still possible. Frontiers in Ecology and the Environment, 18(6), 354-360.
- Stocker, T. F., Qin, D., Plattner, G. K., Tignor, M., Allen, S. K., Boschung, J., ..., Midgley, P. M. (2013). Climate change 2013: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 33-118.
- Torres, F. T. P., Roque, M. P. B., Lima, G. S., Martins, S. V., e de Faria, A. L. L. (2017). Mapeamento do risco de incêndios florestais utilizando técnicas de geoprocessamento. Floresta e Ambiente, 24, e00025615.
- Vilà-Vilardell, L., Keeton, W. S., Thom, D., Gyeltshen, C., Tshering, K., Gratzer, G. (2020). Climate change effects on wildfire hazards in the wildland-urbaninterface-Blue pine forests of Bhutan. Forest Ecology and Management, 461, 117927.
- Ziccardi, L. G., Thiersch, C. R., Yanai, A. M., Fearnside, P. M., Ferreira-Filho, P. J. (2020). Forest fire risk indices and zoning of hazardous areas in Sorocaba, São Paulo state, Brazil. *Journal of Forestry Research*, 31(2), 581-590.

# territorium 29 (I), 2022, 67-75

RISCOS

journal homepage: https://territorium.riscos.pt/numeros-publicados/DOI: https://doi.org/10.14195/1647-7723\_29-1\_6
Artigo científico / Scientific article



### **ECOSYSTEM DYNAMICS AFTER FOREST FIRE. BLIDEEN ATLAS CASE\***

DINÂMICA DOS ECOSSISTEMAS APÓS INCÊNDIOS FLORESTAIS. O CASO DE BLIDEEN ATLAS

### Melouani Naziha

Kadik Leila

Houari Boumediene University of Science and Technology Faculty of Biological Sciences (Algeria) ORCID 0000-0002-3108-8530 nazihamelouani@yahoo.com Houari Boumediene University of Science and Technology Faculty of Biological Sciences (Algeria) ORCID 0000-0002-8536-5783 Lkadik@yahoo.fr

### **ABSTRACT**

Human disturbances affect the majority of terrestrial ecosystems. The radical changes in the behaviour of ecological systems, partial or total destruction of plant biomass, often with the death of fundamental entities. Of these disturbances, fires affect many terrestrial ecosystems, particularly forests, by changing their floristic composition, their structure and their functioning; the global average annual forest area burned is estimated at 65 million ha. The Mediterranean basin, a hotspot, annually loses between 0.5 and 1 million hectares of forest. In Algeria, the annual average of areas destroyed by fire is between 45,000 and 50,000 ha. Our work set out to study the changes in the plant coverage of the land one year after the passage of fire. We studied the effects at the floristic, ecological and dynamic level in a forest ecosystem located in the north of Algeria (Atlas Blideen). The phytoecological inventory of vegetation (74 surveys, 162 species) was carried out from subjective sampling. To highlight the different groupings in the study area, classical statistical treatments (factorial analysis of correspondences) were applied to the floristic and ecological data. The results of computer processing made it possible to individualize and classify four plant groups according to the degree of the fire. The qualitative and quantitative analysis of these groups shows a therophytization of the flora, due to the regression of the forest cover (disappearance of the phanerophytes) caused by the passage of fire, with a floral procession represented mainly by *Asteraceae*, *Poaceae* and *Fabaceae* and an index disturbance which greatly exceeds 50%. However, some tree and shrub taxa such as cork oak, holm oak and *Pistacia lentiscus* tree have the capacity to reappear by rejecting the calcined stumps.

Keywords: Dynamics, ecosystem, disturbance, forest fires, Atlas Blideen (Algeria).

### **RESUMO**

Os distúrbios humanos afetam a maioria dos ecossistemas terrestres. Eles causam perturbações, mudanças radicais no comportamento dos sistemas ecológicos, destruição parcial ou total da biomassa vegetal, muitas vezes com a morte de entidades fundamentais. Entre esses distúrbios, os incêndios afetam muitos ecossistemas terrestres, em particular as florestas, alterando sua composição florística, sua estrutura e seu funcionamento. A área florestal média anual global queimada é estimada em 65 milhões de ha. A bacia do Mediterrâneo, a hotspot, perde anualmente entre 0,5 e 1 milhão de hectares de florestas. Na Argélia, a média anual de áreas ardidas varia entre 45.000 e 50.000 ha. Este trabalho tem como objetivo estudar as mudanças na cobertura vegetal do solo, um ano após a passagem do fogo, tanto a nível florístico, ecológico como dinâmico em um ecossistema florestal localizado no Norte da Argélia (Atlas Blidéen). O inventário fitoecológico da vegetação (74 levantamentos, 162 espécies) foi realizado a partir de amostragem subjetiva. Para evidenciar os diferentes agrupamentos na área de estudo, foram aplicados aos dados florísticos e ecológicos, tratamentos estatísticos clássicos (análise fatorial de correspondências). Os resultados do processamento informático permitiram individualizar e classificar quatro grupos de plantas de acordo com o grau de incêndio. A análise qualitativa e quantitativa desses grupos mostra uma terofitização da flora, devido à regressão da cobertura florestal (desaparecimento dos fanerófitos) pela passagem do fogo com um elenco floral representada principalmente por Asteraceae, Poaceae e Fabaceae e um índice de perturbação que excede os 50%. No entanto, algumas taxas de árvores e arbustos, como o sobreiro, a azinheira e a aroeira, têm capacidade de reaparecer por rejeição do toco calcinado.

Palavras-chave: Dinâmica, ecossistema, perturbação, incêndios florestais, Atlas Blidéen (Argélia).

The text of this article corresponds to a paper presented at the V International Congress on Risks, having been submitted on 03-11-2021, subject to peer review on 01-02-2021 and accepted for publication on 15-04-2021. This article is an integral part of the Territorium journal,  $n.^{\circ}$  29 (I), 2022,  ${}^{\circ}$ Riscos, ISSN: 0872-8941.

### Introduction

For million years, fire has been considered an important factor in the ecology of plant formations (Gauthier *et al.* 2001), this phenomena destroy more trees than all other natural disasters combined (attacks by pests, insects, tornadoes, frost, etc.) it affects the physical integrity of the environment, the availability of resources and modifies the structure of populations, communities and the ecosystem; Many plant species have also developed certain morphological and physiological adaptations (Lloret, 1998; Trabaud et Lepart, 1980 in Guenon, 2010) guaranteeing them an extraordinary capacity for resistance and resilience to fire (Keeley, 1986; Trabaud, 1994 in Guénon, 2010).

A systematic study of the post-fire flora shows the dominance generally fugaceous species. Trabaud (1980) had clearly demonstrated the increase in herbaceous plants, mainly annuals in the first years following the fire. These mainly come from the seed bank (Trabaud *et al.*, 1997) and take advantage of the space freed by the fire. At the level of all vital attributes, the effect of the disturbance is generally reflected in an increase in therophytes. These disturbance effects are more visible the smaller the site. The increase in therophytes is explained by the opening of the medium, beneficial to taxa spending the summer season coinciding with the passage of fire in the form of seeds buried in the soil (Bonnet and Tatoni, 2003).

The Mediterranean climate, characterized by a summer drought, added to the presence of very combustible plant species, favors fires (Trabaud, 1987) which represent the first danger and the major disruptor of ecosystems.

According to Medoui (2013), studies on the effect of fire on vegetation in the Mediterranean region have been carried out mainly in the countries of the northern shore of the Mediterranean. Before, they were general and (or) descriptive studies such as the works of Kunholdtz-Lordat (1938, 1952), Barry (1960) and Le Houerou (1973). Later, and from the 1970s, further studies in France, both in the field in diachronic mode, and in the laboratory (study of the seed bank) were initiated by Trabaud (1970-1980).

In Algeria, although studies of a general nature have been published since the French occupation in the form of reports dealing with the causes of fires (Marc, 1916; Boudy, 1952) among others the ecology of fire in Algerian forests is poor documented. The only recent studies published on the subject are those of Moravec in 1990 in Sidi Bel Abbes and Bekdouche in 2010, Madoui in 2013 and in 2014 the studies of Meddour-Saher in Tizi-ouzou, which brought us to our problem: How the environment heals after fire?

The Atlas Blideen is a vast territory which presents a remarkable floristic and ecological diversity. He has suffered multiple change over time. This precious territory has not escaped the various disturbances, led

by the fires that have ravaged large areas for years, which amounted to 43,445 ha from 1975 to 2013.

The only work on the impact of disturbances on the Blideen Atlas is that of Mekideche *et al.* (2018) who studies the impact of anthropogenic action by cattle on the Atlas Blideen suberies.

The objective of this work is to highlight the impact of fires on the dynamics of vegetation after fires in the Blideen Atlas.

To meet our objective we studied newly burned stations (the date of fire does not exceed one year) on the floristic, ecological plans for an attempt to understand the effect of fires on the vegetation cover and the healing of ecological systems after fire.

# Physical and biotic setting of the area

Geographical location: The Blidéen Atlas belongs to the central part of the Tell Atlas in the north of Algeria, which extends from the southwest to the northeast and occupies an area of 1572.2 km² (fig. 1).

The Atlas Blidéen is a mountainous region of Alpine folding, whose highest point reaches 1629m (Koudiatte abd el kader) presents a strong slope on the north side towards the plain of the matidja and an attenuated slope on the south side towards the Highlands.

By referring to the various works carried out on the Blidéen massif, such as the works of (Halimi, 1980; Bouaoune, 1996; Zaidi, 2003 and Merbah, 2005) the Atlas Blidéen is characterized by the Mediterranean climate, the summer dry season varies from 3 months, the cold and rainy season. The annual average temperatures are between 11°C and 18°C, with an "m" varying from 0.4°C to 7.5°C. There is great rainfall variability with an average annual rainfall that ranges from 600 to 1500 mm. The bioclimate varies from sub-humid to humid, temperate and cool.

The soils of the Blidean Atlas are generally characterized by hard schistose and very siliceous soils. Brown forest soils are observed under the cedar groves (Nedjahi, 1988). Under the mesophilic green oak grove, there are decarbonated fersiallitic soils which are often disturbed by erosion (Dahmani, 1997). The latter author points out the presence of ranker-type soils at altitude in contact with cedar and holm oak Merbah (2005).

The flora of the Blidéen Atlas is part of the North African flora which generally shows a close affinity with that of the Mediterranean domain, characterized as a whole by its xerothermic conditions (Maire, 1963 inHalimi, 1980).

The vegetation stages characterize the Blidéen Atlas according to Meddour (1994) are:

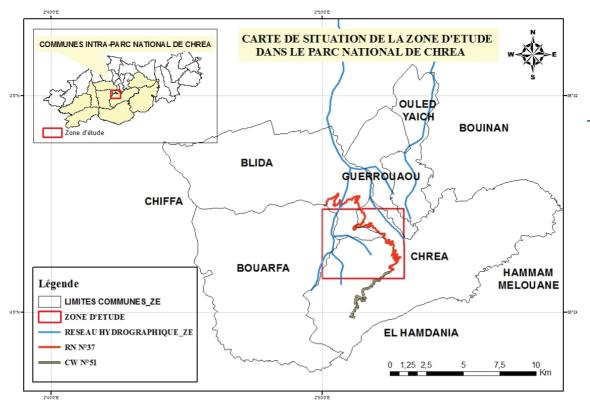


Fig. 1 - Geographical location of the study area.

Fig. 1 - Localização geográfica da área de estudo.

- The Supra-Mediterranean: identified by Meddour (1994), corresponding to deciduous, zenaie, maple and cedar forests and to the holm oak series (Dahmani, 2000);
- The Meso-Mediterranean: it corresponds to the series of holm oak (Dahmani, 2002) and to the series of cork oak (Meddour, 1994);
- The Thermo-Mediterranean: it characterizes the subcoastal massifs. From a phytocoenotic point of view, it corresponds to the thermo-Mediterranean series of Quercus rotundifolia in the Algerian massifs (Dahmani, 2002) and the olive-lentisque series (Meddour, 1994).

# Methodolgy:

# Vegetation sampling

In our study we adopted a subjective sampling in burnt areas in the Blidéen Atlas, whose date of fire was perfectly known and which does not exceed one year.

Subjective sampling consists in choosing the location of the survey according to the apparent homogeneity of the vegetation (Gounot, 1969), floristic, structural and stationary homogeneity.

The structural elements sampled correspond to typical surveys in that they contain almost all of the species present in the repetitive structures identified. They are defined by their vertical size and the area they occupy, the nature of the dominant species, their structural complexity, their endogenous and exogenous ecological characters as well as their qualitative and quantitative floristic composition (Yahi, 2007).

The minimum surface area is  $100 \text{ m}^2$ , during the execution of the survey, we describe all the ecological parameters:

- · Stationary parameters;
- The characteristics of the soil surface: we estimate
  the coverage of litter, coarse elements, outcropping
  rock and bare soil and note all the species present.
  Each of them is assigned its index of abundance
  dominance (Table I);
- Species identification was carried out according to the flora of Quezel and Santa (1962-1962).

Table I - Index of abundance dominance according to the scale of Braun Blanquet *et al.*, 1932.

Tabela I - Índice de dominância da abundância segundo a escala de Braun Blanquet et al., 1932.

Index	Coverage	Abundance
+	Very low	Very low
1	Poor	Abundant
2	From 5 to 25 %	Very abundant
3	From 25 to 50 %	Any abundance
4	From 50 to 75 %	Any abundance
5	From 75 to 100%	Any abundance

## Data analysis

The processing used is factorial correspondence analysis (CFA) using software (SATISTICA 6.2) on a matrix of 74 records and 162 species.

AFC is a computer data processing technique. The contribution of species and records to an axis is the percentage of the variance extracted by that axis that goes to each species or record. The higher the contribution, the more important this species or record in the meaning of the axis. This parameter is therefore useful for interpreting the axes in terms of ecological factors.

During the interpretation, we therefore consider, first of all, the readings which contribute the most to the inertia explained by the different axes because they serve to specify the kernels of the released sets. Those with a low relative contribution are associated with the preceding ones in the various sets or groupings determined according to their compared contributions, their proximity on the factorial maps and their floristic and ecological similarities.

### Quantitative evaluation

Specific richness (S): This is the simplest expression of biological diversity, it represents the number of species inhabiting a given space (Blondel, 1996).

Specific diversity indices (H '): The most commonly used diversity index is the Shannon index, which combines species richness and species fairness (Shannon and Weaver, 1949).

The Shannon diversity index (H ') is calculated by the following formula: H '= - $\Sigma$  PiLog2Pi .

where pi is the relative abundance of species i. This value corresponds to the percentage of recovery of the species; it is obtained from the median values of the covering classes.

Specific diversity (H '): the specific diversity by applying the Schannon-Weaver index Equitability or regularity (E): Distribution of abundances.

The regularity of a stand is called the ratio of its diversity to maximum diversity (Frontier *et al.*, 1998). The formula applied is as follows:

$$E = H' / Hmax = H' / Log2S$$

Where H '= Shannon index. And S = specific richness.

Disturbance index (Ip): The disturbance index is used to estimate the degree of disturbance of the stand studied, calculated by the following formula:

### Qualitative Assessment

Taxonomic diversity: the species identified in each group identified by AFC are given in genera and families.

Biological diversity: The determination of the biological types of the species in the study area was based on the work of Raunkiae.

#### Results

### Taxonomic diversity

From a systematic point of view the study area has 162 species with 47 families (TABLE II), the study of the specific composition of this flora shows that the most represented post-fire families are: Asteraceae, Poaceae and Fabaceae, which are usually therophytes.

Table II - Overall systematic characterization of the study area.

Table II - Caracterização sistemática global da área de estudo.

TABELA II - Curacterização sistemática giobal da drea de estudo.					
N°	Family	Species	Kind		
1	Asteracees	31	25		
2	Fabacees (Legumineuses)	20	12		
3	Poacees(Graminees)	20	18		
4	Lamiacees(Labiees)	12	10		
5	Rubiacees	9	6		
6	Caryophyllacees	7	3		
7	Liliacees	7	7		
8	Rosacees	7	6		
9	Apiacees(Ombilliferes)	6	6		
10	Brassicacees(Cruciferes)	5	5		
11	Crassulacees	4	2		
12	Borraginacees	3	2		
13	Campanulacees	3 3 3	2		
14	Gentianacees	3	3		
15	Cistacees	2	1		
16	Dipsacees	2	1		
17	Ericacees	2	2		
18	Fagacees	2	1		
19	Geraniacees	2	1		
20	Oleacées	2 2 2 2 2 2 2 2 2	2		
21	Papavéracees	2	1		
22	Pinacees	2	2		
23	Polypodiacees	2	2		
24	Primulacees	2 2	2 2 2		
25	Ranonculacees	2	2		
26	Scrofulariacees	2	2		
27	Anacardiacees	1	1		
28	Aracees	1	1		
29	Asparagacees	1	1		
30	Aspleniacees	1	1		
31	Caprifoliacees	1	1		
32	Convolvulacees	1	1		
33	Cupressacees	1	1		
34	Dioscoreacees	1	1		
35	Euphorbiacees	1	1		
36	Fumariacees	1	1		
37	Hypericacees	1	1		
38	Malvacees	1	1		
39	Palmacees	1	1		
40	Plantaginacees	1	1		
41	Resédacees	1	1		
42	Rhamnacees	1	1		
43	Selaginellacees	1	1		
44	Thymélaeacees	1	1		
45	Urticacees	1	1		
46	Valerianacees	1	1		
47	Violacees	1	1		
Total	47	162	147		
iotal	7/	102	17/		

#### Quantitative Assessment

In groups I and II the specific richness (S), Shannon index (H ') and fairness (E) are more important than in groups III and IV (TABLE III), while the index disturbance is slightly greater than 50% for all groups, which explains the significant disturbance of diversity caused by the fire hazard. In groups I and II Specific wealth (S), the Shannon index (H') and equitability (E) are more important than in groups.

Table III - Quantitative characterization of the four groupings.

Table III - Caracterização quantitativa dos quatro
agrupamentos.

Groupings	Species richness (S)	Specific diversity (H')	Equitability (E)	Disturbance index (Ip)
I	115	3,81	0,55	56 %
II	115	2,92	0,42	56 %
III	55	2,28	0,39	51 %
IV	45	2,56	0,46	52 %

#### Correspondence factor analysis

The graphical representation of the 74 surveys and 162 species determined by AFC and their physionomic characterization make it possible to delineate the different groupings, in the plane of axes 1 and 2, the surveys are organized according to a cloud of more or less concentrated points grouped into 4 large groups (fig. 2).

From the highest relative contributions of surveys and species, the analysis of the axes of orientation allows us to identify the following:

- Groups I and II form two sets of clouds, in the positive part of axis 1 grouping together high matorrals with Quercus suber "passive resistance pyrophyte", and medium mixed matorrals with Quercus suber and Quercus ilex, with opposite in the negative part, are located the groups III and IV, corresponding to the records of the average matorrals with Quercus ilex and Arbutus unedo which are "pyrophytes with active resistance", therefore axis 1 reflects a dynamic axis of response of the species to the scourge of fire;
- The highest relative contributions of axis 2, groups together at the positive pole the groupings encountered in the North exposures, on the contrary to the negative pole we find the groups in the South exposures, which means that axis 2 is an exhibition axis;

We distinguish on the negative side of axis 1, the surveys carried out in the regenerations of the formations with *Quercus suber* and *Quercus ilex*, which form high and medium matorral (photo 1) after the disappearance of the dominant entity *Pinus halepensis* (active *pyrophyte*) by the passage fire, associated in the shrub layer with *Ampeledesmos*, *Calicotome spinosa*, *Erica arborea*, (photo 2) *Pistachia lentiscus* which have the capacity to regenerate by seeds and / or by rejection of the calcined stump, after partial or total destruction, of their aerial organs by the fire (active *pyrophyte*);

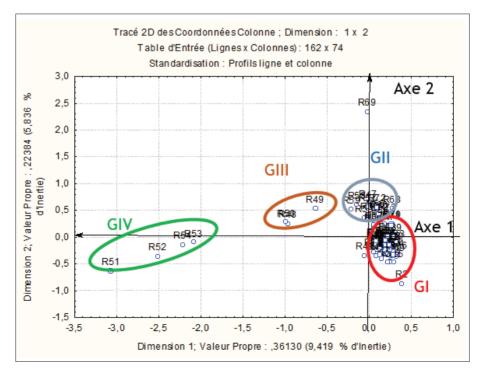


Fig. 2 - Distribution of plant groups according to AFC / Surveys in the plane of axes 1 and 2.

Fig. 2 - Distribuição dos grupos de plantas segundo AFC / Surveys no plano dos eixos 1 e 2.



Photo 1 - Mixed cork oak and holm oak matorral one year after the fire (Municipality: Chréa / Locality: Bni Ali) (Photograph by Melouani, taken in May 2014).

Fot. 1 - Misto de sobreiro e azinheira matorral após um ano de incêndio (Município: Chrea / Local denominado: Bni Ali). (Fotografia de Melouani, tirada em maio de 2014).

In the herbaceous layer we find the appearance of the taxa *Ephèmères heliophyles* and *therophytes* which are favored by the opening of the medium after passage of fire such as: *Anagallis arvensis*, *Daucus carota*, *Andryala integrifolia*, *Trifolium campestre*.

In the first few centimeters of the soil surface of these formations we find seedlings of *Pinus halepensis* (photo 3).

In the positive side of axis 1 and the positive side of axis 2 we find the regenerated pure pre-forest formations of



Quercus suber L. (passive combustion pyrophyte) which has an exaggerated reputation of being incombustible (difficult combustion) (photo 4).



Photo 4 - High *Quercus suber* matorral one year after the fire (Municipality: Chréa / Locality: Hakou faraoun) (Photograph by Melouani, taken in May 2014).

Fot. 4 - Alto Quercus suber matorral após um ano do incêndio (Município: Chrea / Local denominado: Hakou faraoun) (Fotografia de Melouani, tirada em maio de 2014).

In the shrub layer we see the regeneration of *Calicotome* spinosa, *Cytisus*, *Rubus ulmifolius* and *Cistus monspeliensis*, and in the herbaceous layer we also find ephemeral species, annual heliophyla such as *Anagalis arvensis*, *Andryala*, *Daucus carotta*, *Trifolium compestre*.

In these formations the fire broke the dormancy of the seeds of *Quercus suber* (photo 5).



Photo 2 - Regeneration of *Pistacia lentiscus* (a) and *Erica arborea* (b) one year after the fire (Photograph by Melouani, taken in May 2014).

Fot. 2 - Regeneração de Pistacia lentiscus (a) e Erica arborea (b) após um ano do incêndio (Fotografia de Melouani, tirada em maio de 2014).



Photo 3 - Regeneration of *Pinus halepensis* one year after the fire (Municipality: Chréa / Locality: Bni Ali) (Photograph by Melouani, taken in May 2014).

Fot. 3 - Regeneração de Pinus halepensis após um ano do incêndio (Município: Chrea / Local denominado: Bni Ali) (Fotografia de Melouani, tirada em maio de 2014).



Photo 5 - One-year-old Quercus suber seedling in a burnt plot (Municipality: Chréa / Locality: Hakou faraoun) (Photograph by Melouani, taken in May 2014).

Fot. 5 - Quercus suber com um ano de idade em área queimada (Município: Chrea / Lieu-dit: Hakou faraoun) (Fotografia de Melouani, tirada em maio de 2014).

In the negative side of axis 1 and the positive side of axis 2 we find a group with formation of medium matorral by regeneration of *Quercus ilex* (active pyrophyte) (photo 6 and 7) and *Phillyrea angustifolia* which testifies to the forest environment and the healing of the middle after the passage of fire, in the lower stratum we find the regeneration of shrubs such as *Pistacia lentiscus* by rejection of calcined stump and *Cistus Monspeliensis* and of herbaceous plants such as *Panicum virgatum*, *Avena sterilis*, *Lavendula stoechas* and *Daucus carota*.



Photo 6 - Significant matorral in Quercus ilex one year after the fire (Municipality: El Hamdania / Locality: Sidi Aissa) (Photograph by Melouani, taken in May 2014).

Fot. 6 - Significante matorral em *Quercus ilex* após um ano do incêndio (Município: El Hamdania / Local denominado: Sidi Aissa) (Fotografia de Melouani, tirada em maio de 2014).



Photo 8 - Medium matorral with *Arbutus unedo* one year after the passage of fire (Municipality: El Hamdania / Locality: Sidi Aissa) Photograph by Melouani, taken in May 2014).

Fot. 8 - Matorral de Arbutus unedo após um ano da passagem do fogo (Município: El Hamdania / Local denominado: Sidi Aissa) (Fotografia de Melouani, tirada em maio de 2014).

#### Discussion

AFC analysis highlighted the strategy and response of plant species to fire.

In the formations with *Quercus suber* (true pyrophyte) the ecosystem is reestablished by the capacity of this species to regenerate by rejection of the calcined stump, the *Quercus suber* is a difficult combustion species "pyrophyte with passive resistance" play a role in degradation of primitive stands, when they are part of their floristic composition, they end up becoming

In the negative side of axis 1 and negative side of axis 2, there is a grouping with formation of middle matorral with *Arbutus unedo* (active *pyrphyte*) (photo. 8) which becomes dominant after the destruction of *Pinus halepensis* by the passage of fire (photo. 9), in the lower stratum finds regeneration by rejection of strains of *Pistacia lentiscus*, *Phillerya*, and *Cistus* and the growth of annuals such as *Ebenus*, *Carthamus* and *Galactites tomentosa*.

In these formations we find regeneration by sowing *Pinus halepensis* (photo 10).



Photo 7 - Regeneration of *Quercus ilex* by sucker one year after the fire (Photograph by Melouani, taken in May 2014).

Fot. 7 - Regeneração de Quercus ilex por ventosa após um ano de incêndio (Fotografia de Melouani, tirada em maio de 2014).

Photo 9 - Regeneration of the charred stump of the strawberry tree a year after the fire (Photograph by Melouani, taken in May 2014).

Fot. 9 - Regeneração do toco carbonizado do medronheiro após um ano de incêndio (Fotografia de Melouani, tirada em maio de 2014).



Photo 10 - Regeneration of *Pinus halepensis* one year after the fire (Municipality: Hamdania / Locality: Sidi Rabah) (Photograph by Melouani, taken in May 2014).

Fot. 10 - Regeneração de Pinus halepensis após um ano do incêndio (Município: Hamdania / Lieu-dit: Sidi Rabah) (Fotografia de Melouani, tirada em maio de 2014).

dominant because the others regress, so they give open forests of a special type, often with a single dominance (kuhnholtz-Lordat, 1958).

In the Pinus halepensis formations the fire destroys the tree, and the presence of charred pids on land testifies to its existence before the passage of the fire, the disappearance of the dominant species in these formations makes appear new dominant entities which have the rapid power to regenerate by rejection of calcined stump such as Quercus ilex which regenerates by rejection or sucker "[...] it is a tree which rejects stumps very well and gives abundant suckers, especially after fire" (Lapie and Maige, 1914), Quercus suber and Arbutus unedo which adapts to fire "[...] the charred stump emits new branches traumatized by aerial budding" (Kuhnholtz, 1958), plants that resist fire, they have an exaggerated reputation of being incombustible, these difficult-burning species play a role in the degradation of primitive stands, when they are part of their floristic composition; they end up becoming dominant because the others regress, so they result in open forests, of a special type, often with a single dominant, sometimes with several co-dominant (Trabout, 1976). While the pines, known as "active pyrophytes" are plants whose propagation, multiplication or reproduction are stimulated by fire (kuhnholtz-Lordat, 1958), Trabaud (1970 - 1980) admits as "true pyrophytes", plants which are both resistant to fire and favored by it.

In the shrub layer we find *calicotome spinosa* and *Ampelodesmos mauritanica*, as well as *Erica arborea*, *Pistacia lentiscus* and *Cistus monspeliensis*, the presence of these two species indicate a clear sign of degradation of the cork oak forest, mainly due to a recent fire (Brakchi, 1998).

Cistus monspeliensis, also colonizes the shrub layer and covers a significant part. This species often appears in slicks, especially after forest fires.

These herbaceous taxa take advantage of disturbances to express themselves and recreate their seed stock. At the level of the plot (or local level), the changes observed are of great amplitude and correspond to rapid displacements and replacements of individuals and populations. These consist more precisely in the appearance, between the first and the second year, of a pool of taxa called "fugaces" which are in majority therophytes, anemochores and ruderal, and which disappear en masse between the second and the third year.

The seed bank then plays an important role (Trabaud *et al.*, 1997) indicate that, although the seed bank and the overlying vegetation can have quite different floristic compositions (in plant formations such as pine or holm oak), latent vegetation plays an important role in the early stages of post-fire recolonization. avaged by the flames (Megrerouche, 2006).

The main results from this work allow a physiognomic and ecological identification of the vegetation after fire and to present on scientific bases the taxa best adapted and the taxa moost vulnerable to this phenomenon and especially to highlight the state of the formations forest as well as evaluation qualitative and quantitative of the consequences on flora after t.he fire has passed Indeed, only the synchronic approach will allow us to better understand the dynamic post-fire and to propose predictive models of the evolution of vegetation after fire.

#### Conclusion

The sampling of the structural elements applied allowed the collection of floristico-ecological data in relation to the problem posed, the multivariate analysis (AFC) resulted in the individualization of 4 distinct groups according to their relation to fire.

On the physiognomic level, the study of burnt groups marks the substitution of certain species by others such as the Aleppo pine which is sensitive to the passage of fire (active pyrophyte) by the holm oak or the strawberry tree, on the other hand in the formations with cork oak the latter it remains dominate by their capacity of regeneration by rejection after the passage of fire.

The herbaceous layer made up of heliophyte, ephemeral and therophyte species favored by the opening of the environment and the presence of favorable conditions in which the growth of seeds, buried in the soil, is spontaneously generated after the passage of a fire. Some plant species are endowed with ingenious adaptive strategies in order to recolonize areas r Leck *et al.* (1989) and Thompson *et al.* (1997) in Bonnet and Tatoni (2003) indicate that seed banks in the Mediterranean region are essentially made up of persistent taxa corresponding to herbaceous species, and contain very few woody taxa which generally reject strain after disturbance.

#### Bibliographical references

Body, P. (1952). A forester's guide to North Africa. Paris: La Maison Rustique, 505 p.

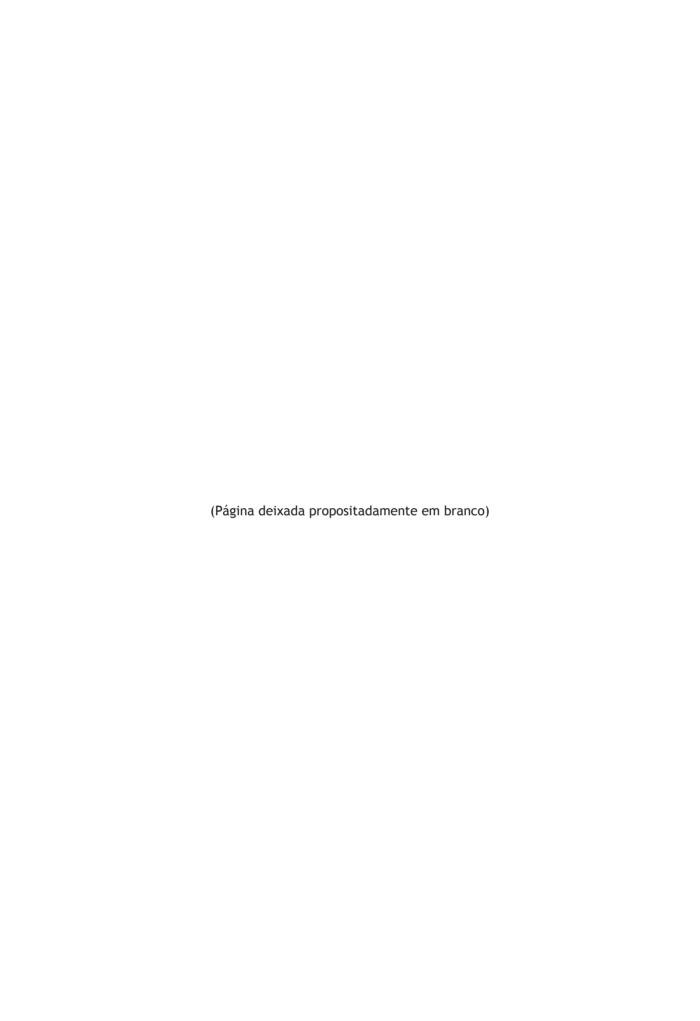
Bouaoune, D., (1996). Contribution to the floristic study of the vegetation stages of the Blidéen Atlas (phytoecology, phytosociology and climatic determinism). Magister thesis. Green. Univ. Sci. andTechn. H. Boumediene. Algiers, 188 p. + Ann.

Bonnet, V. and Tatoni. T (2003). Spatial and functional analysis of the response of vegetation after fire in limestone lower Provence. The work of the GIS "Forest fires" *Revue FORET MEDITERRANEENNE*. t.XXIV, n ° 4,18p (385-402).

Brakchi, L. (1998). Contribution to the phytoecological and phytosociological study of the Aleppo pine

- (Pinus halepensis Mill.) Groups in the Algerian sector. Magister thesis, USTHB, Algiers, 193 p. + Ann.
- Braun-Blanquet, J. (1932). *Plant sociology. The study of plant communities*. New York, London, McGraw-Hill, 439 p.
- Dahmani, M. (1997). The holm oak in Algeria. Syntaxonomy, phytoecology and dynamics. Doctoral thesis es Sciences, USTHB, Algiers, 383 p. + Ann.
- Gauthier, S., Leduc, A., Harvey, B. D. Bergeron, Y., Drapeau, P. (2001). Les perturbations naturelles et la diversité écosystémique. *Le naturaliste Canadien*, 125, 10-17.
- Gounot, M. (1969). *Methods for the quantitative study of vegetation*. Edit. Masson et Cie. Paris, 314 p.
- Guénon, R. (2010). Vulnerability of Mediterranean soils to recurrent fires and restoration of their chemical and microbiological qualities by the addition of composts. Doctoral thesis. Paul Cézanne Aix-Marseille III University. Marseille.218p + Ann.PDF
- Halimi, A. (1980). L'Atlas Blidéen: climate and plant layers. O.P.U., ed., Algiers, 523 p.
- Khnholtz-lordat, G. (1958). Mémoire du muséum national d'histoire naturelle, new series, series B, Botanique.TomelX. Fasc.Unique.Ed. From the museum, Paris, 276 p. The magpie. G and Maige A., 1914. Forest flora of Algeria, 357 p.
- Madoui, A. (2002). Forest fires in Algeria History, assessment and analysis. *Mediterranean forest review*. XXIII, n ° 1.8p (23-30).
- Madoui, A. (2013). Forest fires in Algeria. Study of the postfire evolution of Pinus halepensisMill stands in eastern Algeria. Case of Bou-Taleb forest, Zenadia reforestation and el Kala national park. Doctoral thesis in Biological Sciences. Ferhat Abbas University of Sétif. 113 p.
- Marc, P. (1916). Forest fires in Algeria. Note on forests in Algeria. Alger. *Typology Adolphe Jourdan*. Libraire-Editor, 331 p.
- Meddour, R. (1992). Natural regeneration of cedrusatlantica and various Pinaceae after Fire in the arboretum of Meurdja (Algiers). Revue Foret Mediterranienne, XIII, n.º 4. (275-288) 13 p.
- Meddour-sahar, O. (2014). Forest fires in Algeria: Risk analysis, study of the causes, evaluation of the defense system and management policies (PhD thesis in Agronomic Sciences). University Mouloud Mammeri, Tizi Ouzou, 256p + Ann.PDF.

- Megrerouche, R. (2006). Sensitivity of forest vegetation to fires, Case of the national forest of chettabah-Ain Semara-Constantine. 120p + Ann.
- Mekideche, S., Brakchi-Ouakour, L., Kadik, L. (2018). Impact of anthropogenic disturbances on the plant diversity of the cork forest of Chréa, in the north of Algeria. Woods and Forests of the Tropics, 337: 53-66. DOI: https://doi.org/10.19182/bft2018.337.a31633
- Merbah, F. (2005). Contribution to the study of the biodiversity of the mountainous massifs of the center is Algerian. Memoire de Magister. Universite des Sciences et de la TechnologieHouarie Boumediene "U.S.T.H.B" Algiers.147p + Ann
- Queze, l. P. and Santa, S. (1962-1963). New flora of Algeria and the southern desert regions. Paris, C.N.R.S., 2 volumes, 1170 p.
- Trabaud, L. (1970a). The behavior of fire in forest fires. Extract from the technical review of fire, n.° 103, 15 p.
- Trabaud, L., (1973). Contribution of ecological studies in the fight against fire, Montpellier, Center for phytosociological and ecological studies, 140-153.
- Trabaud, L., (1976). Inflammability and combustibility of the main species of scrubland in the Mediterranean region. Oecol. *Ptant*, 117-136.
- Trabaud, L., (1980a). Biological and ecological impact of vegetation fires on the organization, structure and development of vegetation in the Bas-Langue scrubland.
- Trabaud, L. and Lepart, J. (1981). Floristic changes in a Quercuscocciferal. Garrigueaccording to differentfireregimes, *Vegtacio* 46, 105-116.
- Trabaud, L. (1989). The effects of the fire regime: Examples taken from the Mediterranean basin, seminar series n.° 3, 89-94.
- Yahi, N. (2007). Cedraies of Algeria: phytoecology, phytosociology, dynamics and conservation of stands. State Doctorate Thesis in Natural Sciences Specialty: Plant Ecology. Algiers. "HOUARI BOUMEDIENE" UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY. Algiers. 206p + Ann.PDF.
- Zaidi, S. (2003). Natural regeneration of cedar (Cedrusatlantica, manetti) and its forest dynamics in L'Atlas Blidéen. MassifdeChrea. Memoire de Magister. Universite des Sciences et de la TechnologieHouarie Boumediene "U.S.T.H.B" Algiers. 159p + Ann.



# RISCOS

### territorium 29 (I), 2022, 77-88

journal homepage: https://territorium.riscos.pt/numeros-publicados/DOI: https://doi.org/10.14195/1647-7723\_29-1\_7
Artigo científico / Scientific article



# PERCEÇÃO DOS ALUNOS DE UMA ESCOLA EM AMBIENTE URBANO, SOBRE O IMPACTE DOS INCÊNDIOS RURAIS NA SOCIEDADE. NO TERRITÓRIO E NO AMBIENTE\*

PERCEPTION OF STUDENTS FROM A SCHOOL IN AN URBAN ENVIRONMENT OF THE IMPACT OF RURAL FIRES ON SOCIETY, THE TERRITORY, AND THE ENVIRONMENT

Marília Correia Borges

Escola Secundária Poeta Al Berto (Portugal)
ORCID 0000-0001-7738-3124 mar-liaborges-971@hotmail.com

Carlos Bateira

Universidade do Porto, Riskam Faculdade de Letras, Departamento de Geografia (Portugal)

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

António Bento-Goncalves

Universidade do Minho, CESC Instituto de Ciências Sociais, Departamento de Geografia (Portugal)

ORCID 0000-0002-9646-156X bento@geografia.uminho.pt

#### **RESUMO**

A temática dos incêndios rurais é abordada na disciplina de Geografia no 9.º ano de escolaridade, do ensino regular. Por isto, é pertinente refletir de que modo é que esta disciplina pode ter um papel interventivo na sensibilização e corresponsabilização dos alunos. O principal objetivo desta investigação foi incitar à reflexão dos alunos e à análise da perceção por parte dos mesmos sobre os impactes dos incêndios rurais na sociedade, no território e no ambiente. A metodologia foi dividida em duas fases, na primeira os alunos realizaram um teste diagnóstico, o qual foi aplicado através da ferramenta *Socrative*. Na segunda fase realizaram uma pesquisa em grupo, na qual cada grupo selecionou e analisou um distrito e respetivos parâmetros de análise previamente estabelecidos no guião de trabalho. Em termos globais, foi possível constatar que a perceção dos alunos ultrapassou as expectativas iniciais, uma vez que os alunos identificaram os impactes ao nível ambiental e territorial. No entanto, em relação ao nível social os alunos manifestaram algum desconhecimento. A nossa investigação decorreu no Colégio Nossa Senhora de Lourdes, localizado no município do Porto.

Palavras-chave: Perceção, incêndios rurais, alunos.

#### **ABSTRACT**

The theme of rural fires is addressed in the subject of geography in the 9<sup>th</sup> year of schooling, in regular education. For this reason, it is pertinent to reflect on how this might influence the awareness and co-responsibility of students. The main objective of this research was to encourage students to reflect on and analyse their perception of the impacts of rural fires on society, territory, and the environment. The methodology had two stages; the students first performed a diagnostic test, which was provided through the Socrative tool, and then they carried out a group survey in which each group selected and analysed a district and the respective analysis parameters developed in the work guide. Overall, it was found that the students' perception surpassed the initial expectations, since they identified the impacts at an environmental and territorial level. However, in relation to the social level the students showed a certain lack of knowledge. Our research was carried out at Colégio Nossa Senhora de Lourdes in the municipality of Porto.

Keywords: Perception, rural fires, students.

<sup>\*</sup> O texto deste artigo corresponde a uma comunicação apresentada no V Congresso Internacional de Riscos, tendo sido submetido em 02-01-2021, sujeito a revisão por pares a 01-02-2021 e aceite para publicação em 01-04-2021. Este artigo é parte integrante da Revista **Territorium**, n.º 29 (I), 2022, ® Riscos, ISSN: 0872-8941.

#### Introdução

Em Portugal, a ocorrência de incêndios rurais é uma realidade que sucessivamente tem vindo a ganhar grande destaque, destruindo recursos naturais, infraestruturas e implicando, por vezes, a ocorrência de mortes, para além de alterar dinâmicas de funcionamento das áreas afetadas. O panorama destes eventos implica que o nosso país, no contexto da União Europeia, seja um dos territórios em que esta problemática mais se faz sentir (Santos, 2010).

Vários fatores contribuem para explicar a incidência dos incêndios em Portugal, mas reconhece-se que o clima, de feição mediterrânea, mas com forte influência atlântica, o despovoamento das áreas rurais e o consequente abandono dos terrenos nas últimas décadas, assumem grande destaque. Sem produção agrícola e exploração florestal, ou com monoculturas de pinheiro e/ou eucalipto, os terrenos passam a ser ocupados por matos e por vegetação altamente inflamável.

O tema dos incêndios em espaço rural é de extrema relevância, na medida em que as áreas rurais apresentam uma elevada importância no nosso território. Com efeito, ocupam uma grande parte do território nacional, nelas habitando 1208 864 habitantes (Instituto Nacional de Estatística, 2019), contendo uma elevada diversidade de recursos naturais e culturas agrícolas, essenciais para o desenvolvimento do país.

Por outro lado, os incêndios assumem-se como um dos tipos de acontecimentos mais mediáticos, principalmente nos últimos anos, devido aos seus efeitos sobre a população, em particular devido às mortes ocorridas. Nesse sentido, é bastante pertinente analisar de que modo a disciplina de Geografia pode ajudar os alunos a refletirem sobre o tema, principalmente em relação às medidas que podem prevenir a sua ocorrência e mitigar as suas consequências (Cunha, 2008). Também é necessário perceber se os professores estão a utilizar as estratégias mais apropriadas, para os alunos transformarem as informações- nem sempre veiculadas de forma correta pelos *mass media*, em conhecimento.

No ensino secundário, grande parte dos alunos não frequenta a disciplina de Geografia, por isso o ensino dos riscos faz todo o sentido ser abordado neste ciclo de estudos, principalmente no 9° ano. Os alunos desde o 7° ano até ao 9° ano vão incorporando um conjunto de conhecimentos que ajudam a compreender melhor a problemática dos riscos e, em concreto, o risco de incêndio rural.

A educação para o risco em ambiente escolar é uma das temáticas de educação para a cidadania, enquanto que a educação para o risco aparece no âmbito da Recomendação n.º 5/2011 de 13 de setembro, Ministério da Educação e Ciência do Conselho Nacional de Educação.

De acordo com Nunes *et al.* (2018) a recomendação reconhece que a educação formal se constitui como condutora para a promoção da educação para o risco.

A recomendação enfatiza o papel que a escola tem na promoção das aprendizagens e nas atitudes a adotar face aos diversos tipos de riscos. A escola, na sua ação pedagógica, deve introduzir o conceito de risco, de modo que os discentes entendam com pormenor as suas variáveis. Posto isto, depreende-se a necessidade de se criarem "manuais" para cada tipo de risco, na medida em que permitem às pessoas saber o que fazer mediante a presenca do risco. Para mais fácil assimilação da importância do estudo dos riscos, as escolas devem implementar novas metodologias de aprendizagem, tal como a realização de atividades práticas e dinâmicas. Como atividades práticas no âmbito do risco de incêndio rural, sugerimos a realização de uma aula de campo numa área que já tivesse sido afetada por incêndios. Se os discentes virem in loco os impactes provocados pelos incêndios mais facilmente percebem a importância da educação para o risco e de tudo o que lhe está implícito.

A escola deve manter relações de complementaridade com os diversos organismos de planeamento, por isso, os alunos devem fazer visitas regulares às instalações mais próxims da Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil para saberem como se processa o trabalho multidisciplinar e diário dos seus agentes. Assim, as decisões que os alunos adotarem no quotidiano poderão ter em conta a perceção dos riscos associados e dessa forma a carga negativa associada ao conceito de risco poderá ser atenuada.

Na sociedade, em geral, e nos jovens em particular, a formação cívica através da educação para a cidadania impõe-se como uma necessidade de acordo com a Estratégia Nacional de Educação para a Cidadania tendo o Despacho n.º 6173/2016, de 10 de maio. Nesse sentido, foi implementada no currículo nacional a disciplina de Cidadania e Desenvolvimento no 1°, 2° e 3° ciclo do ensino básico e no ensino secundário. O documento refere que o tema do Risco deve ser abordado pelo menos em dois ciclos do ensino básico. Nesta disciplina a educação para o Risco pretende realizar uma análise do conceito de Risco no âmbito da Proteção Civil, de modo a motivar atitudes e comportamentos de prevenção diante de riscos naturais, mistos e tecnológicos. O documento também defende que os professores devem gerar situações que impulsionem o fomento da responsabilidade, o trabalho colaborativo e o pensamento crítico dos alunos na análise e resolução de problemas. O currículo da disciplina de Cidadania propõe a realização de projetos interdisciplinares, por isso, no âmbito do estudo dos Riscos sugerimos a articulação das disciplinas de Geografia, Ciências Naturais e Físico-Química para elaborarem um projeto relacionado com os incêndios rurais.

À semelhança da Recomendação n.º 5/2011 de 13 de setembro, a Estratégia Nacional de Educação para a Cidadania também defende o trabalho em rede com a articulação com stakeholders, por exemplo, instituições de ensino superior, empresas do setor privado e público, autarquias e os seus órgãos com vista à participação em experiências atuais e de vivência da cidadania.

Como refere Cunha (2008), o processo de aprendizagem sobre os riscos e, em concreto sobre o risco de incêndio no ensino básico, pode contribuir para que os jovens fiquem devidamente informados e participem ativamente na prevenção destes eventos. Mas em Portugal, no âmbito da educação e nomeadamente na disciplina de Geografia, a problemática dos incêndios rurais tem sido abordada de forma bastante tímida. Segundo Nunes *et al.*, (2014) os conteúdos lecionados evidenciam lacunas na terminologia utilizada e nos conteúdos essenciais.

Concordamos com esta opinião, pois o tema do risco de incêndio é efetivamente abordado de forma muito simples e breve, não apelando ao desenvolvimento do espírito crítico sobre o tema. A título de exemplo, os planos de aula disponíveis para os professores através da Escola Virtual da Porto Editora, dedicam apenas 3 a 5 aulas de 45 minutos sobre o tema, o que não é favorável a um processo de reflexão e interiorização consistente. Assim, consideramos que esta problemática deve ser explorada com maior profundidade, ou seja, o professor deve ter a possibilidade de abordar mais informações ou exemplos para além dos que estão inseridos no manual investindo no tempo necessário ao debate em sala de aula. Se os alunos refletirem e discutirem o tema em causa, tendem a assimilar de forma mais efetiva e significativa os conhecimentos apresentados pelos professores, transformando-se em agentes ativos na própria divulgação do problema fora do meio escolar, ou seja, eles próprios criam uma rede de conhecimento para além da sala de aula.

O presente artigo, resulta do trabalho desenvolvido no âmbito da Unidade Curricular de Iniciação à Prática Profissional (I.P.P.) do Mestrado em Ensino de Geografia no 3º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário da Faculdade de Letras da Universidade do Porto. Esta unidade contempla a Prática de Ensino Supervisionada (PES) que decorreu no Colégio Nossa Senhora de Lourdes, inserido no município do Porto. A PES é bastante importante, na medida em que permite ao professor estagiário conhecer e analisar as funções e situações referentes à prática pedagógica (Teixeira, 2018).

O nosso estudo teve como objetivo analisar a perceção dos alunos, por esse motivo, faz todo o sentido analisar o conceito de perceção, o qual, de acordo com Efron "is man's primary form of cognitive contact with the world around him" (1969:137). As perceções que cada pessoa possuiu são analisadas conforme os conhecimentos,

crenças, valores e modos de vida (Gerstenmaier e Mandl, 1995; Schubert, 2015 in Martins et al., 2019). Posto isto, a perceção do risco de incêndio pode variar de região para região e pode resultar de um conjunto de fatores, nomeadamente, do tipo de fontes de informação e da proximidade com o perigo (Dosman et al., 2002 in Nunes et al., 2018). Então, o nosso estudo incidiu na análise da perceção que os alunos residentes em áreas urbanas apresentaram sobre os incêndios rurais. Segundo Bacha et, al. (2006) o termo perceção é constantemente utilizado no sentido de opinião ou atitude em diversos trabalhos. Assim, o objetivo do nosso estudo, passou por perceber se os discentes reconhecem os impactes dos incêndios rurais ao nível ambiental, social e territorial. Além disso, pretendeu-se desenvolver a sua consciência ambiental sobre esta temática para que adotem comportamentos e atitudes mais ativas, de modo que este problema seja minorado e a nossa floresta possa ser gerida de forma sustentável. De acordo com Nunes et al. (2020) quando os cidadãos possuem uma compreensão precisa dos impactes que advêm dos riscos que enfrentam tornam-se mais aptos para adotarem comportamentos preventivos. A sensibilização para este tipo de questões é por natureza mais favorável na população escolar (Lourenço et al., 2011).

A nossa investigação integrou um aprofundamento das metas curriculares estipuladas pelo Ministério da Educação e Ciência e começou pela formulação da seguinte pergunta: Os alunos de meio urbano, reconhecem os impactes na sociedade, no território e no ambiente causados pelos incêndios rurais?

Para responder a esta questão de partida foram estipulados os seguintes objetivos específicos:

- a) Analisar a perceção dos alunos do 9º ano sobre os conceitos fundamentais associados à temática dos riscos tais como: risco, catástrofe, suscetibilidade, vulnerabilidade e perigosidade;
- b) Compreender a dimensão espacial do risco de incêndio rural, às escalas regional, nacional e mundial;
- c) Indagar a importância para os alunos relativamente ao risco de incêndio rural na sociedade, território e ambiente;
- d) Motivar para uma cidadania de participação e corresponsabilização para com a problemática dos incêndios rurais.

#### Materiais e métodos

Este estudo teve como amostra os alunos das três turmas do 9º ano do Colégio Nossa Senhora de Lourdes, com as quais tivemos a oportunidade de trabalhar e de aplicar a metodologia que será apresentada seguidamente. O ponto de partida desta investigação, consistiu em apurar a área de residência dos alunos para avaliar se os mesmos têm algum contacto com as áreas rurais. Verificamos que

todos os alunos residiam em áreas urbanas na cidade do Porto, o que constituiu uma mais-valia para a nossa investigação, uma vez que o objetivo deste estudo consistiu em incitar uma melhor e maior perceção de alunos que têm contacto muito reduzido com ambientes rurais, para com a problemática dos incêndios, e os seus impactes na sociedade, no território e ambiente.

A metodologia utilizada, processou-se em três fases. A primeira fase consistiu na implementação de um teste diagnóstico aos alunos através da aplicação Socrative. A aplicação permite a produção de questionários em forma de testes. Os alunos realizam o teste através do seu telemóvel e o professor consegue ver no imediato as respostas, ficando a perceber se os alunos compreenderam os conteúdos transmitidos nas aulas. O teste realizado serviu para percebermos os conhecimentos de base que os alunos tinham antes de termos começado a abordar o tema.

Na segunda fase as turmas fizeram trabalhos em grupo e cada grupo selecionou um distrito ou região autónoma e tiveram de analisar parâmetros que se encontravam devidamente identificados no guião de trabalho. Pretendeu-se estimular os alunos para a reflexão sobre a realidade no que se refere a incêndios rurais do distrito ou região autónima por eles selecionada. Nesse sentido, os alunos assumiram o papel de um autarca, propondo medidas de prevenção e de reabilitação das áreas afetadas.

Aterceira fase, correspondente à etapa final da investigação consistia na aplicação do teste diagnóstico inicial, para perceber se os conhecimentos ficaram devidamente consolidados. No entanto, devido ao encerramento das atividades letivas motivado pela pandemia provocada pela Covid-19, não foi possível concretizar esta terceira fase da investigação de forma presencial, e também não foi possível fazê-lo de forma remota.

O teste diagnóstico foi aplicado antes de se iniciar o tema dos riscos, utilizando a aplicação *Socrative*, tendo por objetivo perceber os conhecimentos de base dos alunos sobre o tema em estudo. O teste era composto por vinte e duas questões que abarcam vários pontos da matéria em análise, nomeadamente:

- 1. Conceitos associados à Teoria do Risco;
- 2. Definição de riscos mistos;
- 3. Definição de florestas naturais;
- 4. Funções da floresta;
- 5. Florestas nacionais e mundiais;
- 6. Importância da floresta em Portugal;
- Causas que levam à ocorrência de incêndios rurais em Portugal;
- 8. Distinção entre fogo e incêndio florestal;
- Localização das áreas mais suscetíveis à ocorrência de incêndios rurais à escala nacional;

- Impactes dos incêndios rurais no território, sociedade e ambiente:
- 11. Medidas de prevenção dos incêndios rurais;
- Medidas a adotar durante a ocorrência de incêndios rurais:
- 13. Medidas a adotar depois da ocorrência de incêndios rurais.

Para a elaboração dos trabalhos os alunos seguiram as indicações estabelecidas no guião de trabalho.

O trabalho foi realizado com base nos seguintes tópicos:

- Apresentar o enquadramento geográfico da região recorrendo à utilização de um mapa e à criação de um texto explicativo.
- 2. Descrever as características da fauna e da flora da região;
- 3. Referir quais as funções da floresta para o distrito escolhido;
- Apresentar as notícias mais recentes sobre a ocorrência de incêndios no distrito;
- 5. Mencionar regiões no mundo com as características referidas nos tópicos anteriores;
- Analisar no mapa de Portugal relativo à suscetibilidade a incêndios qual o grau de suscetibilidade do distrito escolhido;
- 7. Mencionar quais as medidas de prevenção contra incêndios que adotavam na região, caso estivessem na posição de um autarca;
- Expor as medidas de recuperação que adotavam no distrito, caso estivessem na posição de um autarca;
- 9. Apresentar as devidas conclusões da pesquisa efetuada.

Na parte final do trabalho que suportou toda esta investigação, os alunos teriam de realizar uma apresentação oral, em que tinham de expor à turma os conhecimentos adquiridos com o trabalho, mas devido à pandemia não foi possível realizar a apresentação

Para analisarmos e avaliarmos a aprendizagem procedemos à comparação dos dados das três turmas, cruzando as atividades aplicadas.

#### A Caracterização do Colégio

O Colégio leciona quatro níveis de ensino, nomeadamente a creche, o ensino pré-escolar e, 1° ciclo, 2° e 3° ciclos do ensino básico.

Um dos aspetos positivos e bastante importante é a localização geográfica do colégio (fig. 1). O CNSL localiza-se na Rua Rainha Dona Estefânia, na união de freguesias de Massarelos e Lordelo do Douro, do município do Porto.

Nesta área predominam atividades terciárias, sendo de destacar um polo da Universidade do Porto. Observando-se igualmente uma grande concentração de bancos, centros comerciais, assim como escritórios ligados a serviços privados, nomeadamente medicina e advocacia.

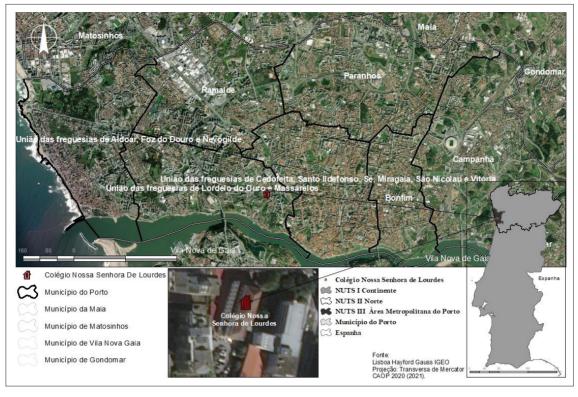


Fig. 1 - Localização do Colégio Nossa Senhora de Lourdes.

Fig. 1 - Location of Colégio Nossa Senhora de Lourdes.

Situa-se, relativamente próximo da Casa da Música, um dos equipamentos de cariz cultural mais importante da cidade.

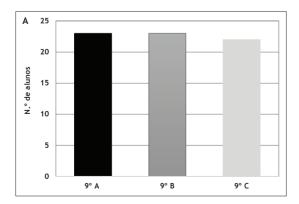
Caracterização das turmas do 9º ano de escolaridade do Colégio Nossa Senhora de Lourdes

No colégio existem 3 turmas de 9° ano (9°A, 9°B e 9°C) que, como já foi referido, foram o alvo das atividades pedagógicas desenvolvidas. Nesse sentido, foram, como referido anteriormente, 68 os alunos que participaram nas atividades propostas (fig. 2).

Todos os elementos das três turmas tinham telemóvel, pelo que a hipótese da aplicação do teste diagnóstico, através da plataforma *Socrative*, foi possível de concretizar.

Na turma do 9.º A todos os alunos frequentavam pela primeira vez este ano de escolaridade. Em relação às idades, estavam igualmente compreendidas entre os 13 e os 15 anos.

Esta turma destacava-se pela diversidade de questões que os alunos colocavam sobre os conteúdos lecionados. No entanto, a maior parte das questões eram colocadas por um número reduzido de alunos, assim como nem sempre



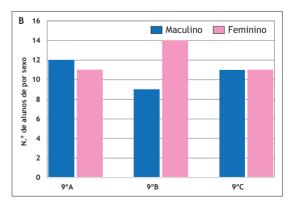


Fig. 2 - Número de alunos por turma - a); Sexo dos alunos por turma - b).

Fig. 2 - Number of students per class - a); Gender of students per class - b).

eram pertinentes no que se refere à orientação que se pretendia para a aula. Em termos de comportamento estivemos perante uma turma bastante imatura e infantil, não sabendo adequar o seu comportamento aos distintos momentos da aula. Os seus principais pontos fortes prenderam-se com os bons resultados nos testes e pelo interesse e curiosidade de grande parte dos alunos.

Na turma do 9.º B as idades também estavam compreendidas entre os 13 e os 15 anos. Esta turma, em termos de aproveitamento escolar, apresentava resultados um pouco inferiores em comparação com às restantes turmas do 9º ano, embora o seu comportamento fosse adequado aos diversos momentos da aula. Refira-se, no entanto, que nesta turma havia um aluno com Necessidades de Saúde Especiais (N.S.E) que desestabilizava um pouco as sessões letivas.

À semelhança das restantes turmas, todos os alunos do 9°C se encontravam a frequentar pela primeira vez o 9.° ano. Tal como nas outras turmas em análise, o intervalo de idade dos alunos era entre os 13 e os 15 anos.

Esta turma destacava-se pelo comportamento adequado às diversas situações da aula. A turma no geral não era participativa e os alunos só participavam quando alguém os questionava diretamente. Apesar disso, os resultados desta turma assemelham-se aos obtidos pelo 9.º A.

É importante referir que não foi possível elaborarmos uma caracterização mais profunda das turmas, nomeadamente no que se refere ao agregado familiar, devido à política de privacidade de dados do colégio.

#### Análise de resultados

Os testes diagnóstico através da aplicação Socrative

O teste diagnóstico através de uma aplicação recorrendo ao telemóvel foi bem acolhido por todas as turmas, uma vez que em todas as aulas lecionadas os alunos questionavam se podiam utilizar o telemóvel para a realização de exercícios através da aplicação *Kahoot*. À medida que os alunos iam respondendo às questões observavam no quadro interativo a identificação de quem respondia primeiro e dessa forma estimulou-se uma competição saudável.

Em termos globais, os alunos demostraram possuir algum conhecimento de base relativamente às questões colocadas. No que respeita aos conceitos associados à teoria do risco, a maior parte dos alunos respondeu de forma correta, verificando-se que apenas os conceitos de suscetibilidade e vulnerabilidade foram alvo de alguma incerteza (fig. 3).

Durante a realização do teste quase todos os alunos questionaram sobre o significado das palavras suscetibilidade e vulnerabilidade, o que demostra que as mesmas até ao momento eram desconhecidas. À semelhança do estudo realizado por Martins *et al.* (2018) sobre a perceção que os alunos do 9º ano possuíam sobre os conceitos associados à ciência do risco, a maioria dos alunos também demonstrou dúvidas em relação aos conceitos de suscetibilidade e de vulnerabilidade.

As lacunas mais evidentes no teste diagnóstico prendem-se com a troca das escalas de análise dos alunos em relação às florestas mundiais e nacionais (fig. 4).

Em relação às florestas mundiais, podemos constatar que grande parte dos alunos sabia que as florestas da Amazônia e do Congo são importantes para o planeta. Além disso, também podemos verificar que os alunos apresentaram conhecimentos mais avançados como a Selva Valdiviana, a Floresta do Bornéu e a Floresta de Daintree. No entanto, também referiram nomes de florestas que foram inventados, como por exemplo, a floresta do Minho. A alusão à floresta de Pedrógão Grande reflete o efeito mediático em torno dos incêndios ocorridos em junho de 2017 em Pedrógão Grande. A investigação efetuada por Nunes et al. (2020)

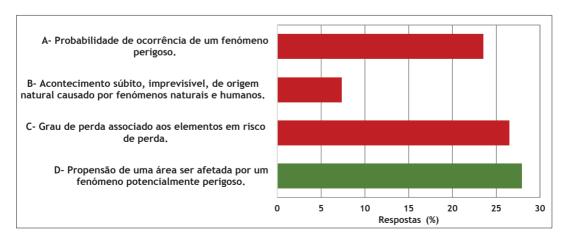
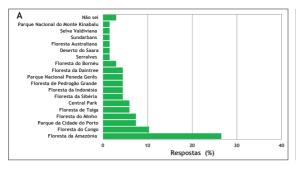


Fig. 3 - Definição de suscetibilidade. Resposta correta (verde) e respostas incorretas (vermelho).

Fig. 3 - Definition of susceptibility. Correct answer (green) and incorrect answer (red).



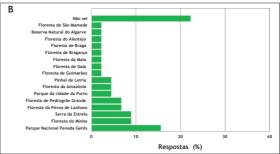


Fig. 4 - Questão do teste diagnóstico - a); Questão do teste diagnóstico referente a quatro florestas mundiais; b) Questão do teste diagnóstico referente a quatro florestas nacionais.

Fig. 4 - Diagnostic Test Question - a) Diagnostic test question relating to four world forests; b) Diagnostic test question relating to four national forests.

possibilitou constatar que os alunos consideraram o risco de incêndio rural como o risco mais provável de acontecer, o que pode estar relacionado com os incêndios que ocorreram em junho e outubro de 2017. Assim, podemos perceber que os incêndios ocorridos no ano de 2017, especialmente em Pedrogão Grande, tiveram um grande impacte nos alunos e, nomeadamente, nos alunos que fizeram parte da nossa investigação, visto terem referido o nome do município como sendo floresta. Os alunos também referiram o parque da Cidade do Porto o que nos leva a perceber que a noção de floresta que os alunos apresentaram é pouco rigorosa.

No que respeita às florestas nacionais, nota-se que a maior parte dos alunos referiu que não sabia responder à questão ao contrário do que se pode constar na questão referente às florestas mundiais. À semelhança das florestas mundiais os alunos também inventaram o nome de florestas nacionais como a floresta de Gaia, da Maia, da Póvoa de Lanhoso e de Guimarães. Quando os alunos estavam a responder a esta questão falaram entre si dizendo que no município de Guimarães havia um parque da cidade, tal como existe no município do Porto. Nesse sentido, deduzimos que a floresta de Guimarães tenha sido referida tendo como referência esse parque da cidade. Além disso, a partir desta questão também podemos deduzir que a noção de floresta dos alunos estava deturpada.

Apesar de se terem equivocado o nome de algumas florestas em Portugal, os alunos demostraram conhecimentos no que respeita à importância que a floresta tem para o país (fig. 5).

As respostas Produz oxigénio, Fornece matérias primas como a cortiça e a madeira, Promove a indústria da pasta de papel e da cortiça, É o Habitat para os seres vivos e Cria postos de trabalho eram as mais esperadas. Destacamos a resposta Contribui para o aumento do PIB, porque permite perceber que os alunos reconhecem os efeitos positivos que os produtos florestais e as atividades associadas especialmente as atividades turísticas e



**Fig. 5 -** Respostas à questão do teste diagnóstico: Qual a importância da floresta para Portugal?

**Fig. 5** - Answers to the diagnostic test question: How important is the forest to Portugal?

industriais exercem na economia. Também salientamos as respostas *Impede a ocorrência de deslizamentos de terra*, *Impede a desertificação* e *Impede a criação de cheias*, uma vez que refletem que os alunos percebem que as florestas têm um papel fundamental na manutenção dos solos e no impedimento do escoamento superficial que consequentemente leva à redução de cheias.

Os alunos das três turmas mostraram saber as causas que levam à ocorrência de incêndios rurais (fig. 6).

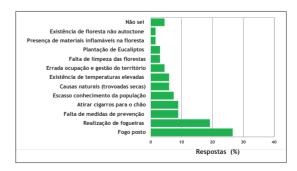


Fig. 6 - Respostas à questão do teste diagnóstico: refere quatro causas que levam à ocorrência de incêndios rurais em Portugal.

Fig. 6 - Answers to the diagnostic test question: they mention four causes that lead to the occurrence of rural fires in Portugal.

Na fig. 6 as respostas Fogo posto, Realização de fogueiras, Atirar cigarros para o chão, Existência de temperaturas elevadas e a Falta de limpeza das florestas eram as mais esperadas. Em comparação com o estudo efetuado por Martins el al. (2018) os discentes também referiram como causas a falta de limpeza das florestas e o incendiarismo. No entanto, essas causas foram apresentadas por um número reduzido de discentes, uma vez que autores revelaram que um elevado número não conseguiu responder à questão. Em posição, o nosso estudo revelou que os discentes apresentaram um conjunto variado de causas que levam à ocorrência de incêndios rurais.

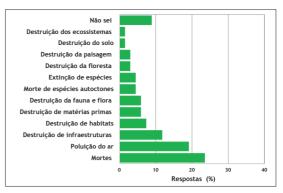
A resposta *Escasso conhecimento da população* permite-nos inferir que os alunos reconhecem que uma população devidamente informada consegue adotar comportamentos preventivos e dessa forma diminui a ocorrência de incêndios rurais.

Consideramos bastante pertinente a resposta *Errada ocupação do território* por parte dos alunos. Nesta faixa etária os alunos demostrarem algum conhecimento sobre a gestão do território é sinal de que apresentam algum pensamento crítico sobre a problemática. Se os espaços forem bem geridos, as funções da floresta podem ser intensificadas e dessa forma evita-se a ocorrência de incêndios rurais, juntamente com as medidas de prevenção a adotar por parte dos cidadãos. Os alunos referiram que existem *Falta de medidas de prevenção* e isso comprova que também refletem sobre as medidas que são necessárias para prevenir a ocorrência de incêndios rurais.

Também destacamos as respostas *Existência de floresta* não autóctone e *Plantação de eucaliptos*, uma vez em que durante a realização do teste alguns alunos afirmaram que aprenderam na disciplina de Ciências Naturais que o Eucalipto é uma espécie que inflama com bastante facilidade e que não é uma espécie autóctone. Estas florestas são importantes, uma vez que estão mais adaptadas às condições do território, nomeadamente ao solo e ao clima. Sendo mais resistentes às pragas, doenças e aos longos períodos de seca ou de chuvas. Além disso, estas florestas são resilientes à propagação de incêndios rurais.

Em relação à perceção dos alunos sobre os impactes na sociedade, no território e no ambiente resultantes da ocorrência de incêndios rurais verificamos que os alunos tinham conhecimentos básicos sobre os impactes ao nível territorial e ambiental após a ocorrência de um incêndio rural. No entanto, os impactes na sociedade não foram muito explorados pelos alunos (fig. 7).

As respostas Mortes, Poluição do ar, Destruição de matérias primas, Destruição de fauna e flora e Destruição da paisagem eram as mais esperadas, uma vez que são impactes que se observam no imediato. A investigação



**Fig. 7** - Respostas à questão: refere quatro impactes dos incêndios rurais na sociedade, no território e no ambiente.

Fig. 7 - Answers to the question: they mention four impacts of rural fires on society, territory, and the environment.

desenvolvida por Martins *et al.* (2018) demostrou que os alunos também apontaram como impactes decorrentes dos incêndios, a destruição florestal e a perda de habitações e terrenos agrícolas. Apesar disso, não conseguiram mencionar mais impactes.

A resposta *Morte de espécies autóctones* possibilita-nos compreender que os alunos entendem o seu significado e a importância para a floresta.

Salientamos a resposta *Destruição de ecossistemas* porque dá a entender que os alunos percebem que os ecossistemas são sistemas dinâmicos e os seus componentes se influenciam mutuamente. Quando ocorre alteração numa componente todo o ecossistema é afetado perturbando o seu equilíbrio. Também destacamos a resposta *Destruição do solo*, uma vez que os alunos reconheceram que após a ocorrência de um incêndio, a recuperação do solo é mais lenta e pode colocar em causa a regeneração do mesmo. Durante a realização desta questão os alunos pediram ajuda para responder à questão.

Os como impactos sociais mencionaram as *Mortes e a Destruição de Matérias-primas*, mas podiam ter referido a perda do bem-estar que estes espaços propiciam e o risco de saúde pública causado pela intensa fumaça que pode irritar os olhos e o sistema respiratório. A escassez de atividade turística e a consequente perda de postos de trabalho também se constituem como impactes socias.

Nas respostas que exigiam a escrita de quatro tópicos, grande parte dos alunos apresentou apenas dois, o que não leva a uma coerência nas respostas desejadas. Além disso, alguns alunos escreveram que não sabiam responder mostrando pouco empenho na reflexão sobre as questões durante a realização do teste.

Ainda assim, é possível constatarmos que os discentes apesar de habitarem em áreas urbanas apresentaram conhecimentos de base.

#### Os trabalhos de grupo

Os alunos das três turmas de 9° ano foram informados que iriam fazer um trabalho em substituição do segundo teste de avaliação e que teriam de entregar antes das férias da Páscoa. Os alunos continuaram a elaborar o trabalho no período em que as escolas foram forçadas a fechar por causa do Coronavírus, por isso, os tópicos que os alunos pesquisaram e abordaram no trabalho não foram tratados em sala de aula.

As turmas reagiram muito bem à realização dos trabalhos de grupo, uma vez que queriam aumentar as classificações finais. Os alunos formaram os seus próprios grupos (QUADRO I) e escolheram os distritos e as regiões autónomas (QUADRO II), sendo que cada elemento do grupo tinha de selecionar três tópicos para analisar, depois tinham de juntar as informações e formar um trabalho coeso.

Quadro I - Distribuição dos grupos pelo número de alunos por turma.

Table I - Distribution of groups by the number of students per class.

9° A	9° B	9° C
5 grupos - 4 alunos	5 grupos- 4 alunos	4 grupos- 4 alunos
1 grupo- 3 alunos	1 grupo- 3 anos	2 grupos- 3 alunos

QUADRO II - Distritos e Regiões Autónomas escolhidas pelos alunos das três turmas.

Table II - Autonomous Districts and Regions chosen by students from the three classes.

9° A	9° B	9° C	
Aveiro	Açores	Coimbra	
Castelo Branco	Beja	Guarda	
Évora	Guarda	Leiria	
Faro	Leiria	Madeira	
Lisboa	Madeira	Porto	
Porto	Portalegre	Vila Real	
Viana do Castelo	Santarém Viseu		
Viseu	Vila Real	-	

Como supramencionado, devido à interrupção das atividades letivas presenciais não foram realizadas as apresentações dos trabalhos. A apresentação final visava um debate com os elementos dos grupos para percebermos se todos estavam inteirados relativamente a todos os tópicos do trabalho. O objetivo do trabalho de grupo consistia na discussão entre os elementos do grupo sobre os conhecimentos que o trabalho obrigava a pesquisar e a adquirir. Assim sendo, a pesquisa visava o fomento do pensamento crítico dos alunos sobre esta temática. Até à data da realização do trabalho os alunos nunca tinham explorado este tema de forma muito profunda e este trabalho obrigou-os a refletir sobre esta problemática desde a escala mundial até à regional.

Para analisar todos os trabalhos de grupo recorremos à análise dos pontos fortes e fracos dos trabalhos de cada turma. Esta forma de análise foi inspirada na análise SWOT (*Strengths, Weaknesses, Opportunities e Threats*) (Quadros III e IV).

Esta análise permitiu-nos entender que os alunos não estão habituados a trabalhar em grupo e que necessitam desenvolver competências ao nível das metodologias de trabalho. Ainda assim, o resultado foi positivo, porque a procura de informações em bibliografia fidedigna possibilitou-nos perceber que os alunos não se contentam com as informações que se encontram ao primeiro clique numa página da internet.

#### Conclusão

Como já foi referido na introdução, a PES regeu-se pela seguinte pergunta de partida: Os alunos de meio urbano, reconhecem os impactes na sociedade, no território e no ambiente causados pelos incêndios rurais?.

Quadro III - Pontos fracos dos trabalhos de grupo.

Table III - Weak points of group work.

#### Pontos fracos

- Os alunos não respeitaram o limite máximo das páginas estipuladas. O limite de páginas estipulado servia para desenvolver a capacidade de síntese dos alunos;
- Os grupos do 9°C encarregues da análise dos distritos de Leiria, Madeira e Vila Real não elaboraram introdução. Os restantes grupos elaboram introduções muito generalistas e que descreviam apenas o índice dos trabalhos;
- Os alunos demostram pouca capacidade de síntese, principalmente nos assuntos que não são tão relevantes para o trabalho. A título
  de exemplo, no 9ºA os grupos encarregues dos distritos de Viana do Castelo e de Faro exploraram de forma desnecessária a atividade
  turística que se faz sentir em grande escala nestas áreas. No 9ºC o grupo que tratou o distrito de Viseu referiu a distância a que fica
  o distrito até ao aeroporto Francisco Sá Carneiro no distrito do Porto e para o tema em questão essa informação não é pertinente;
- Não se verificou uma articulação entre os temas dos tópicos pedidos para o trabalho. Tendo como exemplo, o grupo de trabalho do 9°B referente à região autónoma da Madeira no tópico em que tinha de analisar o seu mapa de suscetibilidade, analisou a suscetibilidade do distrito de Bragança. Nesse sentido, podemos inferir que os alunos não dialogaram entre si para que o texto ficasse uniforme:
- No 9º A os grupos que trataram os distritos de Aveiro e de Évora foram os únicos que referiram as funções da floresta que são uteis ao desenvolvimento do distrito:
- As informações recolhidas relativas às medidas de prevenção e recuperação da área afetada por incêndios foram retiradas da internet. O objetivo do trabalho visava o desenvolvimento de medidas pelos alunos. O grupo que tratou do distrito de Viseu foi o único que refletiu em medidas de prevenção;
- As conclusões que alunos elaboraram foram muito generalistas e basearam-se apenas na descrição do que foi feito no trabalho.

Quadro IV - Pontos fortes dos trabalhos de grupo.

\*Table IV - Strengths of group work.

#### Pontos fortes

- A maior parte dos grupos inseriu introdução nos trabalhos. A introdução é uma parte importante do trabalho que serve para inteirar
  o leitor sobre o tema e a maior parte dos alunos realizou uma introdução concisa. No 9º A os grupos que trataram os distritos de
  Faro e de Viseu abordaram na introdução a teoria do risco para a análise dos seus distritos;
- Globalmente, os enquadramentos geográficos realizados pelos alunos foram bem conseguidos, recorrendo à utilização de um mapa do país e do mapa do distrito;
- Apesar de os alunos terem transcrevido as informações da internet e não inserirem um cunho pessoal, as fontes bibliográficas utilizadas são muito fidedignas, uma vez que recorreram ao Plano Nacional da Floresta Contra Incêndios e aos Planos Municipais de Defesa da Floresta dos seus distritos e demais artigos realizados pelas autarquias. No 9°C o grupo que explorou o distrito de Viseu para analisar o risco, recorreu ao modelo das componentes do risco de Verde, J. e Zêzere, J.L. (2007) Avaliação da perigosidade de incêndio florestal, VI Congresso da Geografía Portuguesa "Pensar e intervir no território";
- Quase todos os grupos analisaram a suscetibilidade do país e posteriormente analisaram com pormenor a suscetibilidade do seu distrito. No 9º A o grupo que analisou o distrito de Viana do Castelo assinalou no mapa as várias serras que se encontram no distrito bem como o Parque Nacional Peneda-Gerês. No 9ºB o grupo que tratou do distrito de Vila Real retirou cartografia, nomeadamente a carta de declives, ocupação do solo e o modelo digital do terreno de Fraga, D. (2014) Perigo de incêndio florestal na interface urbano- florestal do município de Vila Real, Universidade de Trás-os-Montes e Alto-Douro. Na turma do 9ºB o grupo responsável pela região autónoma dos Açores para analisar a suscetibilidade recorreu à plataforma Researchgate para recolher informações. No 9ºC o grupo que tratou o distrito de Viseu para analisar de forma exaustiva a suscetibilidade, analisou a teoria do risco para o distrito e para isso recorreu às classes de perigosidade elaboradas Verde, J. e Zêzere, J.L (2007) Avaliação da perigosidade de incêndio florestal, VI Congresso da Geografia Portuguesa "Pensar e intervir no território". O grupo que tratou o distrito de Leira retirou do ICNF o mapa de risco de incêndio florestal do concelho de Leira;
- Alguns grupos referiam algumas curiosidades interessantes sobre a problemática no distrito e também mostraram notícias sobre casos ocorridos;
- Vários grupos abordaram as funções que as espécies desempenham para os distritos e também a importância do ordenamento do território para a prevenção dos incêndios. Além disso, referiram as causas que levam à ocorrência dos incêndios rurais. A título exemplificativo, no 9°C o grupo que explorou o distrito da Guarda referiu que este carece de gestão florestal e essa informação foi retirada do artigo de Lourenço, L e Henriques, S. (2013) Incêndios florestais no distrito da Guarda. Fatores desencadeantes e consequências ambientais inserido nos Cadernos de Geografia da Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra;
- Os grupos exploraram a flora existente em cada distrito. A título exemplificativo, no 9ºA o grupo que tratou do distrito de Aveiro
  abordou o potencial destruidor que o eucalipto apresenta. O grupo que tratou o distrito de Faro fez referência à importância das
  espécies autóctones, nomeadamente do Carvalho em Monchique;
- Vários grupos refletiram em medidas de prevenção e de recuperação, mas complementaram com medidas retiras da bibliografia.

Consideramos este tema de extrema importância, uma vez que ano após ano esta problemática se faz sentir com bastante intensidade. Se desde cedo os jovens adotarem comportamentos preventivos podem tornar-se agentes de transmissão deste tipo de comportamentos às gerações anteriores, nomeadamente aos familiares.

No sentido de responder à nossa pergunta de partida elaboramos o teste diagnóstico que nos levou a compreender qual a perceção dos alunos. Julgamos que através do teste conseguimos entender os conhecimentos dos alunos. Das atividades realizadas com os alunos, destacamos essencialmente o teste diagnóstico, uma vez que foi o primeiro instrumento de avaliação implementado e que nos permitiu perceber à partida qual era a perceção que cada aluno tinha antes de começarmos a abordar o tema. Respondendo à pergunta de partida, podemos concluir que os discentes reconhecem as funções das florestas, assim como a sua importância para o país. Além disso, reconhecem várias causas que levam à ocorrência, assim como alguns dos impactes dos incêndios em termos ambientais e territoriais. No entanto, os impactes sociais ficaram aquém do que era esperado.

Os discentes de todas as turmas referiram como impactos sociais a existência de mortes e a perda de bens materiais, mas também podiam ter abordado a perda do bem-estar que estes espaços propiciam, a escassez de atividade turística e a perda de postos de trabalho.

De todo o trabalho realizado é possível destacarmos diversas conclusões. Em termos globais, a turma do 9°B apresentou melhores conhecimentos nas questões referentes à Teoria do Risco e às questões sobre localização das florestas mundiais e nacionais. O teste diagnóstico revelou que alguns discentes tinham dificuldades na análise a diferentes escalas, nomeadamente nas florestas. A título de exemplo, o 9.º A e o 9.º B referiram que a floresta de Pedrógão Grande, o Parque da Cidade do Porto e os Jardins de Serralves eram florestas mundiais. Além disso, é de salientar que os discentes possuem mais conhecimentos sobre as florestas mundiais do que das florestas nacionais. Em todas as turmas a percentagem de respostas "Não sei" é muito superior nas florestas nacionais. Nas aulas seguintes à realização do teste diagnóstico estas informações foram analisadas com os alunos.

Para além da confusão que os discentes fizeram com as florestas mundiais, destacamos como outro ponto negativo o facto de não terem tido a preocupação de refletir e de escrever quatro tópicos nas questões que assim o exigiam. No entanto, destacamos como ponto positivo a noção clara que os discentes transmitiram sobre algumas das causas que levam à ocorrência de incêndios rurais.

Tal como foi referido na introdução, a perceção do risco e, nomeadamente, do risco de incêndio rural, depende de um conjunto de fatores como os modos de vida, a proximidade do perigo e da qualidade das informações que são recebidas pelos alunos. Isto pode explicar as diferenças encontradas relativamente à investigação processada por Martins et al. (2018), uma vez que os estudantes apresentaram uma noção pouco clara das causas e dos impactes que advêm da ocorrência de incêndios rurais. Em oposição, os alunos que fizeram parte da nossa investigação identificaram várias causas que levam à ocorrência de incêndios rurais, tendo ainda apresentado impactes dos incêndios e alguns de grande relevância.

Para a realização do teste diagnostico através da aplicação Socrative baseamo-nos apenas no formato digital, descartando o formato analógico, uma vez que não previmos a falta de telemóveis para a atividade. Depreende-se a necessidade de possuir um plano alternativo à utilização de ferramentas digitais, pois há sempre probabilidade de algo não correr como o previsto.

Os trabalhos de grupo visavam um aprofundamento dos conhecimentos que demonstraram no teste diagnóstico, assim como fomentar o seu pensamento crítico sobre o tema. Apesar de quase todos os grupos terem retirado as informações da internet e transcrevendo-as na integra, os alunos mostraram possuir espírito crítico na seleção das fontes que retiraram as informações.

Os discentes não tiveram em conta o distrito de Braga na seleção dos distritos para os trabalhos de grupo. No entanto, no teste diagnóstico referiram a existência das *Florestas do Minho, Floresta da Póvoa de Lanhoso* e *Floresta de Braga*. Na aula seguinte à realização do teste dialogamos com os discentes sobre os resultados do mesmo e tomaram consciência que inventaram o nome dessas florestas por desconhecimento.

Nos trabalhos alguns dos discentes tentaram aplicar a teoria do risco ao distrito só não conseguiram obter dados sobre o valor económico. Isto demostra que os discentes tentaram interligar a matéria dada nas aulas com o trabalho. Em termos globais, o principal ponto fraco dos trabalhos foi a falta de interligação entre os tópicos. Os elementos dos grupos limitaram-se apenas a trabalhar nos tópicos que lhes foram atribuídos e depois disso não dialogaram entre si, que é possível perceber pelo texto apresentado, o qual corresponde ao somatório das contribuições de cada elemento do grupo.

Perante isto, é possível constatar que os discentes não têm metodologias de trabalho em grupo. Esta situação não está de acordo com o previsto na Estratégia Nacional de Educação para a Cidadania e na Recomendação n°5/2011, dado que estas defendem o trabalho em equipa e a entreajuda, seja em que âmbito for.

No que concerne às medidas de prevenção e de recuperação do distrito, alguns grupos discutiram as medidas propostas. Outros pensaram nas medidas e complementaram com informações obtidas *online*, havendo ainda quem se limitasse a transcrever as medidas que identificaram durante a procura realizada. Alguns dos grupos que só se limitaram a copiar informações obtidas *online*, retiraram medidas implementadas em incêndios de contextos diferentes, ocorridos noutros distritos.

De referir, ainda, que este trabalho foi adotado como instrumento de avaliação, por ser considerado como um excelente elemento de avaliação, substituindo o segundo teste de avaliação relativo ao segundo período escolar. O trabalho permitiu que alguns alunos subissem as classificações o que sugere maior capacidade de interiorização dos temas em função do trabalho desenvolvido.

Devido à Covid-19, não foi possível a apresentação dos trabalhos de grupo. A apresentação era muito importante para perceber se os alunos tinham conseguido cimentar as informações recolhidas, tanto da sua parte como da parte dos colegas. Cada elemento não ia apresentar a parte que fez, mas sim a parte realizada por outro colega e assim sucessivamente. Este modelo de apresentação permitia-nos perceber se todos os alunos do grupo estavam inteirados do trabalho.

Também não foi possível repetir a implementação do teste diagnóstico inicial para a avaliação dos conteúdos ministrados nas aulas, para perceber se ficaram devidamente consolidados.

O conhecimento apresentado pelos alunos, em função da sua perceção do tema, aproxima-se da Recomendação nº 5/2011, uma vez que o teste diagnóstico permitiu constatar que os alunos apresentam algum pensamento crítico sobre as causas e sobre os impactes decorrentes dos incêndios rurais. A pesquisa realizada para a elaboração dos trabalhos permitiu que os alunos desenvolvessem competências ao nível da exploração das fontes de informação e que desenvolvessem o seu pensamento crítico. Tal facto, pode ser comprovado pela utilização de bibliografia fidedigna nos trabalhos. Assim, podemos inferir que trabalho desenvolvido contribuiu para criar bases ao nível das metodologias de pesquisa o que pode permitir que os alunos fiquem melhor informados e que possam adotar decisões conscientes sobre vários assuntos e nomeadamente, em relação ao risco em estudo, tal como é estipulado na referida Recomendação e na Estratégia Nacional de Educação para a Cidadania.

A nosso ver, a educação constitui-se como uma alavanca que pode tornar os cidadãos mais conscientes dos efeitos nefastos dos incêndios tendo como objetivo a adoção de comportamentos de autoproteção.

Cabe aos professores despertar nos alunos o espírito crítico para que entendam que a problemática dos incêndios é bastante preocupante e que enquanto cidadãos podem e devem adotar comportamentos preventivos. Se assim for, a redução dos impactes ambientais negativos será muito maior.

A disciplina de Geografia pode e deve favorecer o desenvolvimento de uma ética ambiental, tendo um papel bastante interventivo na mudança das mentalidades e dos comportamentos. Os jovens da atualidade têm vários acessos às informações, mas na escola os professores, nomeadamente os professores de Geografia podem ensinar os alunos a aprenderem a transformar as informações em conhecimentos científicos. Isso é possível se o professor incentivar os alunos à organização das informações para posteriormente pensarem criticamente sobre elas.

Em modo de conclusão, verificamos que estes alunos atendendo ao seu ano de escolaridade apresentaram algum pensamento crítico sobre a problemática em análise.

#### Bibliografia

- Bacha, M. D. L., Strehlau, V. I. e Romano, R. (2006). Percepção: termo frequente, usos inconsequentes em pesquisa. Anais do XXX Encontro ANPAD.
- CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO Educação para o Risco, Recomendação n.º 5/2011, Ministério da Educação e Ciência, Diário da República, 2.ª série N.º 202 20 de Outubro de 2011.
- Cunha, M. (2008). O contributo da educação formal em Geografia na prevenção dos incêndios florestais (Dissertação de Mestrado em Gestão de Riscos Naturais). Faculdade de Letras da Universidade do Porto.
- Efron, R. (1969). What is perception?. In *Proceedings of* the Boston Colloquium for the Philosophy of Science 1966/1968 (137-173). Springer, Dordrecht.
- ESTRATÉGIA NACIONAL DE EDUCAÇÃO PARA A CIDADANIA. (2017) Lisboa: DireçãoGeral de Educação e Ciência. Obtido de http://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Projetos\_Curriculares/Aprendizagens\_Essenciais/estrategia\_cidadania.pdf
- Lourenço, L., Bernardino, S., Fernandes, S. e Félix, F. (2011). Prosepe altos e baixos de um projeto que resistiu à viragem do milénio, Cadernos de Geografia n.º 30/3. Disponível em: https://www.uc.pt/fluc/depgeotur/publicacoes/Cadernos\_Geografia/Numeros\_publicados/CadGeo30\_31/eixo4\_01

- Martins, B., Nunes. A., Lourenço L. (2018). Dimensão espacial do(s) risco(s) em Portugal continental e na Área Metropolitana do Porto: perceção dos alunos do 9º ano de escolaridade, Territorium, 25 (ii), 93-104. DOI: https://doi.org/10.14195/1647-7723\_25-2\_8
- Martins, B; Nunes, A; Lourenço, L. (2019). Spatial risk perception among 9th grade students Mainland Portugal versus the Metropolitan Area of Porto, International Research in Geographical and Environmental Education, Vol. 28, Issue 3, 194-210. DOI: https://doi.org/10.1080/10382046.2018.1561632
- Nunes, A., Lourenço, L., Félix, F., Oliveira, S. (2014). Prosepe: Duas décadas a educar para a preservação da floresta Territórios, Comunidades educadoras e desenvolvimento sustentável, Departamento de Geografia da Universidade de Coimbra, ISBN 978989-96810-6-4. Disponível em: https://www.uc.pt/fluc/nicif/Publicacoes/Estudos\_de\_Colaboradores/PDF/Comunicacoes\_congressos/2014\_Atas\_Territorios\_Comunidades\_Educadoras\_LL1.pdf/
- Nunes, A., Martins, B., Lourenço, L. (2018). Risk reduction education in portuguese schools: the example of wildfires, Territorium 25 (ii), 41-51. DOI: https://doi.org/10.14195/1647-7723\_25-2\_4
- Nunes, A., Martins, B., Azevedo, M. (2020). Exploring the spatial perception of risk in Portugal by students of Geography, Journal of Geography, Vol.119, Issue 5. DOI: https://doi.org/10.1080/00221341.2020.1801803
- Santos, B. (2010). Aplicação dos Sistemas de Informação Geográfica como ferramenta de apoio ao combate a Incêndios Florestais no Concelho da Guarda (Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Sistemas de Informação Geográfica). Univ. da Beira Interior.
- Teixeira, A. (2018). As potencialidades do brincar: Conceções das educadoras e professoras (Relatório final de Prática de Ensino Supervisionada para obtenção do grau de mestre em Educação Pré-Escolar e Ensino do 1º Ciclo de Ensino Básico). Escola Superior De Educação De Santarém.

#### Word Wide Web

COLÉGIO NOSSA SENHORA DE LOURDES

https://www.cnslourdes.com/ (acedido a 09/03/2020).

DIRECÃO GERAL DA EDUCAÇÃO

http://www.dge.mec.pt/educacao-para-o-risco (acedido a 26/03/2021).

INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA

h t t p s : / / w w w . i n e . p t / x p o r t a l / xmain?xpid=INE&xpgid=ine\_indicadores&indOcorr Cod=0008856&contexto=bd&selTab=tab2&xlang=pt (acedido a 08/05/2020).

# PISCOS

## territorium 29 (I), 2022, 89-98

journal homepage: https://territorium.riscos.pt/numeros-publicados/DOI: https://doi.org/10.14195/1647-7723\_29-1\_8
Artigo científico / Scientific article



## METHODOLOGY FOR MAPPING THE PROBABILITY OF FIRE OCCURRENCE IN THE BRAZILIAN CERRADO BIOME BASED ON THE DANGER OF FIRE PROPAGATION VARIABLES\*

METODOLOGIA PARA MAPEAMENTO DA PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA DE FOGO NO BIOMA DO CERRADO BRASILEIRO
BASEADA EM VARIÁVEIS RELACIONADAS AO PERIGO DE PROPAGAÇÃO DO FOGO

Marcos César Ferreira

University of Campinas Department of Geography, Institute of Geosciences (Brazil)

ORCID 0000-0003-4187-8437 macferre@unicamp.br

Cassiano Gustavo Messias

#### **ABSTRACT**

The area covered by the Brazilian cerrado biome has been greatly reduced in recent years due to the expansion of agricultural land and the increased number of fire outbreaks. The objective of this paper is to propose a methodology based on geospatial analysis and logistic regression analysis (LRA) for mapping the probability of fire occurrence in Brazilian cerrado conservation units. This model was applied in the Serra da Canastra National Park (SCNP) in the Southeast of Brazil. The methodology uses the maps of the following environmental variables, which are related to the danger of fire propagation: wind effect (WIN), terrain convexity (CVX), slope (SLO), drainage density (DRD), altitude (ELV), vegetation index (NDVI), and road density (ROD). The results of the LRA showed that the variables SLO, ELV, NDVI, ROD (p<0.0001), DRD (p=0.0005) and WIN (p=0.0007) contributed significantly to the occurrence of fire outbreaks. The model correctly classified 94.26% of cases. We conclude that this methodology can be used to inform the planning of firefighting actions in the Brazilian cerrado biome.

Keywords: Fire outbreaks, geospatial analysis, logistic regression, Brazilian cerrado biome, Brazil.

#### **RESUMO**

As áreas cobertas pelo bioma do cerrado do Brasil têm sido extensamente reduzidas nos últimos anos devido à expansão da agricultura e ao aumento da ocorrência de eventos de fogo. O objetivo deste artigo é apresentar uma metodologia baseada em análise geoespacial e análise de regressão logística (LRA) para mapear a probabilidade de ocorrência de fogo em unidades de conservação do cerrado do Brasil. Este modelo foi aplicado no Parque Nacional da Serra da Canastra, localizado no sudeste do Brasil. A metodologia utiliza os mapas das seguintes variáveis ambientais relacionadas ao perigo de propagação do fogo: efeito do vento (WIND), convexidade do terreno (CVX), declividade (SLO), densidade de drenagem (DDR), altitude (ELV), índice de vegetação (NDVI) e densidade de estradas (ROD). Os resultados mostraram que as variáveis SLO, ELV, NDVI, ROD (p<0,0001); DRD (p=0,0005) e WIN (p=0,0007) contribuíram significativamente para a ocorrência de eventos de fogo. O percentual de casos corretamente classificados foi de 94,26%. Concluímos que esta metodologia pode ser utilizada em ações de planejamento do combate ao fogo no bioma do cerrado.

Palavras-chave: Eventos de fogo, análise geoespacial, regressão logística, bioma do cerrado brasileiro, Brasil.

<sup>\*</sup> O texto deste artigo corresponde a uma comunicação apresentada no V Congresso Internacional de Riscos, tendo sido submetido em 28-01-2021, sujeito a revisão por pares a 02-02-2021 e aceite para publicação em 10-03-2021. Este artigo é parte integrante da Revista **Territorium**, n.º 29 (I), 2022, ® Riscos, ISSN: 0872-8941.

#### Introduction

Fire is a major cause of forest destruction and biodiversity loss in Brazilian biomes, especially in the Brazilian cerrado biome. The area covered by Brazilian cerrado vegetation has been greatly reduced in recent years due to the expansion of agricultural land and the increased number of fire outbreaks. Given the current vulnerability of Brazilian forests, the development of geospatial models to map the probability of fire occurrence is an important scientific goal. Tropical savannas experience a high frequency of fires because of the high production and accumulation of fuel due to the abundance of herbaceous vegetation (Rodrigues et al., 2021).

Fires in the Brazilian *cerrado* biome have been occurring for 32,000 years, and they propagate on the surface vegetation of the herbaceous stratum (Miranda *et al.*, 2004). Practically all plants of the Brazilian *cerrado* have evolved to tolerate or depend on fire for their existence (Coutinho, 1990); therefore, fires are integrated into the ecosystems of this biome (Conti and Furlan, 2011).

Natural fires occur during the wet season and are mainly caused by lightning strikes. These fire types benefit some phytophysiognomies of the Brazilian *cerrado*, for example, by promoting the regrowth of several herbaceous species and acting as flowering stimuli (Conti and Furlan, 2011). Nevertheless, recurrent fires can be harmful because they may prevent woody species from having time to regenerate, affect resprouting vigour and result in changes in soil properties (Rodrigues *et al.*, 2021).

Over the last 50 years, forest fires have been concentrated at the end of the dry season and have been occurring every two or three years, which has seriously damaged fire-sensitive vegetation (Schmidt and Eloy, 2020). Fires that occur at the end of the dry season are more severe due to the larger amount of fuel available on the ground (especially dead herbaceous vegetation) and to the absence of rainfall (Gomes *et al.*, 2018).

The irrational occupation of space over decades and the increasing expansion of the agricultural frontier have worsened fires and increased their destructive power (Ramos *et al.*, 2015). Agribusiness expansion is one of the main causes of suppressing almost half of the original vegetation in the Brazilian *cerrado*, and fires are used as tools to convert natural vegetation to monocultures (Schmidt and Eloy, 2020) and as an inexpensive and quick management strategy (Conti and Furlan, 2011).

Studies have shown that several environmental factors are related to the increased danger of fire propagation in vegetation. The slope of the terrain contributes significantly to the spread of fire, with fires spreading more rapidly in areas located on steeper slopes (Ajin *et al.*, 2016; Soares Neto *et al.*, 2016). The wind acts

in a more complex way because in addition to fuelling combustion, it also contributes to directing the spread of fire along slopes (Torres, 2006). The proximity of roads facilitates access to firefighting and can also act as a barrier to the spread of fires (Torres, 2006), although it can contribute to arson.

The convex forms of slopes disperse moisture on the surface and therefore tend to be drier and more favourable to fires (Coura *et al.*, 2009). Phytophysiognomies that present lower biomass densities and, therefore, lower vegetation index, such as fields, are more predisposed to the spread of fire (Messias and Ferreira, 2019a). Catry *et al.* (2009) found that population density, human accessibility, land use and altitude were the most important determinants of the spatial distribution of fire ignition in Portugal.

Among the main elements of landscapes that drive fire propagation are fuel characteristics. In the Brazilian *cerrado* biome, the main fuel load is composed of herbaceous vegetation that becomes senescent in the dry season and provides much fine and flammable fuel on the ground (Franke *et al.*, 2018). Atmospheric conditions throughout the year limit or promote the growth of fine fuel, while variations in relative humidity, wind speed and temperature may influence the ignition, intensity and propagation of fires (Ruffault *et al.*, 2017). Furthermore, the characteristics of topography, such as aspect, elevation and slope, affect fire behaviour, either directly or in association with climatic or fuel conditions (Algöwer *et al.*, 2003).

Fire elimination over a long period may cause the accumulation of fine fuel, which increases the intensity and severity of future fires (Harris *et al.*, 2016). Studies show that both frequent and rare fire occurrences may affect conservation and biodiversity in the Brazilian *cerrado* (Durigan and Ratter, 2016). Hence, protected areas in Brazil have followed an international trend of integrated fire management (IFM), which aims to reduce fire occurrence at the end of the dry season and consequently to decrease the occurrence of large magnitude events (MMA *et al*, 2017). Fire risk mapping is also an essential tool for the prevention, suppression and management of fires, as it allows the spatial visualization of areas with higher and lower ignition or propagation probabilities (Kovalsyki *et al.*, 2020).

Logistic regression is one of the most used methods for modelling fire occurrence (Catry *et al.*, 2009). The statistical method of logistic regression is used to analyse, describe and test hypotheses about the relationship between a categorical variable (the resulting event) and one or more categorical or continuous predictive variables (explanatory variables).

The simplest case is when we have a continuous predictive variable  $\, X \,$  and  $\, a \,$  dependent dichotomous variable  $\, Y \,$  (Peng  $\, et \, al., \, 2002$ ). The dichotomous or binary variable  $\, Y \,$  estimates the presence  $\, (Y \, = \, 1) \,$  or absence  $\, (Y \, = \, 0) \,$ 

of a phenomenon from a set of predictive explanatory variables (Panik, 2009). This method allows predicting how the probability of an event (dichotomous) is influenced or not by the presence or absence of determined variables or by their values.

The main advantages of the logistic regression method over conventional methods of simple and multiple regression are the possibility of working with dependent and independent variables that do not have a normal distribution and the use of a mixture of categorical and continuous variables (Catry et al., 2009; Çokluk, 2010). For this reason, logistic regression is more efficient when working with spatial data that are not normal and have a spatially dependent distribution. The logistic regression analysis produces an equation that reveals the probabilities (measured in values of 0.0 and 1.0) of an event belonging to the yes class (it occurs) and the no class (it does not occur).

The objective of this paper is to present a methodology based on geospatial analysis and logistic regression analysis for mapping the probability of fire occurrence in Brazilian *cerrado* conservation units. Of the environmental variables related to the fire propagation, the following were selected: wind effect (WIN), terrain convexity (CVX), slope (SLO), drainage density (DRD), altitude (ELV), vegetation index (NDVI) and road density (ROD). Maps of these variables were used for the development of the methodology. This model was applied in the Serra da Canastra National Park, located in the Southeast of Brazil.

#### Study Area

The Brazilian *cerrado* is a savanna biome that occupies approximately two million square kilometres. This biome has a great floristic diversity and characteristic phytophysiognomies. The species of arboreal plants are generally tortuous and spaced and are adapted to extract water from deep soil. Savanna phytophysiognomies, such as *campo sujo*, *campo limpo* and *campo rupestre*, in which herbaceous species predominate, are also common (Conti and Furlan, 2011).

The Brazilian *cerrado* is humid despite its seasonality, and the annual precipitation level is above 1,000 mm (Conti and Furlan, 2011). However, the rainy and dry seasons are very set. Throughout the dry season, some main and secondary water courses become narrow or disappear temporarily. The biome contains parts of large hydrographic basins of South America, such as Paraná, Paraguai, Tocantins-Araguaia and São Francisco (Latrubesse *et al.*, 2019).

SCNP is an important protected area (conservation unit) of the Brazilian *cerrado*. SCNP is located in the southwestern part of the state of Minas Gerais, Brazil, with a defined area of 1,977.8 km² and was created by the Decree 70.355/1972. However, an area of only 715.2 km² was regulated at the time of its creation. A buffer zone around the SCNP was also created, with a perimeter of 1,493 km and a surface area of 2,695.13 km² (fig. 1) (MMA and IBAMA, 2005).

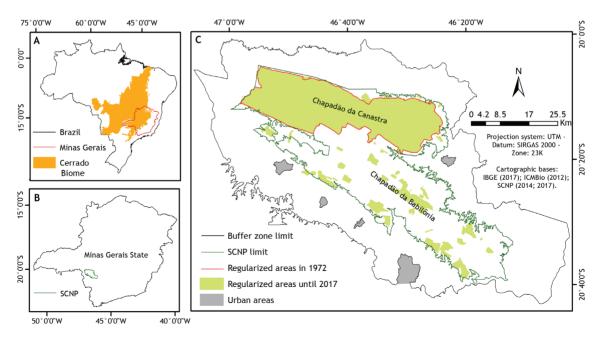


Fig. 1 - Location of the Brazilian cerrado biome and the state of Minas Gerais in the Brazilian territory (A); Serra da Canastra National Park in relation to the state of Minas Gerais (B); Parque Nacional da Serra da Canastra map (C).

Fig. 1 - Localização do bioma do cerrado e do estado de Minas Gerais no território brasileiro (A); Localização do Parque Nacional da Serra da Canastra em relação ao estado de Minas Gerais (B); Mapa do Parque Nacional da Serra da Canastra (C).

The interior of the SCNP is constituted by reliefs of *chapadas* (high reliefs with flattened tops and pronounced scarps) that form the areas referred to as *Chapadāo da Canastra* and *Chapadāo da Babilônia*. These are the higher zones of the SCNP, which may reach up to 1,500 m and are mainly composed of quartzite rocks. There are lower zones composed of rocks less resistant than quartzite, surrounded by the reliefs of *chapadas*, and the altitudes in these areas may range from 600 to 1,100 m (MMA and IBAMA, 2005).

The importance of the creation of the SCNP is related to its ecological relevance. The park preserves a great diversity of Brazilian *cerrado* fauna and flora, protects endemic species and endangered species (such as grebe duck), presents natural beauties, includes several water courses and waterfalls, and preserves springs of important Brazilian rivers (such as São Francisco and Araguari) (MMA and IBAMA, 2005).

Nevertheless, the preservation of the SCNP is constantly threatened by conflicting activities, such as frequent fires, deforestation, erosion development, mining and agricultural and cattle ranching activities in non-regulated areas (MMA and IBAMA, 2005; Messias and Ferreira, 2019b).

#### Material and Methods

The model for mapping the probability of fire occurrence is based on the following environmental variables, which are related to the danger of fire propagation: wind effect (WIN), terrain convexity (CVX), slope (SLO), drainage density (DRD), altitude (ELV), vegetation index (NDVI) and road density (ROD).

We do not use climatological variables in this research because there are no climatological stations within the park area. In addition, the available stations are located in municipalities which are quite distant from the park.

#### Mapping of the fire occurrence areas

The mapping of the burnt areas in the study area was carried out based on the visual interpretation of orbital images in three types of colour compositions: false-colour compositions 7R/4G/3B and 7R/5G/4B (for both Thematic Mapper — TM and Enhanced Thematic Mapper Plus — ETM+ Landsat sensors) or 5R/4G/7B and 7R/6G/5B (for Operational Land Imager — OLI Landsat sensor); and true colour composition 3R/2G/1B (for both TM-Landsat and ETM + Landsat sensors) or 4R/3G/2B (for OLI sensor).

The polygons referring to the perimeter of the burned areas were digitized on the screen within regular 5x5 km cells at an approximate scale of 1:15,000 for each year of the 1984-2015 time series. Then, the average fire frequency in the pixel in the time series was calculated. The average fire frequency map was classified by the standard deviation (SD) method.

Explanatory environmental variables

NDVI. The normalized difference vegetation index map was derived from Landsat TM, ETM+ and OLI images with spatial resolution of 30 m. The SCNP is located between two Landsat scenes (paths/ rows 219/74 and 220/74), and for each of them, 22 images were selected within the period from 1984 to 2015 at the beginning of the dry season in the Brazilian cerrado, i.e., in April or May. In the ENVI 4.2 image processing software (Exelis Visual Information Solutions, 2011), atmospheric correction of these images was performed using the Fast Lineof-sight Atmospheric Analysis of Spectral Hypercubes (FLAASH) tool. Then, in ArcGIS 10.2 (ESRI, 2012) algebraic operations were performed on the 22 images of each scene; the median values of each pixel were calculated with the Cell Statistics tool, and a single image that represents the central trend of the reflectance in the period was obtained. The NDVI was obtained from the following expression:

$$NDVI = \frac{\rho_{NIR} - \rho_R}{\rho_{NIR} + \rho_R}$$
 (Eq. 1)

where  $\rho_{NIR}$  is the reflectance in the near infrared spectral band, and  $\rho_R$  is the reflectance in the red spectral band of the Landsat multispectral image;

- Altitude. The altitude map was obtained from the ASTER GDEM 2 Digital Elevation Model (DEM), with spatial resolution of 30 m, using ArcGIS 10.2;
- Terrain slope. The slope map was generated in ArcGIS 10.2 using the Slope tool and ASTER GDEM 2 as input data;
- Terrain convexity. Surface convexity index were calculated with the Terrain Surface Convexity tool, which is available in SAGA GIS 6.0, with ASTER GDEM 2 as input data. The higher the pixel value on the convexity index map, higher the density of convex slopes;
- Wind effect. The wind effect map predicts the degree of the wind effect on the terrain surface. The wind effect tool is available in the SAGA GIS software (Conrad et al., 2015). We used ASTER GDEM 2 as input data to calculate the wind effect map, considering an azimuth of 120° as the predominant wind direction in the SCNP (MMA and IBAMA, 2005). Wind effect values lower than 1.0 are associated to areas that are not affected by the local predominant wind; wind effect values higher than 1.0 are associated to areas that are directly affected by it;
- Road density. The unpaved roads and the highways in the SCNP were digitized in ArcGIS 10.2 using cartographic base georeferenced satellite images

- available in Google Earth. Then, the kernel density tool with a radius of 3 km was used to generate the road density map;
- Drainage density. The drainage density map in the SCNP was created in ArcGIS 10.2 using ASTER GDEM 2 data and hydrology and kernel density tools. All the maps built in this research have a spatial resolution of 30 m.

#### Model building

The model uses the multivariate logistic regression method to obtain the equation to calculate and map the probability of fire occurrence (p). In this model, we considered fire as a dichotomous variable (occurs, F=1; does not occur, F=0). The dichotomous variable was estimated from a set of explanatory environmental variables related to the danger of fire propagation, including the wind effect (WIN), slope convexity (CVX), slope (SLO), drainage density (DDR), altitude (ELV), vegetation index (NDVI) and road density (ROD) variables. The methodology used to build the model was based on the following steps:

- Mapping of 534 centroids of the polygons where the fire frequency (F=1) was greater than the annual average (> 2.5 SD) during the period from 1984 to 2015;
- Mapping of the buffers with a radius of 500 m around F=1 polygon centroids;
- Extracting the average values of each explanatory environmental variable map inside the F=1 buffer areas;
- Random selection of 1,000 points located in areas where there was no fire (F=0) from 1984 to 2015;
- Mapping of the buffers with a radius of 500 m around F=0 polygon centroids;
- Extraction of the average values of the maps for each explanatory environmental variable within the F=0 buffer areas;
- The average values for the variables WIN, CVX, SLO, DDR, ELV, NDVI and ROD calculated within the F=1 and F=0 buffer areas were organized in a spreadsheet and exported to the statistical software MedCalc (MedCalc, 2020), and the logistic regression analysis was performed. A sample of 1,534 cases was used, with 534 positives (fire or F=1) and 1,000 negatives (nonfire or F=0);
- In the logistic regression analysis, we calculated the correlation coefficients of the explanatory environmental variables and the constant and the respective levels of significance. Only variables with a significance level of less than 0.001 (p<0.001) were used in the model;

- A table of classification of the logistic regression was used to assess the accuracy of the model. The percentage of cases correctly classified in the fire (F=1) and nonfire (F=0) groups and the area under the ROC (receiver operating characteristics) probability curve (AUC) were calculated;
- Finally, the probability of fire occurrence equation (p) was obtained. This equation was used to calculate and map the probability of fire occurrence using the ArcGIS 10.2 Raster Calculator tool.

#### Model testing and adjustment

The model was tested and adjusted using fire foci mapped from Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) orbital sensor images registered in the period from 2016 to 2020 (INPE, 2020). The fire occurrence probability map was classified into ten classes, and the density of fire foci per square kilometre was calculated in each class.

A scatter plot showing the relationship between the probability (p) calculated by the model based on the 1984 to 2015 fire data and the density of fire foci (D) mapped in the 2016-2020 period was constructed. Then, the determination coefficient (R<sup>2</sup>) was calculated, and an equation relating p and D was obtained.

#### Results and discussion

The methodology for mapping the probability of fire occurrence applied in this paper was based on the explanatory variables altitude (A), slope (B), convexity index (C), wind effect (D), vegetation index (E), drainage density (F) and road density (G) in the Serra da Canastra National Park (fig. 2). However, as we do not have accurate information about the locations of such events, we do not consider the causal variables of wildfires in our study, such as lightning that occurs during spring storms and fires accidentally caused by tourists or farmers who live close to the park.

The values of the statistical parameters were obtained by the logistic regression analysis (TABLE I).

The chi-square value (chi-square = 1,471.817) shows that the independent variables (explanatory environmental variables) affect the dependent dichotomous variable (fire occurrence). The significance level value (p <0.0001) indicates that there is evidence that at least one of the independent variables contributes to the prediction of the fire event.

Analysing the values of the regression coefficients, we can see that only the terrain convexity variable (CVX) did not significantly contribute to fire prediction (p> 0.05). On the other hand, the variables vegetation index (NDVI),

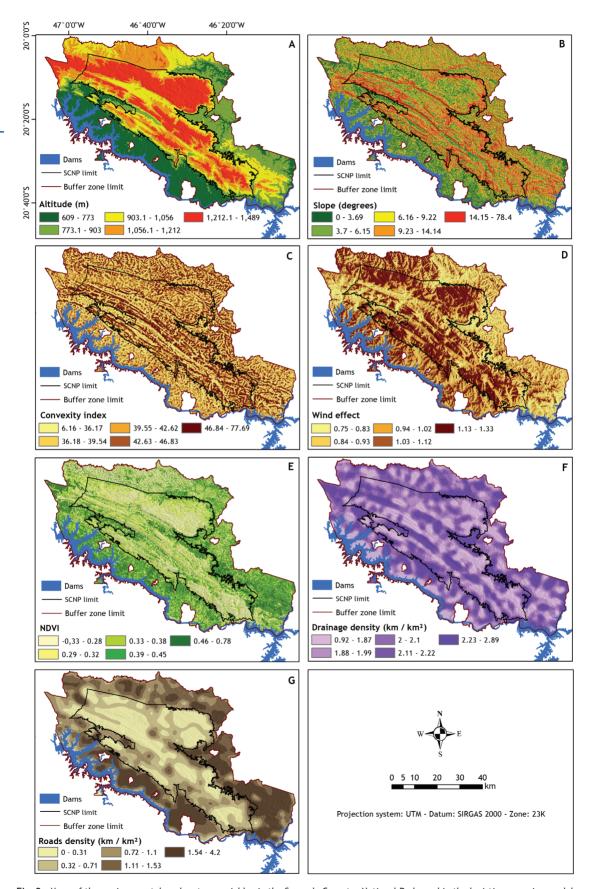


Fig. 2 - Maps of the environmental explanatory variables in the Serra da Canastra National Park used in the logistic regression model.

Fig. 2 - Mapas das variáveis ambientais explanatórias no Parque Nacional da Serra da Canastra, utilizadas no modelo de regressão logística.

Table I - Statistical parameters of the logistic regression model.

Table I - Parâmetros estatísticos do modelo de regressão logística.

_				
Sam	ni	P	51	76

Sample size	1534
Positive cases (F=1)	534 (34.81%)
Negative cases (F=0)	1,000 (65.19%)

#### Overall Model Fit

Chi-squared	1,471.817
DF	7
Significance level	P<0.0001

#### Coefficients and Standard Errors

Variable	Coefficient	Std. Error	Wald	Р
CVX	-0.042448	0.032139	1.7444	0.1866
SLO	0.15981	0.031596	25.5846	<0.0001
DDR	-2.16038	0.62402	11.9858	0.0005
ELV	0.0089268	0.00092874	92.3852	<0.0001
NDVI	-17.63823	1.87070	88.9004	<0.0001
WIN	3.59601	1.06643	11.3705	0.0007
ROD	-2.11638	0.29161	52.6731	<0.0001
Constant	-1.48865	2.35022	0.4012	0.5265

Classification table (cut-off value p=0.05)

Astual group	Predicted group		Percent		
Actual group	0	1	correct		
F = 0	946	54	94.60%		
F = 1	34	500	93.63%		
Percent of case	94.26%				

ROC curve analysis

Area under the ROC curve (AUC)	0,980
Standard Error	0.00317
95% Confidence interval	0.971 to 0.986

slope of the terrain (SLO), altitude (ELV) and road density (ROD) contributed the most to the occurrence of fire (p <0.0001), followed by density drainage (DDR) (p = 0.0005) and wind effect (WIN) (p = 0.0007).

The classification table confirms that the percentage of cases correctly classified by the model was 94.26%, with 93.63% being fire (F=1) and 94.60% being nonfire (F=0). The area under the curve (AUC) value was 0.980 (95% CI = 0.971-0.986), and the standard error was 0.00317. The closer the AUC value is to 1.0, the greater the efficiency of the model in discriminating between negative cases (nonfire) and positive cases (fire) is. Therefore, we can affirm that the model showed a good capacity to efficiently separate these two types of events.

Equations 2 and 3 are the mathematical relationships based on the multivariate logistic regression used to calculate the fire occurrence probability (p) in the SCNP.

$$p = \frac{1}{1 + e^{-logit(p)}}$$
 (Eq. 2)

where logit (p) is calculated using Eq. 3 and the constant and regression coefficient values of the explanatory variables (Table I).

The total number and density of fire outbreaks recorded by class of the probability map built by the logistic regression model were calculated (TABLE II). Then, the adjustment curve between the values of the probability of fire occurrence calculated from 1984-2015 data and the density of fire foci observed in the orbital images in the period from 2016 to 2020, and their respective equation and determinant coefficient was performed (fig. 3).

TABLE II - Number and density of fire foci recorded by class of the p probability map.

Tabela II - Número e densidade de focos de fogo registrados por classe do mapa de probabilidade p.

Class	P (median of the class)	Area (km²)	Number of fire foci (2016-2020)	Density (km <sup>-2</sup> )
1	0.05	2269.81	169	0.0745
2	0.15	203.51	20	0.0983
3	0.25	134.42	24	0.1785
4	0.35	113.34	23	0.2029
5	0.45	107.94	25	0.2316
6	0.55	109.37	23	0.2103
7	0.65	118.80	29	0.2441
8	0.75	141.01	31	0.2198
9	0.85	215.85	56	0.2594
10	0.95	1004.28	265	0.2639

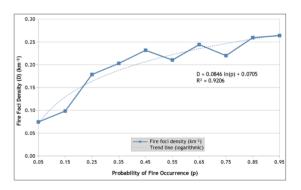


Fig. 3 - Adjustment curve of the model of the probability of fire occurrence (p) based on the 1984-2015 fire data and fire foci density data (D) from the 2016-2020 period.

Fig. 3 - Curva de ajuste do modelo de probabilidade de ocorrência de fogo baseado em dados de fogo do período de 1984-2015 e dados de densidade de focos de fogo relativos ao período de 2016 a 2020.

We found a positive and significant relationship ( $R^2 = 0.9206$ ) between the density of fire foci identified in the 2016-2020 orbital images and the probability of fire occurrence estimated by the model (fig 3). Eq. 4, which describes the relationship between p and D (fig. 3),

was modified and used to adjust the model of the fire occurrence probability p:

$$p = e^{\frac{D-0.0705}{0.0846}}$$
 (Eq.4)

where D is the density of fire foci recorded from 2016 to 2020, and p is the probability of fire occurrence estimated from data from the 1984-2015 period. Then, Eq. 4 was used to produce the adjusted map of the fire occurrence probability (fig. 4).

The adjusted map of the probability of fire occurrence (fig. 4) shows that the areas with a high probability of fire occurrence are spatially distributed on the geomorphological units of *Chapadāo da Canastra* and *Chapadāo da Babilônia* (fig. 1). The main factors that influenced the distribution of the highest values of p in these units were the levels of significance of the variables ELV, SLO, NDVI, WIN, and ROD, which are the variables that contributed the most to the occurrence of fire.

The areas with the highest probability of fire (fig. 4) are characterized by higher altitudes, generally above 1,200 m (fig. 2A), slopes between 3.0 and 14.0°, low vegetation

index values between -0.33 and 0.28 (fig. 2E), high wind effect values between 1.13 and 1.33 (fig. 2D) and low road densities of less than 0.31 km/km<sup>2</sup> (fig. 2G).

Catry *et al.* (2009) found that altitude was one of the important factors associated with the spatial distribution of fire ignition in Portugal. Research carried out by Ajin *et al.* (2016) and Camelo *et al.* (2020) showed that the slope of a terrain contributes significantly to the spread of fire.

Roads make it easier to fight fires and act as a barrier to the spread of fires (Torres, 2006). In our study, the areas mapped by the model with the highest probability of fire were in areas with a low road density, indicating less accessibility to firefighting teams in the SCNP. In addition, the areas mapped with higher p values were located on surfaces with quartzite rock outcrops and shallow soils covered by vegetation formations such as campo sujo, campo limpo and campo rupestre. This type of land cover, with lower biomass densities, has a greater predisposition to the quick spread of fire (Messias and Ferreira, 2019a). Study carried out in the National Park of Brasilia by Soares Neto et al. (2016) showed that the risk of fire was higher in areas covered by vegetation formation of campos.

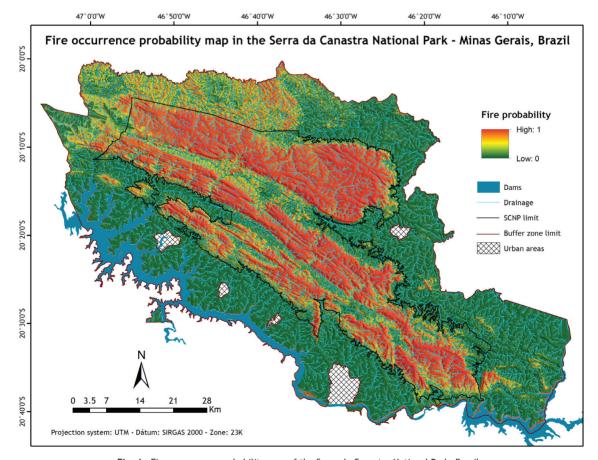


Fig. 4 - Fire occurrence probability map of the Serra da Canastra National Park, Brazil.

Fig. 4 - Mapa de probabilidade de ocorrência de fogo no Parque Nacional da Serra da Canastra, Brasil.

#### Conclusions

Our study showed that the environmental variables used in the model contributed significantly to the prediction of fire events. The variables vegetation index, slope of the terrain, altitude and road density contributed the most to the occurrence of fire.

The map of the probability of fire occurrence produced by the model was tested using real data on the density of fire foci. We found that the areas with higher probabilities of fire occurrence mapped by the model were located in areas with high densities of fire foci. This relationship was strong and statistically significant.

In addition, we noted that areas that presented the highest probability of fire were characterized by higher altitudes, flat surfaces, higher wind effects and a low density of roads. Furthermore, the areas mapped with higher p values were also located on surfaces with quartzite rock outcrops and shallow soils covered by herbaceous species with low vegetation index values.

Considering the percentage of cases correctly classified, we can state that this model was efficient in discriminating between fire and no-fire areas. We believe that this model can be used to map the risk of fire and as an assisting tool to prevent fire actions in conservation units located in the Brazilian *cerrado* biome.

#### Bibliography

- Ajin, R. S., Loghin, A. M., Karki, A. and Vinod, P. G. and Jacob, M. K. (2016). Delineation of forest fire risk zones in Thenmala forest division, Kollam, Kerala, India: a study using geospatial tools. *J. Wetlands Biodiversity*, 6, 175-184.
- Algöwer, B., Carlson, J. D. and Wagtendonk, J. W. (2003). Introduction to fire danger rating and remote sensing: will remote sensing enhance wildland fire danger rating? In Chuvieco, E (Ed.). Wild fire danger estimation and mapping: the role of remote sensing data. Danvers (1-19), USA, World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd.
- Catry, F. X., Rego, F. C., Bação, F. and Moreira, F. (2009). Modeling and mapping wildfire ignition risk in Portugal. *International Journal of Wildland Fire*, 18, 921-931.
- Camelo, A. P. S., Sanches, K. and Nakagomi, B. (2020). Zoneamento de incêndios florestais na Estação Ecológica Águas Emendadas, Distrito Federal, Brasil. *Territorium*, 27(II), 67-79.

DOI: https://doi.org/10.14195/1647-7723\_27-2\_6

Çokluk, O. (2010). Logistic regression: concept and application. Educational Sciences: *Theory and Practice*, 10(3), 1397-1407.

- Conrad, O., Bechtel, B., Bock, M., Dietrich, H., Fisher, E., Gerlitz, L., Wehberg, J., Wichmann, V. and Böhner, J. (2015). System for automated geoscientific analysis (SAGA) v. 2.1.4. *Geosc. Model. Dev.* 8.
  - DOI: https://doi.org/10.5194/gmd-8-1991-2015
- Conti, J. B. and Furlan, S. A. (2011). Geoecologia: o clima, os solos e a biota. In.: Ross, Jurandyr L. S. (Org.), *Geografia do Brasil* (67-208). São Paulo, Edusp. (6<sup>th</sup> edition).
- Coura, P. H. F., Souza, G. M. and Fernandes, M. C. (2009).

  Mapeamento geoecológico da susceptibilidade à ocorrência de incêndios no Maciço da Pedra Branca, município do Rio de Janeiro. *Anuário do Instituto de Geociências* UFRJ, 32(2), 14-25.
- Coutinho, L. M. (1990). Fire in the ecology of the Brazilian Cerrado. In.: Goldammer, J. G. (Ed.), Fire in the Tropical Biota (82-105), Berlin, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Durigan, G. and Ratter, J. A. (2016). The need for a consistent fire policy for Cerrado conservation. *Journal of Applied Ecology*, 53, 11-15. DOI: https://doi.org/10.1111/1365-2664.12559

, ,

- ESRI (2012). ArcGIS Desktop: Release 10.2. Redlands, CA:
- Exelis Visual Information Solutions (2011). *ENVI v. 4.2*. Boulder, Colorado.
- Franke, J., Barradas, A. C. S., Borges, M. A., Costa, M. M., Dias, P. A., Hoffmann, A. A., Orozco Filho, J. C., Melchiori, A. E. and Siegert, F. (2018). Fuel load mapping in the Brazilian Cerrado in support of integrated fire management. *Remote Sens. Environ.*, 217, 221-232.

DOI: https://doi.org/10.1016/j.rse.2018.08.018

- Gomes, L., Miranda, H. S. and Bustamante, M. M. C. (2018) How can we advance the knowledge on the behavior and effects of fire in the Cerrado biome? Forest Ecology and Menagement, 417, 281-290. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.02.032
- Harris, R. M. B., Remenyi, T. A., Williamson, G. J., Bindoff, N. L. and Bowman, D. M. J. S. (2016). Climate-vegetation-fire interactions and feedbacks: Trivial detail or major barrier to projecting the future of the Earth system? Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change, 7(6), 910-931.

DOI: https://doi.org/10.1002/wcc.428

- INPE (2020). *Programa queimadas*. Disponível em: http://queimadas.dgi.inpe.br/
- Kovalsyki, B., Tetto, A.F., Batista, A. C., Sousa, N. J., Carmo, M. R. B. and Soares, R. V. (2020). Forest fire risk zoning for The Vila Velha State Park and its surroundings (Ponta Grossa, Paraná). *Floresta*, 50 (4), 1818-1826. DOI: https://doi.org/10.5380/rf.v50 i4.65974

- Latrubesse, E. M., Arima, E., Ferreira, M. E., Nogueira, S. H., Wittmann, F., Dias, M. S., Dagosta, F. C. P. and Bayer, M. (2019). Fostering water resource governance and conservation in the Brazilian Cerrado biome. *Conservation Science and Practice*, 1 (9). DOI: https://doi.org/10.1111/csp2.77
- MedCalc (2020). *MedCalc statistical software*. MedCalc Software by, Ostend, Belgium. Disponível em https://www.medcalc.org
- Messias, C. G. and Ferreira, M. C. (2019a). Modelo geoespacial para a identificação de áreas com perigo de propagação de queimadas no Parque Nacional da Serra da Canastra, Brasil. *Revista do Departamento de Geografia*, 38, 154-168.
  - DOI: https://doi.org/10.11606/rdg.v38i1.153493
- Messias, C. G. and Ferreira, M. C. (2019b). Parque Nacional da Serra da Canastra: aspectos físicos e socioeconômicos. Revista da ANPEGE, 15 (27), 71-112. DOI: https://doi.org/10.5418/RA2019.1527.003
- Miranda, H. S., Sato, M. N., Andrade, S. M. A., Haridasan, M. and Morais, H. C. (2004). Queimadas do cerrado: caracterização e impactos. In.: Aguiar, L. M. S. and Camargo, A. J. A. (eds.). *Cerrado*: ecologia e caracterização (69-123), Brasília, Embrapa Informação Tecnológica.
- MMA and IBAMA (2005). Plano de Manejo: Parque Nacional da Serra da Canastra. Brasília, MMA, 799 p.
- MMA, ICMBIO and PNSC (2017). Plano operativo de manejo integrado do fogo. São Roque de Minas, PNSC. 28 p.
- Panik, M. (2009). Regression modeling: methods, theory and computation with SAS. CRC Press, Boca Raton, FL, USA.

- Peng, C. Y. J., Lee, K. L. and Ingersoll, G. M. (2002). An introduction to logistic regression analysis and reporting. The Journal of Educational Research, 96:1, 3-14.
  - DOI: https://doi.org/10.1080/00220670209598786
- Ramos, R. C., Cardozo, F. S. and Santos, P. R. (2015).

  Análise das áreas queimadas na porção nordeste do bioma Cerrado no ano de 2013. *Territorium Terram*, 3 (5), 1-16.
- Rodrigues, C. A., Zirondi, H. L. and Fidelis, A. (2021). Fire frequency affects fire behavior in open savannas of the Cerrado. Forest Ecology and Management, 482. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118850
- Ruffault, J., Moron, V., Trigo, R. and Curt, T. (2017). Daily synoptic conditions associated with large fire occurrence in mediterranean France: evidence for a wind-driven fire regime. *International Journal of Climatology*, 37, 524-533.
  - DOI: https://doi.org/10.1002/joc.4680
- Soares Neto, G. B. S., Bayma. A. P., Faria, K. M. S., Oliviera, E. G. and Menezes, P. H. B. J. (2016). Riscos de incêndios florestais no Parque Nacional de Brasília - Brasil. *Territorium*, 23, 161-170.
- DOI: https://doi.org/10.14195/1647-7723\_23\_13
- Schmidt, I. B. and Eloy, L. (2020) Fire regime in the Brazilian Savanna: recent changes, policy and management. *Flora*, 268.
  - DOI: https://doi.org/10.1016/j.flora.2020.151613
- Torres, F. T. P. (2006). Relação entre fatores climáticos e ocorrência de incêndios florestais na cidade de Juiz de Fora (MG). *Caminhos de Geografia*, 7(18), 162-171.

## territorium 29 (I), 2022, 99-118



journal homepage: https://territorium.riscos.pt/numeros-publicados/ DOI: https://doi.org/10.14195/1647-7723\_29-1\_9 Artigo científico / Scientific article



# GESTÃO DE RISCOS DE DESASTRES RELACIONADOS A DESLIZAMENTOS SOB A PERSPECTIVA DA ECOLOGIA DE SABERES: DESAFIOS À REDE PARA GESTÃO DE RISCOS DA BACIA DO CÓRREGO D'ANTAS\*

DISASTER RISK MANAGEMENT RELATED LANDSLIDES FROM THE ECOLOGY OF KNOWLEDGE PERSPECTIVE:

CHALLENGES FOR A RISK MANAGEMENT NETWORK IN THE CÓRREGO D'ANTAS BASIN

#### Leonardo Esteves de Freitas

Univ. Federal do Rio de Janeiro, Laboratório de Geo-Hidroecologia e Gestão de Riscos, Dep. de Geografia Observatório de Territórios Sustentáveis e Saudáveis da Bocaina da Fundação Oswaldo Cruz (Brasil)

ORCID 0000-0003-4751-356X leonardofreitas73@gmail.com

#### Ana Luiza Coelho Netto

Univ. Federal do Rio de Janeiro Laboratório de Geo-Hidroecologia e Gestão de Riscos, Dep. de Geografia (Brasil)

ORCID 0000-0003-0158-0994 ananetto@acd.ufrj.br

#### **RESUMO**

O desastre na região serrana do estado do Rio de Janeiro, em 2011, decorrente de deslizamentos e inundações repentinas, matou mais de mil pessoas e mostrou uma cultura incipiente para enfrentamento dos riscos. No município de Nova Friburgo, pesquisadores, comunidades afetadas e gestores públicos criaram, em 2014, a Reger-CD/Rede para Gestão de Riscos da Bacia do Córrego d'Antas, a partir de um diálogo horizontal, fundamentado na Ecologia de Saberes. Esta rede elaborou pesquisas e produtos fundamentados numa cultura de gestão participativa voltada à redução de riscos. Esse trabalho foi conflituoso e, muitas vezes, ocorreu a tentativa de imposição do saber técnico-científico sobre o saber popular. A valorização radical de ambos os saberes fortaleceu a construção da Rede. O aumento de participação de pessoas (de 8 para mais de 150) e instituições (de 2 para 16) nos projetos realizados mostra que o processo tem sido exitoso. Compreender conflitos e avaliar soluções relacionados à Reger-CD retroalimenta outras iniciativas que possam fortalecer a construção de um novo modelo de gestão participativa de riscos.

Palavras-chave: Desastres, cultura de riscos, gestão participativa de riscos, redução de riscos de desastres.

#### **ABSTRACT**

The disaster in the mountainous region of the state of Rio de Janeiro, in 2011, resulted from landslides and sudden floods, killed more than a thousand people and showed an incipient culture for facing risks. In 2014 in the municipality of Nova Friburgo, researchers, affected communities and public administrators founded the Reger-CD/Network for Disaster Risk Management in the Córrego D'Antas Basin, starting from a horizontal dialogue based on the Ecology of Knowledge. This network prepared surveys and products based on a culture of participatory risk management for disaster reduction. This work was conflicted and there were many attempts to impose technical-scientific knowledge on popular knowledge. The radical appreciation of both fields of knowledge strengthened the Reger-CD. The increase in the participation of people (from 8 to over 150) and institutions (from 2 to 16) in projects carried out shows that the process has been largely successful. Understanding conflicts and evaluating solutions related to this process feeds into other initiatives that can strengthen the construction of a new participatory risk management model.

Keywords: Disasters, risk culture, participatory risk management, disaster risk reduction.

<sup>\*</sup> O texto deste artigo foi submetido em 2020-10-31, sujeito a revisão por pares a 01-02-2021 e aceite para publicação em 15-03-2021.

Este artigo é parte integrante da Revista Territorium, n.º 29 (I), 2022, © Riscos, ISSN: 0872-8941.

#### Introdução

As áreas montanhosas são reconhecidas pela ocorrência de movimentos gravitacionais em massa (ou deslizamentos) induzidos por eventos extremos de chuvas, os quais podem resultar em desastres de grande magnitude. A dimensão catastrófica pode ser alcançada quando resulta em dezenas a milhares de mortes, além de outras perdas e danos de natureza social, econômica e ecológica.

Segundo o Atlas de Desastres Naturais do Brasil 1991-2012 (Ceped UFSC, 2013), apesar das pessoas afetadas por movimentos em massa representarem apenas 1,8% dos atingidos por desastres, correspondem a 15,9% dos óbitos. Como agravante, esses fenômenos e as mortes decorrentes vêm aumentando suas frequências. A ocorrência dos movimentos em massa apresentou crescimento expressivo, superior a 21% neste período (Ceped UFSC, 2013).

No Brasil, a ocorrência desses fenômenos está concentrada na Região Sudeste, onde aconteceram 79,8% dos registros entre 1991 e 2012, afetando quase 4 milhões de pessoas (Ceped UFSC, 2013). O estado do Rio de Janeiro é aquele que apresenta a maior ocorrência de mortes relacionadas à movimentos em massa. Nesse período de 22 anos, foram 525 mortes oficiais como decorrência desses fenômenos em todo o Brasil, sendo 418 no Estado do Rio de Janeiro (Ceped UFSC, 2013). É importante ressaltar, que esse conjunto de dados não inclui as mortes decorrentes de um dos maiores eventos já registrados no país, ocorrido em janeiro de 2011 na Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro, que foram incorporados nesta publicação como inundações bruscas e não movimentos em massa.

No estado do Rio de Janeiro, a Região Serrana é justamente aquela que concentra a maior ocorrência de movimentos em massa. São fundamentais na evolução da paisagem nessa região, sendo recorrentes há pelo menos 10 mil anos (Coelho Netto *et al.*, 2015). Após a ocupação humana, a ocorrência dos movimentos em massa passou a gerar desastres, cujos registros remontam, pelo menos, ao século XIX. Nos anos recentes, esses desastres estão gerando mortes com grande frequência. Os óbitos relacionados à movimentos em massa e inundações na Região Serrana Fluminense ocorreram em praticamente todos os anos entre 2000 e 2012 (Fundação Coppetec, 2014).

Essa situação atingiu o ápice durante os eventos catastróficos dos dias 11 e 12 de janeiro de 2011. Induzidos por chuvas extremas, ocorreram milhares de deslizamentos em Petrópolis, Teresópolis e Nova Friburgo (fot. 1 e 2) e enxurradas e enchentes nos municípios situados a jusante (Coelho Netto *et al.*, 2013). Oficialmente, este desastre levou ao óbito 964 pessoas (Fundação Coppetec, 2014), além de dezenas de desaparecidos. Estima-se um prejuízo total de cerca de R\$ 4,8 bilhões, decorrentes das perdas e danos às estruturas públicas e privadas (Banco Mundial, 2012).



Fot. 1 - Visão geral dos movimentos em massa de 2011 na bacia do rio Cuiabá, em Petrópolis (Fotografia de Flavio Nunes, 2011).

Photo 1 - Overview of the 2011 mass movements in the Cuiabá River basin, in Petrópolis (Photograph by Flavio Nunes, 2011).



Fot. 2 - Movimentos em massa em uma encosta onde morreram diversas pessoas, em Nova Friburgo, em 2011 (Fonte: Fotografia de Ana Netto, 2011).

**Photo 2** - Mass movements on a hillside where several people died, in Nova Friburgo, in 2011 (Photography by Ana Netto, 2011).

Esse evento teve um impacto na gestão de riscos de desastres no Brasil e na Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro, o que está se refletindo na formação de um arcabouço legal e institucional sobre a gestão de riscos (que era incipiente antes do desastre), além do início da construção de uma cultura de riscos (Freitas e Coelho Netto, 2016; Freitas et al., 2020). Esta mudança inclui a noção de que os desastres não são naturais. O homem interfere no clima e altera os ecossistemas, influenciando a ocorrência de fenômenos naturais como movimentos em massa. Além disso, as relações sociais condicionam o uso da terra e as possibilidades de responder à eventos naturais, influenciando de forma decisiva as consequências desses fenômenos. Portanto, os desastres derivados de movimentos em massa e inundações são desastres socioambientais, pois são resultados do impacto de um fenômeno natural sobre um sistema social (Freitas e Coelho Netto 2016).

Deste modo, o processo de gestão de riscos de desastres envolve, necessariamente, a redução da vulnerabilidade dos sistemas sociais e o aumento da adaptação desses sistemas para resistir aos desastres. Não basta conhecer a natureza física dos fenômenos que desencadeiam desastres. É essencial envolver a população afetada nas decisões de forma a promover o diálogo entre múltiplos conhecimentos, inclusive os conhecimentos locais.

Porém, envolver esses múltiplos conhecimentos e fomentar o diálogo entre saberes em processos reais de gestão envolvem desafios diversos, incluindo conflitos que, muitas vezes, inviabilizam esses processos. O objetivo do presente artigo é, justamente, discutir os desafios e as vantagens que a gestão participativa traz para os processos de gestão de riscos de desastres, a partir de um estudo de caso focado em uma bacia hidrográfica situada em Nova Friburgo, um dos municípios mais suscetíveis a movimentos em massa do Brasil.

#### A relevância da Gestão Participativa

A discussão da relevância de processos participativos para qualificar e democratizar a gestão é antiga. Diversos autores vêm demonstrando que a participação popular, frequentemente, diminui o tempo dos processos de tomada de decisão (Petts, 1995; Innes et al., 1994) e garante uma melhora na qualidade da gestão, uma vez que o conhecimento popular tende a complementar o conhecimento dos técnicos e reduzir o nível de incerteza dos processos de gestão (Kass et al., 2001; Tonn et al., 2000; Global Environmental Change Programme, 1999; Sachs, 1986).

A percepção da relevância de incorporar a população vulnerável na gestão de risco de desastres também é bastante difundida. Diversos autores, em diferentes lugares do mundo, têm demonstrado que a participação comunitária é fundamental para maior efetividade dos processos de redução de riscos de desastres, principalmente pela possibilidade de trabalhar em rede de articulação institucional e comunitária, pelos conhecimentos e valores trazidos, pelo potencial aumento da capacidade de resiliência quando há participação conjunta e por facilitar a reconstrução quando a comunidade se envolve nos planos. Comfort (2005), em uma revisão de experiências de gestão de riscos realizadas nos USA, demonstrou como a formação de uma rede de articulação institucional e comunitária voltada à gestão de riscos de desastres pode ser uma estratégia mais flexível e robusta e apresentar melhores resultados que apenas o fortalecimento das estruturas administrativas formais de gestão. Abdula e Taela (2005) discutem a relevância de considerar os valores e conhecimentos das comunidades vulneráveis para qualificar a gestão de riscos relacionada a diversos tipos de desastres frequentes em Moçambique. Norris et al. (2007), analisando processos em diversas partes do Globo, demonstram a importância da resiliência em nível local para que as comunidades sejam capazes de se adaptar aos impactos causados por desastres e relacionam o grau de resiliência com a participação conjunta de membros das comunidades nos processos de tomada de decisão. Ge et al. (2010), demonstram as dificuldades para a reconstrução e aumento da adaptação de comunidades extremamente afetadas pelo grande terremoto de Wenchuan, na China em 2008, apenas a partir da elaboração de planos de gestão centralizados e que não consideram as demandas e conhecimentos dessas comunidades. Rappaport et al. (2018) demonstraram como a coesão comunitária e seu envolvimento em processos de gestão de riscos em Israel aumentam a resiliência das comunidades em nível local, especialmente em comunidades rurais, sendo de grande relevância para reduzir o risco a que essas comunidades estão submetidas.

Inclusive, a incorporação da população vulnerável é um dos pilares da Gestão Integral de Riscos e Desastres, marco conceitual da Estratégia para Redução de Riscos de Desastres da ONU (UNISDR) e do Marco de Sendai para a redução de Riscos de Desastres 2015-2030, principal documento internacional atual voltado à redução de riscos de desastres. Esse documento aponta a necessidade de "[...] uma abordagem mais ampla e centrada nas pessoas para prevenir os riscos de desastres. As práticas de redução do risco de desastres precisam ser multissetoriais [...], devendo ser inclusivas e acessíveis para que possam se tornar eficientes e eficazes" (UNISDR, 2015, p. 5).

No Brasil, estudos também têm demonstrado a importância de envolver as comunidades nos processos de gestão de risco de desastre, sob pena dos resultados dos processos de gestão serem comprometidos, como, por exemplo, os estudos realizados por Ximenes et al. (2017) na Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro, por Avila e Mattedi, (2017) em Blumenau, no estado de Santa Catarina, Treméa et al. (2016), em Estrela, no Rio Grande do Sul, além de Saito (2018) e Valêncio et al. (2011), que realizaram estudos teóricos sobre o tema.

Além da literatura científica, a legislação e as políticas públicas do Brasil preconizam a participação das comunidades sob risco na gestão de riscos de desastres. A Lei 12.608/2012 (Brasil, 2012a), que instituiu a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil definiu um modelo de gestão integrada que inclui os entes federativos e a sociedade. Esta Lei estabelece a necessidade de articulação institucional entre as esferas de poder público e destes com a sociedade. O mesmo ocorre com o Plano Nacional de Proteção e Defesa Civil, que indica a necessidade de formação de um sistema de gestão de riscos de desastres a partir da articulação institucional das diversas esferas da sociedade, das comunidades e dos gestores públicos.

Porém, o envolvimento da população que vive em áreas de risco nos processos de gestão é, muitas vezes, difícil. É comum que as discussões tenham pouca participação de moradores, que se mostram, frequentemente, pouco interessados nessa temática, mesmo em áreas de alta vulnerabilidade a fenômenos geradores de desastres (Freitas e Coelho Netto, 2019; Nogueira *et al.*, 2014; Cardona, 2007)

A dificuldade de mobilizar as comunidades, entre outros fatores, está relacionada ao fato de que a participação das pessoas depende da representação que as comunidades fazem dos riscos. Esta representação, por sua vez, está vinculada às fontes de informação que o indivíduo, ou grupo, privilegia e da percepção da vulnerabilidade em relação aos riscos. Ou seja, as pessoas escolhem suas fontes de informação segundo critérios que refletem sua pertinência cultural, suas motivações, preocupações pessoais e conhecimentos (Kuhnen, 2009).

Portanto, mobilizar as comunidades para discutir gestão de riscos depende, entre outras questões, de construir uma cultura de gestão de riscos de desastres que incorpore essas motivações, preocupações pessoais e conhecimentos.

#### A Realidade da Gestão Participativa

A despeito de ser guase um consenso na literatura e mesmo na normatização internacional e brasileira a necessidade de participação efetiva da população vulnerável na gestão de risco de desastre, as práticas participativas de gestão ainda são minoria no Brasil e mesmo no mundo. Porém, em diversos países há experiências substantivas de gestão de risco de desastres com a participação efetiva das comunidades. Um exemplo vem das Filipinas, onde a Lei de Gestão e Redução de Risco de Desastre, de 2010 (DRRM na sigla em inglês) possui forte orientação à implantação de políticas de redução de risco de desastres voltadas para o nível local, das comunidades. Inclusive, esta Lei estabelece conselhos nos níveis nacional, regional, das províncias, municipal e comunitário. A despeito dos problemas de gestão apresentados por diversos desses conselhos, incluindo a pouca participação popular em alguns, tratase de uma política que dá suporte na temática da gestão de desastres aos líderes das políticas locais de gestão de riscos de desastres (Alcayna et al., 2016).

Países como Austrália, EUA e Canadá, nos anos recentes, têm trabalhado para implementar políticas de gestão de riscos de desastres junto com a população, a despeito de historicamente não possuírem essa tradição. Nos EUA e no Canadá essas políticas sempre tiveram uma perspectiva para-militar e foram construídas para a população e não com a população (Pearce, 2003; Aguirre, 1994). Porém, desde a década de 2000, essa perspectiva tem mudado. Pearce (2003), por exemplo, mostra, para um estudo de caso na Califórnia, essa busca de integração.

Na Austrália, essa mudança é mais antiga. Reconhecese que há necessidade de políticas centralizadas para a Redução de Risco de Desastres, mas desde a década de 1990 os planos governamentais "[...] reconhecem que embora uma política de cima para baixo seja necessária, é realmente a política de baixo para cima em nível local que fornece o ímpeto para a implementação de estratégias de mitigação e um processo de gestão de desastres bem-sucedido" (Perace, 2003, p 212).

Outros países têm trabalhado da mesma forma, especialmente a partir da década de 2000. Gero *et al.* (2011), por exemplo, apresentam uma série de exemplos de ações integradas entre governos locais e populações para a Redução de Risco de Desastres em países do Pacífico, como Fiji, Samoa, Vanatu e Índia, além da própria Austrália.

Porém, muitos países ainda apresentam situações de participação popular incipiente. No Chile, país com grande tradição na gestão de risco de desastres, os processos são pouco participativos, hierarquizados, centralizados e focados na emergência e reconstrução. Há participação comunitária, mas essa é pouco relevante para os processos de gestão, que reproduzem a grande centralização política e econômica típica do estado chileno (Voss e Sandoval, 2016; Aldunce e Leon, 2007).

No Brasil, a situação é semelhante, uma vez que as políticas públicas também são fortemente centralizadas. Via de regra, as políticas de redução de risco de desastres são, tradicionalmente, implementadas a partir de modelos hierarquizados, comandadas por um aparato paramilitar (especialmente ligado à Defesa Civil) sem uma efetiva participação das populações afetadas ou em risco. Este processo tem apresentado graves consequências para a prevenção, para a resposta durante a emergência e para a reconstrução pós desastre.

Freitas et al. (2017a) demonstraram os conflitos entre Poder Público e comunidades atingidas pelo desastre da Região Serrana do Rio de Janeiro de 2011 em função de políticas posteriores voltadas à redução de riscos terem sido construídas e aplicadas sem diálogo com estas comunidades. Estes e outros autores demonstraram ainda a precariedade dos resultados alcançados por tais políticas, submetendo as populações a elevados níveis de vulnerabilidade por diversos anos após o desastre (Silva, 2018; Ximenes et al., 2017; Carvalho, 2016). Esta situação também foi observada nos desastres de Mariana/MG, de 2015 (Augusto et al., 2016) e de Blumenau/SC, em 2008 (Avila e Mattedi, 2017), entre outros.

Uma parte importante dos conflitos entre o poder público responsável pela gestão de risco de desastres e as comunidades sob risco está calcado na suposta superioridade do conhecimento técnico-científico em relação ao conhecimento local. É comum que os gestores públicos ouçam os especialistas em gestão de risco, mas

não deem relevância para as demandas e conhecimentos das comunidades, gerando ou ampliando esses conflitos. Em busca de uma alteração nesses processos, diversos autores têm demonstrado a importância dos conhecimentos e práticas locais e comunitárias na gestão de risco de desastres (Dube e Munsaka, 2018; Fabiyi e Oloukoi, 2013; Fletcher et al., 2013; Gaillard e Mercer, 2012; Feldt, 2011; Galloway-McLean, 2010; Dekens, 2007; Haynes, 2005; Cronin et al., 2004; Jigyasu, 2002).

Entretanto, mesmo tendo um grande reconhecimento de sua relevância para a gestão de riscos, geralmente os conhecimentos populares são negligenciados, tanto pelos gestores, como por grande parte dos pesquisadores (Dube e Munsaka, 2018; Galloway-McLean, 2010; Dekens, 2007). Frequentemente, os conhecimentos locais são colocados "do outro lado da linha abissal", na brilhante definicão de Santos (2007).

Essa situação é regularmente observada no Brasil. É comum que os pesquisadores tenham uma visão dos conhecimentos locais como de menor importância, colocando o conhecimento técnico-científico como aquele que é determinante para a gestão de riscos de desastres e legitimando, assim, uma relação desigual entre poder público e comunidades sob risco (Portella, 2017; Portella *et al.*, 2016; Oliveira *et al.*, 2016).

Portanto, construir relações horizontais entre a ciência e os conhecimentos locais é fundamental para fornecer respostas concretas que realmente reduzam os problemas gerados pelos desastres. É essencial também para que a ciência seja capaz de mediar os conflitos entre gestores e comunidades atingidas ou sob risco, deslegitimando a superioridade do discurso técnicocientífico que frequentemente é utilizado pelos gestores para desconsiderar as demandas e conhecimentos locais.

Esta estratégia embasou a formação da Rede para a Gestão de Riscos da Bacia do Córrego d'Antas (Reger-CD), que vem sendo estruturada por um grupo de instituições de pesquisa e gestão e as comunidades que vivem na bacia hidrográfica do Córrego d'Antas (54 km²), situada no município de Nova Friburgo, Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro (fig. 1). Esta bacia foi uma área fortemente atingida no evento catastrófico de 2011.

No âmbito da Reger-CD, parte-se do pressuposto que a implantação de modelos de gestão de riscos de desastres requer políticas e ações articuladas de diversos setores da sociedade, como universidades, gestores públicos, sociedade civil organizada e comunidades suscetíveis a esses eventos.

Portanto, conhecer como esta rede está estruturada, as formas utilizadas para fomentar o diálogo entre saberes, os conflitos que envolvem a gestão de riscos de desastres em sua área de atuação e as soluções adotadas para solucionar tais conflitos e fortalecer a gestão de riscos é fundamental, pois possibilita que gestores, pesquisadores

e comunidades que vivem em áreas de risco possam adaptar, de forma crítica, o modelo utilizado na gestão da Reger-CD para suas realidades.

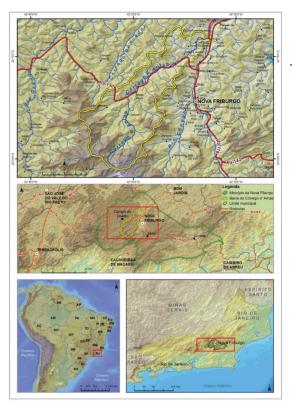


Fig. 1 - Bacia Hidrográfica de Córrego d'Antas e sua localização no município de Nova Friburgo (Fonte dos Dados: Reger-CD, elaborada por Flavio S. B. Nunes).

Fig. 1 - Córrego d'Antas Hydrographic Basin and its location in the municipality of Nova Friburgo (Data source: Reger-CD Database, prepared by Flavio S. B. Nunes).

#### Metodologia

Ametodologia utilizada foi a pesquisa-ação, que pressupõe uma relação entre pesquisador e objeto científico como parte da atuação prática do pesquisador. Portanto, teve como fundamento a busca de conhecimento associada a um processo de atuação sobre a realidade (Thiollent 2006). A pesquisa realizada está apoiando a construção e consolidação de um modelo de gestão integrada de riscos de desastres na escala local.

Outra importante base teórico-conceitual para a construção da Reger-CD e de todos os produtos e resultados alcançados por essa rede e, portanto, para a realização da pesquisa apresentada nesse artigo, é o conceito de Ecologia de Saberes (Santos, 2006). Este conceito valoriza as formas de conhecimento científico e local / popular e reconhece a importância do conhecimento heterogêneo e da interação entre esses diferentes tipos de conhecimento para a produção de novos conhecimentos (Santos, 2007).

Com base nos conceitos de pesquisa-ação e Ecologia de Saberes, a construção da Reger-CD foi feita a partir da realização de seminários com pesquisadores, membros de ONGs, gestores públicos e moradores de comunidades. Esses seminários foram apoiados por metodologias de planejamento que possibilitaram, por um lado, uma discussão ampla e democrática, e por outro, que as ações e estratégias da Reger-CD fossem estruturadas e garantissem o avanço em busca de soluções para problemas concretos. Para tanto, foi utilizada a abordagem do planejamento estratégicosituacional voltada para o desenvolvimento sustentável, pois atende a essa perspectiva, na medida em que pressupõe a participação social na gestão das políticas, particularmente da comunidade local. Busca estabelecer mecanismos de governança que abranjam as políticas ambientais, sociais e econômicas e que resultem em propostas de gestão integrada, a partir da formulação e efetividade de programas, políticas e projetos (Possas, 2001; Feola e Bazzani, 2002; Minayo, 2002; Waltner-Toews, 2004; Gallo, 2009).

Foram realizados quatro seminários no âmbito da Reger-CD. O primeiro em novembro de 2014, o segundo em março de 2015, o terceiro em setembro de 2015 e o quarto em janeiro de 2016. Para a realização de atividades e elaboração de produtos definidos nos seminários, foram utilizadas metodologias diversas, sempre tendo como base o diálogo entre saberes locais e saberes técnico-científicos. A seguir, são detalhadas as metodologias utilizadas para a realização de cada um dos produtos e atividades específicas. Mas antes, são listados os principais produtos e atividades desenvolvidos no âmbito dessa rede:

- O apoio aos moradores locais para a discussão de políticas públicas territoriais;
- A produção de um vídeo sobre a reconstrução de um dos bairros mais atingidos pelo desastre de 2011
- A formação de uma rede de monitoramento de chuva e dos rios:
- A formação de uma rede de rádio amadores para atuar em emergências;
- A construção de uma Base de Dados Geoespaciais (BDG) para apoiar os processos de gestão;
- A elaboração de um plano de contingência comunitário;
- A atuação em escolas locais para a discussão da gestão de riscos de desastres;
- A elaboração coletiva de um atlas voltado à gestão de riscos de desastres;
- Elaboração do diagnóstico sobre a segurança ambiental de um Aterro Sanitário situado na bacia do Córrego d'Antas.

- 1. O apoio aos moradores para a discussão de políticas públicas territoriais, como o projeto de implantação de um parque às margens dos rios e a elaboração do Plano Diretor Municipal, foi realizado a partir de oficinas participativas e entrevistas com líderes comunitários locais. Nessas atividades, foram levantadas as informações mais relevantes que os moradores locais possuíam sobre o território e discutidas com eles as informações técnicas sobre os processos de gestão territorial, como o significado dos mapeamentos e planos feitos pelos órgãos governamentais. Além disso, a participação de moradores e pesquisadores em reuniões públicas com gestores locais também foi uma estratégia de atuação;
- 2. A produção de vídeo foi realizada em parceria por técnicos de várias áreas da ciência (pesquisadores na temática de movimentos em massa e técnicos na produção de vídeos), jovens de outras localidades que trabalhavam com vídeos e jovens moradores locais. Sempre a partir de oficinas participativas, nas quais os conhecimentos dialogavam e apoiavam cada passo da montagem e construção do vídeo;
- 3. A formação da rede de monitoramento de chuva e de rios e da rede de rádio amadores foi realizada também com base em oficinas com moradores locais e a partir de mapeamento coletivo de lideranças capazes de atuar nestas redes, com preferência aos moradores que já faziam monitoramento ou que já eram radioamadores;
- 4. A construção da BDG para apoiar as atividades da Reger-CD envolveu trabalho conjunto de pesquisadores e moradores locais. Para a integração, edição e disponibilização das informações e dados foi utilizado o software ArcGis 10.4.1. Foi utilizado, também, o software Google Earth para disponibilizar os dados, de modo que pesquisadores e moradores locais pudessem manipular as informações da BDG. A primeira etapa de montagem da BDG constituiu-se na pesquisa e levantamento de dados e informações geoespaciais secundárias disponíveis em órgãos públicos. Concomitantemente, foram incorporados à BDG os dados espaciais primários levantados ao longo das oficinas comunitárias realizadas para a elaboração do Plano de Contingência, como será descrito abaixo. Para maiores detalhes da metodologia utilizada na construção da BDG, ver Nunes (2018);
- 5. O Plano de Contingência é outro produto da Reger-CD elaborado em conjunto por pesquisadores, gestores locais e moradores das comunidades. Tem como base um trabalho de levantamento de informações secundárias fundamentais a este plano, como a recorrência de desastres na bacia do córrego d'Antas, as principais instituições que atuam na área e também um processo importante de

mapeamento participativo, elaborado a partir da realização, em 2016 e 2018, de 11 workshops em 4 comunidades da bacia hidrográfica do Córrego d'Antas. Esse mapeamento foi realizado com apoio de um computador, do software Google Earth e de um projetor;

- 6. O trabalho com alunos e professores foi realizado no Colégio Estadual Salustiano Ribeiro Serafim, escola pública situada na parte baixa da bacia do Córrego d'Antas, em um dos bairros mais atingidos pelo desastre de 2011. O foco do trabalho foi delineado a partir de uma série de reuniões entre pesquisadores da Reger-CD, a direção e os professores do Colégio e resultou em palestras e trabalhos de campo com os alunos e professores;
- 7. O atlas de gestão de riscos do Município de Nova Friburgo e da Bacia Hidrográfica do Córrego d'Antas está sendo elaborado a partir da realização de oficinas de planejamento participativo com representantes de instituições e moradores da bacia hidrográfica do Córrego d'Antas;
- 8. O diagnóstico sucinto sobre a situação do Aterro Sanitário foi elaborado em parceria entre pesquisadores e comunidades. Inicialmente, os comunitários que moram próximos ao aterro identificaram problemas relacionados à erosão, disposição de lixo a céu aberto, mal cheiro e propagação de moscas e urubus. Registraram essa situação através de fotos, vídeos e depoimentos. Em seguida, contataram os pesquisadores que integram a Reger-CD e apresentaram esse material, que foi organizado por moradores e pesquisadores em forma de relatório. Além disso, foi elaborado um questionário sucinto sobre as condições de segurança e sanitárias do aterro que foi circulado pelos moradores que vivem na bacia do Córrego d'Antas e integram os diversos grupos de WhatsApp sobre o bairro e da Reger-CD. Sessenta e oito moradores responderam ao questionário e, a partir dessas respostas, foi elaborado um documento que mostra as condições do aterro segundo a percepção dos moradores. Esse documento foi anexado ao diagnóstico, que foi enviado às autoridades competentes e à Ordem de Advogados do Brasil para embasar um processo contra a empresa responsável pela administração do Aterro.

Todas as atividades realizadas no âmbito da Reger-CD foram registradas a partir da metodologia de observação participante, conforme proposta de Thiollent (2006). Posteriormente, para cada uma foi elaborado um relatório específico que lista os participantes e descreve as ações realizadas e as decisões estabelecidas. Esses relatórios são disponibilizados para todos os participantes de cada atividade específica para garantir que conheçam

as decisões tomadas. Quando os resultados e decisões afetam o conjunto da Reger-CD, os relatórios foram também distribuídos para os demais integrantes da rede.

#### Resultados e Discussão

Abaixo, são apresentados e discutidos detalhadamente cada produto e atividade construídos no âmbito da Reger-CD, indicando as dificuldades de elaboração, conflitos surgidos e as soluções encontradas para que os resultados fossem alcançados. Entretanto, antes disso faz-se necessário compreender alguns fatos que antecederam a pesquisa propriamente dita e que foram relevantes para sua realização, por serem a base sobre a qual a Reger-CD foi construída e vem sendo consolidada e por indicar caminhos importantes para a construção de um processo de gestão efetivamente participativo para a redução de riscos de desastres.

### Antecedentes - O embrião da Reger-CD

Após os eventos de 2011, pesquisadores do Laboratório de Geo-Hidroecologia e Gestão de Riscos da Universidade Federal do Rio de Janeiro (Geoheco/UFRJ) passaram a atuar na bacia do Córrego d'Antas, buscando entender os condicionantes e mecanismos envolvidos na iniciação e propagação de movimentos em massa, como forma de subsidiar a elaboração de mapas de suscetibilidade e risco aos movimentos em massa. Paralelamente, a Associação de Moradores do Bairro Córrego Dantas (AMBCD) atuava em várias frentes, buscando a reconstrução da área e tentando evitar a ocorrência de novas tragédias e minorar suas consequências.

Durante quase de três anos, pesquisadores e comunitários atuaram de forma desconectada. Porém, a necessidade de incorporar o conhecimento local às análises de suscetibilidade e risco e o conhecimento científico às discussões da comunidade geraram sinergia entre os dois grupos, que se aproximaram no fim de 2013. Desde então, vêm construindo um diálogo com vistas a reduzir os riscos e as consequências de novas tragédias.

A construção dessa relação se enquadrou no conceito de Ecologia de Saberes (Santos, 2006), pois a abordagem de ambos os grupos estimulou, desde o início, o diálogo entre o conhecimento científico e os saberes locais, fortalecendo a dimensão do lugar, através da valorização do conhecimento dos sujeitos no cotidiano. Se baseou no reconhecimento da importância de conhecimentos heterogêneos e da interação entre esses conhecimentos, que permaneceram autônomos, mas juntos foram capazes de produzir novos saberes (Santos, 2007).

Todavia, esse diálogo se iniciou com uma grande desconfiança de ambas as partes. Os moradores haviam sido contatados por diversos pesquisadores pós 2011 e perceberam que as pesquisas realizadas não traziam benefícios para a comunidade, além de gerar uma demanda de trabalho que reduzia a possibilidade de atuarem em ações efetivas de gestão de riscos de desastres. Deste modo, quando foram contatados pelos pesquisadores do Geoheco/ UFRJ reagiram de modo desconfiado e se recusaram, em um primeiro momento, a um diálogo mais próximo. Essa reação gerou desconfiança nos pesquisadores quanto à real possibilidade de atuação conjunta.

Essa desconfiança mútua foi se dissipando aos poucos, na prática do trabalho e em função de um diálogo horizontal entre os saberes. Ou seja, a partir do exercício de uma Ecologia de Saberes na prática. Mas isso só foi possível quando os pesquisadores passaram a incluir em seu programa de pesquisas os objetivos dos comunitários associados à gestão de riscos.

O primeiro trabalho conjunto que envolveu um processo extenso de diálogo entre essas duas instituições, que incluiu estudo de legislação, oficinas de planejamento, trabalhos de campo e mapeamentos participativos, levou à delimitação do bairro de Córrego d'Antas, que não possuía limites oficiais ou extraoficiais, e à construção de uma proposta para o zoneamento urbano do bairro bem mais restritiva, do ponto de vista do uso do solo, do que o zoneamento atual (Freitas et al., 2016). Esta proposta foi acatada pelo poder executivo e incorporada à proposta do Plano Diretor apresentada ao poder legislativo municipal em 2017, confirmando a relevância da participação popular em diálogo com os conhecimentos técnicos-científicos, para qualificar os processos de tomada de decisão de políticas públicas, conforme preconizado por diferentes autores (Kass et al., 2001; Tonn et al., 2000; Global Environmental Change Programme, 1999; Sachs, 1986).

Além disso, a qualificação da participação comunitária na discussão do Plano Diretor possibilitou que a comunidade local tivesse influência em uma etapa fundamental para a gestão de risco de desastres, a qual as comunidades, geralmente, têm pouca capacidade de interferência. Tendo em vista que participar de todas as etapas da gestão de riscos é fundamental para que os membros das comunidades possam se colocar à disposição para discutir efetivamente essa temática, aportando capital social na gestão de riscos de desastres (Norris et al., 2007), acredita-se que este processo foi essencial para a construção posterior da Reger-CD. Afinal, foi o primeiro resultado concreto do diálogo entre saberes que caracteriza esta rede, como bem afirmam Freitas et al. (2016, p 319-320): "Essa nova proposta de zoneamento e o documento que fundamentava as alterações foram resultados do diálogo entre saberes populares e científicos. A primeira construção de uma ecologia de saberes que gerou resultados concretos de empoderamento das comunidades para a discussão do ordenamento territorial local".

Outro foco do diálogo entre diferentes saberes que atendeu uma demanda explícita dos comunitários foi exercido durante o processo de licenciamento da sede da AMBCD, que também é um Centro Cultural. O licenciamento foi solicitado pela AMBCD ao Instituto Estadual do Ambiente do Estado do Rio de Janeiro (Inea) e à Secretaria Municipal de Meio Ambiente Desenvolvimento Urbano e Sustentável de Nova Friburgo/RJ (Semmadus), órgãos responsáveis pelo licenciamento, em 2011. Em fins de 2014 a licenca ainda não tinha sido emitida, como relatam Freitas et al. (2016, p. 320): "O processo enfrentava problemas junto à Prefeitura de Nova Friburgo e ao INEA, responsáveis pelo licenciamento da obra. Os comunitários estavam com dificuldades de compreender as exigências desses órgãos. O diálogo entre poder público e a comunidade estava difícil, afetando o andamento do processo".

Após agosto de 2014, houve um processo de intenso diálogo entre pesquisadores e membros da comunidade, no qual os conhecimentos técnicos sobre a legislação ambiental se juntaram aos conhecimentos locais sobre o processo de licenciamento e sobre o terreno onde seria construída a sede. Produziu-se um documento que sintetizava os conhecimentos e apresentava questionamentos sobre os motivos do não licenciamento. Este documento, que por si só espelhava o diálogo dentre saberes, foi apresentado às autoridades competentes e foi fundamental para a obtenção da licença de construção, que foi fornecida cerca de um mês após a entrega do documento (Freitas *et al.*, 2016).

Importante destacar que este também foi um processo pontual que atendeu a demanda de uma comunidade específica dentro da bacia do Córrego d'Antas. Mas que foi essencial para ampliar o diálogo entre saberes e solidificar a confiança entre comunidade e academia que é a base da Reger-CD.

#### Produtos e atividades no âmbito da Reger-CD

O primeiro e principal resultado alcançado pela Reger-CD é seu próprio processo de construção, na medida que está possibilitando um diálogo entre instituições de pesquisa, gestão e comunidades no entorno da temática da gestão de desastres. Esse processo já alcança 6 anos e hoje inclui 23 instituições e/ou grupos de trabalho que atuam em diversas áreas, além de moradores e pesquisadores não vinculados a instituições (TABELA I).

Este processo de construção e consolidação da Reger-CD tem contribuído para fortalecer uma cultura de gestão de riscos de desastres em Nova Friburgo, o que é essencial para reduzir os riscos associados aos movimentos em massa.

Os planejamentos realizados em workshops pautados no diálogo horizontal tornaram-se diretrizes básicas para a Reger-CD. Um indicador de que o processo de construção

Table I - Instituições ou grupos de trabalho integrantes da Reger Córrego d'Antas e principal atuação das mesmas.

Table I - Institutions or working groups that are members of Reger Córrego d'Antas and their main activities.

Instituição ou Grupo de Trabalho	Atuação principal na temática de desastres
Associação de Agricultores Familiares e Moradores da Comunidade Cardinot (AAFAMA)	Representação dos moradores
Associação de Moradores do Bairro Córrego Dantas (AMBCD)	Representação dos moradores
Associação de Moradores de São de Geraldo (AMSG)	Representação dos moradores
Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Rio de Janeiro (CBMRJ)	Enfrentamento
Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemadem)	Pesquisa
Centro de Estudos e Pesquisas em Desastres Naturais e Saúde da Fundação Oswaldo Cruz (Cepedes/Fiocruz)	Educação, pesquisa e extensão
Colégio Estadual Salustiano José Ribeiro Serafim	Educação
Colégio Pedro II (CPII)	Educação
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária / Solos (Embrapa)	Pesquisa
Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca / Fundação Oswaldo Cruz (Ensp/Fiocruz)	Educação, pesquisa e extensão
Núcleo de Estudos em Desastres Naturais do Instituto de Educação de Angra dos Reis / Universidade Federal Fluminense (IEAR/UFF)	Educação, pesquisa e extensão
Grupo de Estudos Território e Cidadania / Universidade Federal do Rio de Janeiro	Educação, pesquisa e extensão
Laboratório de Geo-Hidroecologia / Universidade Federal do Rio de Janeiro (Geoheco/UFRJ)	Educação, pesquisa e extensão
Instituto Estadual do Ambiente (Inea)	Enfrentamento
$Laborat\'orio \ de \ Estudos \ sobre \ Movimentos \ Sociais, \ Identidade \ e \ Trabalho \ / \ Universidade \ Federal \ Fluminense$	Educação, pesquisa e extensão
Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro (Poli/UFRJ)	Educação, pesquisa e extensão
Presidência da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz)	Educação, pesquisa e extensão
Secretaria Municipal de Defesa Civil de Nova Friburgo (SMDC)	Enfrentamento
Secretaria Municipal de Educação de Nova Friburgo (SME)	Educação
Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Desenvolvimento Urbano Sustentável de Nova Friburgo (SMMADUS)	Gestão ambiental
Secretaria Municipal de Saúde de Nova Friburgo (SMS)	Atendimento de feridos
Vivario	Execução de projetos
Outros moradores e pesquisadores	Diversos

desta rede está fomentando e ampliando o diálogo entre instituições e destas com as comunidades é o número crescente de pessoas, grupos de trabalho e instituições que estão atuando nessa rede.

Ao analisar as atividades já realizadas ou em realização pela Reger-CD (incluindo as duas atividades realizadas antes da construção da Rede) e as instituições e Grupos de Trabalho que se envolveram ou estão envolvidas em cada atividade, percebe-se um aumento significativo da quantidade de instituições envolvidas nas primeiras atividades realizadas (Proposta de Zoneamento para o Plano Diretor e o Licenciamento da Sede da AMBCD) em relação as últimas (elaboração do Plano de Contingência e do Atlas) (TABELA II). As primeiras ações envolveram apenas as duas instituições que formam o núcleo principal da Reger-CD e que participam de todas as ações da rede, na maioria das vezes coordenando-as: o Geoheco/UFRJ, uma instituição acadêmica, e a AMBCD, uma instituição de representação dos moradores locais. Apenas 8 pessoas participaram dessa ação. Já a elaboração do Atlas de Nova Friburgo e da Bacia do Córrego d'Antas envolve 14 instituições, incluindo uma de representação dos moradores, 5 de gestão pública e 8 acadêmicas, além de moradores da região e pesquisadores que não estão vinculados a instituições. Ao todo, cerca de 45 pessoas se envolveram nessa ação. O Plano de Contingência conta com a participação das 4 instituições que formam um núcleo extendido da Reger-CD (um núcleo mais amplo que participa e/ou coordena grande parte das ações da rede e é formado por 3 instituições acadêmicas e uma de representação dos moradores), mais uma instituição de representação de moradores e uma sexta instituição do poder público, além de diversos moradores não ligados a nenhuma instituição. Neste processo, cerca de 150 pessoas estiveram envolvidas.

Com o passar do tempo, não houve aumento linear do número de instituições e pessoas que participaram das acões, pois dependendo da característica da acão ela envolveu mais ou menos instituições e pessoas. Desse modo, o processo de construção da Base de Dados Espaciais, por exemplo, envolve diretamente as 4 instituições que formam núcleo estendido da Reger-CD, além de uma instituição acadêmica e uma do poder público. Umas 12 pessoas estiveram relacionadas a essa iniciativa. Já a formação e manutenção da Rede de Radioamadores inclui 5 instituições acadêmicas e de representação dos moradores, além de moradores sem vínculo institucional. Apesar de não haver um aumento linear de participantes nas ações da Reger-CD, nota-se um aumento significativo e real de participação entre 2013 (quando se iniciou a aproximação institucional que foi o embrião da rede) e 2020. Além disso, percebe-se que todas as atividades contam com representantes do saber local e com representantes do saber técnico-científico, garantindo a construção de novos saberes a partir da prática e a horizontalidade entre os saberes.

TABLE II - Número de instituições participantes das ações realizadas no âmbito da Reger-CD e abrangência espacial das ações.
TABLE II - Number of institutions participating in the actions carried out under the Reger-CD and the spatial scope of the actions.

Ações	Tipo de ação	Período de realização	Número de instituições ou Grupos de Trabalho participantes	Abrangência espacial
Proposta de Zoneamento para o Plano Diretor	Finalizada	November 2013 até abril 2014	2	Bairro de Córrego d'Antas
Licenciamento da Sede da AMBCD	Finalizada	Agosto a dezembro 2014	2	Bairro de Córrego d'Antas
Avaliação do Projeto do Parque Fluvial	Finalizada	Janeiro 2015 a fevereiro 2016	5	Porção média e inferior da bacia de Córrego d'Antas
Vídeo de Córrego d'Antas	Finalizada	Setembro 2015 a julho de 2016	7	Bacia do Córrego d'Antas
Monitoramento do Rio e da Precipitação	Permanente	Maio de 2015 até o presente	3, mais moradores não vinculados a instituições	Bacia do Córrego d'Antas
Rede de Radioamadores	Permanente	Maio de 2015 até o presente	5, mais moradores não vinculados a instituições	Bacia do Córrego d'Antas
Ações na escola	Permanente	Fevereiro de 2017 até o presente	6, mais moradores não vinculados a instituições	Bacia do Córrego d'Antas e área do entorno
Construção e atualização da Base de Dados Espaciais	Permanente	Julho 2016 até o presente	6	Bacia do Córrego d'Antas and Nova Friburgo municipality
Plano de Contingência	Finalizada	Agosto de 2016 até setembro de 2020	6, mais moradores não vinculados a instituições	Bacia de Córrego d'Antas e área do entorno
Atlas	Em realização	Maio 2018 até o presente	14, mais moradores não vinculados a instituições	Bacia do Córrego d'Antas and Nova Friburgo municipality
Diagnóstico Aterro Sanitário	Em realização	Agosto de 2020 até o presente	2, mais moradores não vinculados a instituições	Bacia do Córrego d'Antas

Importante destacar que além das atividades e dos produtos listados, dois processos contínuos e estruturantes garantem a construção efetiva de resultados que atendam às necessidades da gestão de risco de desastres. O primeiro é a realização de pesquisas básicas e aplicadas em temáticas de interesse da Reger-CD. Já foram realizados três pós-doutorados, dois doutorados, sete mestrados e um trabalho de conclusão de curso diretamente associados à esta rede e, no momento, estão em andamento dois mestrados e um doutoramento, além de diversas outras pesquisas básicas em temas relacionados. Este conjunto de pesquisas busca garantir o avanço contínuo do conhecimento científico relacionado à gestão de riscos de desastres em Córrego d'Antas e Nova Friburgo. processo permanente é a mobilização de moradores e instituições locais. Tendo em vista a grande dificuldade de mobilização para a temática de gestão de riscos na região (Freitas e Coelho Netto, 2019), esse processo é essencial. Vem sendo realizado por moradores com apoio de pesquisadores. Além disso, neste momento, está em curso uma pesquisa de mestrado voltada para compreender as dificuldades desse processo de mobilização e propor soluções para que as mesmas sejam vencidas. Esta pesquisa é conduzida por um líder comunitário da AMBCD que ingressou no mestrado e é orientada por pesquisadores da Reger-CD.

Há ainda um conjunto de quatro instituições ou grupos de trabalho que participam dos processos de planejamento e apoiam a Reger-CD, mas ainda não se envolveram diretamente em nenhuma atividade fim. Porém, apoiam a Reger-CD e têm demonstrado interesse em participar em momentos específicos, o que deverá ocorrer quando ações de interesse específico dessas instituições forem realizadas. Desse modo, são instituições que funcionam como uma reserva de conhecimento a ser aportado na Reger-CD quando for necessário e do interesse da rede e das instituições.

Além do aumento expressivo do número de instituições participantes da Reger-CD, outro importante indicador do avanço dessa rede na construção de uma cultura de gestão de riscos de desastres na região é a ampliação da abrangência das ações realizadas. As primeiras ações atenderam demandas pontuais de grupos de moradores, abarcando apenas o recorte de bairro, que é menos extenso que a bacia hidrográfica. As ações seguintes tiveram uma abrangência maior, abarcando toda ou parte da bacia do Córrego d'Antas, ou mesmo áreas no entorno. Já as últimas ações, especialmente a elaboração do atlas e a construção da BDG, estão ampliando a escala espacial, que já abrangem todo o município de Nova Friburgo (fig. 2), e estão atendendo demandas de grupos mais amplos.

Para entender o processo de aumento do número de instituições participantes das ações da Reger-CD e a ampliação da abrangência espacial dessas ações e para avaliar os conflitos existentes no âmbito da rede e as soluções encontradas para alcançar os resultados previstos, é importante compreender como essa rede se formou e como cada ação foi ou está sendo executada.

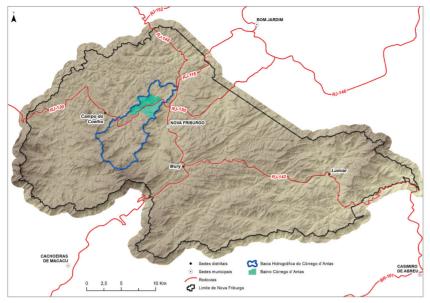


Fig. 2 - Mapa do município de Nova Friburgo, com destaque para a bacia de Córrego d'Antas e para o bairro de Córrego d'Antas (Fonte dos Dados: Reger-CD, elaborado por Flavio S. B. Nunes).

Fig. 2 - Map of Nova Friburgo municipality, highlighting the Córrego d'Antas basin and the Córrego d'Antas neighbourhood (Data source: Reger-CD Database, prepared by Flavio S. B. Nunes).

# Construção da Reger-CD

A aproximação entre Geoheco/UFRJ e AMBCD e a construção de um diálogo horizontal entre os saberes técnico-científico e local fomentou a possibilidade de criação de uma rede de gestão de riscos para a bacia de Córrego d'Antas. Foi o primeiro passo concreto para construir uma discussão mais ampla sobre gestão de riscos na bacia do Córrego d'Antas.

Para garantir que a rede de gestão de riscos fosse construída mantendo a horizontalidade do diálogo entre saberes, mesmo com a incorporação de outras instituições que não têm como prática cotidiana essa forma de diálogo, a Reger-CD foi planejada a partir de seminários com a presença de comunidades, órgãos públicos e membros da academia. Nesses seminários foi utilizada a metodologia do Planejamento Estratégico Situacional (Feola e Bazzani, 2002; Gallo, 2009).

O primeiro seminário definiu coletivamente o nome da rede, sua missão, objetivos e linhas de ação (*Freitas et al.*, 2016). Teve papel fundamental de ampliar a participação institucional. Antes, as ações eram realizadas apenas pelo Geoheco/UFRJ e pela AMBCD e depois passaram a incluir diversas instituições. Isso qualificou e ampliou a participação comunitária e acadêmica nas ações realizadas, com destaque para a discussão da implantação do Parque Fluvial, que passou a contar com duas instituições acadêmicas, duas de representação dos moradores e uma ONG.

O segundo seminário estabeleceu as ações prioritárias para a implantação da Reger-CD e o terceiro e quarto definiram as ações que seriam realizadas para a consolidação da rede. Definiram também as responsabilidades dos grupos por cada uma das ações

estabelecidas, sempre com a participação de membros das comunidades que vivem em áreas de risco e integrantes de instituições de pesquisa. Criou-se, na prática, sub-redes de atuação nas quais mantêm-se um diálogo permanente entre os saberes e se garante que os saberes populares não sejam negligenciados pelos saberes acadêmicos, como ocorre em grande parte das situações concretas relacionadas à gestão de risco de desastres, como observado por autores como Dube e Munsaka (2018), Galloway-McLean (2010) e Dekens (2007).

Esse processo foi apoiado pela construção de formas de comunicação remotas e coletivas, como grupos de e-mails e de WhatsApp, que garantem uma troca constante de informações entre os membros da Reger-CD. Além de um grupo de e-mails e um de WhatsApp que inclui todos os membros da rede, foram criados grupos de WhatsApp vinculados a determinadas atividades, garantindo o fluxo de informações específicas entre os membros da Reger-CD focados nessas atividades. Assim, há um grupo para rede de radioamadores, um para o plano de contingência e um para o atlas. Esse processo tem se mostrado essencial para o funcionamento da Reger-CD, pois permite que pesquisadores, comunitários e gestores públicos dialoguem de modo constante sobre a temática da gestão de risco de desastres e divulguem informações que consideram pertinentes sobre o tema, garantindo um processo centrado nas pessoas, que é essencial para fortalecer a gestão de riscos (UNISDR, 2015). Em larga escala, essa forma remota de comunicação possibilita uma conexão permanente entre as instituições, permitindo que a Reger-CD funcione realmente como uma rede, uma estratégia de gestão de riscos relevante em diferentes situações reais (Comfort, 2005).

### Diagnóstico e Monitoramento

Após a formação oficial da Reger-CD e com base nos planejamentos elaborados durante os seminários, foram realizadas ações que abarcam, basicamente, as três temáticas definidas no primeiro seminário como prioritárias da rede: Diagnóstico e Monitoramento; Enfrentamento; e Educação (Freitas *et al.*, 2016). Além disso, foi feito um grande esforço para construir uma BDG que dê suporte a todas as ações da rede, tanto as finalísticas, quando as ações de pesquisa básica e aplicada e de mobilização comunitária.

No que tange às ações de diagnóstico, os processos de pesquisa básica e aplicada são a base. Majoritariamente realizadas pelas instituições acadêmicas, essas pesquisas incluem discussões metodológicas com moradores e lideranças locais, possibilitando a incorporação do conhecimento local não apenas nos resultados das pesquisas, mas também na definição de seus objetivos e metodologia. Isso evita que a população local fique passivamente na posição de objeto de pesquisa e se torne também sujeito da pesquisa. Um exemplo foi a pesquisa de avaliação de abrigos de emergência para desastres relacionados a chuvas intensas.

A metodologia de avaliação foi desenvolvida com a participação de pesquisadores, gestores municipais e estaduais e moradores locais (Duek *et al.*, 2020). O mesmo se pretende para a elaboração de mapeamentos de risco, pesquisa ainda em início, mas que está planejada para ser desenvolvida a partir de diálogo com os moradores de forma a considerar os conhecimentos locais e os valores atribuídos pelas comunidades aos elementos em risco.

No caso específico do monitoramento, foi construída uma rede de monitoramento de chuva e dos rios a partir do diálogo permanente entre pesquisadores e a população que vive na área. Os próprios moradores locais indicaram formas de monitoramento que já praticavam e locais de monitoramento que eles já utilizavam, como a observação da altura do rio em relação a uma ponte, por exemplo.

Com base nesse conhecimento local e no conhecimento dos técnicos e pesquisadores da Reger-CD, foram discutidas e implantadas estratégias de monitoramento da chuva que incluem a instalação de pluviômetros eletrônicos e manuais em casas de moradores (fot. 3a e 3b), a marcação de linhas em pontes para facilitar o monitoramento visual e a implantação de sistemas de alarme que disparam quando o rio passa de uma determinada altura. Este processo tem fortalecido o diálogo entre saberes, pois o monitoramento é realizado diretamente pelos moradores e os pesquisadores atuam no apoio a este processo.





Fot. 3 - Pluviômetros automático a) e manual (b) instalados em propriedades situadas na bacia do Córrego d'Antas e manejados por moradores locais (Fotografia de Anderson Sato, 2016).

Photo 3 - Automatic (a) and manual (b) rain gauges installed in properties located in the Córrego d'Antas basin and managed by local residents (Photography by Anderson Sato, 2016).

#### Enfrentamento

Para o enfrentamento das situações de emergência, foram realizadas duas ações principais: a formação e manutenção da rede de radioamadores e a elaboração do plano de contingência.

A formação da Rede de Radioamadores da Reger-CD também foi realizada através de diálogo direto com moradores, uma vez que os mesmos são os integrantes da rede. A partir do mapeamento de lideranças e moradores realizado em oficinas de trabalho, conduzidas por pesquisadores e moradores locais, os próprios moradores identificaram pessoas da região que atuavam como radioamadores e aqueles que tinham potencial e interesse em atuar. Nas oficinas, os moradores que já possuíam conhecimento técnico sobre a temática capacitaram pesquisadores e moradores locais para a atuação como radioamadores. Além disso, foram definidos os equipamentos necessários à formação da rede de radioamadores. Esse equipamento foi adquirido com uma doação feita por uma empresa para a Reger-CD, via uma das instituições de pesquisa integrantes dessa Rede. Portanto, todo o processo foi realizado pelos moradores, com apoio de pesquisadores.

O Plano de Contingência foi realizado com base nos conhecimentos conceituais dos pesquisadores sobre gestão de riscos e em informações secundárias levantadas por pesquisadores relacionadas à gestão de riscos na região onde está a bacia do Córrego d'Antas. Além disso, o Plano possui uma parte relacionada diretamente às informações locais levantadas diretamente com os moradores em oficinas de mapeamento participativo conduzidas por pesquisadores e moradores (fot. 4 e 5). Essas oficinas consistiram na localização, por parte dos moradores, em imagem de satélite, dos principais elementos do território, como as casas, comércios, igrejas, entre outros. Em seguida, identificaram

elementos espaciais que podiam ser considerados fragilidades das comunidades (pontes que alagam durante chuvas, pessoas com doenças crônicas ou dificuldade de locomoção, por exemplo) e potencialidades (existência de profissionais da área de saúde, locais onde há tratores e outras máquinas disponíveis etc). Por fim, os moradores apontaram possíveis rotas de fugas e abrigos de emergência frente a ocorrência de chuvas fortes no interior da bacia e os locais e formas de monitoramento da chuva e dos rios existentes. Esse conjunto de elementos, além de integrar a BDG da Reger-CD e apoiar atividades diversas dessa rede, foi a base para um dos capítulos do plano de contingência. Após a consolidação desses materiais, a próxima etapa será a discussão do plano de contingência com os moradores que ajudaram a fazê-lo e depois será apresentado para a sociedade como um todo e para os gestores públicos, de modo a fomentar a discussão sobre a articulação desse plano com o Plano de Contingência Municipal de Nova Friburgo.



Fot. 4 - Oficina de mapeamento participativo realizada no Bairro de Córrego d'Antas e conduzida por moradores e pesquisadores (Fotografia de Leonardo Esteves de Freitas, 2016).

Photo 4 - Participatory mapping workshop held in the Córrego d'Antas neighbourhood and conducted by residents and researchers (Photography byLeonardo Esteves de Freitas, 2016).



Fot. 5 - Oficina de mapeamento participativo realizada na localidade de Venda das Pedras, situada na bacia do Córrego d'Antas e conduzida por moradores e pesquisadores (Fotografia de Leonardo Esteves de Freitas, 2016).

Photo 5 - Participatory mapping workshop held in Venda das Pedras, a small village in the Córrego d'Antas basin, conducted by residents and researchers (Photography by Leonardo Esteves de Freitas, 2016). Uma questão muito relevante para a construção do plano de contingência foi a dificuldade de mobilizar os moradores da parte baixa da bacia hidrográfica do Córrego d'Antas para participarem do processo. Essa área, que foi muito atingida no desastre de 2011, inclui os bairros de Jardim Califórnia e São Geraldo. Trata-se da área mais urbanizada da bacia, com uma densidade demográfica e um número de moradores muito superior àquele observado nas partes média e alta. Estima-se que vivam 15 mil pessoas nesses bairros e 5 mil nas demais localidades. A despeito de maior quantidade e densidade de pessoas, a adesão aos processos de discussão sobre a gestão de riscos de desastres é praticamente nenhuma. Essa situação corrobora com a conclusão de Rappaport et al. (2018), que encontraram maior resiliência a desastres em comunidades rurais e peri-urbanas do que em comunidades urbanas, associando esse processo à maior coesão social dessas comunidades.

Como alternativa, definiu-se no âmbito da Reger-CD que havia a necessidade de trabalhar a formação de cultura de gestão de riscos na porção inferior da bacia e que esse processo envolvia um trabalho efetivo de educação dentro das escolas locais. Tendo em vista que o Colégio Estadual Salustiano José Ribeiro Serafim é o maior colégio dessa parte da bacia hidrográfica do Córrego d'Antas, o mesmo tornou-se objeto do trabalho da Reger-CD.

# Educação

Entre todas as ações realizadas no âmbito da Reger-CD, aquelas voltadas para educação são as que possuem maior capacidade de aglutinar instituições e pessoas no entorno da discussão sobre a gestão de riscos de desastres. Até o momento,16 instituições e cerca de 150 pessoas já participaram das três ações finalísticas realizadas pela Reger-CD diretamente relacionadas à Educação: a produção do vídeo (com fins didáticos) sobre a reconstrução do Bairro de Córrego d'Antas; o trabalho realizado no Colégio Estadual Salustiano José Ribeiro Serafim e a elaboração do Atlas de Gestão de Risco de Desastres de Nova Friburgo e da Bacia do Córrego d'Antas.

A produção do vídeo, a primeira das três a ser realizada (TABELA II), foi a que teve menor participação de instituições e pessoas. Foi realizada com apoio de quatro instituições acadêmicas, uma instituição de representação dos moradores locais e uma ONG. Além dos recursos doados pela empresa Deloitte. No total, foram 15 pessoas atuando nesse projeto, desde sua concepção, até sua finalização. Isto reflete o momento inicial de formação da Reger-CD, quando o processo de diálogo institucional ainda estava iniciando e não havia muitas pessoas e instituições efetivamente trabalhando nas atividades finalísticas da rede.

Ainda assim, o processo de realização do vídeo foi feito com base no conceito de Ecologia de Saberes (Santos, 2006), pois partiu do princípio de que é essencial incluir nos processos educativos relacionados à gestão de riscos as motivações e conhecimentos das populações vulneráveis (Kuhnen, 2009). E a certeza de que isso só pode ser conseguido se essas populações participarem da construção desses processos. Assim, o processo envolveu pesquisadores, alunos de uma escola situada fora da região vulnerável aos desastres e jovens moradores de Córrego d'Antas (Freitas *et al.*, 2017b).

O trabalho no Colégio Estadual Salustiano José Ribeiro Serafim é o que mobiliza maior número de pessoas para a discussão da temática de desastres, pois é realizado com alunos e professores da escola, já tendo envolvido mais de 200 pessoas. Tendo em vista a não adesão dos moradores locais à discussão sobre gestão de riscos, esse resultado se mostra de grande relevância, pois pode ser capaz de ajudar nos processos de mobilização para a discussão dessa temática por um conjunto maior de moradores locais.

Nesta ação, os alunos e professores visitam as instalações da Universidade Federal do Rio de Janeiro, onde atuam parte dos pesquisadores, para conhecer as pesquisas sobre gestão de riscos de desastres, e recebem os pesquisadores no Colégio, onde são ministradas palestras sobre gestão de riscos e realizadas oficinas de mapeamento participativo de vulnerabilidades e potencialidades socioambientais que podem ser identificadas no entorno do colégio (em processo semelhante àquele discutido para o plano de contingência, porém mais simples e rápido). Trabalhos de campo são realizados no entorno do colégio para discutir as fragilidades e potencialidades mapeadas e as características da paisagem que favorecem ou não os desastres. Pesquisas sobre percepção de riscos dos alunos e professores desta escola também estão sendo realizadas, como forma de subsidiar o entendimento de porque a temática de gestão de riscos é negligenciada pelas comunidades dessa parte da bacia, apesar de viverem em uma área sujeita a movimentos em massa.

Nesse trabalho, o diálogo dos alunos com pesquisadores e professores do colégio tem se mostrado bastante rico e traz algumas indicações sobre a construção inicial de uma cultura de gestão de riscos de desastres. Entre estas destaca-se: a efetiva participação dos alunos nos mapeamentos participativos de vulnerabilidades e potencialidades, apontando cicatrizes de deslizamentos, locais de alagamento, pessoas com problemas de locomoção, etc. e o elevado interesse pelos trabalhos de campo, demonstrado pelo preenchimento de todas as vagas disponíveis (40 ou 50, dependendo da atividade) em todas as atividades, a despeito de não serem atividades avaliadas pelos professores.

Porém, entre todas as ações da Reger-CD, a elaboração coletiva do Atlas de Gestão de Risco de Desastres de Nova Friburgo e da Bacia do Córrego d'Antas é a que está gerando maior aglutinação institucional e o processo mais profundo de discussão sobre a gestão de riscos de desastres. 15 instituições participam dessa ação com regularidade. E todas assumiram papéis relevantes no processo, incluindo elaboração de textos, mapas e figuras e levantamento de acervo fotográfico. Ademais, por definição coletiva em oficina participativa (fot. 6), o atlas está sendo elaborado com uma parte focada na bacia hidrográfica do Córrego d'Antas e outra no município de Nova Friburgo, ampliando, significativamente, a escala espacial de abrangência da discussão. Nestas oficinas. foram definidos os conceitos a serem trabalhados no atlas, distribuídas as tarefas entre os participantes, estabelecida uma sequência de revisões para textos, figuras e mapas, de modo a garantir uma elevada qualidade técnica ao documento, e pactuado o cronograma de elaboração do atlas.

O trabalho está sendo realizado a partir de um processo radicalmente participativo, no qual pesquisadores, gestores públicos e moradores locais discutem todas as questões conceituais e processuais horizontalmente e respeitando os saberes específicos.

O Atlas, que já está em fase de diagramação, será distribuído para todas as escolas públicas do município de Nova Friburgo, de modo a se tornar um catalisador da discussão sobre gestão de risco de desastres no município a partir das crianças e jovens, dos responsáveis por essas crianças e jovens e dos professores. Desse modo, o atlas tem potencial para fortalecer de modo importante a cultura de gestão de riscos em Nova Friburgo.

É importante destacar que o processo de construção do atlas tem se mostrado tão importante para a gestão de riscos de desastres quanto o produto final que se espera do trabalho. Na medida que agrega um número significativo de instituições e pessoas de diferentes perfis (pesquisadores, gestores, professores e moradores locais) no entorno da temática de desastres em uma discussão coletiva periódica e em uma produção de conteúdo sistemática, esse processo fortalece a agenda de discussão no entorno dessa temática e contempla quatro dos cinco objetivos estabelecidos pela Reger-CD no momento de sua criação, a saber: "Construir um modelo de gestão de riscos integrando os agentes públicos, privados e comunitários; promover o desenvolvimento de uma cultura de reducão de riscos; estimular o intercâmbio dos conhecimentos entre os diferentes atores; desenvolver mecanismos de geração e difusão de informações e conhecimentos" (Freitas et al., 2016, p 218).



Fot. 6 - Oficina para elaboração do Atlas, realizada na sede da AMBCD, com a presença de pesquisadores, gestores públicos e moradores locais (Fotografia de Leonardo Esteves de Freitas, 2018).

**Photo 6 -** Workshop for the preparation of the Atlas, held at the AMBCD headquarters, attended by researchers, public administrators and local residents (Photography by Leonardo Esteves de Freitas, 2018).

# Dificuldades encontradas

Os resultados construídos no âmbito da Reger-CD são relevantes e sólidos, indicando que o processo de consolidação dessa Rede como um espaço de articulação de saberes e disseminação de uma cultura de redução de riscos é uma realidade. Todavia, é importante destacar que esse processo enfrentou e ainda enfrenta diversas dificuldades.

Aprimeira dificuldade foi construir um processo realmente horizontal de diálogo, uma vez que diversas instituições, pesquisadores e os próprios moradores locais não tinham essa prática. Desse modo, em diferentes momentos de execução de atividades finalísticas ou do planejamento das ações houve tentativas (muitas vezes veladas) de impor a visão técnico-científica à visão dos moradores locais, repetindo um processo observado por diferentes autores em distintas situações e locais (Dube e Munsaka, 2018; Galloway-McLean, 2010; Dekens, 2007).

Isso ficou muito claro em três processos distintos: durante o projeto de Avaliação do Parque Fluvial, quando as informações técnicas relativas ao projeto eram apresentadas pelos gestores públicos como verdades absolutas, não possibilitando a contestação por parte dos moradores locais que "não detinham as informações para compreender o que estava sendo afirmado"; no processo de licenciamento da Sede da AMBCD, quando os questionamentos dos moradores não eram sequer respondidos pelos gestores e foi necessário que os

pesquisadores vocalizassem esses questionamentos para que os gestores emitissem a licença; e durante o início do trabalho de construção do vídeo sobre a reconstrução de Córrego d'Antas, quando a metodologia inicialmente proposta estava focada no tecnicismo e não facilitava o diálogo horizontal com os jovens moradores locais.

Nos dois primeiros processos essa questão foi superada, na medida em que a maior parte dos pesquisadores envolvidos atuou de forma a desconstruir essa visão e a não legitimar uma relação desigual entre poder público e comunidades sob risco, atuando de forma contra hegemônica e distinta dos modos mais comuns de atuação da ciência, que geralmente legitima esses processos (Portella, 2017; Portella *et al.*, 2016; Oliveira *et al.*, 2016).

O mesmo ocorreu no caso da produção do vídeo, quando parte dos pesquisadores conduziu o processo de modo a construir uma metodologia de trabalho que não focasse no tecnicismo e possibilitasse a livre expressão por parte dos moradores locais, sem descuidar de manter a qualidade técnica do produto (Freitas et al., 2017b).

Assim, no decorrer dos três processos, ficou claro para o conjunto de participantes da Reger-CD que as decisões e argumentações eram sempre construídas a partir de um diálogo horizontal no qual os moradores tinham voz ativa. Dessa forma, houve um fortalecimento da Ecologia de Saberes. Como consequência, nas ações realizadas posteriormente esse problema foi minimizado, uma vez

que o conjunto de atores participantes da Reger-CD já tinha incorporado a prática de um diálogo horizontal entre saberes para a construção de novos saberes como uma prática coletiva da rede.

Uma segunda dificuldade enfrentada no âmbito da Reger-CD é que havia um histórico de conflitos entre o poder público local e os moradores (Freitas *et al.*, 2017a). Por conta dessas situações, surgiram conflitos no interior da Reger-CD em diversos momentos do diálogo, especialmente entre representantes do poder público e comunidades. Mais uma vez, a discussão sobre o Parque Fluvial foi a que catalisou mais conflitos, pois incorpora um debate sobre realocação de moradores, que é sempre complexo e desgastante. Porém, mais uma vez, a partir de um diálogo horizontal entre poder público e moradores locais e da mediação dos pesquisadores, a maior parte dos conflitos foi superada ou minimizada.

A outra grande dificuldade encontrada foi a mobilização de parte dos moradores para a discussão sobre a gestão de risco de desastres, como é recorrente em diversas ações relacionadas à gestão de riscos (Nogueira *et al.*, 2014; Cardona, 2007).

No caso da Reger-CD, há uma dificuldade geral de mobilização, mas esta é particularmente mais difícil na porção mais urbanizada e densamente ocupada da bacia do Córrego d'Antas, uma vez que nas outras áreas há uma adesão de um número significativo de moradores, apesar de pequeno em relação ao número total (Freitas e Coelho Netto, 2018).

O trabalho desenvolvido no Colégio Estadual Salustiano José Ribeiro Serafim contribuiu para superar esta dificuldade. Promovido com vistas a mobilizar as famílias a partir da mobilização dos jovens e da comunidade escolar, esse processo vem trazendo frutos, mas ainda necessita se fortalecer dentro dessa escola e se expandir para o conjunto de escolas da bacia.

O atlas será um elemento importante nesse processo, pois permitirá inserir a discussão sobre gestão de risco de desastres no currículo escolar e, consequentemente, na comunidade escolar, ajudando na mobilização dos moradores locais para a discussão.

Por fim, acredita-se que é necessário realizar pesquisas específicas para compreender melhor as dificuldades reais no processo de mobilização, como aquela que vem sendo conduzida por um líder comunitário e orientada por pesquisadores da Reger-CD. Trata-se de um processo que sintetiza a dinâmica de trabalho da rede, ou a pesquisa em curso sobre a percepção de riscos de alunos e professores do Colégio Estadual Salustiano José Ribeiro Serafim, que está possibilitando entender como os moradores locais percebem o risco e, a partir desse entendimento, orientar as abordagens de mobilização no âmbito da Reger-CD.

#### Conclusão

A construção de uma rede institucional e comunitária é uma alternativa que possui grande potencial para apoiar um processo consistente de redução de riscos de desastres. Especialmente por fortalecer uma cultura de gestão de riscos de desastres, mantendo a temática em contínua discussão, e por fortalecer o diálogo entre os diversos atores envolvidos com essa temática.

Porém, a construção de uma rede formada por instituições acadêmicas, gestores públicos, sociedade civil organizada e comunidades que se mantenha e se fortaleça em longo prazo deve partir de um diálogo radicalmente horizontal entre os participantes, garantindo uma discussão entre os saberes técnico-científico e populares que não seja hierarquizada e, portanto, na qual todos os saberes sejam igualmente protagonistas.

Este processo requer, necessariamente, a realização na prática de um processo de Ecologia de Saberes nos termos apresentados por Santos (2006), permitindo que os saberes locais sejam expressos livremente e construam novos saberes no diálogo com os saberes técnico-científicos.

Na prática, esse processo tende a ser difícil e conflituoso, pois os saberes técnico-científicos possuem uma legitimidade social para discutir gestão de risco de desastres que os saberes populares não têm. Portanto, a construção de uma rede institucional e comunitária que busque um diálogo radicalmente horizontal entre saberes requer, essencialmente, uma atitude de humildade dos pesquisadores e gestores públicos frente aos moradores locais. Atitude essa que não é parte da cultura das instituições acadêmicas e de gestão e, geralmente, também não é a prática de pesquisadores e gestores.

Além disso, requer um empoderamento dos moradores locais para que expressem seus conhecimentos e, a partir destes, participem ativamente das discussões e atividades relacionadas à gestão de riscos de desastres sem uma atitude de inferioridade cognitiva em relação aos saberes técnico-científicos.

Este processo ocorreu com a Reger-CD durante os sete anos desde o início do diálogo entre pesquisadores e comunitários, passando pela sua formação e pelo seu processo de consolidação. Os planejamentos e as atividades finalísticas iniciais foram conflituosos, especialmente na relação entre saberes técnicocientífico e saberes populares. Todavia, a opção dos pesquisadores e moradores locais que compunham essa rede por uma atitude radicalmente horizontalizada na relação entre os saberes enfraqueceu o conflito e fortaleceu a própria rede, o que se refletiu em um aumento efetivo da participação institucional e de moradores na Reger-CD.

Manter essa postura radical é um desafio permanente da Reger-CD, uma vez que as práticas institucionais e a própria estrutura da sociedade continuam apontando para um diálogo hierarquicamente desigual entre os saberes técnico-científico e populares.

Outro desafio é ampliar a participação de moradores locais nas ações da rede, especialmente na porção mais urbanizada da bacia do Córrego d'Antas. A atuação a partir da educação parece ser a melhor forma para avançar no processo de mobilização local. Trabalho direto nas escolas e a elaboração de materiais didáticos, como o atlas, têm se revelado fundamentais nesse processo.

Avançar nos objetivos da Reger-CD depende também de manter um processo permanente de pesquisas básicas e aplicadas. O conhecimento gerado nessas pesquisas facilita a construção de produtos e resultados (como o próprio atlas, por exemplo) fundamentais para a construção e consolidação de um modelo integrado de gestão de risco de desastres na bacia do Córrego d'Antas, que possa ser ampliado para o município de Nova Friburgo e para a Região Serrana Fluminense.

Inclusive essas pesquisas têm papel essencial para a superação de desafios enfrentados pela Reger-CD, como o processo de mobilização das comunidades. Em função desse processo, pesquisas específicas para entender as dificuldades de mobilização estão em curso.

# Bibliografia

- Aldunce, P. e León, A. (2007). Opportunities for improving disaster management in Chile: a case study. *Disaster Prevention and Management: An International Journal*, 16, 33-41.
- Abdula, A., Taela, K. (2005). Avaliação das capacidades de gestão do risco de desastres em Moçambique: Netherlands. Climate Change Studies Assistance Programme Phase I.
- Aguirre, B. (1994). Planning, Warning, Evacuation and Search and Rescue: A Review of the Social Science Research Literature, Recovery Center, Texas A&M University, Texas.
- Alcayna, T., Bollettino, V., Dy, P., Vinck, P. (2016).
  Resilience and Disaster Trends in the Philippines:
  Opportunities for National and Local Capacity
  Building. PLOS Currents Disasters. Sep 14. Edition 1.
  DOI: https://doi.org/10.1371/currents.dis.4a0bc960
  866e53bd6357ac135d740846
- Augusto, A., Costa, M., Rosa, T. S., Monteiro T. G. (2016).

  Desastre no contexto da Modernidade brasileira:
  Injustiça Ecológica, Ecocídio e Responsabilidade no caso da Bacia do Rio Doce (Brasil). ST07 Conflitos e desastres ambientais: violação de direitos,

- resistência e produção do conhecimento 40º Encontro Anual da Anpocs, Caxambu, 20 p.
- Avila, M. R. R. e Mattedi, M. A. (2017). Desastre e território: a produção da vulnerabilidade a desastres na cidade de Blumenau/SC. Revista Brasileira de Gestão Urbana, maio/ago. 9(2), 187-202
- BANCO MUNDIAL (2011). Avaliação de Perdas e Danos: Inundações e Deslizamentos na Região Serrana do Rio de Janeiro - Janeiro de 2011. Banco Mundial: Brasília, 59 p.
- BRASIL. Lei 12.608, de 10 de abril de 2012. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil PNPDEC; dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil CONPDEC; autoriza a criação de sistema de informações e monitoramento de desastres. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil\_03/\_ato2011-2014/2012/lei/l12608.htm. Acesso em: 20 jul. 2020.
- BRASIL. Lei 12.608, de 10 de abril de 2012. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil PNPDEC; dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil CONPDEC; autoriza a criação de sistema de informações e monitoramento de desastres. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil\_03/\_ato2011-2014/2012/lei/l12608.htm. Acesso em: 20 jul. 2020
- Cardona, O. D. (2007). Midiendo lo inmedieble. Indicadores de vulnerabilidad y Riego. La Red Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina, 5 p. Disponível em: http://www.desenredando.org/public/articulos/2007/articulos\_omar/. Acesso em jul 2018.
- Carvalho, N. L. (2016). Políticas públicas para a gestão de riscos a deslizamentos e inundações: a adesão comunitária ao sistema de alerta e alarme, Nova Friburgo/RJ (Dissertação de Mestrado). Programa de Pós Graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ESTUDOS E PESQUISAS SOBRE DESASTRES/ UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. (2013). Atlas brasileiro de desastres naturais Volume Brasil. Florianópolis, 94 p.
- Coelho Netto, A. L., Sato, A. M., Freitas, L. E. (2015). Land use-vegetation-landslide interactions in the mountainous region of Rio de Janeiro State: scientific basis for risk assessment and management. In: Regional Conference of International Geographical Union Anais... Moscow.
- Coelho Netto, A. L., Sato A. M., Avelar A. S., Vianna L. G., Araújo I. S., Ferreira, D. L. C., Lima, P. H., Silva, A. P. A., Silva, R. P. (2013). January 2011: The Extreme Landslide Disaster in Brazil. In: Claudio Margottini,

- Paolo Canuti, Kyoji Sassa. (Org.). *Landslide Science and Practice*. 1ed.Berlin: Springer Berlin Heidelberg, v. 6, 377-384.
- Comfort, L.K. (2005). Risk, security, and disaster management. Annual Review of Political Science. Vol. 8: 335-356. DOI: https://doi.org/10.1146/ annurev.polisci.8.081404.075608
- Cronin, S. J., Petterson, M. J., Taylor, M. W. and Biliki, R. (2004) 'Maximising multi-stakeholder participation in government and community volcanic hazard management programs; a case study from Savo, Solomon Islands'. *Natural Hazards*. 33 (1), 105-36.
- Dekens, J. (2007). Local knowledge for disaster preparedness: A Literature review, International Centre for Integrated Mountain Development (ICIMOD), Kathmandu.
- Dube, E., Musanka, E. (2018). The contribution of indigenous knowledge to disaster risk reduction activities in Zimbabwe: A big call to practitioners. Jambá *Journal of Disaster Risk Studies* ISSN: 2072-845X.
- Duek, T. C. N., Freitas, L. E., Mendonca, M. B. (2020).
  Preliminary Evaluation of Emergency Shelters for Disasters Associated with Landslides at the Hydrographic Basin of Corrego D'Antas, Nova Friburgo, Rio de Janeiro, Brazi. In: Walter Filho Leal; Gustavo Nagy; Marco Borga; David Chavez; Artur Magnuszewski. (Org.). Climate Change, Hazards and Adaptation Options. 1ed.Hamburgo: Springer International Publishing, v. 1, 177-195.
- Engel, G. (2000). Pesquisa-ação. *Educar em Revista* 16:181-191, Universidade Federal do Paraná, Brasil, 3-4.
- Fabiyi, O.O. amd Oloukoi, J. (2013). Indigenous knowledge system and local adaptation strategies to flooding in coastal rural communities of Nigeria, *Journal of Indigenous Social Development* 2(1), 1-19.
- Feldt, H. (2011). Fortalecimiento de Organizaciones Indígenas en América Latina: Pueblos Indígenas y Cambio Climático, Relación entre cambioclimático y pueblosindígenas y sus posiciones en el contexto de lasnegociaciones en la Convención Marco sobre el Cambio Climático, Deutsche Gesellschaft fur Internationale Zusammenarbeit (GIZ), Frankfurt.
- Feola, G. e Bazzani R. (Editores) (2002). Desafíos y estrategias para la implementación de un enfoque ecossistémico para la salud humana en los países em desarollo reflexiones a propósito de las consultas regionales. Montevideo: CIID. Disponível em: http://www.idrc.ca/lacro/docs/conferencias/ecosalud.html
- FLetcher, S. M., Thiessen, J., Gero, A., Rumsey, M., Kuruppu, N. e Willetts, J. (2013). Traditional coping strategies and disaster response: Examples from the

- South Pacific Region, *Journal of Environmental and Public Health*, 1-9.
- DOI: https://doi.org/10.1155/2013/264503
- Freitas, L. E., Fernandes, R., Coelho Netto, A. L. (2020).

  Post-catastrophic Disaster Induced Laws for Climatic
  Change Adaptation: A Case Study in SE-Brazil. In:
  Walter Filho Leal; Gustavo Nagy; Marco Borga; David
  Chavez; Artur Magnuszewski. (Org.). Climate Change,
  Hazards and Adaptation Options. 1ed. Hamburgo:
  Springer International Publishing, v. 1,197-212.
- Freitas, L. E., Coelho Netto, A. L. (2019). Gestão de riscos de desastres e participação popular: Lições aprendidas e a relevância da educação para a consolidação da Rede de Gestão de Riscos da Bacia Hidrográfica do Córrego d'Antas (Reger-CD), Nova Friburgo/RJ,. Giramundo - Revista de Geografia do Colégio Pedro II, v. 4, 89-101.
- Freitas, L. E., Netto, T. C., Navarro, Y., Coelho Netto, A. L. (2017b). Collective production of a video on management risks associated with mass movements under RIMAN-CD: strengthening disaster risk management culture and climate change adaptation. In: Leal Filho, W., Freitas, L.E. (Org.). Climate Change Adaptation in Latinamerican: Managing Vulnerability, Fostering and Resilience. 1ed.Nova York: Springer Publishing Services, 2017, v. 1,321-338.
- Freitas, L. E., Vicente, A., Coelho Netto, A. L. (2017a)
  Conflicts after the tragedy in the mountains of the state of Rio de Janeiro in 2011: the relationship between residents of Córrego d'Antas and the Zoning of Evacuation Areas for an adaptation to climate change. In: Walter Leal Filho., Leonardo Esteves de Freitas. (Org.). Climate Change Adaptation in Latinamerican: Managing Vulnerability, Fostering and Resilience. 1ed. Nova York: Springer Publishing Services, v. 1, 225-241.
- Freitas, L. E. e Coelho Netto, A. L. (2016). Reger Córrego Dantas: uma ação coletiva para enfrentamento de ameaças naturais e redução de desastres socioambientais. *Ciência & Trópico*, Ed. Massangana, Rio de Janeiro, 165-190
- Freitas, L. E., Sato, A.M., Lacerda, N., Schottz, S., Coelho Netto, A. L. (2016). Community, University and Government Interactions for Disaster Reduction in the Mountainous Region of Rio de Janeiro, Southeast of Brazil. In: Leal Filho, W., Azeiteiro, U.M., Alves, F. (Eds). Climate Change and Health: improving resilience and reducing risks, Springer, 313-328.
- FUNDAÇÃO COPPETEC / LABORATÓRIO DE HIDROLOGIA E ESTUDOS DE MEIO AMBIENTE (2014). Elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro R3-A Temas técnicos estratégicos RT-03 Vulnerabilidade a Eventos Críticos, Volume

- 2 Ocorrências de Desastres Naturais entre 2000 e 2012 por Região Hidrográfica. Rio de Janeiro. 120 p.
- Gaillard, J. C. and Mercer, J. (2012). From knowledge to action: Bridging gaps in disaster risk reduction, *Progress in Human Geography* 37(1), 93-114. DOI: https://doi.org/10.1177/0309132512446717
- Gallo, E. (2009). Gestão pública e inovação. Tecnologias de gestão e a reinvenção do cotidiano organizacional. Tese de Doutorado apresentada à Escola Nacional de Saúde Pública da Fundação Oswaldo Cruz. Rio de Janeiro.
- Galloway-Mclean, K. (2010). Advance guard: Climate change impacts, adaptation, mitigation and indigenous peoples A compendium of case studies, United Nations University Traditional Knowledge Initiative, Darwin, Australia, viewed 10 March 2017, from http://www.unutki.org/news.php?doc\_id=101&news\_id=92
- Ge, L., Mourits, M.C., Kristensen, A. R. & huirne, R. B. (2010). A modelling approach to support dynamic decision-making in the control of FMD epidemics. *Prev. Vet. Med.* 95(3/4), 167-174.
- Gero, A., K., Méheux, D., Dominey-Howes (2011). Integrating community based disaster risk reduction and climate change adaptation: Examples from the Pacific. *Natural Hazards and Earth System Science* 11(1), 101-113.
- GLOBAL ENVIRONMENTAL CHANGE PROGRAMME (1999). The Politics of GM food: risk, science and public trust. Special briefing no 5. SPRU, University of Sussex.
- Haynes, K. (2005). Exploring the Communication of Risk During a Volcanic Crisis: A Case Study of Montserrat, WI. (Unpublished PhD thesis). School of Environmental Sciences, University of East Anglia, Norwich.
- InneS, J., Gruber, J., Newman, M. and Thompson, R. (1994). Coordinating Growth and Environmental Management through Consensus Building. *Policy Research Program Report*, California Policy Seminar, University of California, USA.
- Jigyasu, R. (2002). Reducing Disaster Vulnerability Through Local Knowledge and Capacity: The Case of Earthquake Prone Rural Communities in India and Nepal (Unpublished PhD thesis). Department of Urban Design and Planning, Norwegian University of Science and Technology, Trondheim.
- Kass, G. (2001). Open Channels. Public Dialogue in Science and Tecnology. Parliamentary Office of Science and Technology. Report No. 153, London (UK). Disponível em https://www.parliament.uk/globalassets/ documents/post/pr153.pdf. Acesso em set 2020.
- Kuhnen, A. (2002). Meio ambiente e Vulnerabilidade. A percepção ambiental do risco e do comportamento

- humano. Disponível em http://www.ceped.ufsc.br/wp-content/uploads/2014/07/meio\_ambiente\_e\_vulnerabilidade\_a\_percepcao\_ambien, 2009.
- Minayo, M. C. S. (2002). Enfoque ecossistêmico de saúde e qualidade de vida. In: Minayo M.C.S e Miranda A.C. organizadores. Saúde e ambiente sustentável: estreitando nós. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 173-89.
- Nogueira, F. R., Oliveira, V. E., Canil, K. (2014). Políticas públicas regionais para gestão de riscos: o processo de implementação no ABC, SP. *Ambiente e Sociedade*. [online], vol.17, n.4, p.177-194. ISSN 1809-4422. DOI: http://dx.doi.org/10.1590/1809-4422ASOC1100V1742014
- Norris, F. H., Stevens, S. P., Pfefferbaum, B., Wyche., K. F., Pfefferbaum, R. L. (2008). Community Resilience as a Metaphor, Theory, Set of Capacities, and Strategy for Disaster Readiness. *American Journal of Community Psychology* v. 41, 127-150. DOI: https://doi.org/10.1007/s10464-007-9156-6
- Nunes, F. S. B. (2018). Base de dados geoespaciais no apoio à gestão participativa de riscos: o caso da bacia hidrografica do Córrego d'Antas Nova Friburgo/RJ. 152f (Dissertação de Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Práticas em Desenvolvimento Sustentável. Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Oliveira, S. S., Portella, S., Siqueira, A., FReitas, M. (2016). Desnaturalização dos desastres e mobilização comunitária: redes e rodas. *Ciência & Trópico*, Ed. Massangana, Rio de Janeiro, 13-36.
- Pearce, L. (2003). Disaster Management and Community Planning, and Public Participation: How to Achieve Sustainable Hazard Mitigation. Natural Hazards: Journal of the International Society for the Prevention and Mitigation of Natural Hazards, vol. 28, issue 2, 211-228.
- Petts, J. (1995). Waste Management Strategy Development: A case study of community involvement and consensus building in Hampshire. *Journal of Environmental Planning and Management*. Vol. 38, No. 4, 519-536.
- Portella, S., Oliveira, S., Valencio, N., Nunes, J. (2016).

  Da "Ponte Sobre Águas Turbulentas" à Reinvenção do "Homem Lento": reflexões sobre assimetrias de saber e desastres. In *Ciência & Trópico*, vol. 40, n 1. Recife: Fundação Joaquim Nabuco.
- Portella, S. (2017). O desastre e a percepção da percepção social do risco: Mariana, pororoca de lama! ClimaCom [online], Campinas, ano.

- 4, n. 9, ago. Disponível em: http://climacom. mudancasclimaticas.net.br/?p=7288. Acesso set 2018.
- Possas, C. A. (2001). Social ecosystem health: confronting the complexity and emergence of infectious diseases. *Cadernos de Saúde Pública*. Rio de Janeiro, 17, 31-41.
- Rapaport, C., Hornik-Lurie, T., Cohen, O., Lahad, M., Leykinf, D., Aharonson-Danie, L. (2018). The relationship between community type and community resilience. *International Journal of Disaster Risk Reduction* 31, 470-477.
  - DOI: https://doi.org/10.1080/0894192090330564
- Saito, S. M. (2018). Vulnerabilidades no contexto de sistemas de alerta de risco de desastres. *Rev. gest. sust. ambient*. Florianópolis, v. 7, n. esp., 618-630, jun. DOI: https://doi.org/10.19177/rgsa.v7e02018618-630
- Sachs, I. (1986). Espaços, tempos e estratégias de desenvolvimento. São Paulo: Vértice.
- Santos, B. S. (2007). Para além do pensamento abissal: das linhas globais a uma ecologia de saberes. Novos estudos CEBRAP nº.79, São Paulo. Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-33002007000300004&script=sci\_arttext. Acesso em jun 2016.
- SAntos, B. S. (2006). A gramática do tempo: para uma nova cultura política. SãoPaulo: Cortez.
- Silva, V. E. (2018). Vulnerabilidade Sócio-Ambiental Pós-Desastre de Janeiro 2011: avaliação da política de reassentamento da população no município de Nova Friburgo (RJ) (Dissertação Mestrado em Geografia). Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- Thiollent, M. (2006). *Metodologia da pesquisa-ação*. 112 p. Cortez, São Paulo. ISBN: 9788524911705
- Tonn, B., English, M., TraviS, C. (2000). A Framework for Understanding and Improving Environmental

- Decision Making. *Journal of Environmental Planning and Management*. Vol. 43, No. 2., 163-180.
- Treméa, A., Passuello, E. M. A., Giazzon, L. C., SIlva Filho, P. (2016). Desenvolvimento de um processo participativo para redução de vulnerabilidade a desastres, tendo como base a qualificação da percepção de risco. In Anais do PLURIS 2016 7º Congresso Luso Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável Contrastes, Contradições e Complexidades. Maceió.
- UNITED NATIONS (2015). Disponível em ww.unisdr.org/we/inform/publications/43291. Acesso em nov 2018.
- ValenciO, N., Siena, M., MarchezinI, V. (2011).

  Abandonados nos desastres: uma análise sociológica de dimensões objetivas e simbólicas de afetação de grupos sociais desabrigados e desalojados.

  Brasília: Conselho Federal de Psicologia, 160 p. ISBN: 9788589208437
- Voss, M. and Sandoval, V. (2016). Disaster Governance and Vulnerability: The Case of Chile. *Politics and Governance*, vol 4, 107-116. ISSN: 2183-2463. DOI: 10.17645/pag.v4i4.743. Disponível em: www.researchgate.net/publication/312269339\_Disaster\_Governance\_and\_Vulnerability\_The\_Case\_of\_Chile. Acesso em out 2019.
- Waltner-Toews, D. (2004). *Ecosystem sustainability and health a practical approach*. Cambridge: Cambridge Univ. Press.
- Ximenes, E. F., Montezuma, R., Sato, A. M. (2017). Gestao participativa de riscos de desastres: o sistema de alerta e alarme de base comunitaria do Cardinót, Nova Friburgo, RJ. In Perez Filho, A. e Amorim, R. R. (org). Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento. Campinas. Instituto de Geociências Unicamp.
  DOI: https://doi.org/10.20396/sbgfa.v1i2017.2540



# territorium 29 (I), 2022, 119-126

RISCOS

journal homepage: https://territorium.riscos.pt/numeros-publicados/DOI: https://doi.org/10.14195/1647-7723\_29-1\_10

Artigo científico / Scientific article



# VULNERABILIDADES DO AEROPORTO DE FARO (PORTUGAL) FACE À OCORRÊNCIA DE TSUNAMIS\*

**VULNERABILITIES OF FARO AIRPORT (PORTUGAL) TO TSUNAMIS** 

Henrique Vicêncio

Universidade Nova de Lisboa, GeoBioTec Faculdade de Ciências e Tecnologia (Portugal) ORCID 0000-0002-1465-7041 <u>henrique.vicencio@gmail.com</u>

#### **RESUMO**

O aeroporto de Faro (Algarve, Portugal) deverá ter um papel importante na fase de resposta, após a ocorrência de um tsunami na região do Algarve. Caso o aeroporto fique inoperacional, poderão surgir dificuldades acrescidas no socorro atempado das populações. Estudaram-se as suas vulnerabilidades face à ocorrência de tsunamis e apresentam-se medidas de mitigação. Utilizou-se um modelo digital do terreno e consideraram-se diferentes cenários para o alcance de tsunamis. Será provável que para tsunamis que alcancem cotas de 4 a 5 m o aeroporto de Faro fique impossibilitado de receber voos comerciais, mas deverá poder receber voos destinados à resposta de emergência. Para valores superiores, grande parte da pista de aterragem deverá ser inundada e, nestas circunstâncias, o aeroporto deverá ficar inoperacional. Com a exceção do cenário mais gravoso, o piso superior do terminal poderá constituir-se como local de destino para a evacuação de passageiros e funcionários do aeroporto. As instalações dos bombeiros do aeroporto serão atingidas por um tsunami que se desloque até uma cota 3.

Palavras-chave: Tsunami, aeroporto, vulnerabilidades, mitigação.

#### **ABSTRACT**

After a tsunami hit the Algarve region (Portugal), Faro airport is expected to play an important role in the response phase. Additional difficulties could arise in providing timely assistance to local people if the airport become inoperable. Airport vulnerabilities to tsunamis are studied and some mitigation measures are presented. A digital terrain model was calculated and different scenarios were used. For tsunamis up to 4 or 5 meters in height it is likely that the airport will be unable to receive commercial flights, but it should be able to receive emergency flights. Taller tsunamis will almost certainly flood a large part of the airstrip and in these circumstances the airport will became inoperable. Except in the most severe scenario, the top floor of the airport terminal could be the destination for the evacuation of passengers and airport employees. The installations of the fire department will be hit by a tsunami that moves at a height of 3 meters.

**Keywords:** Tsunami, airport, vulnerabilities, mitigation.

<sup>\*</sup> O texto deste artigo corresponde a uma comunicação apresentada no V Congresso Internacional de Riscos, tendo sido submetido em 30-10-2020, sujeito a revisão por pares a 10-03-2021 e aceite para publicação em 007-05-2021. Este artigo é parte integrante da Revista **Territorium**, n.º 29 (I), 2022, ® Riscos, ISSN: 0872-8941.

# Introdução

A ocorrência de tsunamis em Portugal tem sido responsável por elevados impactos materiais e sociais nas áreas localizadas no seu litoral. Os sismos de 1722 e 1755 são exemplos de eventos responsáveis pela ocorrência de tsunamis com impactos significativos na região do Algarve (Baptista, Miranda, 2009). Os danos provocados pela ação sísmica associados à ocorrência de tsunamis poderão ser responsáveis pela ocorrência de uma catástrofe nesta região. Faro localiza-se a cerca de 300 km a sul de Lisboa e tem um aeroporto internacional que tem ligações com mais de 30 cidades europeias (fig. 1). Esta estrutura poderá ter um papel importante na fase de resposta após a ocorrência de um tsunami que provoque impactos significativos na região do Algarve. Tal como previsto no Plano Especial de Emergência de Proteção Civil para o Risco Sísmico e de Tsunamis na Região do Algarve (ANPC, 2010), o aeroporto deverá receber equipas de emergência nacionais e estrangeiras e os recursos necessários para socorrer as populações atingidas. Caso o aeroporto fique inoperacional, poderão surgir dificuldades acrescidas no socorro atempado das populações. O aeroporto de Faro localiza-se a cerca de 1500 m da cidade de Faro (fig. 1) e a sua área de implantação varia entre as cotas dos 2 m e os 10 m. A sua pista dista do litoral cerca de 1500 m no seu extremo oeste e cerca de 2500 m na sua zona leste. Nesta zona do litoral existem 322 edifícios (INE, 2011) construídos no cordão dunar (península do Ancão) numa extensão aproximada de 2 km. Na eventualidade da ocorrência de um tsunami, que galgue esse cordão dunar, o aeroporto pode sofrer danos tornando-se impossível a sua utilização em ações de emergência.

Com base num conjunto de pontos cotados foi possível calcular um modelo digital do terreno do cordão dunar existente entre o aeroporto e o mar (fig. 2). Nesta zona, as cotas mais elevadas variam entre os 6 m e os 8 m, mas existem locais, mais deprimidos, em que as cotas variam entre os 2 m e os 4 m. Para sudeste as cotas são mais baixas, variando entre os 0 m e 1 m, e existe uma área de comunicação entre o cordão dunar e o oceano. Para além dos possíveis locais de penetração identificados na fig. 2, é provável que possam existir outros localizados ao longo do cordão dunar (e.g Ilha do Farol, praia da Barrinha). Esta estrutura dunar é referida em Baptista e Miranda (2009) como tendo protegido a cidade de Faro face ao tsunami de 1775, mas é de realçar que quando o tsunami alcançou Faro a maré estava baixa.

Existem vários estudos sobre os efeitos do tsunami de 1755 em Portugal, nos quais se estimam as alturas máximas que o tsunami terá alcancado em vários locais da costa Algarvia. Costa et al. (2012) concluíram que o tsunami de 1755 não terá ultrapassado as dunas existentes na zona de Salgados (localizada a cerca de 34 km a oeste do aeroporto de Faro) ficando a sua altura máxima constrangida a 10 m. Costa et al. (2016) estudaram o alcance do tsunami de 1755 na zona de Salgados e Alcantarilha (cerca de 34 km a oeste do aeroporto de Faro) e estimaram um run-up máximo de 6 m a 8 m. Segundo Andrade (1992), a altura do tsunami na península do Ancão, localizada na região do aeroporto de Faro (fig. 1), terá alcançado uma altura de 9 m e terá erodido e destruído a antiga barreira litoral. Magalhães (2016) modelou o comportamento de um tsunami semelhante ao de 1755 e obteve ondas superiores a 6 m



Fig. 1 - Localização da cidade de Faro, do seu aeroporto, da Península do Ancão e do cordão dunar existente a sul do aeroporto (Google Earth 2018).

Fig. 1 - Location of Faro and its airport, Peninsula of Ancão and dune system to the south of the airport (Google Earth 2018).

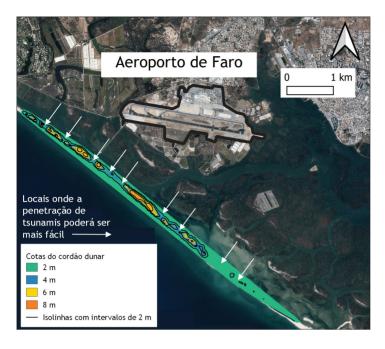


Fig. 2 - Modelo digital do terreno do cordão dunar existente em frente ao aeroporto e locais onde a penetração de tsunamis poderá ser mais fácil (Google Earth 2018).

Fig. 2 - Digital model of the dune system in front of the airport and places where tsunamis might penetrate more easily (Google Earth 2018).

para um local situado a cerca de 15 km a sudeste do aeroporto de Faro. Baptista et al. (2011) e Santos et al. (2017) são exemplos de trabalhos que realizaram modelações numéricas de tsunamis para as cidades de Setúbal e Lisboa. Silva et al. (2016) calcularam a propagação de um tsunami com origem na falha do Banco de Portimão e concluíram que parte do aeroporto de Faro ficará inundado com velocidades máximas de escoamento de 5 m/s. Durante a tempestade de 5 de fevereiro de 1941, a Praia de Faro foi invadida pela água do mar e terão sido criadas duas novas passagens no cordão litoral da Ria Formosa, uma delas localizada quase em frente ao aeroporto de Faro (Freitas, Dias, 2013). Durante os temporais de fevereiro e marco de 1978, o mar galgou a duna que coroava o cordão litoral nalguns locais da praia de Faro (Daveau et al., 1978). Considerando as cotas do cordão dunar localizado a sul do aeroporto e os valores das alturas máximas e de run-up, descritas por diferentes autores para a costa Algarvia e em especial para a região de Faro, podemos considerar que o cordão litoral da península do Ancão poderá ser galgado em parte ou na totalidade na eventualidade da ocorrência de um tsunami. Para tsunamis com alturas máximas de 4 m, existem vários locais onde o tsunami pode galgar o cordão dunar (fig. 2) e propagar-se na direção do aeroporto.

O estudo deste tipo de ocorrência é relevante por já ter ocorrido uma situação semelhante no Japão. O sismo de 11 de março de 2011 ocorrido ao largo da costa da região de Tohoku, com uma magnitude de Mw 9 (Nakahara et al., 2011), gerou um tsunami que provocou dezenas de milhares de mortos. O aeroporto de Sendai

que se localiza a cerca de 1 km da costa, construído a uma cota de 1,7 m (IACO, 2011), foi atingido por esse tsunami que inundou o primeiro piso do seu terminal (IATA, 2018) e algumas zonas do segundo (AON, 2011). A altura máxima do tsunami na área do aeroporto foi de 4 m (Suppasri et al., 2013) o que possibilitou o arrastamento de aviões, carros, camiões, restos de árvores e outras estruturas que se amontoaram sob a forma de detritos. Por esta razão, a pista de aterragem, os equipamentos elétricos, transformadores e equipamentos de segurança ficaram inoperacionais ficando o aeroporto encerrado, reabrindo para voos comerciais apenas a 13 de abril (IATA, 2018).

Este estudo pretende identificar vulnerabilidades do aeroporto de Faro face à ocorrência de *tsunamis* e propor algumas medidas de mitigação. Os cenários considerados não foram calculados com modelos hidrodinâmicos, pelo que não têm em consideração a interação do *tsunami* com a plataforma e morfologia costeiras. Nesse sentido, este estudo procede a uma análise de sensibilidade em que se estudam as vulnerabilidades do aeroporto de Faro face à ocorrência de tsunamis. Não se incluem estimativas do aumento do nível médio das águas do mar que sugerem um aumento do potencial de inundação costeira na região central do Algarve (Martínez-Graña *et al.*, 2016).

# Metodologia

Para se estudarem as vulnerabilidades do aeroporto de Faro face à ocorrência de *tsunamis* recorreu-se a um modelo digital do terreno. Consideraram-se como cenários as cotas atingidas por diferentes *tsunamis*, admitindo-se

que cada *tsunami* se deslocou uniformemente até às cotas consideradas. Para se estimar a cota para a qual o aeroporto deverá ficar inoperacional, considerouse o deslocamento do *tsunami* até à cota de 1 m e realizaram-se incrementos de 1 m até se alcançar uma área de inundação que impossibilite o funcionamento do aeroporto. Estimaram-se as profundidades da água para quatro cenários correspondentes às cotas de 4, 6, 8 e 10 m. A metodologia utilizada seguiu os seguintes passos:

- a) Utilizaram-se pontos cotados da região do aeroporto e calculou-se um modelo digital do terreno (MDT) pelo método da triangulação de Delaunay (Weibel, Heller, 1991). Foi utilizada uma grelha de 10 m por 10 metros:
- b) Com base no MDT identificaram-se as áreas inundadas desde a cota 1 até à cota de 10 m, com incrementos de 1 metro;
- c) Para as cotas relativas aos cenários de 4, 6, 8 e 10 m, calcularam-se as profundidades da água na área do aeroporto. Para este cálculo subtraíram-se ao modelo digital do terreno a cota do cenário considerado. Por exemplo, para se calcular a profundidade de água para a situação em que a onda alcançou a cota 10, subtraiu-se o valor 10 ao MDT;
- Para as profundidades de cada cenário calcularam-se isolinhas com a distribuição dos seus valores.

#### Resultados

Para os cenários de cotas 3, 4 e 5 m observa-se um aumento gradual das áreas submersas na área do aeroporto, com um maior desenvolvimento na sua zona oeste (fig. 3 a, b, c). As ondas de tsunami nas zonas circundantes à pista de aterragem, para estes três cenários, podem transportar e depositar detritos. Assim, apesar da pista de aterragem não se encontrar inundada, poderão existir constrangimentos no funcionamento do aeroporto até se proceder à limpeza dessas áreas. Será provável que para tsunamis que alcancem cotas de 4 a 5 m o aeroporto de Faro figue impossibilitado de receber voos comerciais, mas deverá poder receber voos destinados à resposta de emergência (por exemplo aviões e helicópteros das Forças Armadas Portuguesas). O terminal deverá ficar parcialmente inundado a partir do cenário da cota de 5 m. É de realçar que para o cenário menos gravoso (cota de 3 m), os bombeiros do aeroporto serão atingidos pelas ondas de um tsunami e que deverão ficar inoperacionais. No cenário de cota de 6 m (fig. 3 d), grande parte da pista de aterragem deverá ser inundada pela propagação de um tsunami e, nestas circunstâncias, o aeroporto de Faro ficará inoperacional.

Calcularam-se, de acordo com a metodologia descrita, as profundidades da água para os cenários de cotas 4, 6,

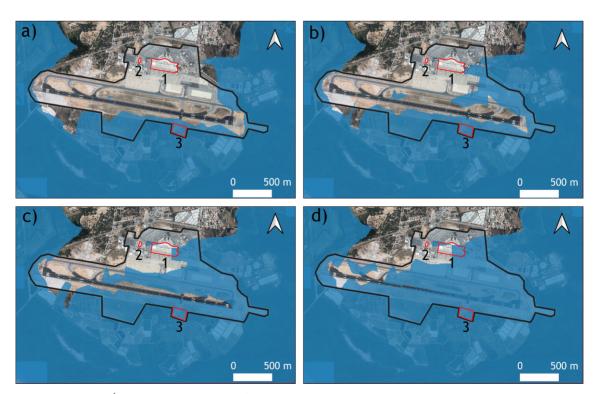


Fig. 3 - Áreas de inundação para os cenários de cotas de (a) 3, (b) 4, (c) 5 e (d) 6 m (Google Earth 2018). 1 - Terminal do aeroporto; 2 - Depósitos de combustível; 3 - Quartel dos Bombeiros.

Fig. 3 - Flood areas for scenarios with heights of (a) 3 m, (b) 4 m, (c) 5 m and (d) 6 m (Google Earth 2018). 1 - Airport terminal; 2 - Fuel tanks; 3 - Fire station.

8 e 10 m (fig. 4). A profundidade da água calculada para o cenário da cota 4 m, mostra que a pista de aterragem e áreas circundantes e estruturas como o terminal e o reservatório de combustível não deverão sofrer impactos (fig. 4a). No entanto, na área oriental do aeroporto onde a profundidade máxima da água pode alcançar 2 m, poderá verificar-se o arrastamento de viaturas estacionadas nos parques de estacionamento existentes nessa área. O quartel dos bombeiros do aeroporto deverá ser sujeito ao avanço de um *tsunami* com uma altura que pode chegar aos 2 m, devendo ficar inoperacional.

Para a profundidade da água correspondente ao cenário da cota 6, o terminal do aeroporto poderá ficar inundado na sua zona oeste (fig. 4b), mas com profundidade de água inferior a 2 m. Metade da pista de aterragem deverá ficar inundada, com profundidades máximas de 2 m. Para este cenário, os depósitos de combustível para aeronaves não deverão sofrer impactos. O possível arrastamento de estruturas será possível, em especial na zona oeste do aeroporto, onde as profundidades máximas do tsunami poderão alcançar os 4 m. Deverá ser exceção uma franja do aeroporto localizada na sua zona ocidental. Viaturas e outras estruturas do lado oriental poderão ser arrastadas no interior do perímetro do aeroporto, por exemplo na direção do terminal. Neste cenário o quartel dos bombeiros poderá ser destruído pela progressão do tsunami que poderá apresentar 4 m de altura.

Para o cenário da cota de 8 m, a maior parte do aeroporto deverá apresentar, na sua maior extensão, profundidades que poderão variar entre os 6 e os 2 m (fig. 4c). O piso térreo do terminal poderá ficar totalmente inundado e a profundidade da água deverá ser superior no sector oriental do terminal, podendo aqui alcançar valores entre os 2 e 4 m. Esta profundidade estimada pode indicar que para este cenário o piso térreo ficará inundado, mas que os pisos superiores poderão ainda ser seguros para albergar evacuados das zonas mais baixas do aeroporto, desde que não tenham sofrido impactos estruturais durante a ocorrência do sismo gerador do tsunami. Na sua zona oriental as estruturas que poderão sofrer arrastamento poderão ser maiores, por exemplo autocarros de transporte de passageiros e escadas de embarque para as aeronaves. Os reservatórios de combustível poderão ficar parcialmente inundados.

No cenário de cota 10, a zona oriental do aeroporto poderá apresentar valores de profundidade da água compreendidos entre os 8 e os 4 m (fig. 4d). O terminal poderá ser sujeito a profundidades de água na sua grande maioria entre os 6 e 4 m e a área dos reservatórios de combustível deverá ficar inundada com uma profundidade superior a 2 m. O terminal poderá ser atingido por estruturas arrastadas pelo *tsunami* (carros, autocarros, etc.), o que lhes poderá causar impactos estruturais. Os reservatórios de combustível poderão ser protegidos do material arrastado pelo *tsunami*, que se desloca do qua-

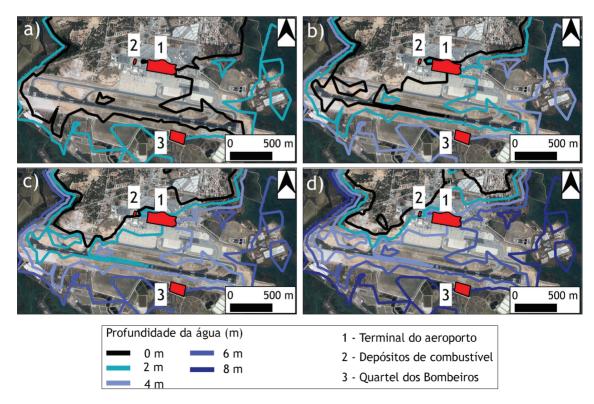


Fig. 4 - Profundidade da água para os cenários correspondentes às cotas: (a) 4 m, (b) 6 m, (c) 8 m e (d) 10 m (Google Earth 2018).

Fig. 4 - Water depth for the scenarios corresponding to the heights of: (a) 4 m, (b) 6 m, (c) 8 m, and (d) 10 m (Google Earth 2018).

drante sul para norte pelos edifícios que se localizam a sul destas estruturas. No entanto, caso se estabeleça um fluxo de leste para oeste, os reservatórios poderão sofrer impactos estruturais.

Para os todos os cenários considerados neste estudo, existe uma área que não deverá ser submersa pelo deslocamento de um *tsunami*, que engloba uma parcela oeste do aeroporto e uma zona exterior que engloba uma zona urbanizada.

#### Discussão

O aeroporto de Faro poderá ter um papel importante na fase de resposta, nomeadamente para o transporte de equipas de emergência e alocação de recursos, após a ocorrência de um tsunami que cause impactos na região do Algarve. Os aeroportos de Faro e Sendai apresentam semelhanças, localizam-se a uma distância de 1 a 2.5 km da linha de costa e desenvolvem-se a cotas relativamente baixas. No entanto, o aeroporto de Faro foi construído a cotas mais elevadas, entre os 2 a 10 m, enquanto que o de Sendai se desenvolve a uma cota média de 1,7 m. As suas orientações relativamente ao litoral são diferentes: o aeroporto de Faro apresenta-se sub-paralelo à linha de costa enquanto que o de Sendai lhe é quase perpendicular. Os edifícios construídos paralelamente à linha de costa são mais vulneráveis do que os edifícios que lhe são perpendiculares (Honesti et al., 2019). Por esta razão, o aeroporto de Faro poderá ser mais vulnerável à propagação de um tsunami. Na região do aeroporto de Sendai existia, antes do tsunami de 2011, uma faixa de floresta com uma extensão aproximada de 300 m. Esta faixa tinha como função mitigar os danos provocados por tsunamis na região onde se situa o aeroporto, mas devido às dimensões do evento de 2011 as árvores foram arrancadas e transportadas na direção do aeroporto constituindo parte dos detritos que tiveram de ser removidos. Entre a linha de costa e o aeroporto de Faro não existe uma faixa idêntica, mas na praia de Faro há um número elevado de edifícios (n=322) numa extensão aproximada de 2 km (fig. 1). Para os cenários estudados, considerou-se o galgamento do cordão dunar por um tsunami. Alguns desses edifícios poderão sofrer danos, originar detritos que podem ser transportados na direção do aeroporto. As orientações sub-paralelas à costa de algumas estruturas do aeroporto de Faro, caso não seja danificadas pelo tsunami, podem constituir-se como locais de resistência à propagação do tsunami e funcionar como locais preferenciais de acumulação de detritos. É o caso do terminal, que poderá acumular uma grande quantidade de detritos na sua fachada sul. Os edifícios existentes no aeroporto, a sul dos tanques de armazenagem de combustível, poderão bloquear um fluxo do tsunami com direção sul-norte e, caso não sofram danos estruturais, poderão evitar que os materiais transportados pelas águas atinjam estas estruturas evitando o seu colapso. Esta circunstância observou-se no aeroporto de Sendai onde o tanque de armazenamento foi protegido do fluxo do tsunami, por edifícios que foram capazes de bloquear o deslocamento das águas e desviar detritos, impedindo que colidissem diretamente com o tanque de combustível (IATA, 2018). É de referir que o transporte de combustível para o aeroporto de Faro é realizado por camiões cisterna, que podem ser arrastados por tsunamis, com maiores caudais e profundidades de água, e sofrer danos. A quantidade enorme de detritos acumulados nas instalações do aeroporto de Sendai impossibilitaram a sua remoção manual, tendo sido necessário empregar máguinas pesadas para sua a limpeza. A ajuda das forças armadas dos EUA, com maquinaria pesada, foi importante para restaurar rapidamente o funcionamento do aeroporto de Sendai (IATA, 2018). Os planos de emergência de proteção civil (e.g planos distrital e municipal de Faro), o Plano Prévio de Intervenção para o Aeroporto de Faro (PPIAF) e o Plano de Emergência do Aeroporto de Faro (PEAF) deverão considerar a utilização de material específico para este tipo de limpeza de materiais. O Plano Municipal de Emergência de Proteção Civil de Faro (PMEPCF) considera a possibilidade da ocorrência de tsunamis no concelho de Faro e define as orientações relativamente à atuação dos vários intervenientes na fase de resposta (Pais 2010). No entanto, a revisão deste plano deverá ter em consideração as vulnerabilidades identificadas no presente estudo, de modo a possibilitar uma resposta rápida. O PPIAF (ANPC 2015) define o apoio a ser prestado aos meios internos do aeroporto em fase de resposta, mas não considera como fonte de perigo a ocorrência de um tsunami. O sistema de sinalização da pista do aeroporto de Sendai foi destruído, sendo de esperar que o mesmo possa suceder em Faro. Nesse sentido, devem ser planeados procedimentos que permitam uma rápida colocação de sinalização de modo a operacionalizar a sua pista de aterragem. O aeroporto de Sendai começou as operações de reabilitação dois dias depois do sismo e no dia 15 de março de 2011, quatro dias depois do tsunami, o aeroporto começou a ser utilizado para atividades de emergência e socorro (United Nations University, 2013).

Foi emitido um aviso de *tsunami* para o aeroporto de Sendai com 1 hora de antecedência à chegada das primeiras ondas à pista de aterragem. Este aviso permitiu encerrar o aeroporto e proceder à evacuação de todos os passageiros e funcionários do aeroporto, bem como dos residentes das áreas circundantes ao aeroporto para os pisos superiores do seu terminal (IATA, 2018). Será necessário operacionalizar um sistema de aviso semelhante no aeroporto de Faro, com o objetivo de se proceder à evacuação dos passageiros e funcionários do aeroporto para locais seguros. Com a exceção do cenário

mais gravoso (cota de 10 m), o piso superior do terminal poderá, caso não sofra danos estruturais decorrentes do sismo gerador do *tsunami*, constituir-se como local de destino para a evacuação de pessoas. O aeroporto de Faro e as entidades locais poderão conceber e implementar um sistema de aviso semelhante a outros já existentes a nível local, como por exemplo o sistema implementado em Setúbal (Santos *et al.*, 2017). É de assinalar que o PMEPCF (Pais 2010) não inclui nos seus procedimentos um sistema de monitorização para a ocorrência de *tsunamis*.

#### Conclusões

Será provável que para tsunamis que alcancem cotas de 4 a 5 m o aeroporto de Faro fique impossibilitado de receber voos comerciais, mas deverá poder receber voos destinados à resposta de emergência. No cenário de cota de 6 m, grande parte da pista de aterragem deverá ser inundada pela propagação de um tsunami e nestas circunstâncias o aeroporto de Faro poderá ficar inoperacional. É de realcar que para o cenário menos gravoso (cota de 3 m), os bombeiros do aeroporto poderão ser atingidos pelas ondas de um tsunami devendo ficar inoperacionais. Nesse sentido deve-se recolocar esta estrutura para uma zona segura considerando o cenário mais gravoso (10 m). Para os todos os cenários considerados, existe uma área que não deverá ser submersa pelo deslocamento de um tsunami para os cenários considerados. Esta engloba uma parcela localizada na zona oeste do aeroporto, que poderá ser destinada à relocalização dos bombeiros do aeroporto e à construção de um parque de estacionamento alternativo para os camiões de combustível. O terminal deverá ficar inundado a partir do cenário da cota de 3 m, mas com a exceção do cenário mais gravoso, o piso superior do terminal poderá, caso não sofra danos estruturais, constituir-se como local de destino para a evacuação de pessoas. Deverá ser estudada a capacidade de resistência do terminal do aeroporto de Faro à inundação de tsunamis com profundidades máximas de 4 a 6 m. Deverá ser prestada aos funcionários e ocupantes do aeroporto, informação sobre medidas de autoproteção face à ocorrência de tsunamis e sismos. A realização de exercícios no aeroporto de Faro, com entidades públicas e privadas, para testar a resposta face à ocorrência deste tipo de perigos é uma medida de preparação fundamental. Os vários instrumentos de planeamento e resposta (PMECPF, PPIAF, PEAF) deverão ter em consideração os resultados obtidos no presente estudo.

Para além das medidas de mitigação já referidas, poderá ser equacionada a construção de uma proteção estrutural (por exemplos diques) na zona sul e leste do aeroporto, de modo a diminuir as suas vulnerabilidades face à ocorrência de *tsunamis*. É fundamental implementar um sistema de aviso e alerta de modo a poder salvaguardar a segurança das pessoas que se encontrem no aeroporto durante a ocorrência de um *tsunami*.

Os resultados apresentados neste estudo devem ser complementados e aferidos com análise de risco em que sejam contemplados modelos hidrodinâmicos, de modo a se estimarem velocidades de escoamento. Esta variável assume relevância na estimativa de danos e na capacidade de transporte de materiais por inundação por tsunamis.

# Bibliografia

- Andrade, C. (1992). Tsunami generated forms in the Algarve barrier islands (south Portugal). *Science of tsunami hazards*, 10 (1), 21-33.
- ANPC (2010). Plano Especial de Emergência de Proteção Civil para o Risco Sísmico e de Tsunamis na Região do Algarve, 226p.
- ANPC (2015). Plano Prévio de Intervenção para o Aeroporto Internacional de Faro, 43p.
- AON Benfield (2011). Tohoku Earthquake & Tsunami Event Recap Report, 37p.
- Baptista, M. e Miranda, J. (2009). Revision of the portuguese catalog of tsunamis. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 9, 25-42.
- Baptista M., Miranda J., Omira R., Antunes C. (2011). Potential inundation of Lisbon downtown by a 1755-like tsunami. Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 11, 3319-3326.
- Costa, P., Andrade, C., Freitas, M., Oliveira, M., Lopes, V., Dawson, A., Moreno, J., Fatela, F., Jouanneau, J.-M., (2012). A tsunami record in the sedimentary archive of the central Algarve coast, Portugal: characterizing sediment, reconstructing sources and inundation paths. *The Holocene*, 22 (8), 899-914.
- Costa P., Costas S., González-Villanueva R., Oliveira M., Roelvink D., Andrade C., Freitas M., Cunha P., Martins A., Buylaert J., A.Murray A. (2016). How did the AD 1755 tsunami impact on sand barriers across the southern coast of Portugal? *Geomorphology*, 2681, 296-311.
- Daveau S., Almeida, G., Feio, M., Rebelo, F., Silva R. F. M., Sobrinho, A. S. (1978). Os temporais de Fevereiro/Março de 1978. Finisterra, 26, 236-260.
- Freitas, J. e Diasm J. (2013). 1941 windstorm effects on the Portuguese Coast. What lessons for the future? *Journal of Coastal Research*, Special Issue No. 65, 714-719.

- Honesti, L., Majid, M., Djali N., Muchlian, M. (2019). Establishing factors of building vulnerability towards tsunami hazard. MATEC Web of Conferences. DOI:https://doi.org/10.1051/matecconf/201925803011
- IATA (2018). Fuel Operations After Natural Disasters Experiences From The Industry, 80 p.
- ICAO (2011). The Twenty-First Meeting of the APAN-PIRG ATM/AIS/SAR Sub-Group (ATM/AIS/SAR/SG/21) Bangkok, Thailand.
- INE (2011). Censos da população 2011. Instituto Nacional de Estatística.
- Nakahara, H., Sato, H., Nishimur,a T., Fujiwara, H. (2011). Direct observation of rupture propagation during the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake (Mw 9.0) using a small seismic array. *Earth Planets Space*, 63, 589-594.
- Martínez-Graña A., Boski T., Goy J., Zazo C., Dabrioda C. (2016). Coastal-flood risk management in central Algarve: Vulnerability and flood risk indices (South Portugal). *Ecological Indicators*, 71, 302-316.
- Magalhães, A. (2016). Simulação Numérica do Tsunami de Lisboa de 1755m (Dissertação de Mestrado).

  Apresentada à Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 148 p.

- Pais, S. (2010b). Plano Municipal de Emergência de Protecção Civil de Faro - Vol. I - Partes não reservadas. Serviço Municipal de Protecção Civil de Faro, Faro. 165 p.
- Santos A., Fonseca N., Queirós M., Zêzere J., Bucho J. (2017). Implementation of Tsunami Evacuation Maps at Setubal Municipality, Portugal. Geosciences 2017, 116 p. DOI: https://doi.org/10.3390/geosciences7040116
- Silva, J., Silva, A., Leitão, P., Silva, A. (2016). Modelling Tsunamis with a Non-Hydrostatic Version of the MOHID Model. 4<sup>a</sup>s Jornadas de Engenharia Hidrográfica. Disponível em: https://www.hidrografico.pt/recursos/files/jornadas\_EH/JEH2016/20160622-sessao-2-4-Modeling-tsunamis.pdf (acedido em 14/5/2020).
- Suppasri, A., Shuto, N., Imamur,a F., Koshimura, S., Mas,
   E., Yalciner, A. (2013). Lessons Learned from the 2011
   Great East Japan Tsunami: Performance of Tsunami
   Countermeasures, Coastal Buildings, and Tsunami
   Evacuation in Japan. Pure Appl. Geophys. 170, 993-1018.
- UNITED NATIONS UNIVERSITY (2013). The Great East Japan Earthquake 11 March 2011 Lessons Learned and Research Questions. *Conference proceedings*, 100 p.
- Weibel, R. and Heller, M. (1991). Digital Terrain Modeling. In: Maguire, D.J., Goodchild, M.F. and Rhind, D.W. (eds.). *Geographical Information Systems: Principles and Applications*. London: Longman, 269-297.



RISCOS

journal homepage: https://territorium.riscos.pt/numeros-publicados/ DOI: https://doi.org/10.14195/1647-7723\_29-1\_11 Artigo científico / Scientific article



### RISCO DE ADOECER PSICOLÓGICO: UM ESTUDO COMPARATIVO NA FERROVIA PORTUGUESA\*

RISK OF BECOMING PSYCHOLOGICALLY ILL: A COMPARATIVE STUDY IN THE PORTUGUESE RAILWAY COMPANY

#### Sara Faria

Universidade do Porto, Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação (Portugal)

ORCID 0000-0002-1943-2255 up201403461@edu.fpce.up.pt

#### Sérgio Fonseca

Universidade do Porto, Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação (Portugal) <u>up201306558@edu.fpce.up.pt</u>

# Sílvia Monteiro Fonseca

Universidade do Porto, Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação (Portugal)

ORCID 0000-0002-2720-6194 up201107842@edu.fpce.up.pt

#### Vítor Martins

Sindicato Ferroviário da Revisão Comercial Itinerante (Portugal) ceresvjmm@gmail.com

# Cristina Queirós

Universidade do Porto, Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação (Portugal)

ORCID 0000-0002-8045-5317 cqueiros@fpce.up.pt

#### RESUMO

Os trabalhadores do setor ferroviário estão frequentemente expostos a diversos eventos stressantes e potencialmente traumáticos, que os colocam numa situação de risco de adoecer psicológico. Pretendem-se identificar e comparar os níveis de burnout em profissionais da ferrovia portuguesa, considerando dados obtidos em investigações de 2016 e de 2019. Utilizou-se um questionário sociodemográfico, o Cuestionario para la Evaluación del Síndrome de Quemarse por el Trabajo, e o Maslach Burnout Inventory, aplicados a 593 profissionais da ferrovia. Os resultados revelaram que entre 2016 e 2019 ocorreram aumentos estatisticamente significativos em todas as dimensões e valores totais de burnout. Assim, e perante valores já anteriormente elevados, as dimensões exaustão/desgaste, cinismo/desinvestimento e burnout foram superiores em 2019, quando comparadas aos dados de 2016, sendo que a dimensão positiva (realização pessoal/entusiasmo pelo trabalho) diminuiu no ano de 2019. Verificou-se que o burnout aumentou nestes profissionais, constituindo um sinal de alerta para se aplicarem estratégias de prevenção.

Palavras-chave: Burnout, stress no trabalho, ferrovia, saúde ocupacional.

### **ABSTRACT**

Railway workers are often exposed to a number of stressful and potentially traumatic events, putting them at risk for psychological illness. This study aims to identify and compare burnout levels among Portuguese railway company employees, using data obtained in 2016 and 2019. A sociodemographic questionnaire, the Cuestionario para la Evaluación del Síndrome de Quemarse por el Trabajo, and the Maslach Burnout Inventory, were applied to 593 railway workers. The results revealed that between 2016 and 2019 statistically significant increases occurred in all dimensions and total burnout values. Thus, and given previously high values, the dimensions of exhaustion/distress, cynicism/disinvestment, and burnout were higher in 2019 than in 2016, while the positive dimension (personal accomplishment/enthusiasm for work) decreased in 2019. It was found that burnout increased among these professionals, which is a warning sign to apply prevention strategies.

Keywords: Burnout, job stress, railway, occupational health.

<sup>\*</sup> O texto deste artigo corresponde a uma comunicação apresentada no V Congresso Internacional de Riscos, tendo sido submetido em 31-12-2020, sujeito a revisão por pares a 10-03-2021 e aceite para publicação em 31-05-2021. Este artigo é parte integrante da Revista **Territorium**, n.º 29 (I), 2022, ® Riscos, ISSN: 0872-8941.

#### Introdução

O conceito de risco é vasto e não tem uma definição fechada em si mesma, tendo inclusive nos últimos anos sofrido uma evolução no campo das ciências sociais (Lourenço e Almeida, 2018). Contudo, do ponto de vista psicológico remete-nos para uma ameaça e o contexto laboral pode ser em si mesmo um risco de adoecimento psicológico para o profissional que nele exerce a sua profissão. Assim é importante atuar para prevenir ou até reduzir este risco de adoecimento, ou seja, agir hoje para proteger o amanhã.

É consensual que os trabalhadores envolvidos em atividades de prestação de cuidados de saúde ou de socorro apresentam um elevado risco de adoecer psicológico (Berger et al., 2012; Fonseca et al., 2019; Mao et al., 2018; Veness et al., 2019). Contudo, conforme a European Agency for Safety and Health at Work (EU-OSHA, 2020, 2021) e a EUROFOUND (2020) alertaram, todos os profissionais que viram as suas funções alteradas em função da pandemia também ficaram psicologicamente mais vulneráveis devido à necessidade de implementação rápida de modificações constantes e de novos procedimentos (Moitra et al., 2021; Sinclair et al., 2020; Soravia et al., 2021). Os trabalhadores do setor ferroviário são frequentemente expostos a diversos eventos stressantes e potencialmente traumáticos que os colocam também numa situação de risco (EU-OSHA, 2011; Lourenço, 2018), nomeadamente para o desenvolvimento de ansiedade, stress, depressão, trauma, entre outras problemáticas (Brooks et al., 2016; Fonseca et al., 2018; Lemos e Patrão, 2018; Queirós et al., 2017), agravado pela pandemia COVID-19, durante a qual continuaram a prestar serviços. O trabalhador ferroviário é um profissional de risco e uma alteração do seu estado de saúde psicológica poderá ter implicações nas pessoas com quem interage (Lourenço, 2018). Apesar disso, os estudos sobre estes profissionais da ferrovia e sobre a sua saúde mental são escassos (Lemos, 2013; Lemos e Patrão, 2018), sugerindo a desvalorização e a falta de consciencialização ao longo dos anos da sua saúde ocupacional e bem-estar emocional, mesmo perante estudos que apresentam valores preocupantes de stress, trauma e outros indicadores psicológicos de risco (Queirós et al., 2016; Queirós et al., 2019). Ora, a exposição prolongada ao risco de adoecer psicológico, bem como ao stress crónico no trabalho têm um impacto negativo na saúde mental e podem conduzir ao burnout, tal como alerta a Agência Europeia para a Segurança e a Saúde no Trabalho (EU-OSHA, 2018a). As condições de trabalho destes profissionais desencadeiam fadiga devido à carga de trabalho excessiva e falta de suporte, propiciando vulnerabilidade ao adoecer psicológico, com implicações na segurança e saúde do profissional e nas tarefas que desempenham (EU-OSHA, 2011; Fan e Smith, 2018; Novaco e Gonzalez, 2009; Smith e Smith,

2017). Sendo o fator humano fundamental na segurança da ferrovia europeia (ERA, 2016, 2018), é imprescindível uma gestão/intervenção preventiva nestes profissionais de forma a reduzir o risco de adoecer psicológico.

Nos últimos anos a Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho (EU-OSHA, 2017, 2018a, 2019), e a Fundação Europeia para a Melhoria das Condições de Vida e de Trabalho (EUROFOUND, 2018) têm vindo a alertar para o aumento do stress nos locais de trabalho e das consequências severas que este tem na saúde e bem-estar dos colaboradores. Recentemente, o relatório de 2019 (EU-OSHA, 2019) mostrou que os principais fatores de risco reportados foram os problemas músculoesqueléticos e os riscos psicossociais, sugerindo que não existe ainda consciencialização suficiente relativamente aos riscos psicossociais nos locais de trabalho. Os riscos psicossociais resultam de uma pobre organização e gestão do trabalho, bem como de um contexto social de trabalho problemático, tendo efeitos nefastos a nível psicológico, físico e social e colocando em risco a qualidade do trabalho efetuado (EU-OSHA, 2019; Queirós et al., 2014). Um dos indicadores psicológicos com mais foco destes riscos é o stress, cuja preocupação e importância tem aumentado exponencialmente nos últimos anos (EU-OSHA, 2014, 2015, 2018b, 2019). Uma experiência de stress contínuo pode levar a que este se transforme em crónico, o que é frequente no contexto laboral, o que, consequentemente, pode conduzir os trabalhadores ao burnout (Queirós et al., 2014). Devido à sua gravidade no mundo laboral moderno, o burnout foi incluído no CID 11 pela Organização Mundial de Saúde como um fenómeno ocupacional resultante do stress crónico no local de trabalho que não foi gerido de forma eficaz (ICD-11, 2021; WHO, 2019).

Apesar do burnout apresentar distintas definições na literatura, a definicão mais consensual é a de Maslach e Jackson (1981), sendo considerado uma síndrome de exaustão emocional, despersonalização/cinismo e redução de realização pessoal, que ocorre com frequência entre indivíduos que atuam nas áreas da vertente humana. A exaustão emocional refere-se aos sentimentos de estar emocionalmente sobrecarregado e exausto no trabalho, a despersonalização ou cinismo consiste numa indiferença, frieza e distanciamento em relação às pessoas (utentes, clientes, etc.), expressa em atitudes e sentimentos negativos e cínicos, enquanto a baixa realização pessoal refere-se à tendência de se autoavaliar negativamente, acompanhada de um sentimento de insatisfação consigo mesmo e com as suas concretizações no trabalho. Também Gil-Monte (2005, 2011, 2019) define o burnout como uma resposta ao stress laboral crónico que ocorre em profissionais dedicados aos serviços cuja atividade envolva contacto direto com outras pessoas, expressando-se no desgaste psíquico, indolência e entusiasmo pelo trabalho, homólogas às três dimensões apontadas por Maslach e Jackson (1981) de exaustão emocional, despersonalização (ou cinismo) e redução

de realização pessoal, respetivamente. No entanto, o autor refere que o indivíduo que sofre de *burnout* pode ainda desenvolver sentimentos de culpa, o que acaba por constituir uma agravante dos restantes sintomas e resultar num quadro clínico mais crítico de *burnout* (Gil-Monte, 2005; Rabasa *et al.*, 2016).

O burnout tem diversas consequências e efeitos em cada indivíduo, que se entrecruzam e manifestam a nível físico, psicológico e organizacional, permitindo observar a relação do trabalhador com o seu trabalho (Koutsimani et al., 2019; Salvagioni et al., 2017). A nível organizacional, a exposição prolongada ao stress no trabalho pode conduzir a atitudes negativas em relação à organização (Martinussen et al., 2007), problemas na qualidade do servico que é prestado, comportamentos de turnover (definido em 1976 por McPherson como a decisão de abandonar o serviço e/ou entidade laboral), absenteísmo, insatisfação laboral e baixa moral (Maslach e Jackson, 1978; Maslach et al., 1996; Thomas et al., 2020), e ainda afetar negativamente as perceções dos clientes no que respeita ao servico da organização (Shoshan e Sonnentag, 2019). Outros estudos realçam que a carga de trabalho, falta de controlo, recompensa, comunidade, justiça e valores são as seis áreas com relação ao trabalho que mais parecem contribuir para o burnout (Brom et al., 2015; Maslach et al., 2001). Do ponto de vista económico, em julho de 2020 a Ordem dos Psicólogos Portugueses (OPP, 2020) referia que o stress e o burnout custavam €3,2 mil milhões/ano às empresas portuguesas.

Compreender o fenómeno do burnout em profissionais da ferrovia mostra-se essencial uma vez que é uma profissão que requer contacto com o passageiro, podendo os seus efeitos negativos trazer consequências individuais, mas também organizacionais o que poderá ainda afetar os passageiros. O impacto negativo do stress (e especialmente, do stress crónico) em várias esferas da vida do trabalhador e na instituição que pertence, indicam a necessidade da consciencialização, ação e prevenção do stress no trabalho (Gauche et al., 2017; Queirós et al., 2014; Thomas et al., 2020). Assim, este estudo tem como objetivo identificar e comparar os níveis de burnout em profissionais da ferrovia portuguesa considerando dados obtidos em investigações de 2016 e de 2019 e verificando se variam em função de características sociodemográficas e laborais.

#### Método

# **Participantes**

A amostra é composta por 593 profissionais da ferrovia (n=287 para 2016 e n=306 para 2019), tendo 81% funções de Operador de Revisão e Venda (ORV, geralmente verificando os títulos de transporte válidos no interior do comboio) e 19% funções de Operador de Venda

Comercial (OVC, estando geralmente nas bilheteiras), trabalhando nas regiões Norte (40%), Centro (14%) e Sul (27%). As idades variaram de 27 a 62 anos (M=44,3 anos e DP=6,4), sendo 94% do sexo masculino, 81% casados ou em união de facto. No que se refere à escolaridade, 18% possuíam até ao 9° ano, e 68% possuíam o ensino secundário (apenas 14% tinham frequência universitária) tendo em média aproximadamente 19 anos de serviço (M=18,6 e DP=7,7).

#### Materiais

Foram aplicadas as versões portuguesas do *Maslach Burnout Inventory* (MBI, Maslach e Jackson, 1997; Marques-Pinto e Picado, 2011), do *Cuestionario para la Evaluación del Sindrome de Quemarse por el Trabajo* (CESQT, Gil-Monte, 2011; Figueiredo-Ferraz *et al.*, 2014) e um questionário de caracterização sociodemográfica/laboral, o qual inquiriu sobre a idade, sexo, estado civil, existência de filhos, habilitações académicas, função e anos de experiência profissional.

O MBI é composto por 22 itens avaliados numa escala de *Likert* de 7 pontos (que varia entre 0 = *nunca* até 6 = *todos os dias*) e organizados em três dimensões: exaustão emocional, despersonalização e realização pessoal, conforme já definido. É possível calcular uma pontuação total (*burnout*) através da média dos itens e invertendo os itens da dimensão realização pessoal, e quanto maior o valor, maior o nível de *burnout*.

O CESQT é composto por 22 itens avaliados numa escala de *Likert* de 5 pontos (que varia entre 0 = *nunca* até 4 = *muito frequentemente*) e organizados em quatro dimensões: entusiasmo pelo trabalho, desgaste psíquico, indolência e culpa. É possível calcular uma pontuação final de *burnout* ou síndrome de "queimado pelo trabalho" (Gil-Monte, 2011) a qual inclui a média das dimensões, exceto a culpa, que funciona como elemento diferenciador de maior gravidade para o *burnout*, quando é mais elevada.

# Procedimento

O estudo foi realizado a nível nacional através de divulgação interna do Sindicato Ferroviário da Revisão Comercial Itinerante (SFRCI). Os questionários de 2019 foram enviados através de um link e foi disponibilizado a versão impressa para quem tivesse dificuldade no preenchimento online. As recolhas de 2016 foram todas realizadas com a versão impressa dos questionários, fazendo-os retornar à Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação Da universidade do Porto (FPCEUP) através do SFRCI ou de uma caixa definida para o efeito em local combinado. Não existiu contacto entre o participante e os investigadores e todas as participações foram voluntárias e anónimas. Foi utilizado o programa

IBM SPSS Statistics versão 25, procedendo-se às análises estatísticas descritivas (através de frequências, médias e desvio-padrão), análises comparativas e análises de correlação. Foi confirmada a normalidade de todas as variáveis utilizando-se o teste de Shapiro-Wilk e Kolmogorov-Smirnov, assim como através do critério da assimetria e curtose definidos por Kline (2016) em que os valores da assimetria devem ser inferiores a |3|, e os valores de curtose deverão ser inferiores a |8|. Foram cumpridos os pressupostos recomendados (Bryman e Cramer, 2003; Field, 2009).

#### Resultados

Apesar de valores moderados de realização pessoal (M=3,73 DP=1,16), a análise de médias de burnout, em 2016, revela valores de moderada exaustão (M=3,13 DP=1,32) e despersonalização (M=2,07 DP=1,31) e em 2019, valores moderados de entusiasmo pelo trabalho (M=1.75 DP=0,81), desgaste psíquico (M=2,58 DP=0,83) e indolência (M=2,26 DP=0,71). Proporcionalmente, no burnout existem médias mais elevadas em 2019 (M=2,02 DP=0,54), comparadas a 2016 (M=2,57 DP=0,95), o que indica um agravamento desta síndrome no trabalho (Quadro I). Para cada dimensão do burnout nos valores de 2019, pelo menos um participante apresentou valores máximos na escala. Porém, é importante salientar que estes dados devem ser lidos com cautela, dados os distintos instrumentos utilizados para mensurar o burnout, assim como a discrepância ao nível das amostras utilizadas (ao nível da sua dimensão e dos indivíduos monitorizados). Acrescentase ainda que os desvios-padrão para os níveis de burnout e respetivas dimensões, em 2016, são mais elevados do que os verificados para o grupo de profissionais monitorizados em 2019. Assim, os dados parecem demonstrar uma maior diferença entre profissionais integrados na amostra de 2016, no que respeita ao *burnout* reportado, ao contrário do grupo de 2019 que parece demonstrar entre si maior semelhança nos níveis de *burnout*.

Para possibilitar a comparação das dimensões entre ano e como cada questionário apresentava escalas de avaliação diferentes (de 0 a 6 no MBI e de 0 a 4 no CESQT), o valor da dimensão de cada participante foi transformado em percentagem de acordo com o máximo no questionário respetivo. Assim, foi criada uma nova variável comum para cada uma das dimensões e do total de burnout, que permitiu a comparação entre as dimensões de diferentes modelos teóricos. A fórmula é teoricamente suportada pela definicão dos modelos de Maslach e colaboradores (1996) e de Gil-Monte (2011), permitindo equivaler/comparar a dimensão exaustão de Maslach à dimensão desgaste de Gil-Monte (e por isso designada como exaustão ou desgaste), o cinismo equivale ao desinvestimento (cinismo ou desinvestimento) e a realização ao entusiamo (realização ou entusiasmo), sendo ainda possível calcular o valor total de burnout. Comparando os anos de 2016 e 2019 (Quadro II), os resultados revelaram que entre 2016 e 2019 ocorreram diferencas estatisticamente significativas em todas as dimensões e no burnout. Assim, e perante valores já anteriormente elevados, as dimensões exaustão/desgaste (M=64,43), cinismo/desinvestimento (M=56,56) e burnout (M=50,53) foram superiores em 2019, quando comparadas aos dados de 2016  $(M=52,10 \ t=-7,02, p<0,001; M=34,57 \ t=-13,37, p<0,001;$ M=42,90 t=-6,29, p<0,001, respetivamente), sendo que a dimensão positiva, a realização pessoal/entusiasmo pelo trabalho diminuiu do ano de 2016 (M=62,19) para o de 2019 (M=50,53 t=11,35, p<0,001).

Quadro I - Mínimo, máximo, média e desvio padrão das escalas de burnout.

Table I - Minimum, maximum, mean and standard deviation of burnout scales.

Ano (amostra)	Dimensões (escala)	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
2016	Exaustão emocional-2016 (0-6)	0,00	6,00	3,13	1,32
2010	Despersonalização-2016	0,00	6,00	2,07	1,31
(m. 207)	Realização pessoal-2016	0,38	6,00	3,73	1,16
(n=287)	Burnout-2016	0,00	5,20	2,57	0,95
	Entusiasmo pelo trabalho-2019 (0-4)	0,00	4,00	1,75	0,81
2019	Desgaste Psíquico-2019	0,00	4,00	2,58	0,83
	Indolência-2019	0,17	4,00	2,26	0,71
(n=306)	Culpa-2019	0,00	3,80	1,06	0,71
	Burnout-2019	0,10	3,60	2,02	0,54

 $\textbf{Q} \textbf{\textit{uadro II}} \textbf{-} \textbf{An\'alise comparativa das dimens\~oes (em percentagem) entre os anos de 2016 e 2019.}$ 

Table II - Comparative analyses (using percentage) between 2016 and 2019.

Dimensões	Ano 2016 (n=287)	Ano 2019 (n=306)	t-Student	р
Exaustão ou Desgaste	52,10	64,43	-7,022	<0,001***
Cinismo ou Desinvestimento	34,57	56,56	-13,374	<0,001***
Realização ou Entusiasmo	62,19	43,74	11,349	<0,001***
Burnout	42,90	50,53	-6,294	<0,001***

Notas: \* $p \le 0.050$  \*\* $p \le 0.010$  \*\*\* $p \le 0.001$ 

Relativamente às análises comparativas em função das características sociodemográficas e laborais, estas não revelaram diferenças significativas em função do sexo, mas encontraram-se diferenças em função do estado civil, habilitações académicas e função laboral. No que se refere ao estado civil (QUADRO III) na dimensão despersonalização de 2016, os trabalhadores não casados apresentaram valores mais elevados de despersonalização (M=2,38) do que os casados ou em união de facto (M=2,00 t=-2,02, p=0,044).

A análise comparativa em função das habilitações académicas (QUADRO IV) apenas revelou diferenças significativas nas dimensões indolência e no *burnout* em 2019. Assim, verificou-se que os participantes com frequência universitária apresentaram valores mais elevados de indolência (*M*=2,46 *t*=3,67, *p*=0,027) e total *burnout* (*M*=2,15 *t*=-3,71, *p*=0,026) em 2019 do que os restantes.

A análise comparativa relativamente à função desempenhada (QUADRO V) revelou diferenças significativas na dimensão entusiasmo pelo trabalho em 2019, desgaste psíquico em 2019 e exaustão emocional em 2016. Os operadores de revisão e venda (ORV) apresentaram valores mais elevados (M=1,81) em relação aos operadores de venda comercial (OVC) na dimensão entusiasmo pelo trabalho em 2019 (M=1,48 t=-2,76, p=0,006), o que demonstra uma maior motivação no trabalho apesar de em 2016 apresentarem valores mais elevados de exaustão emocional (M=3,24), comparando aos OVC (M=2,69 t=2,94, p=0,004). Os OVC apresentaram valores mais elevados de desgaste psíquico em 2019 (M=2,79), comparando aos ORV (M=2,53 t=-2,13, p=0,034).

A análise de correlação da idade e anos de serviço com as dimensões do *burnout* (Quadro VI) revelou poucas correlações significativas. Assim, apenas a idade se correla-

Quadro III - Comparação de médias nas dimensões do burnout em função do estado civil.

Table III - Mean comparison of burnout dimensions according to marital status.

Dimensões (escala)	Não casado (n=56)	Casado (n=250)	t-Student	р
Entusiasmo pelo trabalho-2019 (0-4)	1,58	1,79	-1,755	0,080
Desgaste Psíquico-2019	2,59	2,57	0,137	0,891
Indolência-2019	2,26	2,26	-0,040	0,968
Culpa-2019	1,03	1,06	-0,277	0,782
Burnout-2019	2,06	2,01	0,565	0,572
Exaustão emocional-2016 (0-6)	3,24	3,10	0,750	0,454
Despersonalização-2016	2,38	2,00	2,019	0,044*
Realização pessoal-2016	0,38	6,00	3,73	1,16
Burnout-2016	2,70	2,54	1,123	0,262

Notas: \* $p \le 0.050$  \*\* $p \le 0.010$  \*\*\* $p \le 0.001$ 

Quadro IV - Comparação de médias nas dimensões do burnout em função das habilitações académicas.

Table IV - Mean comparison of burnout dimensions according to academic qualifications.

Dimensões (escala)	Até ao 9° ano (n=41)	Até ao 12° ano (n=212)	Frequência universitária ( <i>n</i> =53)	One Way Anova	Р
Entusiasmo pelo trabalho-2019 (0-4)	1,95	1,73	1,65	1,683	0,188
Desgaste Psíquico-2019	2,37	2,58	2,73	2,222	0,110
Indolência-2019	2,07	2,25	2,46	3,666	0,027*
Culpa-2019	0,95	1,07	1,10	0,630	0,533
Burnout-2019	1,84	2,02	2,15	3,708	0,026*
Exaustão emocional-2016 (0-6)	3,29	3,08	3,07	0,654	0,521
Despersonalização-2016	2,06	2,08	2,08	0,007	0,993
Realização pessoal-2016	3,70	3,74	3,77	0,049	0,952
Burnout-2016	2,65	2,56	2,53	0,278	0,758

Notas: \* $p \le 0.050$  \*\* $p \le 0.010$  \*\*\* $p \le 0.001$ 

Quadro V - Comparação de médias nas dimensões do burnout de acordo com a função.

TABLE V - Mean comparison of burnout dimensions according to job.

Dimensões (escala)	ORV (n=251)	OVC (n=55)	t-Student	р
Entusiasmo pelo trabalho-2019 (0-4)	1,81	1,48	2,757	0,006**
Desgaste Psíquico-2019	2,53	2,79	-2,130	0,034*
Indolência-2019	2,24	2,36	-1,090	0,276
Culpa-2019	1,08	0,95	1,256	0,210
Burnout-2019	2,00	2,13	-1,695	0,091
Exaustão emocional-2016 (0-6)	3,24	2,69	2,936	0,004**
Despersonalização-2016	2,08	2,05	0,190	0,850
Realização pessoal-2016	3,72	3,77	-0,322	0,748
Burnout-2016	2,63	2,37	1,851	0,065

Notas: \* $p \le 0,050$  \*\* $p \le 0,010$  \*\*\* $p \le 0,001$ 

cionou positivamente com a culpa (2019) e negativamente com a despersonalização (2016) e o *burnout* (2016), enquanto os anos de serviço apresentaram correlação positiva com a culpa.

Quadro VI - Correlações (R de *Pearson*) da idade e anos de serviço com o *burnout*.

Table VI - Correlations (R Pearson) of age and job experience with burnout.

Dimensões (escala)	Idade	Anos de serviço
Entusiamo pelo trabalho-2019 (0-4)	-0,022	-0,032
Desgaste Psíquico-2019	-0,003	0,038
Indolência-2019	0,028	0,001
Culpa-2019	0,148**	0,157**
Total Burnout-2019	0,044	0,074
Exaustão emocional-2016 (0-6)	-0,058	0,038
Despersonalização-2016	-0,190**	-0,106
Realização pessoal-2016	,0095	-0,062
Total Burnout-2016	-0,134*	-0,040

Notas: \* $p \le 0,050$  \*\* $p \le 0,010$ 

#### Discussão

Apesar do *burnout* ser um fenómeno bastante estudado nos dias de hoje, os estudos sobre este indicador psicológico com profissionais da ferrovia mostram-se escassos. Ora, nos dois estudos efetuados verificou-se que o *burnout* e as suas dimensões apresentaram valores já moderados, e mais importante ainda, que aumentaram entre 2016 e 2019. De facto, os efeitos do stress crónico e do *burnout* em trabalhadores têm sido reportados em diversos estudos recentes, que demonstram os efeitos negativos que este tem na saúde ocupacional e bemestar destes colaboradores quando é elevado (Guthier *et al.*, 2020; Thomas *et al.*, 2020).

Através dos resultados encontrados neste estudo, verificou-se que o burnout tem vindo a aumentar nestes profissionais, o que deve constituir um sinal de alerta neste grupo profissional, pois coloca em risco a sua saúde física, mental e social, mas também a qualidade do serviço que presta (Shoshan e Sonnentag, 2019). Tal como foi alertado por Fonseca e colegas (2018) é necessário inverter esta evolução do mal-estar psicológico que se torna evidente nos últimos anos, para prevenir síndromes e psicopatologias futuras. É importante alertar que apesar de existirem associações entre os construtos do burnout e depressão e entre burnout e ansiedade, estes são conceitos diferentes, mas altamente correlacionados (Koutsimani et al., 2019), e como tal, exigem também estratégias interventivas distintas (Fischer et al., 2020; Koutsimani et al., 2019).

Tal como apontado por Cañadas-De la Fuente e colaboradores (2018) num estudo com enfermeiros, o estado civil pode ter influência nos níveis de *burnout*,

nomeadamente nos valores de despersonalização, o que poderá justificar o facto de se ter encontrado que os trabalhadores não casados apresentaram valores mais elevados de despersonalização do que os casados ou em união de facto. A família é frequentemente indicada como um fator de suporte (Baruch-Feldman et al., 2002; Greenglass et al., 1996; Rehman et al., 2020), funcionando por sua vez como fator de proteção de desenvolvimento de sentimentos negativos e cínicos, isto é, a família parece ajudar a lidar mais eficazmente com eventos stressantes, ajudando a mitigar ou eliminar o risco de adoecimento psicológico (Avison, 1996; Mrazek e Haggerty, 1994). Além disso, a amostra é maioritariamente composta pelo sexo masculino (94% da amostra) e, segundo o mesmo estudo de Cañadas-De la Fuente e colaboradores (2018), os homens revelaram maior tendência para mostrar atitudes negativas em relação aos seus colegas de trabalho.

Por fim a correlação positiva e significativa da idade e anos de serviço com a culpa (2019) sugere que tanto o aumento da idade como dos anos de serviço podem contribuir para os sentimentos de culpa, sentimentos estes que de acordo com o autor do instrumento, surgem pelo comportamento e atitudes negativas desenvolvidas no trabalho, especialmente em relação às pessoas com as quais é necessário estabelecer relações laborais. Além disso, a falta de boas condições de trabalho, bom relacionamento com os colegas e até escassez de estratégias de *coping* adequadas poderão justificar este resultado.

Relativamente às diferenças em função das habilitações académicas, os resultados mostraram que os participantes com frequência universitária apresentaram valores mais elevados de indolência e total burnout em 2019 do que os restantes. Para obter uma promoção no trabalho é requerido um maior nível de habilitação académica e as oportunidades de promoção mostram-se frequentemente baixas, o que poderá agravar os níveis de burnout nos colaboradores (Sun et al., 2020). Estudos referem também elevado nível de habilitação académica associado a maiores níveis de burnout comparativamente a trabalhadores com níveis académicos mais baixos (Maslach et al., 2001). Tal poderá acontecer uma vez que a obtenção de um grau académico está frequentemente relacionada com um trabalho que acarreta mais responsabilidades. Além disso, os profissionais podem experienciar maiores níveis de burnout quando as suas elevadas expectativas relacionadas com o seu trabalho não são verificadas (Hagemann et al., 2020; Maslach et al., 2001; Maslach e Leiter, 2017; Maslach e Schaufeli, 2018), assim como resultado do confronto entre as expetativas iniciais e a realidade prática (Queirós et al., 2014; 2020).

Os resultados permitiram ainda perceber uma melhoria dos níveis de *burnout* nos ORV, que em 2016 apresentavam mais exaustão emocional e em 2019

mais entusiasmo pelo trabalho, comparativamente aos OVC. No entanto, os OVC apresentaram valores mais elevados de desgaste psíquico em 2019, o que poderá ser devido a situações mais stressantes na sua função de interação com clientes ainda antes de embarcar no comboio, pois são responsáveis por proceder à venda de títulos de transporte e assinaturas mensais, informam os clientes sobre eventuais atrasos e demais informações requeridas pelos clientes. Os OVC podem, por vezes. desempenhar as funções dos ORV o que poderá ser um fator stressante acrescido. No setor dos transportes, estes colaboradores têm contacto direto com os clientes que por vezes são reivindicativos podendo mostrar inclusive comportamentos agressivos (Ben-Zur e Yagil, 2005), funcionando isto como uma agravante do seu malestar psicológico.

É de realçar que os resultados obtidos podem estar abaixo da realidade pelo facto de se utilizarem amostras de voluntários. Além disso, podem também refletir o "mito do trabalhador saudável" (Chowdhury et al., 2017; Shah, 2009), ou seja, vão restando os trabalhadores que melhor se adaptam à tarefa e são estes que preenchem os questionários, pois os que se encontram já doentes psicologicamente não se mostram disponíveis para mais uma tarefa que lhes esgota recursos emocionais e cognitivos. Ou seja, os indivíduos que se encontram em pior estado psicológico não têm capacidade nem disponibilidade psicológica para participar em estudos, o que pode resultar em resultados que espelham um grupo de trabalhadores em melhor estado psicológico.

#### Conclusão

Os resultados deste estudo revelaram um aumento dos níveis de *burnout* entre os anos de 2016 e 2019 em trabalhadores da ferrovia portuguesa, e, tendo em conta os valores já anteriormente elevados, a manifestação de níveis mais elevados de exaustão/desgaste, cinismo/desinvestimento e *burnout* e a diminuição dos valores da dimensão positiva, a realização pessoal/entusiasmo pelo trabalho entre os anos 2016 e 2019 mostra uma potencial propensão desta situação de risco se manifestar cada vez mais acentuadamente no futuro, contribuindo para o adoecimento psicológico destes profissionais.

O estudo apresenta algumas limitações, nomeadamente, a amostra ser constituída por voluntários, não podendo os resultados obtidos ser generalizáveis nem a amostra ser considerada representativa dos dados nacionais acerca deste grupo profissional. Acrescenta-se que este estudo não conseguiu controlar a amostra, para que se considerassem os mesmos sujeitos em 2016 e 2019, numa lógica longitudinal. Dada a escassez de estudos de *burnout* nos profissionais da ferrovia, o estudo pode contribuir para a consciencialização do *burnout* como fenómeno ocupacional para o qual a Organização

Mundial de Saúde e a EU-OSHA têm vindo a alertar. No futuro, seria interessante estudar outras variáveis de risco como conflito trabalho-família, trauma, stress, depressão ou ansiedade, mas também variáveis protetoras como a resiliência (medida indiretamente através de dimensões como a aceitação de si e da vida e competências pessoais, segundo Wagnild e Young, 1993; ou através de outros indicadores como a autoeficácia, espiritualidade e suporte social, segundo Faria Anjos et al., 2019. Contudo existe alguma variabilidade de acordo com o modelo teórico e instrumento utilizados), job engagement ou satisfação no trabalho, tentando compreender qual o seu contributo e influência nestes profissionais e a forma como podem ajudar a travar o aumento do burnout.

É então importante refletir e consciencializar para a necessidade de intervenções e medidas precoces, uma vez que o burnout é considerado por vários autores como uma consequência do stress crónico, ou seja, como um processo que ocorre ao longo do tempo pelo modo difícil/desadaptativo de enfrentar o stress crónico no trabalho. Assim, um local de trabalho saudável traz benefícios em diversas micro e macro esferas da vida do indivíduo e também da organização à qual pertence, sendo fundamental o estudo da saúde ocupacional e dos riscos associados ao trabalho na ferrovia, assim como a implementação de estratégias adequadas para avaliação e redução de riscos e prevenção do stress crónico (EU-OSHA, 2014, 2018a, 2019). Estudos mostram que não considerar a gestão do bem-estar dos trabalhadores poderá resultar em prejuízos das próprias organizações (Gauche et al., 2017; Thomas et al., 2020). Assim, é fundamental que se explorem formas de prestar auxílio a estes trabalhadores enquanto ainda estão na fase precoce de stress, impedindo que esta evolua para um quadro de burnout, o que já não acontece nesta amostra de participantes. Note-se que a atual pandemia, poderá ter afetado ainda mais estes profissionais, que continuaram a exercer funções, à semelhança do que evidenciam estudos com profissionais da linha da frente no combate à pandemia (Trumello et al., 2020). No entanto, são necessários estudos longitudinais para melhor avaliar e conhecer o sofrimento e efeitos psicológicos das pandemias a longo prazo, como estudado em surtos infeciosos anteriores (Lee et al., 2007; Chen et al., 2021).

Além disso, vários autores sugerem a necessidade de conciliar estratégias de intervenção para a prevenção do burnout envolvendo os níveis individual, grupal e organizacional (Buruck et al., 2018; Queirós et al., 2018). Pela dificuldade de atuar a nível organizacional ou até grupal, a psicoeducação e programas ou treino de competências e de stress poderão ser úteis não só numa fase remediativa como numa fase de prevenção pois importa, a um nível individual, o individuo conhecer e se encontrar munido de ferramentas que permitam

fazer face a estas problemáticas da saúde mental (Awa et al., 2010; Pijpker et al., 2019). O novo contexto da COVID-19 requer novas estratégias de intervenção devido à reconfiguração do trabalho (incluindo ao nível das relações sociais) e das normas sanitárias que se estabeleceram neste contexto (Areosa e Queirós, 2020). Com a COVID-19, novas exigências surgem na ferrovia e estes profissionais, estando em contacto direto com o público, devem procurar reforçar a monitorização do seu estado psicológico para evitar que no futuro o risco e o surgimento de burnout aumentem. Assim, agindo hoje pode-se proteger o amanhã e promover locais de trabalho psicologicamente saudáveis.

## Referências bibliográficas

- Areosa, J. e Queirós, C. (2020). Burnout: Uma patologia social reconfigurada na era COVID-19? *International Journal on Working Conditions*, 20, 70-90.
- Avison, W. R. (1996). Social networks as risk and protective factors for onset and recurrence of mental disorders. *Current Opinion in Psychiatry*, 9(2), 149-152. DOI: https://doi.org/10.1097/00001504-199603000-00012
- Awa, W. L., Plaumann, M. and Walter, U. (2010). Burnout prevention: A review of intervention programs. Patient Education and Counseling, 78(2), 184-190. DOI: https://doi:10.1016/j.pec.2009.04.008
- Baruch-Feldman, C., Brondolo, E., Ben-Dayan, D. and Schwartz, J. (2002). Sources of social support and burnout, job satisfaction, and productivity. *Journal of Occupational Health Psychology*, 7(1), 84-93. DOI: https://doi.org/10.1037/1076-8998.7.1.84
- Ben-Zur, H. and Yagil, D. (2005). The relationship between empowerment, aggressive behaviours of customers, coping, and burnout. *European Journal of Work and Organizational Psychology*, 14(1), 81-99. DOI: https://doi.org/10.1080/13594320444000281
- Berger, W., Coutinho, E. S., Figueira, I., Marques-Portella, C., Luz, M. P., Neylan, T. C., Marmar, C. R. and Mendlowicz, M. V. (2012). Rescuers at risk: A systematic review and meta-regression analysis of the worldwide current prevalence and correlates of PTSD in rescue workers. Social Psychiatry and Psychiatric Epidemiology, 47(6), 1001-1011. DOI: https://doi.org/10.1007/s00127-011-0408-2
- Brom, S. S., Buruck, G., Horváth, I., Richter, P. and Leiter, M. P. (2015). Areas of worklife as predictors of occupational health A validation study in two German samples. *Burnout Research*, 2(2-3), 60-70. DOI: https://doi.org/10.1016/j.burn.2015.05.001
- Brooks, S. K., Dunn, R., Amlôt, R., Greenberg, N. and Rubin, G. J. (2016). Social and occupational factors

- associated with psychological distress and disorder among disaster responders: A systematic review. *BMC Psychology*, *4*, 18.
- Bryman, A. e Cramer, D. (2003). Análise de dados em ciências sociais, introdução às técnicas utilizando o SPSS para Windows. Celta Editora.
- Buruck, G., Tomaschek, A. and Lütke-Lanfer, S. S. (2018). Burnout prevention team-process evaluation of an organizational health intervention. *Journal of Public Health*, 27(6), 743-754.
  - DOI: https://doi:10.1007/s10389-018-0999-0
- Cañadas-De la Fuente, G. A., Ortega, E., Ramirez-Baena, L., De la Fuente-Solana, E. I., Vargas, C. anb Gómez-Urquiza, J. L. (2018). Gender, marital status, and children as risk factors for burnout in nurses: A meta-analytic study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *15*(10), Article e2102. DOI: https://doi.org/10.3390/ijerph15102102
- Chen, J., Liu, X., Wang, D., Jin, Y., He, M., Ma, Y., Zhao, X., Song, S., Zhang, L., Xiang, X., Yang, L., Song, J., Bai, T. and Hou, X. (2021). Risk factors for depression and anxiety in healthcare workers deployed during the COVID-19 outbreak in China. Social Psychiatry and Psychiatric Epidemiology, 56(1), 47-55. DOI: https://doi.org/10.1007/s00127-020-01954-1
- Chowdhury, R., Shah, D. and Payal, A. (2017). Healthy worker effect phenomenon: Revisited with emphasis on statistical methods A review. *Indian Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 21(1), 2-8. DOI: https://doi:10.4103/ijoem.ijoem\_53\_16
- ERA EUROPEAN UNION AGENCY FOR RAILWAYS (2016).

  Integrating human factors in European railways safety management systems. Publications Office of the European Union.
- ERA EUROPEAN UNION AGENCY FOR RAILWAYS (2018). *Railway* safety and interoperability in the EU. Publications Office of the European Union.
- EU-OSHA EUROPEAN AGENCY FOR SAFETY AND HEALTH AT WORK (2011). OSH in figures: Occupational safety and health in the transport sector An overview. Publications Office of the European Union.
- EU-OSHA EUROPEAN AGENCY FOR SAFETY AND HEALTH AT WORK (2014). Calculating the cost of work-related stress and psychosocial risks. Publications Office of the European Union.
- EU-OSHA EUROPEAN AGENCY FOR SAFETY AND HEALTH AT WORK (2015). Summary Second European Survey of Enterprises on New and Emerging Risks (ESENER 2). Publications Office of the European Union. https://osha.europa.eu/en/publications/summary-second-european-survey-enterprises-new-and-emerging-risks-esener-2/view

- EU-OSHA EUROPEAN AGENCY FOR SAFETY AND HEALTH AT WORK (2017). Estimating the costs of work-related accidents and ill-health: An analysis of European data sources. Publications Office of the European Union.
- EU-OSHA EUROPEAN AGENCY FOR SAFETY AND HEALTH AT WORK (2018a). Healthy workers, thriving companies a practical guide to wellbeing at work. Publications Office of the European Union.
- EU-OSHA EUROPEAN AGENCY FOR SAFETY AND HEALTH AT WORK (2018b). Management of psychosocial risks in European workplaces evidence from the second European survey of enterprises on new and emerging risks (ESENER-2). https://osha.europa.eu/en/publications/management-psychosocial-risks-european-workplaces-evidence-second-european-survey/view
- EU-OSHA EUROPEAN AGENCY FOR SAFETY AND HEALTH AT WORK (2019). ESENER 2019 What does it tell us about safety and health in Europe's workplaces? https://osha.europa.eu/en/publications/esener-2019-policy-brief/view
- EU-OSHA EUROPEAN AGENCY FOR SAFETY AND HEALTH AT WORK (2020). COVID-19: Back to the workplace Adapting workplaces and protecting workers. Publications Office of the European Union. https://osha.europa.eu/en/publications/covid-19-back-workplace-adapting-workplaces-and-protecting-workers/view
- EU-OSHA EUROPEAN AGENCY FOR SAFETY AND HEALTH AT WORK (2021). Single Programming Document 2021-2023. Publications Office of the European Union. https://osha.europa.eu/en/publications/single-programming-document-2021-2023/view
- EUROFOUND EUROPEAN FOUNDATION FOR THE IMPROVEMENT OF LIVING AND WORKING CONDITIONS (2018). Burnout in the workplace: a review of data and policy responses in the EU. Publications Office of the European Union.
- EUROFOUND EUROPEAN FOUNDATION FOR THE IMPROVEMENT OF LIVING AND WORKING CONDITIONS (2020). *Living, working and COVID-19: September 2020.* Publications Office of the European Union. DOI: https://doi:10.2806/467608
- Fan, J. and Smith, A. P. (2018). A preliminary review of fatigue among rail staff. Frontiers in Psychology, 9, 1-10. DOI: https://doi:10.3389/fpsyg.2018.00634
- Faria Anjos, J., Santos, M.J.H., Ribeiro, M. T. and Moreira, S. (2019). Connor-Davidson resilience scale: Validation study in a Portuguese sample. *BMJ Open*, 9(6), Article e026836. DOI: https://doi:10.1136/bmjopen-2018-026836
- Field, A. (2009). *Discovering statistics using spss* (2nd ed.). Artmed Editora.
- Figueiredo-Ferraz, H., Gil-Monte, P., Queirós, C., and Passos, F. (2014). Factorial validity of the "Spanish

- Burnout Inventory" among portuguese police officers. *Psicologia Reflexão e Crítica*, 27, 291-299. DOI: https://doi.org/10.1590/1678-7153.201427209
- Fischer, R., Mattos, P., Teixeira, C., Ganzerla, D. S., Rosa, R. G. and Bozza, F. A. (2020). Association of burnout with depression and anxiety in critical care clinicians in Brazil. *JAMA Network Open*, 3(12), 1-12. DOI: https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2020.30898
- Fonseca, S. M., Cunha, S., Campos, R., Gonçalves, S. P. e Queirós, C. (2019). Saúde ocupacional dos profissionais de emergência pré-hospitalar: Contributo do trauma e coping. *International Journal on Working Conditions*, 17(1), 69-88.
  DOI: https://doi.org/10.25762/ndmt-0c23.
- Fonseca, S., Queirós, C., Guimarães, F. e Martins, V. (2018). Risco de burnout e trauma em profissionais da ferrovia com e sem experiência em acidentes. *Territorium*, 25(I), 113-127.
  - DOI: https://doi.org/10.14195/1647-7723\_25-1\_9
- Gauche, C., de Beer, L. T. and Brink, L. (2017). Exploring demands from the perspective of employees identified as being at risk of burnout. *International Journal of Qualitative Studies on Health and Well-Being*, 12(1), 1361783.
  - DOI: https://doi.org/10.1080/17482631.2017.1361783
- Gil-Monte, P. R. (2005). El Síndrome de Quemarse por el Trabajo: Una enfermedad laboral en la sociedade del bienestar (1st ed.). Pirámide.
- Gil-Monte, P. R. (2011). CESQT, Cuestionario para la evaluación del síndrome de quemarse por el trabajo. Manual. TEA Ediciones.
- Gil-Monte, P. R. (2019). CESQT, Cuestionario para la evaluación del síndrome de quemarse por el trabajo. (2.nd ed). TEA Ediciones.
- Greenglass, E., Fiksenbaum, L. and Burke, R. J. (1996).
  Components of social support, buffering effects and burnout: Implications for psychological functioning.
  Anxiety, Stress & Coping, 9(3), 185-197.
  DOI: https://doi:10.1080/10615809608249401
- Guthier, C., Dormann, C. and Voelkle, M. C. (2020). Reciprocal effects between job stressors and burnout: A continuous time meta-analysis of longitudinal studies. *Psychological Bulletin*, *146*(12), 1146-1173. DOI: https://doi.org/10.1037/bul0000304
- Hagemann, T. M., Reed, B. N., Bradley, B. A., Clements, J. N., Cohen, L. J., Coon, S. A., Derington, C., DiScala, S., El-Ibiary, S., Lee, K. C., May, A., Phillips, J., and Rogers, K. M. (2020). Burnout among clinical pharmacists: Causes, interventions, and a call to action. *Journal of the American College of Clinical Pharmacy*, 3(4), 832-842. DOI: https://doi.org/10.1002/jac5.1256

- ICD-11 INTERNATIONAL CLASSIFICATION OF DISEASES (2021).
  ICD-11 for mortality and morbidity statistics: QD85 burnout. https://icd.who.int/browse11/l-m/en#/http://id.who.int/icd/entity/129180281
- Kline, R. B. (2016). *Principles and practice of structural equation modeling* (4th ed.). The Guilford Press.
- Koutsimani, P., Montgomery, A. and Georganta, K. (2019). The relationship between burnout, depression, and anxiety: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Psychology, 10*, Article e284. DOI: https://doi:10.3389/fpsyg.2019.00284
- Lee, A., Wong, J., McAlonan, G., Cheung, V., Cheung, C., Sham, P., Chu, C., Wong, P., Tsang, K., and Chua, S. (2007). Stress and psychological distress among SARS survivors 1 year after the outbreak. *Canadian Journal of Psychiatry*, 52(4), 233-240.
  DOI: https://doi.org/10.1177/070674370705200405
- Lemos, I. C. (2013). Acidente com comboios: Implicações no desenvolvimento da perturbação de stress pós- traumático nos maquinistas (Dissertação de Mestrado em Psicologia clínica). ISPA.
- Lemos, I. C. and Patrão, I. (2018). Train accidents: Is there post-traumatic stress disorder in train drivers? *Psychology, Community & Health*, 7(1), 44-56. DOI: https://doi:10.5964/pch.v7i1.184
- Lourenço, L. e Almeida, A. (2018). A teoria do risco: Alguns conceitos à luz da teoria do risco. In L. Lourenço (Ed.), *Riscos e crises: Da teoria à plena manifestação* (17-79). Imprensa da Universidade de Coimbra. DOI: https://doi.org/10.14195/978-989-26-1697-1\_1
- Lourenço, L. (2018). A teoria do risco: Uma classificação de riscos na óptica da proteção civil. In L. Lourenço (Ed.), *Riscos e crises: Da teoria à plena manifestação* (113-145). Imprensa da Universidade de Coimbra. DOI: https://doi.org/10.14195/978-989-26-1697-1\_4
- Mao, X., Fung, O. W. M., Hu, X. and Loke, A. Y. (2018). Psychological impacts of disaster on rescue workers: A review of the literature. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 27, 602-617. DOI: https://doi:10.1016/j.ijdrr.2017.10.020
- Marques Pinto, A. e Picado, L. (2011). Adaptação e bem-estar nas escolas portuguesas: Dos alunos aos professores. Coisas de Ler.
- Martinussen, M., Richardsen, A. M. and Burke, R. J. (2007). Job demands, job resources, and burnout among police officers. *Journal of Criminal Justice*, 35(3), 239-249.
  - DOI: https://doi:10.1016/j.jcrimjus.2007.03.001
- Maslach, C. and Jackson. S. E. (1978). Lawyer burn-out. *Barrister*, 5(2), 52-54.

- Maslach, C. and Jackson, S. E. (1981). The measurement of experienced burnout. *Journal of Organizational Behavior*, 2(2), 99-113.
- Maslach, C. and Jackson, S. E. (1997). MBI, Inventário Burnout de Maslach, síndrome del "quemado" por estrés laboral asistencial; manual. Madrid: TEA, Publicaciones de Psicologia Aplicada.
- Maslach, C., Jackson, S. E. and Leiter, M. P. (1996). *Maslach Burnout Inventory*. Consulting Psychologists Press.
- Maslach, C. and Leiter, M. P. (2017). New insights into burnout and health care: Strategies for improving civility and alleviating burnout. *Medical teacher*, 39(2), 160-163. DOI: https://doi.org/10.1080/0142159X.2016.1248918
- Maslach, C. and Schaufeli, W. B. (2018). Historical and conceptual development of burnout. In W. Schaufeli, C. Maslach, T. Marek (Ed.), Professional burnout: Recent developments in theory and research (1-16). CRC Press.
- Maslach, C., Schaufeli, W. B. and Leiter, M. P. (2001). Job burnout. *Annual Review of Psychology*, 52(1), 397-422.
- McPherson, B. D. (1976). Involuntary turnover: A characteristic process of sport organizations. International Review of Sport Sociology, 11(4), 5-16. DOI: https://doi.org/10.1177/101269027601100401
- Moitra, M., Rahman, M., Collins, P. Y., Gohar, F., Weaver, M., Kinuthia, J., Rossler, W., Petersen, S., Unutzer, J., Saxena, S., Huang, K., Lai, J. and Kumar, M. (2021). Mental health consequences for healthcare workers during the covid-19 pandemic: A scoping review to draw lessons for LMICs. Frontiers in Psychiatry, 12, Article e602614. DOI: https://doi.org/10.3389/fpsyt.2021.602614
- Mrazek, P. J. and Haggerty, R. J. (1994). Risk and protective factors for the onset of mental disorders. In Reducing risks for mental disorders: Frontiers for preventive intervention research (127-215). National Academies Press.
- Novaco, R. and Gonzalez, O. (2009). Commuting and well-being. In Y. Amichai-Hamburger (Ed.), Technology and Psychological Well-being (174-205). Cambridge University Press.
  - DOI: https://doi:10.1017/CBO9780511635373.008
- OPP ORDEM DO PSICÓLOGOS PORTUGUESES (2020).

  Relatório OPP "Stresse e burnout custam €3,2 mil
  milhões/ano" às empresas portuguesas". https://
  www.ordemdospsicologos.pt/pt/noticia/2970
- Pijpker, R., Vaandrager, L., Veen, E. J. and Koelen, M. A. (2019). Combined interventions to reduce burnout complaints and promote return to work: A systematic review of effectiveness and mediators of change. International *Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(1), Article e55.

DOI: https://doi:10.3390/ijerph17010055

- Queirós, C., Borges, E., Mosteiro, P., Abreu, M. e Baldonedo, M. (2020). Personalidade, ansiedade e vulnerabilidade ao burnout em enfermeiros: Um estudo comparativo Portugal/Espanha. *Revista Rol de Enfermería*, 43(1), 83-89.
- Queirós, C., Borges, E., Teixeira A., e Maio, T. (2018). Estratégias de prevenção do stress ocupacional, burnout e bullying. In E. Borges (Ed.). Saúde e enfermagem do trabalho (139-157). Lidel.
- Queirós, C., Fonseca, S., Guimarães, F. e Martins, V. (2016). Relatório Técnico: Stress, motivação no trabalho e desgaste em profissionais que trabalham no sector ferroviário. LabRP da FPcEUP/ESTSPiPP.
- Queirós, C., Fonseca, S., Guimarães, F. e Martins, V. (2017). A dimensão do fator humano na segurança ferroviária: Estados emocionais do profissional. In L. Lourenço (Ed.), *Alcafache 30 anos depois!* (33-53). Imprensa Universitária de Coimbra.
- Queirós, C., Fonseca, S. e Martins, V. (2019). Relatório Técnico: Desgaste e mal-estar psicológico consequentes da laboração em regime de escala/turno nos trabalhadores ferroviários. LabRP da FPCEUP/ ESS-P.Porto.
- Queirós, C., Gonçalves, S.P. e Marques, A. (2014). Burnout: Da conceptualização à gestão em contexto laboral. In H.V. Neto., J. Areosa e P. Arezes (Eds.), Manual de riscos psicossociais (172-192). RICOT Rede de Investigação sobre Condições de Trabalho.
- Rabasa, B., Figueiredo-Ferraz, H., Gil-Monte, P. R. and Llorca-Pellicer, M. (2016). The role of guilt in the relationship between teacher's job burnout syndrome and the inclination toward absenteeism. Revista de Psicodidáctica, 21(1), 103-119. DOI: https://doi.org/10.1387/RevPsicodidact.13076
- Rehman, A. U., Bhuttah, T. M. and You, X. (2020). Linking burnout to psychological well-being: The mediating role of social support and learning motivation. *Psychology Research and Behavior Management*, 13, 545-554. DOI: https://doi.org/10.2147/PRBM.S250961
- Salvagioni, D. A. J., Melanda, F. N., Mesas, A. E., González, A. D., Gabani, F. L. and De Andrade, S. M. (2017). Physical, psychological and occupational consequences of job burnout: A systematic review of prospective studies. *PLoS ONE*, 12(10), 1-29. DOI: https://doi:10.1371/journal.pone.0185781
- Shah, D. (2009). Healthy worker effect phenomenon. Indian Journal of Occupational and Environmental Medicine, 13(2), 77-79.
  - DOI: https://doi.org/10.4103/0019-5278.55123
- Shoshan, H. and Sonnentag, S. (2019). The effects of employee burnout on customers: An experimental approach. *Work and Stress*, *34*(2), 127-147. DOI: https://doi.org/10.1080/02678373.2019.1577312

- Sinclair, R. R., Allen, T., Barber, L., Bergman, M., Britt, T., Butler, A., Ford, M., Hammer, L., Kath, L., Probst, T. and Yuan, Z. (2020). Occupational health science in the time of COVID-19: Now more than ever. *Occupational Health Science*, 4(1-2), 1-22. DOI: https://doi:10.1007/s41542-020-00064-3
- Smith, A. P. and Smith, H. N. (2017). Workload, fatigue and performance in the rail industry. *Springer International Publishing*, 726, 251-263.

DOI: https://doi:10.1007/978-3-319-61061-0

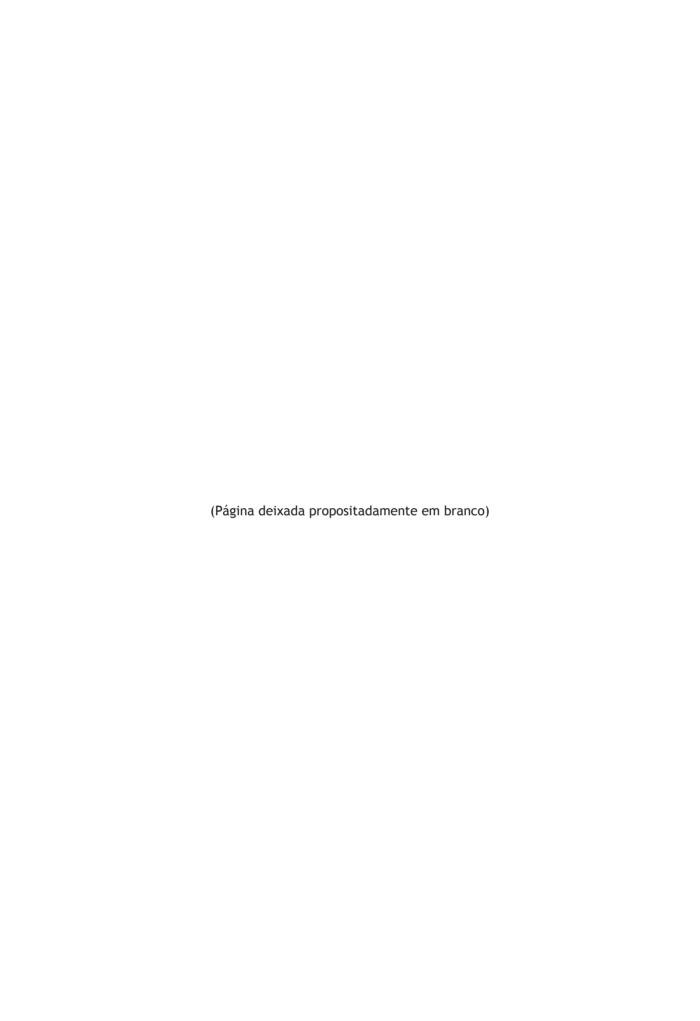
- Soravia, L. M., Schwab, S., Walther, S. and Müller, T. (2021).

  Rescuers at risk: Posttraumatic stress symptoms among police officers, fire fighters, ambulance personnel, and emergency and psychiatric nurses.

  Frontiers in Psychiatry. Advance online publication.
- Sun, X., Zhang, L., Zhang, C., Liu, J. and Ge, H. (2020). The status of job burnout and its influence on the working ability of copper-nickel miners in Xinjiang, China. *BMC Public Health*, 20(1), 1-10. DOI: https://doi.org/10.1186/s12889-020-8245-4
- Thomas, S. P., Liao-Troth, S. and Williams, D. F. (2020). Inefficacy: The tipping point of driver burnout. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, 50(4), 483-501.

DOI: https://doi:10.1108/ijpdlm-07-2019-0223

- Trumello, C., Bramanti, S., Ballarotto, G., Candelori, C., Cerniglia, L., Cimino, S., Crudele, M., Lombardi, L., Pignataro, S., Viceconti, M. and Babore, A. (2020). Psychological adjustment of healthcare workers in Italy during the COVID-19 pandemic: Differences in stress, anxiety, depression, burnout, secondary trauma, and compassion satisfaction between frontline and non-frontline professionals. International Journal of Environmental Research and Public Health, 17(22), 1-13.
  - DOI: https://doi.org/10.3390/ijerph17228358
- Veness, B. G., Tibble, H., Grenyer, B. F. S., Morris, J. M., Spittal, M. J., Nash, L., Studdert, D. and Bismark, M. M. (2019). Complaint risk among mental health practitioners compared with physical health practitioners: A retrospective cohort study of complaints to health regulators in Australia. BMJ Open, 9(12), 1-9.
  - DOI: https://doi.org/10.1136/bmjopen-2019-030525
- Wagnild, G. M. and Young, H. M. (1993). Development and psychometric evaluation of the resilience scale. *Journal of Nursing Measurement*, 1, 165-178. https://sapibg.org/download/1
- WHO WORLD HEALTH ORGANIZATION (2019, 28 May). Burnout an "occupational phenomenon": International Classification of Diseases 28 May 2019. https://www.who.int/mental health/evidence/burn-out/en/





# territorium 29 (I), 2022, 139-148



journal homepage: https://territorium.riscos.pt/numeros-publicados/ DOI: https://doi.org/10.14195/1647-7723\_29-1\_12 Artigo científico / Scientific article



# A REDUÇÃO DE RISCOS DE DESASTRES (RRD) E A RESILIÊNCIA NA SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL\*

THE DISASTER RISK REDUCTION (DRR) AND THE RESILIENCE IN NUTRITIONAL AND FOOD SECURITY

Amanda Alves Queiroga

Universidade Federal da Paraíba, PRODEMA (Brasil) ORCID 0000-0001-7751-0912 amandaaqueiroga@gmail.com

Maiane Barbalho da Luz

Universidade Federal da Paraíba, PRODEMA (Brasil) ORCID 0000-0002-6314-6387 <u>maianebarbalho07@gmail.com</u>

Hamilcar José Almeida Filgueira

Universidade Federal da Paraíba Departamento de Engenharia Civil e Ambiental (Brasil) ORCID 0000-0002-4378-3477 <u>hfilgueira@gmail.com</u>

# **RESUMO**

Os desastres relacionados com fenômenos naturais vêm comprometendo o setor agropecuário. Os eventos extremos quando atingem áreas agrícolas causam danos aos cultivos, na economia e na disponibilidade e acesso aos alimentos, interferindo na segurança alimentar e nutricional. Visando garantir a disponibilidade de alimentos para a população, países têm adotado ações para a Redução de Riscos de Desastres (RRD). Este trabalho teve por objetivo fazer uma análise de ações em RRD voltadas para a resiliência da segurança alimentar. Foi realizada uma pesquisa literária qualitativa sobre o que se têm feito para se adaptar e manter a segurança alimentar frente aos desastres. Destacam-se ações exercidas na Índia, Filipinas, Guiana e África; programas e projetos desenvolvidos na América Latina e Caribe; e cooperações entre diversas nações. Concluiu-se que a incidência de um desastre contribui para a insegurança alimentar, interferindo na economia dos países e na qualidade de vida da população. Por isso, investir na gestão para a RRD é também investir na construção da resiliência para a segurança alimentar.

Palavras-chave: Vulnerabilidade, gestão de risco de desastres, resiliência.

# ABSTRACT

Disasters related to natural phenomena have been affecting the agricultural sector. When extreme events reach agricultural areas they damage crops, the economy, and the availability of and access to food, thereby impacting food and nutritional security. In order to guarantee the availability of food for their people, countries have adopted actions for Disaster Risk Reduction (DRR). This study analyses DRR actions aimed at the resilience of food security. Qualitative literary research was carried out on what has been done to adapt and maintain food security in the face of disasters. Actions undertaken in India, the Philippines, Guyana and Africa should be noted, along with programs and projects developed in Latin America and the Caribbean, and attention is drawn to cooperation between different nations. It was concluded that the incidence of a disaster contributes to food insecurity, interfering in the economy of countries involved and in their populations' quality of life. Therefore, investing in management for DRR is also investing in resilience for food security.

Keywords: Vulnerability, disaster risk management, resilience.

<sup>\*</sup> O texto deste artigo corresponde a uma comunicação apresentada no V Congresso Internacional de Riscos, tendo sido submetido em 02-12-2020, sujeito a revisão por pares a 01-02-2021 e aceite para publicação em 29-03-2021. Este artigo é parte integrante da Revista **Territorium**, n.º 29 (I), 2022, ® Riscos, ISSN: 0872-8941.

# Introdução

As mudanças climáticas têm trazido vários desafios a população global. Inundações, secas prolongadas, tornados e tempestades severas são apenas alguns exemplos de desastres que têm acometido diversos locais, deixando grandes devastações.

Ainda que haja esforços em níveis globais e locais, diversos países ainda têm enfrentado perdas consideráveis quando os desastres acontecem, tais como: mortes; destruição de infraestruturas; impactos em serviços básicos como saúde, telefonia e educação; devastação em sistemas agrícolas; comprometimento de abastecimento de água e fornecimento de energia elétrica; entre outros.

Os desastres têm se propagado com cada vez mais frequência e magnitude. Pelo menos 7.348 grandes desastres ocorreram entre 2000 e 2019, causando 1,23 milhão de vidas e afetando 4,2 bilhões de pessoas em todo o mundo (OCHA, 2021). Segundo o relatório "Natural disasters in 2018: an opportunity to prepare", elaborado pelo Centro de Pesquisas em Epidemiologia dos Desastres (sigla CRED, em inglês), no ano de 2018 a Ásia foi o continente mais afetado (141 desastres), seguido pelas Américas (65), Europa (48), África (46) e Oceania (15). Com relação a tipologia, as inundações foram os desastres mais frequentes, comportando 127 eventos (CRED, 2018).

Normalmente, a ênfase da gestão de risco a desastres relacionados com fenômenos naturais é dada aos elementos de maior visibilidade nas cidades. Porém, é importante evidenciar um setor que é a base da continuação da vida: o da segurança alimentar. Boa parte da agricultura e da criação de animais se dá em áreas rurais bem afastadas dos centros urbanos, estando um tanto distante dos olhos dos gestores públicos, apesar de serem fundamentais, tanto para a economia quanto para a saúde e o bem-estar da população.

Em 2019, 34 milhões de pessoas foram afetadas por insegurança alimentar devido aos eventos climáticos extremos. Os riscos relacionados ao clima provocaram cerca de 24,9 milhões de deslocamentos em 140 países nesse ano. Globalmente, os extremos climáticos e os riscos relacionados podem fazer com que mais de 200 milhões de pessoas precisem de assistência humanitária internacional até 2050. Até 2040, estima-se que uma em cada quatro crianças irá viver em áreas de extremo estresse hídrico (OCHA, 2021).

Quando ocorre um desastre na zona rural, assim como na zona urbana, o local atingido entra colapso, pois destrói os cultivos e os criatórios de animais, causando um impacto muito grave, principalmente na renda dos pequenos agricultores. As perdas ocasionadas no setor agropecuário

afetam também toda a infraestrutura associada, como o armazenamento e transporte dos alimentos para as indústrias, supermercados e feiras livres. Preços dos alimentos se elevam, impactando na economia no que se refere também a importação e exportação. Diante de um cenário de crescimento populacional, devendo chegar a 9,6 bilhões em 2050, crises nesse setor são muito preocupantes. Por isso é tão importante tratar o assunto sob a ótica da RRD e vice-versa. Pode-se considerar os desastres alusivos às mudanças climáticas um fator-chave para o aumento da fome no mundo, capaz de causar intensas crises no que se refere ao setor agrícola (World Health Organization, 2018).

A fome e os impactos no setor agrícola são ainda mais graves em países em desenvolvimento, sobretudo àqueles onde uma grande parcela da população depende diretamente da agricultura, possuindo muitas vezes sistemas sensíveis às chuvas extremas, secas ou variações de temperatura.

Um ciclo então é formado, já que a magnitude dos desastres depende, além do fator natural, também da vulnerabilidade. Quanto maior for a vulnerabilidade maiores são as perdas e mais difícil é a recuperação da área atingida. Ao afetar o setor que se sobressai no que se refere à manutenção da renda da população, como é o caso de municípios que são dependentes principalmente das atividades da agropecuária, o desastre irá aprofundar e aumentar a vulnerabilidade também na fase "pós desastre".

Por isso, investir na gestão para a Redução de Riscos de Desastres (RRD) é também investir na segurança alimentar. Construir sistemas resilientes é primordial para reduzir a vulnerabilidade dos países, principalmente daqueles que dependem de forma mais incipiente do setor da agropecuária. Portanto, o objetivo do trabalho consiste no levantamento bibliográfico acerca da relação entre segurança alimentar e desastres e quais ações têm sido desenvolvidas pelos países visando a RRD e a segurança alimentar e nutricional.

# O risco de desastres e a segurança alimentar

Com o intuito de compreender essa temática, se faz imprescindível sua conceituação. Mudanças climáticas se referem as alterações no estado do clima que podem ser percebidas através da mudança na média e/ou variabilidade de suas propriedades, persistindo por um tempo prolongado (décadas ou mais). Pode ser devido a processos naturais ou forças externas (UNISDR, 2015). Já um evento climático extremo é definido por Stephenson (2008, p. 12) como:

"[...] eventos que possuem valores extremos de certas variáveis meteorológicas importantes. Os danos são muitas vezes causados por valores extremos de certas variáveis meteorológicas, como grandes quantidades de precipitação (por exemplo, inundações), altas velocidades do vento (por exemplo, ciclones), altas temperaturas (por exemplo, ondas de calor), etc. Extremo é geralmente definido como tomando valores máximos ou excedendo acima dos limites pré-existentes".

O termo desastre, de acordo com a Estratégia Internacional das Nações Unidas para a Redução de Desastres (UNISDR, na sigla em inglês), pode ser definido como:

"[...] uma séria interrupção na operação de uma comunidade ou sociedade que causa um grande número de mortes, bem como, perdas, impactos materiais, econômicos e condições ambientais que excedem a comunidade ou sociedade envolvida para fazer o enfrentamento da situação por meio do uso de seus recursos próprios" (UNISDR, 2009, p. 30).

A UNISDR (2009) define risco de desastre como sendo as perdas potenciais causadas pelos desastres, que podem ocorrer em uma comunidade ou sociedade durante um período de tempo específico. Tal risco depende de dois fatores, sendo um externo e o outro interno.

Aameaça é o fator externo ao risco e pode ser conceituada como a probabilidade de ocorrência de um evento físico de certa intensidade em determinado lugar, durante um período específico de exposição (CARDONA, 2013). Já a vulnerabilidade se trata do fator interno, componente muito importante na discussão acerca da relação entre desastres e segurança alimentar.

Cardona (2013) define a vulnerabilidade como sendo uma predisposição intrínseca ao sistema do mesmo ser afetado pelo desastre. Portanto, a vulnerabilidade representa a suscetibilidade ou predisposição física, econômica, política ou social de uma comunidade a danos, no caso de um fenômeno desestabilizador de origem natural ou antropogênica.

Um conceito que muito se relaciona com a vulnerabilidade é o de resiliência. Resiliência é a capacidade de um sistema, comunidade ou sociedade potencialmente exposta a riscos para se adaptar, resistindo ou mudando com o intuito de alcançar e manter um nível aceitável de funcionamento e estrutura (UNISDR, 2005). A resiliência humana está fundamentada nos processos de melhorar a capacidade de se recuperar de um desastre no menor tempo possível, com pouca ou nenhuma assistência externa. Estratégias locais de adaptação, cultura, patrimônio, conhecimento e experiências são os alicerces para aumentar a resiliência a desastres (Manyena, 2006).

Outros dois conceitos importantes são os referentes à RRD e segurança alimentar. A RRD pode ser definida como:

"O conceito e a prática de reduzir risco de desastre através de esforços sistemáticos voltados à análise e gestão dos fatores causais dos desastres, que inclui a redução do grau de exposição à ameaça, diminuição da vulnerabilidade da população e da propriedade, manejo sensível do solo e meio ambiente, e a melhoria do preparo para eventos adversos" (UNISDR, 2009, p. 27).

De acordo com a Lei Orgânica de Segurança Alimentar e Nutricional - LOSAN (Lei n.º 11.346, de 15 de setembro de 2006), em seu artigo terceiro, por Segurança Alimentar e Nutricional (SAN) entende-se como:

"A realização do direito de todos ao acesso regular e permanente a alimentos de qualidade, em quantidade suficiente, sem comprometer o acesso a outras necessidades essenciais, tendo como base práticas alimentares promotoras de saúde que respeitem a diversidade cultural e que sejam ambiental, cultural, econômica e socialmente sustentáveis" (BRASIL, 2006).

O tema da segurança alimentar e os desastres associados às mudanças climáticas tem ocupado um espaço importante nas discussões globais, constando em documentos como a Agenda 2030, nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), em relatórios do Painel Intergovenamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, da sigla em inglês) e da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO, da sigla em inglês).

Ainda, a RRD tem sido uma das pautas principais do Programa Mundial de Alimentos das Nações Unidas (WFP, da sigla em inglês). Isso se deve ao fato de que os desastres relacionados com fenômenos naturais têm causado profundos impactos na segurança alimentar e em populações vulneráveis em diversas áreas ao redor do mundo (WFP, 2011).

### Metodologia

Na construção deste trabalho se utilizou uma abordagem de natureza qualitativa, onde sua fundamentação esteve baseada na revisão da literatura sobre a importância da segurança alimentar no contexto da redução do risco de desastres (RRD). Para tanto, os dados e as informações foram pesquisadas em relatórios, páginas na Internet, periódicos nacionais e internacionais, bem como em documentos oficiais.

O intervalo de tempo investigado foi de 2001 a 2021. As palavras-chave utilizadas foram "food security"; disaster risk reduction"; "shortage of food"; "insegurança alimentar"; "insegurança alimentar e desastres"; "insegurança alimentar e risco de desastres"; "climate change and food security"; "mudanças climáticas e insegurança alimentar"; entre outras.

#### Resultados e discussão

A FAO, em uma pesquisa intitulada "O impacto das ameaças e desastres naturais na agricultura e segurança alimentar e nutrição: um apelo à ação para construir meios de subsistência resilientes" (em tradução livre para o português), realizada em 2015, analisou os danos e perdas causadas na agricultura por 78 desastres que ocorreram entre 2003 e 2013 na África, Ásia e Pacífico, América Latina e Caribe (FAO, 2015). Juntos, tais desastres custaram US\$ 30 bilhões de perdas na agricultura e em seus subsetores. Na pesquisa, identificou-se que 84% dos impactos na agricultura estavam relacionados à seca (fig. 1).

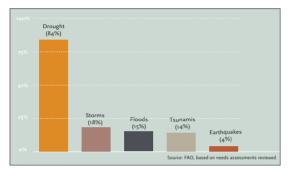


Fig. 1 - Perdas no setor agrícola por tipo de desastre (Fonte: FAO, 2015).

Fig. 1 - Losses in the agricultural sector by type of disaster (Source: FAO, 2015).

O estudo ainda mostrou que durante esse mesmo período, cerca de US\$ 80 bilhões foram perdidos em decorrência do declínio em produções de arroz e da pecuária em países em desenvolvimento. Isso correspondeu a 333 milhões de toneladas de cereais, leguminosas, cereais, leite e outras mercadorias.

A seca, o tipo de desastre que mais resulta em perdas no setor agrícola segundo o estudo citado, reduz o crescimento das raízes das culturas, atrasa a maturação e reduz a produtividade agrícola. Isso é ainda mais grave em países que dependem diretamente da agricultura, já que há redução da disponibilidade de alimentos e, consequentemente, alteração nos preços. O relatório da Organização Mundial da Saúde (WHO, da sigla em inglês), elaborado em 2018, intitulado "O estado da segurança e nutricão alimentar no mundo - Construindo resiliência climática para segurança e nutrição alimentar" (em tradução livre para o português) destaca os eventos extremos que provocam adversidades à agricultura, como secas e inundações. No que concerne à seca, entre os países com maiores registros, cita: Estados Unidos da América, Austrália, Somália, África do Sul, Índia e o chamado Corredor Seco da América Central (World Health Organization, 2018). De acordo com He et al. (2019) a volatilidade provocada pela seca não depende exclusivamente da ameaça, mas também da vulnerabilidade, pois esta é influenciada pela infraestrutura (reservatórios, estradas, etc.) e políticas (subsídios, política comercial, etc.). Já sobre a incidência de inundações, destaca a Ásia como sendo a Continente que é mais atingido por esses desastres. Destaca também a América Latina e o Caribe como locais que têm sofrido diversas perdas relacionadas às inundações (World Health Organization, 2018).

O ENOS (El Niño Oscilação Sul) é um dos principais fenômenos climáticos do planeta. Ele descreve oscilações de temperatura entre o oceano e a atmosfera no centro-leste do Oceano Pacífico Equatorial, onde esse pode estar mais quente (El Niño) ou mais frio (La Niña) do que a média normal histórica. Esse fenômeno altera não apenas os processos oceânicos, mas interfere também no clima e precipitações globais. No Brasil, é manifestado por chuvas abaixo/acima da normal climatológica nas regiões Nordeste, Sul e no Leste da Amazônia. As estiagens e fortes chuvas que podem ser provocadas por esse fenômeno acabam impactando negativamente a produção agrícola dessas regiões. Contudo, a previsibilidade do fenômeno ENOS, caso seja bem gerenciada, pode minimizar os impactos negativos causados (Berlato e Fontana, 1998).

Diante do grande impacto causado pelos desastres no setor agrícola, diversas iniciativas têm sido tomadas por órgãos internacionais que são norteadores para as nações, como é o caso da Organização das Nações Unidas (ONU) onde na agenda dos ODS, até 2030, em seu segundo objetivo ("Fome zero e agricultura sustentável"), em sua meta 2.1, contempla-se a preocupação com a temática da segurança alimentar, frisando a necessidade de acabar com a fome e que todos os indivíduos possam alcançar melhores condições, com alimentos de qualidade e disponíveis durante o ano todo (ONU, 2015).

Ainda continua, de maneira mais direcionada, em sua meta 2.4, ressaltando a imprescindibilidade de haver o desenvolvimento e a manutenção de uma agricultura que seja sustentável visando a resiliência das localidades. Isso porque tendo em vista os impactos e transformações decorrentes das mudanças climáticas, onde deve ser buscar o crescimento da produção, como também da produtividade, é necessário que a qualidade do solo e dos ecossistemas melhorem, visando a adaptação das pessoas às peculiaridades da região.

Outros objetivos e metas presentes na Agenda 2030 também se relacionam indiretamente a segurança alimentar, como: o Objetivo 3, "Assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos, em todas as idades"; o Objetivo 8, "Promover o crescimento econômico sustentado, inclusivo e sustentável, emprego pleno e produtivo e trabalho decente para todos"; o Objetivo 11, "Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis";

o Objetivo 12, "Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis"; e o Objetivo 13 "Tomar medidas urgentes para combater a mudança do clima e seus impactos" (ONU, 2015).

O tema é citado diretamente em outro documento importante, o Relatório especial do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, da sigla em inglês) sobre os impactos do aquecimento global de 1,5 °C. No item B.5, a segurança alimentar é citada como um dos riscos que se projetam com o aquecimento global. No tópico B.5.3 estima-se que uma elevação de 1,5 °C provocará reduções líquidas menores em lavouras de cereais (arroz, trigo e milho, por exemplo), praticamente na África Subsaariana e América Central e do Sul. A pecuária também seria prejudicada pela mudança da temperatura, dependendo da magnitude e extensão das alterações na qualidade da alimentação, propagação de doenças e disponibilidade de recursos hídricos (IPCC, 2018).

O Marco de Ação de Sendai 2015-2030, adotado na Terceira Conferência Mundial sobre Redução de Riscos de Desastres, realizada em 2015 no Japão, é o documento mais importante na temática de RRD. Enquanto o seu antecessor, o Marco de Ação de Hyogo (2005-2015) focava na redução das perdas por desastre, o de Sendai inovou ao propor um foco para a redução do risco. Para isso, faz-se necessária uma ampla compreensão do risco e de todas as dimensões da vulnerabilidade. Sabendo disso, será possível reunir esforços para a redução do mesmo, com destaque para a resiliência e adaptação. No documento, é importante mencionar a necessidade de manter a agenda da RRD alinhada com outras agendas, inclusive a de segurança alimentar e nutricional (UNISDR, 2015).

Quando se traz à tona o assunto das mudanças climáticas, muito se pensa só em termos ambientais e humanos, contudo há um inegável impacto econômico associado. O aumento das temperaturas e do nível dos oceanos, bem como o aumento da frequência e intensidade de eventos extremos vinculados a fenômenos naturais, irão reduzir a produtividade agrícola em diversas regiões. Isso irá comprometer o preço e disponibilidade de alimentos para países como a Nova Zelândia, por exemplo, que é um grande importador de café, bananas, vegetais processados e vinho (The Conversation, 2019).

A World Health Organization (2018) destaca o fato de que a produção agrícola e os sistemas alimentares são os maiores emissores de gases de efeito estufa (GEE), ao mesmo tempo que também são um dos sistemas mais sensíveis às mudanças climáticas, sendo então necessário desenvolver sistemas sustentáveis, reduzindo as emissões, e sendo resilientes.

Com as mudanças climáticas e os impactos vinculados, pesquisas apontam que 90% da população global experimentará reduções na produção de alimentos neste século. Além do aumento da temperatura afetar essa produção, a incidência de eventos climáticos extremos, como secas e inundações, contribui para perdas de colheitas em algumas regiões (The Conversation, 2019).

A relação existente entre os desastres e a segurança alimentar se reflete por meio de diversos fatores, como: deslocamento de pessoas, diminuição da produção agrícola e aumento dos preços dos alimentos. Os aumentos dos preços dos alimentos, combinados ao impacto na renda obtida por meio da atividade agrícola, reduzem o acesso aos alimentos e afeta a diversidade do alimento consumido pela população (Tirivangasi, 2018; World Health Organization, 2018).

Como exemplo das consequências adversas provenientes de desastres, cita-se Bangladesh, onde, em 1998, inundações causaram diversas perdas, como danos a plantações de arroz, interferindo na renda dos agricultores e no preço do arroz nos supermercados, impactando a segurança alimentar da região (Del Ninno *et al.*, 2003).

Ainda em Bangladesh, diversos estudos apontam que a região enfrenta risco de erosão das margens dos rios. Esse problema torna as famílias ribeirinhas vulneráveis, pois os seus meios de subsistência imediatos são comprometidos, instalando um quadro de insegurança alimentar para essa parcela da população, o que acaba resultando em uma migração dentro do país. Um estudo feito por Alam et al. (2019) mostrou que de 2000 a 2019, o processo erosivo das margens dos rios foi responsável por 33% das famílias perderem suas propriedades por mais de três vezes e 57% ao menos uma vez. Outros dados levantados pela pesquisa sobre as famílias foram: 29% não tinham educação formal e a média da grande maioria estava abaixo do nível primário de escolaridade; mais de 93% perderam oportunidades de emprego e renda da agricultura; e cerca de 56% não tinham acesso a energia elétrica e a servicos de saúde. A erosão das margens dos rios destruiu o único hospital público, em Chauhali Upazila, em 2015, o que significa que as famílias precisaram percorrer mais de 5 km para chegar aos centros veterinários e de saúde públicos mais próximos. Todos esses fatores citados são importantes, pois influenciam na vulnerabilidade das famílias, já que se sabe que a vulnerabilidade é a componente interna do risco. Portanto, para reduzi-lo, é necessário reduzir também a vulnerabilidade.

A erosão das margens dos rios causou grandes impactos na segurança alimentar da região. O estudo de Alam *et al.* (2019) mostrou que não há igualdade entre os membros das famílias perante o acesso a comida. Mostrou que o grupo mais vulnerável é composto por mulheres mais velhas, que não tem renda ou permanecem fora dos programas de segurança social do governo. Segundo os autores, estratégias de adaptação devem

ser estabelecidas para que seja possível a redução do risco da população. Algumas estratégias de adaptação sugeridas incluem a adoção de novas variedades de culturas, alteração do tempo de plantio, cultivo de hortaliças e florestação. Para reduzir a insegurança alimentar, é necessário aumentar as intervenções do governo, como um programa de rede de segurança, que atualmente cobre apenas 4% das famílias.

Na América Latina e Caribe a preocupação também existe. Entre 2003 e 2014 o impacto econômico na região custou US\$ 34,300.00, afetando mais de 67 milhões de pessoas. Entre 2003 e 2016 o setor agrícola foi afetado por 16% dos danos e perdas provocados pelos desastres, onde 71% atingiram os cultivos, 13% as florestas, 10% a pecuária e 6% a pesca. Devido a isso, os países estão cada vez mais empenhados em fortalecer a resiliência do setor agrícola, considerando um fator primordial para erradicar a fome e alcançar o desenvolvimento sustentável (FAO, 2016).

Em 2017 foi assinada uma nova fase do projeto Iniciativa América Latina e Caribe Sem Fome 2025, que busca contribuir para a segurança alimentar e superar a pobreza dos países parceiros, construindo uma resiliência diante de desastres. O projeto busca auxiliar tecnicamente países, populações e/ou comunidades rurais vulneráveis, fazendo com que haja um intercâmbio de experiências entre os países parceiros. Em 2019 o projeto foi novamente revisado e suas atividades foram estendidas até 31 de dezembro de 2022 (FAO, 201-).

Como uma forma de integrar os países e comunidades, uma boa opção é utilizar plataformas virtuais para compartilhar experiências e boas práticas, apoiandose mutualmente na aceleração e implementação de ações de resiliência. Elaborar cartilha e documentar os métodos utilizados pode facilitar a replicação, dependendo da realidade local. Essas informações devem estar acessíveis a famílias e comunidades mais vulneráveis, por isso é preciso que haja mecanismos que facilitem a participação de todos.

Buscando a resiliência das comunidades frente aos desastres, por meio da FAO, a ONU (2018) chegou a aldeia indígena Paruíma, na região Cuyuni-Mazaruni da Guiana, fornecendo um treinamento com intuito de melhorar as técnicas na agricultura visando a resiliência das comunidades frente as mudanças climáticas. Esse treinamento foi ministrado para, aproximadamente, 50 aldeões, sendo instalada uma unidade sombreamento que visa proteger a plantação do sol, além de implantar um banco de sementes para a cultura da mandioca. Esse alimento também serve para sustentar cerca de 220 alunos do ensino Fundamental I, servindo-os tanto no café da manhã quanto no almoço.

Essas ações objetivam a RRD tendo em vista a influência das mudanças climáticas nessa região, localizada em

um vale que, apesar de fértil, sofre com enchentes e inundações com certa recorrência. Eles receberam capacitação para a manutenção de suas lavouras, adquirindo mais independência quanto ao manejo e a possibilidade de, mesmo com a incidência de eventos extremos, possuir segurança alimentar.

No intuito de fortalecer as nações e reduzir os impactos das calamidades, a FAO também esteve presente com mais uma iniciativa. Ela desenvolveu o "Programa-Quadro de Redução de Riscos de Calamidades para a Segurança Alimentar e Nutricional", que é constituído de quatro pilares que compreendem todas as categorias agrícolas e proporcionam a cooperação entre eles. Esses pilares estavam profundamente interligados aos territórios prioritários do Marco de Ação de Hyogo (2005-2015) (FAO, 2014).

O primeiro pilar foi chamado de "Habilitar o ambiente: fortalecimento institucional e da boa governança", objetivando o apoio, a preparação do ambiente dos estados membros da FAO com políticas públicas, normativas e quadros institucionais que devem ser adequados a RRD na pecuária, aquicultura, silvicultura e agricultura; visando colocar em prática as capacidades das instituições (FAO, 2013).

O pilar número dois foi: "Vigiar para salvaguardar: sistemas de informação e de alerta prévio". Para a FAO (2013, p. 40), o objetivo desse pilar foi de "[...] fortalecer e harmonizar os sistemas de informação e de alerta prévio para segurança alimentar e nutricional a fim de melhor monitorar múltiplas ameaças e informar a tomada de decisões no que respeita ao estado de prontidão, reação, políticas, advocacia e programação".

Nesse pilar ficou evidente a importância dos sistemas de alerta, sua implantação e manutenção. Por meio deles, o poder público e a população podem nortear suas ações. Quanto mais cedo puderem ser emitidos e recebidos os alertas, melhores serão os horizontes na preparação para receber um evento extremo.

O terceiro pilar foi intitulado de: "Aplicar prevenção e mitigação: práticas e tecnologias agrícolas que impeçam e reduzam os impactos adversos de ameaças" (FAO, 2013). O objetivo desse pilar é reduzir os riscos por meio da aplicação de boas práticas, processos e tecnologias para prevenção, mitigação e diversificação dos meios de subsistência. O intuito é garantir que isso possa beneficiar mais países membros, especialmente pequenos proprietários. A diversificação dos meios de subsistência é fundamental pois muito se relaciona com a vulnerabilidade.

O último pilar, ficou conhecido como: "Preparar para reagir: melhorar o estado de preparação para efeitos de reação e recuperação em casos de calamidades". Sendo seu objetivo "[...] fortalecer capacidades a todos

os níveis - em termos de estado de preparação - para melhorar a reação e a recuperação em resultado de futuras ameaças à segurança alimentar e nutricional, e de reduzir os seus possíveis impactos negativos sobre os meios de subsistência" (FAO, 2013, p. 60).

Apesar da vigência do Marco de Ação Hyogo ter acabado, a FAO lançou em 2015 um novo estudo, com novos mecanismos para dar continuidade ao programa supracitado. Esse estudo foi apresentado na Conferência Mundial da ONU para a Redução do Risco de Catástrofes, no qual foi adotado o Marco de Sendai (2015-2030). Tal documento foi o "O impacto das ameaças e desastres naturais na agricultura e segurança alimentar e nutrição: um apelo à ação para construir meios de subsistência resilientes", já mencionado anteriormente.

Sam et al. (2015), após realizarem uma pesquisa investigando os meios de subsistência e a vulnerabilidade de famílias residentes em áreas rurais da Índia, que são frequentemente afetadas por inundações, apontaram que a diversificação dos meios de subsistência seria a intervenção mais benéfica para reduzir a vulnerabilidade da população. Isso se deu porque essa população dependia da agricultura e da produção animal para sua subsistência e acabou se criando mais problemas para as comunidades que já enfrentavam a pobreza.

A diversificação de culturas é uma importante estratégia para a adaptação frente a esse cenário de insegurança alimentar, contribuindo para a redução da vulnerabilidade ao estabilizar a renda dos pequenos produtores. Outros benefícios que aparecem com a diversificação do cultivo são em termos de manejo de pragas, qualidade do solo e benefícios nutricionais (diversidade nas dietas, dependendo da combinação das culturas).

Ainda sobre a Índia, devido as inundações e seus impactos no meio de subsistência de uma parcela da população, o governo decidiu oferecer um seguro. O auxílio financeiro permitiu que esses agricultores pudessem utilizá-lo como suporte para diversificar sua renda (IWMI, 2019).

É imprescindível que o governo seja atuante na construção da adaptação das comunidades mais vulneráveis. Planejar incentivos e auxílios financeiros que auxiliem os pequenos produtores a diversificar sua produção ajudará na redução do risco.

A Austrália tem sido acometida por secas que impactaram severamente a sua economia, fato que desencadeou diversas pesquisas focadas em manejo e em tomadas de decisões dos agricultores no cultivo de grãos no Nordeste do país. A preocupação com o assunto proporcionou o desenvolvimento de modelos de culturas com tratamento da dinâmica da água e de estresse hídrico das plantas e a aplicação desses modelos para caracterizar a diversidade de ambientes de seca para, posteriormente, traçar estratégias de melhoramento apropriadas focadas

na adaptação, como no caso do sorgo e do trigo (Lobell *et al.*, 2015).

A fim de se construir e fortalecer a resiliência e assim reduzir o risco, pode-se citar uma ação realizada em três países pela ajuda humanitária da Comissão Europeia (Europian Comission Humanitarian Aid), que consistiu na introdução de variedades de ciclos curtos para cereais. Isso porque com um ciclo de colheita mais curto, os agricultores não são afetados por perdas nos períodos de inundações e ciclones (FAO, 2011).

Ainda sobre colheitas, percebe-se que uma das pesquisas que tem sido desenvolvidas visando a RRD é a procura por culturas resilientes a seca, ou seja, aquelas que necessitam de menos água para se desenvolver. Ainda, também, a busca por culturas resilientes às inundações. Países como a China tem grande parte da água direcionada para a produção de arroz. Para produzir 1kg de arroz são necessários 4.000 litros de água, portanto na atual conjuntura é preciso pensar em cultivos alternativos. Então, tem-se preservado um banco de sementes nas Filipinas, o maior banco de genes de arroz do mundo, incluindo tipos como o "arroz de mergulho", tolerante às inundações, e variedades como o Sahod Ulan, que é tolerante a seca (BBC, 2019).

A Comunidade de Desenvolvimento da África Austral (Southern African Development Community - SADC) desenvolveu, em 2008, a Estratégia de Adaptação às Mudancas Climáticas, a qual tinha o objetivo de implementar a resiliência por meio de ações focadas na gestão dos recursos hídricos a níveis locais, regionais e em bacias hidrográficas. Três frentes de atuação foram organizadas, sendo uma delas relacionada ao desenvolvimento da infraestrutura. Entre outras acões estipuladas na gestão dos recursos hídricos nessa frente, destaca-se a melhoria dos sistemas de irrigação e drenagem para garantir a seguranca alimentar e reduzir o impacto causado pelas secas na região. Outro ponto levantado em uma das frentes foi a necessidade de criar oportunidades e soluções em escala local, além de criar políticas nacionais para gestão dos recursos hídricos, focando em uma eficiente governança hídrica (Tirivangasi, 2018). Vale salientar que implementar alternativas sustentáveis como uma gestão eficiente dos recursos hídricos, também se reduz as emissões de gases do efeito estufa.

Corral et al. (2000) afirma que determinar as fontes de risco é muito importante na etapa de preparação. Mapas de vulnerabilidade podem ser elaborados para destacar as áreas onde os problemas de insegurança alimentar podem ser mais latentes. Ainda, os autores enfatizam que entender os direitos individuais e coletivos e proporcionar o acesso aos alimentos são primordiais para desenvolver políticas para mitigar a insegurança alimentar e reduzir a vulnerabilidade.

Sabe-se que não há controle sob as ameaças, as quais têm se intensificado com as mudanças climáticas. Porém, há como diminuir o outro componente do risco que é a vulnerabilidade da população. No que concerne à segurança alimentar e nutricional, os desastres causam grandes impactos, sejam eles no próprio cultivo ou nas etapas posteriores como os aspectos econômicos, de transporte e de armazenamento. Ainda, os desastres também contribuem para o aumento da vulnerabilidade da população, quando compromete serviços essenciais.

Reduzir a vulnerabilidade antes do desastre ocorrer, ou seja, na etapa preventiva ("pré desastre), é primordial para fortalecer a resiliência das comunidades, de forma que essas possuam estruturas para lidar com os impactos. Investir em culturas tolerantes a secas e inundações, bem como na diversificação dos cultivos, auxilia os agricultores a manter sua renda apesar das mudanças que venham a ocorrer. É necessário que haja uma cooperação entre os países para ajudar os mais pobres e mais expostos a eventos adversos, compartilhando experiências, a fim de assegurar a segurança alimentar.

A RRD deve ser incorporada sistematicamente no desenvolvimento de planos relacionados ao setor agropecuário, principalmente nos países mais pobres, os quais dependem mais dessa atividade. A integração da RRD e a agricultura também propiciará que na fase "pósdesastre", as estratégias estabelecidas consigam criar resiliência para impactos futuros.

Além disso, a conexão entre RRD e ações de adaptação frente as mudanças climáticas não afetará apenas a segurança alimentar, mas pode contribuir para soluções que gerem benefícios para o meio ambiente, nutrição e saúde. Isso requer um diálogo multidisciplinar entre essas áreas, a fim de traçar planos e metas, incluindo a população de forma participativa e integrativa.

A RRD precisa ser incorporada nos planejamentos de todas as áreas, pois os impactos são sentidos indireta ou diretamente. Em relação a agricultura, é necessário não somente considerar aspectos tecnológicos para construir resiliência, mas pensar em meios de subsistência e construir sistemas alimentares que promovam melhorias em nutrição, como o acesso a dietas saudáveis e sustentáveis.

#### Conclusão

Ao longo do artigo foi enfatizada a ligação existente entre a RRD e a segurança alimentar. Os desastres relacionados com fenômenos naturais tem sido um entrave para alcançar o desenvolvimento sustentável e o combate à fome.

Com o crescimento populacional, a preocupação com a segurança alimentar frente aos danos e perdas causadas pelos desastres tem sido uma pauta nas discussões mundiais e uma preocupação aos países atingidos.

O assunto tem sido abordado em documentos oficiais elaborados por órgãos como a FAO e comissões como a Comissão Europeia no que concerne a ajuda humanitária. Cabe citar também a Iniciativa América Latina e Caribe Sem Fome 2025, que busca contribuir para a Segurança Alimentar e Nutricional (SAN), auxiliando tecnicamente países parceiros. Ressalta-se a articulação e cooperação entre países para auxiliar aqueles mais vulneráveis que são atingidos pelos desastres e tem sua segurança alimentar comprometida.

Observou-se na presente pesquisa o que as nações têm feito no sentido de adaptar suas formas de cultivo e de criação de animais e demais técnicas que visam a manutenção da segurança alimentar frente aos desastres que surgiram e possam vir a se manifestar. Tal estudo é de grande relevância tendo em vista a urgência que demanda esse tema e suas implicações na sociedade como um todo, com o objetivo de compreender o que já tem sido feito e como pode ser aplicado em outras regiões de maneira adaptada à realidade local.

Ações e projetos têm sido desenvolvidos nos mais diversos locais. Têm sido elaboradas estratégias governamentais, por meio da criação de seguros por exemplo, como no caso de Bihar, na Índia, ou ainda a criação da Estratégia de Adaptação às Mudanças Climáticas, na África Austral. Também foram desenvolvidos programas como o caso do Programa-Quadro de Redução de Riscos de Calamidades para a Segurança Alimentar e Nutricional e o treinamento realizado na aldeia indígena Paruíma, ambos realizados pela FAO.

Destaca-se ainda a procura por cultivos tolerantes, buscando além de garantir a segurança alimentar, também produzir de forma sustentável e eficaz, como o caso do cultivo de algumas variedades de arroz tolerantes à seca e às inundações.

Portanto, visto ao longo da pesquisa a relação existente entre a RRD e a segurança alimentar, conclui-se que é imprescindível uma visão sistêmica. Dessa forma, a tentativa de resolução ou mitigação dos entraves que surgem, podem ser integrados entre diversos setores, inclusive a sociedade civil, sabendo que, quanto maior a representatividade, maior a possibilidade de sucesso na aplicação do planejamento e da gestão territorial.

Diante do cenário de mudanças climáticas que estamos enfrentando, a adaptação e a resiliência são dois conceitos principais. Focando na RRD também estamos contribuindo para a segurança alimentar.

#### Referências

Alam, G. M., Alam, K., Mushtaq, S., Sarker, M. N. I. and Hossain, M. (2020). Hazards, food insecurity and human displacement in rural riverine Bangladesh: Implications for policy. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 43, 101364.

- BBC. (2019). A staple food to withstand disaster. Protocolo disponível: http://www.bbc.com/future/bespoke/follow-the-food/a-staple-food-to-withstand-disaster/ [Dezembro de 2019].
- Berlato, M. A. e Fontana, D. C. (1998). El niño e a agricultura da região Sul do Brasil. EMBRAPA Trigo, Passo Fundo. Protocolo disponível: http://www.cnpt.embrapa.br/pesquisa/agromet/agromet/elninolanina/elnino2.pdf [Março de 2021].
- BRASIL. LEI Nº 11.346, DE 15 DE SETEMBRO DE 2006.

  Cria o Sistema Nacional de Segurança Alimentar
  e Nutricional SISAN com vistas em assegurar o
  direito humano à alimentação adequada e dá outras
  providências. Protocolo disponível: http://www.
  planalto.gov.br/ccivil\_03/\_Ato2004-2006/2006/Lei/
  L11346.htm [Dezembro de 2019].
- Cardona, O. D. (2013). The need for rethinking the concepts of vulnerability and risk from a holistic perspective: a necessary review and criticism for effective risk management. In *Mapping vulnerability*, Routledge, 56-70.
- CPTEC/INPE CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS. *El Niño e La Niña*. Protocolo disponível: http://enos.cptec.inpe.br/. [Março de 2021].
- CRED CENTRE FOR RESEARCH ON THE EPIDEMIOLOGY OF DISASTERS (2019). Natural disasters in 2018: an opportunity to prepare. Protocolo disponível: https://www.cred.be/natural-disasters-2018 [Março de 2021].
- Del Ninno, C., Dorosh, P. A. and Smith, L. C. (2003). Public policy, markets and household coping strategies in Bangladesh: Avoiding a food security crisis following the 1998 floods. *World development*, 31(7), 1221-1238.
- FAO FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATION (2016). América Latina e Caribe se empenham para reduzir o risco de desastres na agricultura e na segurança alimentar. Protocolo disponível: http://www.fao.org/americas/noticias/ver/pt/c/418138 [Dezembro de 2019].
- FAO FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (2015). The Impact of Natural Hazards and Disasters on Agriculture and Food Security and Nutrition: A Call for Action to Build Resilient Livelihoods. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Protocolo disponível: http://www.fao.org/3/a-i5128e.pdf [Março de 2020].
- FAO FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (2014). Redução de Risco de Calamidades para a Segurança Alimentar e Nutricional: Práticas Fundamentais para Implementadores de RRC. Protocolo disponível: http://www.fao.org/3/a-i3775o.pdf [Dezembro de 2019].

- FAO FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (2013). Resilient livelihoods: DRR for Food and Nutrition Security. Protocolo disponível em: http://www.fao.org/docrep/015/i2540e/i2540e00.pdf [Dezembro de 2019]
- FAO FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (2011). Short-cycle crops to mitigate the risk of disaster by floods and cyclones. Protocolo disponível: https://www.preventionweb.net/publications/view/21188 [Dezembro de 2019]
- FAO FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (201-). *Iniciativa América Latina e Caribe sem Fome 2025*. Protocolo disponível: http://www.fao.org/in-action/programa-brasil-fao/proyectos/america-latina-caribe/pt/ [Dezembro de 2019].
- He, X., Estes, L., Konar, M., Tian, D., Anghileri, D., Baylis, K., ... and Sheffield, J. (2019). Integrated approaches to understanding and reducing drought impact on food security across scales. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 40, 43-54.
- IPCC (2018). Summary for Policymakers. Global Warming of 1.5°C. In: Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (eds.), An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty (32 p).
- IWMI (2019). India: Fine-tuning flood risk management.

  Protocolo Disponível: http://www.iwmi.cgiar.
  org/2019/02/fine-tuning-flood-risk-management/
  [Dezembro de 2019]
- Lobell, D. B., Hammer, G. L., Chenu, K., Zheng, B., McLean, G. and Chapman, S. C. (2015). The shifting influence of drought and heat stress for crops in northeast Australia. *Global change biology*, 21(11), 4115-4127.
- Manyena, S. B (2006). The concept of resilience revisited. *Disasters*, 30 (4), 434-450.
- NAÇÕES UNIDAS BRASIL (2015). *Transformando nosso mundo:* a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. 2015. Protocolo disponível: https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/ [Dezembro de 2019].
- NAÇÕES UNIDAS BRASIL (2017). Países de América Latina e Caribe criam estratégia para enfrentar risco de desastres. Protocolo disponível: https://nacoesunidas.org/paises-de-america-latina-e-

- caribe-criam-estrategia-para-enfrentar-risco-de-desastres/ [Dezembro de 2019].
- OCHA THE UNITED NATIONS OFFICE FOR THE COORDINATION OF HUMANITARIAN AFFAIRS (2021). Why the climate crisis is a humanitarian emergency. Protocolo disponível: https://unocha.exposure.co/why-the-climate-crisis-is-a-humanitarian-emergency [Março de 2021].
- ONU ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (2018). FAO prepara comunidade indígena na Guiana para lidar com mudanças climáticas. Protocolo disponível: https://nacoesunidas.org/fao-prepara-comunidade-indigena-na-guiana-para-lidar-com-mudancas-climaticas/ [Dezembro de 2019].
- ONU ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (2015). Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Protocolo disponível: https://nacoesunidas.org/wp-content/uploads/2015/10/agenda2030-pt-br.pdf [Dezembro de 2019].
- Sam, A. S., Kumar, R., Kächele, H. and Müller, K. (2017). Vulnerabilities to flood hazards among rural households in India. *Natural hazards*, 88(2), 1133-1153.
- Stephenson, D. C. (2008). *Definition, diagnosis, and origin of extreme weather and climate events*. Protocolo disponível: http://empslocal.ex.ac.uk/people/staff/dbs202/publications/2008/extremes.pdf [Março de 2021].
- THE CONVERSATION (2019). Climate explained: how climate change will affect food production and security. Dec.

- 2019. Protocolo disponível: https://theconversation.com/climate-explained-how-climate-change-will-affect-food-production-and-security-128106 [Dezembro de 2019].
- Tirivangasi, H. M. (2018). Regional disaster risk management strategies for food security: Probing Southern African Development Community channels for influencing national policy. Jàmbá: *Journal of Disaster Risk Studies*, 10(1), 1-7.
- UNISDR UNITED NATIONS INTERNATIONAL STRATEGY FOR DISASTER REDUCTION (2015). Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015 2030 [Dezembro de 2019].
- UNISDR UNITED NATIONS INTERNATIONAL STRATEGY FOR DISASTER REDUCTION (2009). 2009 UNISDR Terminology on disaster risk reduction. Geneva, Switzerland: UNISDR [Dezembro de 2019].
- UNISDR UNITED NATIONS INTERNATIONAL STRATEGY FOR DISASTER RISK REDUCTION (2005) Hyogo Framework for 2005-2015: Building the Resilience of Nations and Communities to Disasters [Março de 2021].
- WFP (2011). WFP policy on disaster risk reduction and management: building food security and resilience. (Trabalho original publicado em [2011]).
- WORLD HEALTH ORGANIZATION (2018). The state of food security and nutrition in the world 2018: building climate resilience for food security and nutrition. Food & Agriculture Org.

## territorium 29 (I), 2022, 149-160



journal homepage: https://territorium.riscos.pt/numeros-publicados/ DOI: https://doi.org/10.14195/1647-7723 29-1 13



#### CIBERSEGURANÇA NA AVIAÇÃO CIVIL BRASILEIRA (2016 - 2019)\*

CYBERSECURITY IN BRAZILIAN CIVIL AVIATION (2016-2019)

Gisela Biacchi Emanuelli

Agência Nacional de Aviação Civil (Brasil) ORCID 0000-0001-5793-753X giselabiacchi@gmail.com

#### **RESUMO**

Este texto tem o objetivo de constatar ações de segurança cibernética na proteção da aviação civil brasileira desde o encaminhamento da Resolução A39-19 da Organização da Aviação Civil Internacional (OACI) em 30 de maio de 2016 até 2019. Vale-se de estudo de caso e análise bibliográfica, documental e legislativa. Como resultado da pesquisa, constatase o equilíbrio entre as políticas recomendadas pela OACI e as medidas conduzidas pelo Brasil por meio do Gabinete de Segurança Institucional (GSI) e da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC). Além disso, observa-se que o Brasil se antecipou às recomendações internacionais ao elaborar o Planejamento Estratégico 2015-2019 da ANAC. Por fim, conclui-se que a segurança cibernética será uma realidade em permanente evolução, dependente de ações concertadas de todos os atores do ecossistema da aviação civil e do poder público em direção ao cumprimento das orientações da Política e da Estratégia Nacional de Defesa e da segurança do Estado brasileiro.

Palavras-chave: Ataques cibernéticos, interferência ilícita, segurança na aviação, OACI.

#### **ABSTRACT**

This text aims to support cybersecurity actions in the protection of Brazilian civil aviation since the submission of Resolution A39-19 of the International Civil Aviation Organization (ICAO) on May 30, 2016, until 2019. It uses a case study and a literature, documentary, and legislative analysis. As a result of the analysis, there is a balance between the policies recommended by ICAO and the measures adopted by Brazil through the Institutional Security Office (GSI) and the National Civil Aviation Agency (ANAC). Also, it is worthy of note that Brazil anticipated international recommendations when preparing the ANAC Strategic Planning 2015-2019 document. Finally, we conclude that cybersecurity will be a permanently evolving situation, dependent on concerted actions by all the actors in the civil aviation ecosystem and the public authorities towards complying with the guidelines of the National Defence Policy and Strategy and the security of the Brazilian State.

Keywords: Cyber-attacks, unlawful interference, aviation security, ICAO.

O texto desta nota foi apresentado em conclusão do Curso de Altos Estudos em Defesa (CAED) da Escola Superior de Guerra (ESG), campus Brasília, Brasil, 2019, tendo sido submetido em 02-03-2020, sujeito a revisão por pares a 24-03-2020 e aceite para publicação em 19-07-2020.

#### Introdução

O transporte aéreo civil brasileiro apresenta números robustos. Entre 2002 e 2016 as companhias nacionais transportaram um bilhão de passageiros. Em apenas um dia, o Brasil leva, de um lugar ao outro, 263 mil pessoas. É a segunda nação em número de aeroportos, com 2.463 aeródromos registrados na Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC). A categoria gera 6,4 milhões de empregos no País, de acordo com os dados da Associação Brasileira das Empresas Aéreas (ABEAR, 2019).

Em 1947, quando foi fundada a Organização da Aviação Civil Internacional (OACI), os objetivos declarados pelos países-membros visavam evitar abusos na aviação que pudessem atentar contra a segurança ou a paz mundial, estabelecer uma base de igualdade de oportunidades no serviço do transporte aéreo e propiciar a exploração eficaz e econômica do setor (BRASIL, 1946). Na realidade, é possível entender que os países, então, voltavam-se ao mercado competitivo que alvorecia.

Atualmente, novos conteúdos desafiam a atividade aérea em um contexto de envergadura global em que as operações se entrelaçam, sobretudo, em ambiente cibernético. No portal da OACI estão explicitados seus atuais cinco objetivos estratégicos: desenvolvimento econômico, capacidade e eficiência da navegação, segurança operacional, segurança contra atos de interferência ilícita e facilitação e proteção ambiental (ICAO, 2019). Percebe-se que os dois últimos são desdobramentos de um processo evolutivo do setor e da sociedade em si, haja vista que, em 1944 aeroportos não eram percebidos como fontes de disrupção.

Neste trabalho, foca-se na cibersegurança como meio de proteção dessa infraestrutura crítica. Fundamenta-se na Resolução A39-19 da Assembleia da OACI, de maio de 2016, que convoca a comunidade da aviação civil a implementar ações para entender e debelar ameaças cibernéticas contra os sistemas e os dados da aviação civil, impelindo os países a trabalharem colaborativamente no desenvolvimento de um protocolo para enfrentar desafios da cibersegurança (ICAO, 2016).

Alicerça-se também na Política Nacional de Defesa (PND), na medida em que o objetivo nacional de garantir a soberania, o patrimônio nacional e a integridade territorial é ameaçado pelo risco cibernético, atingindo o exercício da autoridade do Estado (BRASIL, 2016a, p. 12). Embasa-se na contribuição para a percepção de um estado de segurança nacional, livre de pressões e ameaças de qualquer natureza, nos termos daquela Política (id., p. 5) e de aprestamento das infraestruturas críticas disponíveis, de acordo com a Ação Estratégica de Defesa de coordenar com órgãos da Administração Pública o atendimento aos requisitos necessários para a otimização da capacidade de mobilização nacional (BRASIL, 2016b, p. 35).

A manutenção de ótimos resultados sobre a segurança no setor é um constante compromisso dos Estados-membro. Ações de detecção e neutralização de atos de interferência ilícita (AVSEC) se sofisticaram desde a criação da OACI e, atualmente, identificar e combater atos cibernéticos de interferência ilícita é o mais novo desafio. Nesse sentido, a Assembleia da OACI elencou onze propósitos contra ameaças cibernéticas que orientam Estados e operadores.

Por isso, o presente estudo justifica-se na medida em que o Brasil é um dos fundadores da OACI, participando ativamente na Organização e sendo eleito sucessivamente para o Grupo I do Conselho da OACI: o Grupo de Importância Principal no transporte aéreo (BRASIL, 2016). Para o triênio 2016-2019 foram eleitos ao citado Grupo, que pertence ao Conselho permanente da OACI, os seguintes países: Alemanha, Austrália, Brasil, Canadá, China, Estados Unidos, França, Itália, Japão, Reino Unido e Rússia. Sobre a pauta da segurança cibernética, o Brasil é membro do grupo de estudos da OACI voltado à cibersegurança, o Grupo de Estudos do Secretariado sobre Cibersegurança.

O objetivo geral deste trabalho é averiguar ações de cibersegurança na proteção da aviação civil brasileira desde a publicação daquela Resolução.

Como hipótese, assume-se que as orientações da OACI contribuíram para o Brasil adotar medidas de cibersegurança na aviação civil entre os anos de 2016 e 2019, tendo em conta a sua natureza jurídica de soft law. Segundo Portela (2011, p. 83-4), atos de organizações internacionais não obrigatórios oferecem soluções rápidas para problemas comuns entre sujeitos de Direito Internacional e, embora não tenham a força cogente de uma norma, enunciados de soft law são cumpridos em nome do interesse conjunto de harmonizar dado tema.

Trata-se de um estudo de caso, que se vale de pesquisa bibliográfica, documental e legislativa com o objetivo de averiguar a promoção de ações no Brasil posteriores à citada Resolução. A revisão de literatura indica que o assunto tem levado estudiosos a refletirem sobre segurança cibernética na aviação civil, entretanto, é um campo relativamente novo.

O período exploratório concentra-se entre os anos de 2016, quando foi editada a Resolução, e 2019, período de conclusão da fase de coleta de material para a pesquisa realizada.

Para melhor compreensão do assunto, dividiu-se o trabalho em três partes, conforme os objetivos específicos. Na primeira, buscar-se-á contextualizar a criação da OACI, destacar seus objetivos originais e esclarecer o elemento marcante do tópico que é extremar os conceitos de segurança contra atos de interferência ilícita (security) e atos contra a segurança operacional (safety). Na segunda parte, serão abordadas a segurança contra atos ilícitos e,

especialmente, a política de cibersegurança conduzida pela OACI. Ao final, discorre-se sobre políticas adotadas pelo Brasil para o enfrentamento do risco cibernético na aviação civil brasileira, desencadeadas pela Resolução da OACI em consonância com o objetivo de segurança e defesa nacionais.

#### A Convenção de Chicago e o tema da segurança

A OACI é uma agência especializada da Organização das Nações Unidas (ONU), criada sob os escombros da Segunda Guerra Mundial.

No portal da Organização lê-se que a OACI nasceu pela Convenção de Chicago em 1944, quando delegados de 54 países estiveram reunidos em uma conferência, na qual 32 — entre eles Brasil — firmaram o compromisso de assegurar a cooperação e o mais alto grau de uniformidade regulatória e organizacional em assuntos de aviação civil. Segundo o que consta no sítio, o resultado mais significativo da Conferência foi técnico:

"[...] porque a Conferência lançou sua fundação em um conjunto de regras e regulamentos referentes à navegação aérea como um todo, o que trouxe à segurança em voo um grande passo adiante e pavimentou o caminho para a adoção de um sistema comum de navegação aérea para todo o mundo" (ICAO, ..., 2019, tradução nossa).

Esse avanço técnico abrangeu treinamento de pessoal, sistema de comunicação, regras e controle de tráfego, certificações em aeronavegabilidade e registro de operadores, cartas e meteorologia (ibid.). As questões de segurança à época referiam-se à operação aérea e eram dirigidas às certificações de equipamentos e pessoal. Objetivava a manutenção de poder soberano e ao cumprimento de padronizações operacionais que permitissem a construção da rede aérea internacional que se estruturava. O término da Segunda Grande Guerra pressionou o mercado a absorver os excedentes de aviões sem emprego e a usar a infraestrutura estabelecida para as operações de beligerância (Portilho, 2015, p. 23).

Nesse cenário, o conceito de segurança pretendido para a aviação civil estava significativamente voltado para o que se considera Safety, isto é, o aspecto de segurança que visa mitigar acidentes e incidentes aeronáuticos. É reconhecidamente assim entendido quando relacionado ao gerenciamento da segurança operacional "fruto de uma cultura de segurança que é continuamente formada dentro de uma organização em que todos os riscos às operações são conhecidos, avaliados e devidamente reduzidos" (BRASIL, [200-]a). Para a ANAC a segurança operacional é o "estado no qual o risco de lesões a pessoas ou danos a bens se reduzem e se mantêm em um nível aceitável ou abaixo deste, por meio de um processo contínuo de identificação de perigos e gerenciamento de riscos" (BRASIL, [200-]b).

No que concerne à *Safety*, a Convenção de Chicago recebeu o Anexo 19 adotado em 2013, e sua segunda e atual reedição ultimou-se em 2016. Esse dado reforça que as questões de *Safety* representam um componente de base da OACI com presença desde a origem e merecendo atualização tardia.

Contudo, a ideia de segurança na aviação se desdobra ainda no que se denomina *Security*. Nesse caso, segurança tem a ver com medidas contra atos de interferência ilícita ou *aviation security* (AVSEC). Esse entendimento precisou ser incorporado à convenção da OACI no "calor" da onda terrorista das décadas de 1960-70.

O tratado internacional de 1944 não contemplou segurança contra atos de interferência ilícita na oportunidade da criação da OACI. Esse assunto seria objeto de um anexo à convenção em 1975, quando a Assembleia aprovou o Annex 17 to the Convention on International Civil Aviation. Security, Safeguarding International Civil Aviation Against Acts of Unlawful Interference.

O documento sofreu dez reedições. Somente a partir da nona, em 2011, houve menção a ameaças cibernéticas.

Diante disso, constata-se que AVSEC tornou-se, com o tempo, assunto prioritário e recorrente, que demanda renovadas inserções no Anexo 17 da Convenção, dada a evolução das possíveis ameaças.

Segundo as definições desse documento, entendese por Security a salvaguarda da aviação civil contra interferências ilícitas, obtida pela combinação de medidas e recursos materiais e humanos (ICAO, 2017, p. 16). Essas interferências são atos consumados ou tentados que põem em risco a segurança da aviação civil, tais como, apreensão ilegal de uma aeronave, destruição de uma aeronave em serviço, sequestro a bordo de aeronave ou de aeródromo, invasão a bordo de aeronave ou de aeródromo, uso de aeronave em serviço para causar morte, lesões graves e danos ao patrimônio ou ao meio ambiente, comunicação de falsa informação que ameace a segurança de uma aeronave em voo ou aterrissada, dos passageiros, da tripulação, do pessoal de pista ou do público em geral no sítio aeroportuário (id., p. 15, tradução nossa).

Diante desse rol não exaustivo de ameaças, em uma interpretação *lato sensu*, a interferência cibernética pode alcançar diversos elementos no âmbito da aviação civil, podendo redundar em ameaça à segurança e tipificar um ato de interferência ilícita.

Para cumprir o princípio de que todo Estado tem o objetivo primordial de garantir a segurança do passageiro e de todos os envolvidos na operação, seja a bordo, seja no pátio (id., p. 19), a OACI recomendou que se estabelecessem e implementassem regulação, práticas e procedimentos para salvaguarda da aviação civil capazes de responder, de imediato, a qualquer ameaça iminente à segurança (*ibid.*).

Nesse aspecto, a Organização aconselha, no capítulo 4.9 *Measures relating to cyber threats* do Anexo 17, que os Estados assegurem a operadores e entidades do setor aéreo a possibilidade de identificarem as informações críticas e os sistemas de comunicação e de dados usados na aviação civil e, conforme a avaliação de risco, desenvolver e efetivar medidas apropriadas para protegê-los contra interferência ilícita (id., p. 29).

Em consequência, recomenda a OACI que essa proteção inclua segurança em projetos, segurança na cadeia de fornecimento de suprimentos, proteção e limitação de qualquer capacidade de acesso remoto e, de acordo com a avaliação das autoridades nacionais, proteção a qualquer outra estrutura crítica que possa sofrer risco (*ibid*.).

A preocupação do setor em proteger infraestruturas críticas contra atos de interferência ilícita cibernéticos vem crescendo e provocando debates sobre possíveis ações frente à perspectiva de ameaças desconhecidas perpetradas no ambiente da rede mundial de computadores. No próximo item será abordada a construção de rumos a partir do conceito de segurança e de segurança contra atos ilícitos, para a adoção de medidas de cibersegurança.

#### Segurança, cibersegurança e direcionamentos iniciais

Na visão de Buzan (2012, p. 37) segurança é um conceito hifenizado por vir acompanhado de adjetivações. É conceito que transbordou o setor militar e alcançou aspectos sociais, econômicos, ambientais, de saúde, desenvolvimento e gênero (id., p. 39). Por fim, segurança para Buzan, está inextrincavelmente ligada à dinâmica de ameaças, perigos e urgências.

Em sua obra, o professor britânico refere que os estudiosos lograram ampliar o conceito de segurança internacional com o passar do tempo (id. *passim*).

Nesse sentido, a Assembleia Geral da ONU aprovou a Resolução n.º 44/118 de 15 de novembro de 1989, que trata dos avanços científicos e tecnológicos e sua repercussão na segurança internacional. Esse recorte do contexto de então, expõe o alargamento do espectro da segurança. O documento ressalta a preocupação das nações com o avanço tecnológico como uma categoria nova do sistema armamentista, causando efeito negativo no ambiente de segurança e que os países deveriam manter cuidadoso monitoramento sobre essas melhorias.

A Resolução estabeleceu o programa "Avanços científicos e tecnológicos e sua repercussão na segurança internacional", entretanto, embora essa ação exortasse o uso pacífico da tecnologia, dá indícios de que a humanidade se voltava para uma nova possível ameaça: a tecnológica. É sabido que o mundo está conectado em rede. Castells (2006) alega

que "as redes interativas de computadores estão crescendo exponencialmente, criando novas formas e canais de comunicação". Para o estudioso:

"Simultaneamente, as atividades criminosas e organizações ao estilo da máfia de todo o mundo também se tornaram globais e informacionais propiciando os meios para o encorajamento de hiperatividade mental e desejo proibido juntamente com toda e qualquer forma de negócio ilícito procurado pelas nossas sociedades, de armas sofisticadas a carne humana" (Castells, 2006, p. 40).

Ao que se percebe, as sugestões elencadas pela ONU, com alguma adaptação, podem ser trazidas para a realidade do século XXI, na qual certas ameaças são efetivamente comuns e não tradicionais em um contexto difuso, como o terrorismo e os ataques cibernéticos.

O espaço cibernético também condiciona o setor aéreo. É de conhecimento que compras de passagens e reservas de assentos, eleição de serviços acessórios e procedimento de embarque, por exemplo, são realizados por meio da rede mundial de computadores. Além disso, os sistemas operacionais e de segurança estão impactados pela cibernética. Ora, assim como a web, esse setor funciona em uma rede mundial de operações e conexões de voos, criando interdependência de magnitude global.

Considerando a tessitura que condiciona esse campo, qualquer perturbação contra a segurança afeta o desfecho de uma operação. Por esse motivo, a vulnerabilidade no sistema global da aviação tornou-se foco de atenção da OACI, sendo a cibersegurança a mais nova fronteira de enfrentamento dos países partes.

Cibersegurança na aviação civil envolve a proteção, a prevenção, a detecção e a resposta a ataques cibernéticos contra a infraestrutura crítica do sistema de aviação civil. De acordo com a European Authority Aviation Safety (EASA):

"No contexto da certificação de aeronaves, a segurança cibernética é comumente entendida como a proteção dos sistemas de informação da aviação contra interações eletrônicas intencionais não autorizadas (IUEI) e os meios para mitigar suas consequências na segurança. Os sistemas e pecas de aeronaves estão cada vez mais conectados e essas interconexões são suscetíveis a ameaças à segurança. Essas ameaças têm o potencial de afetar a aeronavegabilidade de uma aeronave devido ao acesso, uso, divulgação, negação, interrupção, modificação ou destruição não autorizada de informações eletrônicas ou interfaces do sistema eletrônico da aeronave. As ameaças mencionadas não incluem ataques físicos" (EASA, 2019, p. 4, tradução nossa).

Como descrito no Livro Verde: Segurança Cibernética no Brasil, segurança cibernética é um conceito em construção, porém entende-se que "compreende aspectos e atitudes tanto de prevenção quanto de repressão" (BRASIL, 2010, p. 19). De início, seria "a arte de assegurar a existência e a continuidade da Sociedade da Informação de uma Nação, garantindo e protegendo, no Espaço Cibernético, seus ativos de informação e suas infraestruturas críticas" (ibid.). Conclui-se que "a proteção efetiva das infraestruturas críticas requer, comunicação em escala mundial, coordenação e cooperação entre todas as partes interessadas" (id., p. 20).

Dada essa necessidade envolvendo o contexto internacional, em 2014, a OACI lançou o Plano de Ação em Cibersegurança da Aviação Civil (Civil Aviation Cybersecurity Action Plan), no qual os países participantes reconhecem a premência de trabalharem juntos para fortalecer a proteção do sistema contra ataques cibernéticos e unem esforços para se preparar contra os desafios futuros provocados por atos de interferência ilícita cibernéticos (ICAO, 2014, p.1), entre outros compromissos. O documento traça um programa de metas de curto, médio e longo prazos com 11 objetivos a serem atendidos pelos países.

Em 2016, reunido na 39ª sessão da Assembleia da OACI, o Conselho da Organização propôs o assunto da cibersegurança na aviação civil. Então, aos países foram convidados a adotar a minuta da Resolução que endereça a Cibersegurança na Aviação Civil (ICAO, 2016, p.1.) sobre política da segurança da aviação, com o fundamento de que a proteção e a resiliência dos sistemas afetos à aviação civil somente avançarão se houver trabalho colaborativo, harmônico e global.

A Resolução, por sua vez, salienta que ameaças impostas por incidentes cibernéticos evoluem rápida e continuamente, perpetradores de ameaças estão motivados a causar danos aos negócios, furtar dados e informações por propósitos políticos, financeiros, entre outros. Ademais, destaca que ameaças podem facilmente evoluir para risco concreto contra o sistema crítico da aviação civil no mundo (ibid, p. 3). Diante disso, encoraja os estados e a indústria a adotar as seguintes medidas de segurança cibernética:

- a) Identificar ameaças e riscos cibernéticos à operação da aviação civil e seu sistema crítico, bem como suas consequências;
- b) Definir as responsabilidades das agências e da indústria;
- Encorajar o desenvolvimento de um entendimento comum sobre riscos e ameaças cibernéticas e um critério comum que determine a criticidade de ativos e sistemas que precisam ser protegidos;
- d) Alentar a coordenação entre governo e indústria em relação às estratégias, políticas e planos e de

- cibersegurança, assim como, a troca de informações para identificar vulnerabilidades críticas;
- e) Desenvolver parceria e mecanismos entre governo e indústria, nacional e internacionalmente, para troca de informação sobre risco cibernético;
- f) Adotar com base em entendimento comum, abordagem resiliente e baseada em risco para proteger os sistemas críticos da aviação por meio de implementação de sistema de administração de cibersegurança;
- g) Incentivar robusta cultura em cibersegurança nas agências reguladoras e no setor de aviação;
- Estabelecer consequências legais contra a prática atividades que explorem vulnerabilidades cibernéticas que comprometam a segurança da aviação;
- Promover o desenvolvimento e a adoção de padrões internacionais, estratégias e boas práticas para a proteção de informações críticas e sistemas de comunicação usados na aviação civil contra a interferência que possa ameaçar a segurança do setor;
- j) Estabelecer políticas e destinar recursos para garantir que os sistemas críticos da aviação civil: tenham arquitetura segura, sejam resilientes, adotem métodos de transferência de dados seguros, certifiquem integridade e confidencialidade, afiancem monitoramento de sistema e detecção de incidentes e desencadeiem análise forense desses incidentes; e
- k) Colaborar com o desenvolvimento da estrutura de cibersegurança da OACI, numa abordagem horizontal e transversal envolvendo navegação aérea, comunicação, vigilância, operação aérea, aeronavegabilidade e outras disciplinas. (id., p. 3 - 4, tradução nossa).

No ano seguinte, os países reuniram-se em Dubai para participar de uma cúpula sobre cibersegurança na aviação civil. O encontro resultou na Declaração sobre Cibersegurança na Aviação Civil (*Declaration on Cybersecurity in Civil Aviantion*), que ratificou os termos da Resolução A39-19 e enfatizou a importância e a urgência em proteger a infraestrutura crítica e os dados da aviação civil contra ciberameaças (ICAO, 2017, p. 1).

No ano de 2018, em Bucareste, a Organização reconheceu ser necessário desenvolver uma estrutura de cibersegurança a mais ampla possível, incentivando a cooperação regional para definir estratégias comuns, expedindo recomendações aos Estados e à indústria (ICAO, 2018, p. 2). Em novembro deste mesmo ano, ocorreu a segunda conferência de alto nível da OACI sobre segurança da aviação (Second High-Level Conference on Aviation Security - HLCAS/2). Os países concordaram que esse é assunto a ser tratado em nível doméstico e em escala mundial, porque ataques cibernéticos podem acometer o controle do tráfego, as aeronaves e os aeroportos (id., p. 15).

Para tanto, a OACI incentivou o desenvolvimento de uma Estratégia Global de Cibersegurança e a manutenção do painel de discussão sobre a matéria. Em consequência, instituiu-se o Grupo de Estudos do Secretariado sobre Cibersegurança (SSGC) dedicado a estabelecer ações a serem adotadas de forma transversal, horizontal e colaborativa pelos Estados e pelas partes interessadas do sistema aéreo, para se contrapor a ameaças cibernéticas (ICAO, ca. 2018).

O SSGC é o ponto focal dos trabalhos desenvolvidos no sistema da OACI, definindo as áreas que devem ser consideradas pelos grupos de trabalho. Além disso, o Grupo ocupa-se de revisar os anexos e consolidar em um só documento padrões e práticas recomendadas (SARPS) sobre cibersegurança existentes. Está, igualmente, imbuído de encorajar o desenvolvimento da parceria entre governos e indústrias, no espaço doméstico e internacional, para a troca sistemática de informações sobre ameaças cibernéticas, incidentes, tendências e esforços de mitigação.

A estrutura do Secretariado compõe-se de representantes de 20 países e 13 organizações internacionais e seu produto mais importante é o desenvolvimento de uma estratégia de cibersegurança global (ICAO, 2019, p. 2).

Ao que se percebe desse resumo histórico, a cibersegurança é assunto relativamente recente sobre o qual a aviação civil começa a se debruçar.

A comunidade internacional entende a importância e premência de se dedicar ao assunto. Um exemplo é a 40ª Assembleia da OACI, realizada entre os dias 24 de setembro a 04 de outubro de 2019, com desdobramentos da Resolução A39-19.

No item 12 da Agenda do Comitê Executivo encontrase apresentação do Trabalho sobre Estratégia de Cibersegurança da OACI (*Working Paper ICAO Cibersecurity Strategy*) que, em seu anexo, traz uma nova versão da Resolução e encaminha um estudo holístico sobre a estratégia da OACI em cibersegurança, que:

"[...] assinala sua urgência e importância, inclui emenda à Resolução A39-19 Endereçando a Cibersegurança na Aviação Civil, apoiando sua implementação pelos Estados Membros. A Estratégia está construída sobre a visão da OACI de uma cibersegurança global - onde o setor da aviação deve ser resiliente a ataques cibernéticos e manter-se globalmente a salvo e confiável, enquanto cresce e inova continuamente. Será necessário apoio por planos de ação para ser desenvolvida com mecanismos apropriados. A Estratégia é o resultado de deliberações do Grupo de Estudos do Secretariado sobre Cibersegurança" (ICAO, 2019, p. 1, tradução nossa).

De acordo com o documento, a estratégia de cibersegurança está alinhada com os padrões de safety e security e sublinha a importância de se reconhecer a cibersegurança como um tema transversal que envolve todos os domínios do setor da aviação (id., p. 7). Objetiva a proteção contra ameaças que possam afetar não só a segurança, mas também a confiabilidade no sistema transporte aéreo, a continuidade dos serviços, o reconhecimento pelos Estados da obrigação de garantir segurança frente a ameaças cibernéticas e a coordenação das autoridades de cada Estado para administrar os riscos em cibersegurança (id., p. 2 - 3).

O Anexo ao Working Paper, por sua vez, apresenta as emendas às recomendações estabelecidas na Resolução A39-19; defende que as ameaças cibernéticas podem afetar uma gama de áreas, espalhando-se rapidamente e perfilha: "cibersegurança da aviação civil deve ser harmonizada em nível global, nacional e regional para promover uma coerência global e assegure total interoperabilidade de medidas de proteção e de sistemas de administração de riscos" (id., p. A-2, tradução nossa).

Outrossim, a questão recebeu contribuições dos participantes da 40.ª Assembleia. Com o prazo até 2 de agosto de 2019 para apresentação de *working papers*, a tabela a seguir mostra a participação nos debates sobre cibersegurança (TABELA I).

Percebe-se que se repetem pedidos de entendimento entre os diversos participantes do sistema, indo ao encontro das ações "c", "d" e "f" previstas na Resolução. No que tange ao Brasil, embora não tenha apresentado proposta sobre cibersegurança para a 40ª Assembleia, a coordenação entre autoridades já acontece e estruturase no âmbito da Agência Nacional de Aviação Civil e do Gabinete de Segurança Institucional da Presidência da República (GSI-PR), que congrega os debates em torno da segurança de infraestruturas críticas, como será visto na próxima seção.

#### Ações autóctones rumo à cibersegurança no setor aéreo

No Brasil, a ANAC é o órgão competente para regular e fiscalizar o setor da aviação civil. Segundo a lei n. 11.182/2005, que criou a Agência, compete a essa autarquia observar e implementar as orientações, diretrizes e políticas estabelecidas pelo governo federal, especialmente no que se refere à representação do Brasil em convenções, acordos, tratados e atos de transporte aéreo internacional com organizações internacionais de aviação civil (art. 3°, I), entre outras atribuições.

Nesse aspecto, padrões e recomendações emanados da OACI e assumidos pelo governo brasileiro são interpretados e normatizados por essa Agência. A adoção de medidas necessárias para a promoção das normas e recomendações internacionais de aviação civil observados

Table I - Working Papers sobre Cibersegurança para a 40° Assembleia da OACI.

Table I - Cybersecurity Working Papers for the 40th Triennial Assembly.

Participante	Documento	Síntese da contribuição	
Civil Air Navigation Services Organization (CANSO)	A40-WP/172	Criar anexo próprio e painel multidisciplinar para maior eficiência.	
International Coordinating Council of	A40-WP/219	Trabalhar o tema transversalmente com a Indústria e reconhecer	
Aerospace Industries Associations (ICCAIA)		a inadequação do SSGC.	
Emirados Árabes	A40-WP/221	Adotar mecanismo que abranja todos os domínios da aviação e	
Lilliados Alabes		estrutura multidisciplinar para o tema.	
Airport Council International (ACI)	A40-WP/243	Fazer abordagem holística e multidisciplinar, criando painel específico.	
Franca	A40-WP/283	Criar fórum específico com participação todos os domínios,	
França		coordenando debates entre Estado e Indústria.	
Nova Zelândia	A40-WP/295	Elaborar guia principiológico para evitar conflito com padrões	
NOVA Zelandia		nacionais de cibersegurança.	
Venezuela	A40-WP/348	Implementar rede de cibersegurança, criando o <i>Pontos de</i>	
Venezueta		Contacto em Cibersegurança (PoC).	
Venezuela	A40-WP/394	Elaborar guia de orientação dada a ausência de material e	
Venezuela		incapacidade do Anexo 17.	
	A40-WP/395	Incentivar cultura de cibersegurança.	
International Air Transport Association (IATA)		Investigar aspectos de cibersegurança em acidentes e incidentes.	
		Fortalecer contribuições entre os envolvidos no setor.	
Estados Unidos	A40-WP/427	Criar grupo técnico multidisciplinar e transversal.	

Fonte dos dados: Documentos de Trabalho apresentados até 02/09/2019 pelos participantes.

Data source: Working Papers presented by the participants up to 02/09/2019.

acordos, tratados e convenções internacionais de que o Brasil seja parte compõem seu rol de imputações legais (BRASIL, 2005). Também merece destaque a atribuição de deliberar, na esfera técnica, a interpretação das normas e recomendações internacionais relativas ao sistema de segurança de voo da aviação civil.

A ANAC tem como missão "garantir a todos os brasileiros a segurança e a excelência da aviação civil" (BRASIL, [2014?], p. 22). Para elaborar o planejamento estratégico vigente, a Agência questionou seus servidores sobre qual a probabilidade de, até 2025, ocorrer ato de interferência ilícita contra a aviação civil brasileira de, ao menos, média proporção. O Resultado foi a possibilidade de 40,24%, (id., p. 19), o que denota estar a Agência relativamente preparada para entregar à sociedade brasileira um serviço seguro.

Considerando a visão da ANAC de "ser uma autoridade de referência internacional na promoção da segurança e do desenvolvimento da aviação civil" (ibid., p. 22), ao traçar o plano estratégico, a Agência adotou como objetivo na perspectiva da sociedade a consolidação da confiança no serviço:

"[...] as atividades da Agência buscam promover o acesso amplo a um transporte aéreo de qualidade e com segurança para toda a comunidade aérea. [...] E, no quesito da segurança, as atividades se concentram entre os aspectos operacionais e as precauções contra atos de interferência ilícita. Ambos contribuem para o aumento da confiança dos usuários do sistema de aviação civil" (id., p. 29).

Igualmente elencou objetivos sob a perspectiva dos seus processos internos. Nesse caso, planejou otimizar o modelo de fiscalização nos diversos ramos da aviação civil: segurança operacional, segurança contra atos de interferência ilícita, prestação de serviço aos passageiros, entre outros, por meio de iniciativas de aprimoramento do modelo de controle de qualidade AVSEC (id. p. 32 e 49, passim).

Alinhado com o Plano Estratégico 2015-2019 da Agência, o Plano de Atuação Internacional, renovado anualmente desde 2017, reforça o objetivo estratégico voltado para a segurança. Tratando da intensa padronização do setor, menciona que:

"Na literatura especializada, existem evidências de que o nível de segurança do sistema de aviação civil de um determinado país seja determinado, dentre outros fatores, pelo grau de harmonização do marco regulatório desse país com os parâmetros normativos internacionais" (BRASIL, 2019b, p.11).

Para um transporte aéreo seguro, é necessário o "constante engajamento da autoridade de aviação civil brasileira nos fóruns técnicos internacionais" (ibid. p. 11). A agenda para a AVSEC no plano internacional encontra-se voltada, entre outros aspectos, à cibernética (id., p. 25).

Diante disso, pode-se constatar que há relativo atendimento pela ANAC de alguns dos objetivos da Resolução. Ao buscar robustecer a qualidade da segurança na aviação (AVSEC), está em consonância

com o propósito "i", de desenvolver e implementar as melhores práticas na proteção de sistemas contra ameacas cibernéticas.

Na atuação internacional, identificam-se objetivos de atingir entendimento comum sobre cibersegurança e risco cibernético, eis que atua para alcançar a harmonização regulatória com parâmetros internacionais, propósitos "c", "i" e "f" da Resolução.

O tema da segurança cibernética, como referido, está sendo conduzido, no âmbito do Secretariado da OACI, pelo SSGC, que reúne representantes de governos nacionais e da indústria, especializados em áreas como segurança da informação, telecomunicações, gestão da informação, operação de aeródromos, aeronavegabilidade, política em segurança de aviação, facilitação, sistemas e infraestrutura de navegação aérea, operações de aeronaves, *internet* das coisas e operação de sistemas de aeronaves tripuladas remotamente (BRASIL, 2019, p. 26) e tem como escopo encorajar o compartilhamento de informações relacionadas a ameaças, incidentes e ações de mitigação de riscos.

O Brasil, ao participar diretamente do grupo que trata de aspectos normativos da segurança cibernética, trabalha para o estabelecimento de responsabilidades dos atores (propósito "b"), de consequências legais de atividades atentatórias (propósito "h") e de submissão de ameaças à análise forense (propósito "j").

Segundo a ANAC (ibid.), envolver-se nos debates de security garante que os processos e as normas nacionais cumpram as SARPS e que, dessa maneira, estas possam ser auditadas pelo Programa USAP (Universal Security Audit Program), entregando confiabilidade internacional do sistema de aviação civil brasileiro, além de permitir a avaliação da efetividade de processos, normas e do sistema de vigilância da segurança da aviação contra atos de interferência ilícita.

Para realizar ações de segurança e participar dos fóruns da Organização, o Brasil engajou-se ainda no programa do GSIPR de proteção de infraestruturas críticas. Nesse órgão, por meio da Portaria n. 02, de 8 fev. 2008/GSIPR, foram criados os Grupos Técnicos de Segurança de Infraestruturas Críticas (GTSIC), com a finalidade de propor medidas para a proteção em áreas prioritárias, dentre elas, o transporte aéreo.

Em síntese, nos termos do art. 7º da Portaria, cada Grupo deverá identificar instalações críticas de sua área, levantar vulnerabilidades, avaliar riscos que afetem sua segurança, propor medidas de segurança e por em prática um sistema de informações que conterá dados para a tomada de decisões (BRASIL, 2008). São consideradas infraestruturas críticas as "instalações, serviços e bens que, se forem interrompidos ou destruídos, provocarão sério impacto social, econômico, político, internacional ou à segurança

*nacional*" (id.). O documento também definiu o que seriam áreas prioritárias de infraestrutura crítica, sendo o transporte uma das cinco elencadas (ibid.).

Em 2010, foi instituído, por meio da Portaria do GSIPR n. 28, de 27 de abril, o Subgrupo Técnico de Segurança de Infraestruturas Críticas de Transportes Aéreos (SGTSIC-TA), voltado especialmente para as infraestruturas críticas desse setor. Conforme as atribuições estabelecidas, o Subgrupo levanta e avalia vulnerabilidades das infraestruturas identificadas como críticas no setor, avaliando riscos, articulando medidas e implementando sistema de informações sobre essas infraestruturas para apoio a decisões (BRASIL, 2010).

O advento dessa estrutura regimental do GSIPR a partir do Decreto n. 9.668, de 1 jan. 2019, conferiu à sua Secretaria de Assuntos de Defesa e Segurança Nacional (SADSN) a competência do acompanhamento de assuntos relacionados à segurança de infraestruturas críticas. Na esfera dessa sua atuação, elaborou a pauta para debates do Subgrupo, que relaciona ameaças e impactos em aeroportos no Brasil. Entre as ameaças, constam "falha de comunicação e ou interferência cibernética", com a seguinte descrição: "interrupção dos serviços de comunicações intencional ou não, como, telefonia e dados entre sistemas das empresas aéreas, sistemas de operador de aeródromo, sistemas dos órgãos públicos [...]" (BRASIL, 2019a).

Estão sob apreciação, consequências referentes à interferência cibernética em dez frentes no cenário analisado. Destaca-se o plano internacional, no qual se preveem repercussões diplomáticas, em razão de hacker estrangeiro ou ataque à aeronave estrangeira, com suspensão ou revisão de tratados e acordos e descumprimento de contratos por importadores ou exportadores. No plano operacional, uma interferência de natureza cibernética impactaria as operações reduzindo a capacidade do nível de segurança AVSEC, especialmente a vigilância. No plano social, limitaria a integração nacional, restringindo movimentações de aeronaves, ameaçaria a integridade física das pessoas (ibid.).

Além disso, a Secretaria entendeu que o risco cibernético atinge a segurança do Estado por dificultar o emprego (deslocamento aéreo e no tempo de atuação) das Forças de Segurança; reduzir a capacidade operacional das Forças Armadas, dos órgãos de segurança (poder de polícia) e dos órgãos de fiscalização; e possibilitar a desestabilização da ordem pública localizada, dificultando o controle da situação pelo Estado (ibid.) indo de encontro ao objetivo de garantir a soberania, o patrimônio nacional e a integridade territorial constante na Política de Defesa Nacional - PDN (BRASIL, 2016a, p. 12).

Quando da aprovação da Política Nacional de Segurança de Infraestruturas Críticas - PNSIC (BRASIL, 2018), que exigia

da administração autárquica considerar em seus planejamentos ações que concorressem para a segurança das infraestruturas críticas, a ANAC já se antecipara e apresentara seu Planejamento Estratégico 2015-2019, contemplando ações para a desejada Política. No período de 4 anos, a Agência reforçou o objetivo estratégico voltado para a segurança, focada no alcance dos mais altos *standards* internacionais pautados pela OACI. Porém, desde a instalação do Subgrupo, em 2010, a ANAC dedica-se a participar e contribuir para a persecução dos objetivos da PNSIC.

A estratégia, portanto, é engajar a ANAC na política nacional de segurança conduzida pelo GSIPR, a fim de dar vazão à necessidade de ampliar o escopo da segurança contra atos de interferência ilícita, especificamente afetos à cibersegurança e corresponder ao preparo esperado pela PND diante de cenários propícios "para o desenvolvimento da denominada "guerra híbrida", que combina distintos conceitos de guerra" (BRASIL, 2016a, p. 9).

Todo o esforço do Brasil em debruçar-se sobre as recomendações da OACI e elaborar o plano estratégico da ANAC pareceu eclipsar-se diante do Decreto n.º 9.759/2019, que extinguiu colegiados da administração pública federal e, com isso, o grupo que debatia a segurança das infraestruturas críticas. Contudo, dada a relevância do programa de trabalho os encontros permaneceram.

Em paralelo, no intuito de estruturar seu planejamento estratégico para o próximo quadriênio (2020-2024), a ANAC convidou *stakeholders* do setor para proferirem palestras que tratassem de desafios da aviação civil diante das diversas realidades representadas (BRASIL, 2019c). Entre eles, encontram-se órgãos estatais de segurança e inteligência, administradores aeroportuários, operadores de transporte de passageiros e de cargas, órgãos de fiscalização e instituições de ensino superior.

Das contribuições, destaca-se a frequente menção sobre cibersegurança como um enfrentamento imediato e contínuo. A participação da Universidade de Brasília sublinhou que se está vivendo a quarta revolução industrial, cuja característica mais evidente é a rapidez com que artefatos são criados e alterados (CELESTINO, 2019). Security seria o maior desafio da evolução tecnológica desse tempo, e a segurança somente seria possível compartilhando dados com órgãos governamentais (id.) e todos os players envolvidos.

Diante disso, percebe-se que outros objetivos previstos na Resolução A39-19 da OACI foram, em alguma medida, alcançados. O Brasil estabeleceu mecanismos de troca de informações, de promoção dos meios de proteção e de boas práticas ao engajar a ANAC e o GSIPR no contexto do Subgrupo de Trabalho sobre infraestruturas críticas nacionais, correspondendo aos propósitos "d", "e", "i" da Resolução.

Na preparação do próximo Planejamento Estratégico da ANAC, o Brasil atentou especialmente à troca de informações sobre ameaças cibernéticas, tendências e mitigação de esforços (propósito "e"), envolvendo os participantes no debate sobre cibersegurança e aproximando a regulação dos atores de diversos meios.

#### Conclusão

A Resolução A39-19 da OACI contribuiu para o Brasil aperfeiçoar medidas de cibersegurança na aviação civil entre os anos de 2016 e 2019, atingindo o objetivo deste artigo de demonstrar encaminhamentos do emergente tema da cibersegurança.

Constatou-se que a arquitetura dos mecanismos em implementação pelo Brasil está em consonância com a postura em desenvolvimento na OACI. O Brasil envolveu-se em ações que correspondem aos propósitos da Resolução e, se ainda não foram esgotados em solo doméstico, estão encaminhados para alcançá-los.

Ficou demonstrado que o tema, pelo viés de *security*, não nasceu com a OACI, mas chegou com o passar do tempo, devido à evolução da sociedade e das tecnologias. Percebeu-se que o princípio da segurança previsto na Convenção de Chicago voltava-se ao *safety*, à segurança operacional.

Pôs-se, igualmente, em relevo, que segurança é um entendimento em evolução. Dada a intrincada tessitura das relações sociais, a dinâmica da segurança torna-se complexa e passa a compor-se de outras nuances. Atos de interferência ilícita passaram de exemplos previstos no Anexo 17 da Convenção, para o fortuito das ameacas cibernéticas.

Nesse raciocínio dedutivo, no qual se partiu da OACI para a abordagem da cibersegurança, à luz da Resolução A39-19, chegou-se à constatação de que o Brasil, por meio dos mais altos órgãos do Poder Executivo, o GSIPR e o SGTIC e de sua Agência dedicada, trabalha para a adoção de medidas preventivas consoantes às recomendadas internacionalmente, em harmonia aos objetivos nacionais de defesa.

Embora sejam normas de *soft law*, nota-se que a adesão às recomendações da Resolução A39-19 coincide com o interesse nacional. Desdobramentos são esperados nas próximas Assembleias da OACI. Na 40ª edição, o Comitê Executivo propôs o adensamento da Resolução A39-19, o que demonstra que a cibersegurança estenderá seus domínios sobre as discussões vindouras, onde quer que pouse uma aeronave.

Nesse passo, as sugestões contidas na Resolução, como o incentivo à cooperação entre as autoridades brasileiras, a indústria e os demais operadores do sistema de aviação civil; a promoção da cultura de cibersegurança

e o estabelecimento de mecanismos para a troca de informações estão em aplicação no Brasil em certa medida.

Como lição aprendida, entende-se que a relevância da segurança cibernética permitiu que o SGTIC não fosse descontinuado. Seu grau de tecnicidade, congregando representação de diversos órgãos de inteligência e de operação, tornou-se um instrumento de aplicação dos objetivos da PND voltados para a garantia da soberania, do patrimônio e da integridade nacionais à luz da cibersegurança.

Diante disso, um *framework* normativo seria bem-vindo a fim de robustecer os direcionamentos de políticas, ações e contribuições, para muito além das SARPS do ecossistema da aviacão internacional.

Por sua vez, a PND e a END, que orientam ações de proteção às infraestruturas críticas, ao estabelecerem meios de afirmação da soberania sobre o patrimônio e a integridade nacionais, congregam a segurança cibernética do setor aéreo como forma de corresponder àquelas orientações, contribuindo para a segurança e defesa do Estado e consolidando a coordenação entre agentes da Administração Pública como instrumento ponderável para cibersegurança.

#### Referências bibliográficas

- ABEAR ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS AÉREAS.
  Panorama da Aviação Brasileira. Aviação no Brasil.
  Protocolo disponível: http://panorama.abear.com.
  br/a-aviacao-no-brasil/introducao [27 jul. 2019].
- ANAC AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. Anacpédia. Brasília, [200-]a. Protocolo disponível: https://www2.anac.gov.br/anacpedia/por\_esp/tr449.htm [31 ago. 2019].
- ANAC AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL . Workshop Desafiso do Sector de Aviação Civil - 2019. Brasília: Agência Nacional de Aviação Civil, 2019c.
- BRASIL. Decreto n.º 9.668, de 2 de janeiro de 2019a. Aprova a Estrutura Regimental e o Quadro Demonstrativo dos Cargos em Comissão e das Funções de Confiança do Gabinete de Segurança Institucional da Presidência da República e altera o quantitativo de Gratificações de Exercício de Cargo em Confiança devida a Militares RMP. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2 jan. 2019. Edição Extra n. 1-C. Protocolo disponível: http://www.planalto.gov.br/ccivil\_03/\_ato2019-2022/2019/decreto/D9668.htm [16 set. 2019].
- BRASIL. Decreto n.º 9.759, de 11 de abril de 2019. Extingue e estabelece diretrizes, regras e limitações para colegiados da administração pública federal. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 11 abr. 2019. Protocolo disponível: http://www.planalto.gov.br/ccivil\_03/\_ato2019-2022/2019/decreto/D9759.htm [29 ago. 2019].

- BRASIL. Decreto n.º 21.713, de 27 de agosto de 1946. Promulga a Convenção sobre Aviação Civil Internacional, concluída em Chicago a 7 de dezembro de 1944 e firmada pelo Brasil, em Washington, a 29 de maio de 1945. Diário Oficial da União, Rio de Janeiro, RJ, 12 set. 1946. Protocolo disponível: http://www.planalto.gov.br/ccivil\_03/decreto/1930-1949/D21713.htm [1º jul. 2019].
- BRASIL. Estratégia Nacional de Defesa. Brasília, DF: MD, 2016b. Protocolo disponível: https://www.defesa.gov.br/arquivos/2017/mes03/pnd\_end.pdf [28 jul. 2019].
- BRASIL. Gabinete de Segurança Institucional da Presidência da República. Portaria n° 2/GSIPR, de 8 de fevereiro de 2008. Institui Grupos Técnicos de Segurança de Infraestruturas Críticas (GTSIC) e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 11 fev. 2008. Protocolo disponível: https://www.diariodasleis.com.br/legislacao/federal/198823-infra-estruturas-cruticas-gtsic-institui-grupostucnicos-de-seguranua-de-infra-estruturas-cruticas-gtsic-e-du-outras-providuncias.html [3 ago. 2019].
- BRASIL. Lei n.º 11.182, de 27 de setembro de 2005. Cria a Agência Nacional de Aviação Civil ANAC, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 28 set. 2005. Protocolo disponível: http://www.planalto.gov.br/ccivil\_03/\_Ato2004-2006/2005/Lei/L11182.htm [28 jul. 2019].
- BRASIL. OACI ratifica o Brasil entre os melhores avaliados em segurança operacional. Brasília: Agência Nacional de Aviação Civil, 09 mai. 2016. Protocolo disponível: https://www.anac.gov.br/noticias/2016/oaciratifica-o-brasil-entre-os-melhores-avaliados-emseguranca-operacional [13 abr. 2019].
- BRASIL. Organização da Aviação Civil Internacional (OACI).

  Publicado em 7 mar. 2016. Protocolo disponível:

  https://www.anac.gov.br/A\_Anac/internacional/
  organismos-internacionais/organizacao-da-aviacaocivil-internacional-oaci [04 jul. 2019].
- BRASIL. Planejamento Estratégico. Plano Estratégico 2015-2019. Brasília, [2014?]. Protocolo disponível: https:// www.anac.gov.br/acesso-a-informacao/acoes-eprogramas/arquivos/anexoi-1.pdf [04 ago. 2021].
- BRASIL. Plano de Atuação Internacional 2019. Brasília, abr. 2019b. Protocolo disponível: https://www.anac.gov.br/A\_Anac/internacional/publicacoes/plano-de-atuacao-internacional-1/plano-de-atuacao-internacional-2019/plan\_atuacao\_inter\_anac\_19.pdf [28 jul. 2019].
- BRASIL. Política Nacional de Defesa. Brasília, DF: MD, 2016a. Protocolo disponível: https://www.defesa. gov.br/arquivos/2017/mes03/pnd\_end.pdf [28 jul. 2019].

- BRASIL. Portaria n.º 2, de 8 de fevereiro de 2008. Gabinete de Segurança Institucional da Presidência da República. Institui Grupos Técnicos de Segurança de Infraestruturas Críticas (GTSIC) e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 11 de fevereiro de 2008. Protocolo disponível: https://www.diariodasleis.com.br/legislacao/federal/198823-infra-estruturas-cruticas-gtsic-institui-grupos-tucnicos-de-seguranua-de-infra-estruturas-cruticas-gtsic-e-du-outras-providuncias. html [31 ago. 2019].
- BRASIL. Portaria n.º 28, de 27 de abril de 2010. Gabinete de Segurança Institucional da Presidência da República. Institui o Subgrupo Técnico de Segurança de Infraestruturas Críticas de Transportes Aéreos (SGTSIC Transportes Aéreos) e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 28 de abril de 2010. Protocolo disponível: https://www.diariodasleis.com.br/legislacao/federal/214062-subgrupo-tecnico-de-seguranca-de-infraestruturas-criticas-de-transportes-aereos-sgtsic-transportes-aereos [31 ago. 2019].
- BRASIL. Presidência da República. Gabinete de Segurança Institucional. Departamento de Segurança da Informação e Comunicações. Livro verde: segurança cibernética no Brasil. Organização Claudia Canongia e Raphael Mandarino Junior. Brasília: GSIPR/SE/DSIC, 2010. Protocolo disponível: https://www.bibliotecadeseguranca.com.br/wp-content/uploads/2015/10/Livro\_Verde\_SEG\_CIBER.pdf [04 ag. 2021].
- BRASIL. Resolução n.º 499, de 12 de dezembro de 2018. Programa de Segurança Contra Atos de Interferência Ilícita da Agência Nacional de Aviação Civil (PAVSEC-ANAC). Brasília, 2018. Protocolo disponível: http://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/resolucoes/2018/resolucao-no-499-12-12-2018 [13 abr. 2019].
- BRASIL. SECRETARIA DE ASSUNTOS DE DEFESA E SEGURANÇA NACIONAL (SADSN). Gabinete de Segurança Institucional da Presidência da República. *Relação de Ameaças x Consequências (Impactos) Aeroportos*.
- BRASIL. Safety. Brasília, [200-]b. Protocolo disponível: https://www.anac.gov.br/assuntos/setor-regulado/ aerodromos/safety [26 jul. 2019].
- Buzan, B., Hansen, L. (2012). A evolução dos estudos de segurança internacional. São Paulo: UNESP.
- Castells, M. (2006) A sociedade em rede. São Paulo: Paz e Terra.
- Celestino, V. R. V. (2019). Palestra ministrada no Workshop Desafios do Setor de Aviação Civil. Brasília: Agência Nacional de Aviação Civil, 22 ago.

- Costa, C. E. P., Camargo, D. C. de (2016). A corpusbased study of simple terms "segurança", "safety" and "security" in aviation language. *Aviation in Focus, Journal of aeronautical sciences.* Volume 7, Number 1, 4-12, January-June. Disponível em: http://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/aviation/article/view/23738. [31 ago. 2019].
- EASA EUROPEAN UNION AVIATION SAFETY AGENCY. (2019).

  Notice of Proposed Amendment 2019-01. União
  Europeia: European Union Aviation Safety Agency.
  Protocolo disponível: https://www.easa.europa.
  eu/sites/default/files/dfu/NPA%202019-01.pdf
  [30 ago. 2019].
- ICAO CONVENTION ON INTERNACIONAL CIVIL AVIATION.

  Assembly Working Papers. Executive Committee.

  Protocolo disponível: https://www.icao.int/
  Meetings/a40/Pages/WP\_Num.aspx?Category=(EX)
  [8 ago. 2019].
- ICAO CONVENTION ON INTERNACIONAL CIVIL AVIATION (2017). Assembly Working Papers. Annex 17 to the Convention on International Civil Aviation. Security. Safeguarding International Civil Aviation Against Acts of Unlawful Interference. 10. ed. Quebec.
- ICAO CONVENTION ON INTERNACIONAL CIVIL AVIATION.

  Assembly Working Papers. Civil Aviation Cybersecurity
  Action Plan. Protocolo disponível: https://www.
  icao.int/cybersecurity/SiteAssets/ICAO/Civil%20
  Aviation%20Cybersecurity%20Action%20Plan%20-%20
  SIGNED.pdf [8 jun. 2019].
- ICAO CONVENTION ON INTERNACIONAL CIVIL AVIATION.

  Assembly Working Papers. Civil aviation cybersecurity information repository. Protocolo disponível: https://www.icao.int/cybersecurity/Pages/default.aspx [30 ago. 2019].
- ICAO CONVENTION ON INTERNACIONAL CIVILAVIATION. Assembly Working Papers. Convention on International Civil Aviation. Chicago, 7 de dezembro de 1944. Protocolo disponível: https://www.icao.int/publications/Documents/7300\_orig.pdf [26 jul. 2019].
- ICAO CONVENTION ON INTERNACIONAL CIVIL AVIATION.
  Assembly Working Papers. Council States 2016-2019.
  Montreal, [ca. 2016]. Protocolo disponível: https://www.icao.int/about-icao/Council/Pages/council-states-2016-2019.aspx [17 set. 2019].
- ICAO—CONVENTIONON INTERNACIONAL CIVILAVIATION. Assembly Working Papers. Declaration on Cybersecurity in Civil Aviation Dubai. United Arab Emirates, 4 to 6 april 2017. Protocolo disponível: https://www.icao.int/Meetings/CYBER2017/Documents/Draft%20Dubai%20 DECLARATION%20ON%20CYBERSECURITY%20IN%20 CIVIL%20AVIATION\_10%20March%202017.pdf [10 jul. 2019].

- ICAO CONVENTION ON INTERNACIONAL CIVIL AVIATION. Assembly Working Papers. History: Foundation of the International Civil Aviation Organization (ICAO). Protocolo disponível: https://www.icao.int/ EURNAT/Pages/HISTORY/history\_1944.aspx [26 de jul. 2019].
- ICAO CONVENTION ON INTERNACIONAL CIVIL AVIATION.

  Assembly Working Papers. ICAO Europe, Middle East and Africa Summit on Cybersecurity in Civil Aviation.

  Bucharest Communique Recommendations for a Cybersecurity Strategy in International Civil Aviation.

  Bucharest, Romania, 7 to 9 may 2018. Protocolo disponível: https://www.icao.int/cybersecurity/Documents/Bucharest%20Communique.9%20May%20 2018.pdf [10 jul. 2019].
- ICAO CONVENTION ON INTERNACIONAL CIVIL AVIATION. Assembly Working Papers. In Focus: ICAO'S Strategic Objectives. Protocolo disponível: https://www.icao. int/Pages/default.aspx [31 ago. 2019].
- ICAO CONVENTION ON INTERNACIONAL CIVIL AVIATION.

  Assembly Working Papers. The History of ICAO and the Chicago Convention. Protocolo disponível: https://www.icao.int/about-icao/History/Pages/default.aspx [26 jul. 2019].

- ICAO CONVENTION ON INTERNACIONAL CIVIL AVIATION.
  Assembly Working Papers. Working Paper A39.
  Addressing Cybersecurity in Civil Aviation. Assembly
   39th Session. May 30, 2016. Protocolo disponível:
  https://www.icao.int/Meetings/a39/Documents/
  WP/wp\_175\_en.pdf [25 maio 2019].
- ICAO CONVENTION ON INTERNACIONAL CIVIL AVIATION. Assembly Working Papers. Working Paper A40. ICAO Cybersecurity Strategy. Assembly 40<sup>th</sup> Session. June 25, 2019. Protocolo disponível: https://www.icao.int/Meetings/A40/Documents/WP/wp\_243\_en.pdf [22 ago. 2019].
- ONU. Resolución A/44/118. Avances científicos y tecnológicos y su repercusión en la seguridad internacional. Protocolo disponível: https://undocs.org/es/A/RES/44/118 [6 set. 2019].
- Portela, P. H. (2011). Direito internacional público e privado. Salvador: Podivm.
- Portilho, F., Bukzem, S. (2015). Os precedentes históricos da navegação aérea baseada em instrumentos: necessidade, surgimento e evolução. Aviation in Focus, Journal of aeronautical sciences. Volume 6, Number 1, 17-27, January-June. Disponível em: http://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/ aviation/article/view/21165 [04 nov. 2019].



### territorium 29 (I), 2022, 161-176



journal homepage: https://territorium.riscos.pt/numeros-publicados/DOI: https://doi.org/10.14195/1647-7723\_29-1\_14

Nota/ Note



### AVALIAÇÃO, MITIGAÇÃO E COMUNICAÇÃO DO RISCO SÍSMICO: ENSINAMENTOS DO PROJETO PERSISTAH\*

ASSESSMENT, MITIGATION, AND SEISMIC RISK COMMUNICATION: LESSONS FROM THE PERSISTAH PROJECT

João M. C. Estêvão

Universidade do Algarve, CIMA (Portugal)
ORCID 0000-0002-7356-9893 jestevao@ualg.pt

Mónica A. Ferreira

Instituto Superior Técnico, CERis (Portugal)
ORCID 0000-0001-7024-499X monicaf@civil.ist.utl.pt

Luis Fazendeiro Sá

Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil (Portugal)

ORCID 0000-0001-8059-2453 <u>luis.sa@prociv.pt</u>

Carlos S. Oliveira

Instituto Superior Técnico, CERis (Portugal)
ORCID 0000-0002-5967-7126 csoliv@civil.ist.utl.pt

#### **RESUMO**

O projeto PERSISTAH foi pioneiro em Portugal na utilização das metodologias de avaliação sísmica estipuladas no EC8, aplicando-as a um conjunto alargado de escolas do 1.º ciclo do ensino básico existentes na região do Algarve. Para que fosse possível atingir esse objetivo ambicioso, foi desenvolvido um programa informático que permite avaliar o nível de segurança sísmica de uma escola. No entanto, também é importante garantir que as populações entendam que mesmo que um edifício cumpra os requisitos de segurança sísmica estipulados num regulamento, as estruturas não são concebidas para resistir aos sismos intensos sem danos. Assim, a comunicação do risco sísmico é de grande importância para o aumento da resiliência sísmica das comunidades. Para isso, foram criados textos de apoio à comunidade estudantil de modo a facilitar a assimilação de conceitos e de medidas de autoproteção e de mitigação do risco, especialmente as relacionadas com os elementos não-estruturais, que poderão ficar seriamente danificados mesmo em edifícios corretamente projetados, podendo causar ferimentos ou mesmo a perda de vidas e das funções do edifício. Neste trabalho, foi usada a Escola EB2 de Sagres como ponto de referência dos resultados apresentados.

Palavras-chave: Risco sísmico, reforço sísmico, comunicação do risco, escolas do Algarve.

#### **ABSTRACT**

The PERSISTAH project was groundbreaking in Portugal in using the seismic assessment methodologies that are established in the EC8, and applying them to a large set of primary schools in the Algarve region. To achieve such an ambitious goal, software was developed to assess the seismic safety of the schools. However, it is also important to ensure that populations understand that even if a building complies with all the seismic safety requirements that are established in a code, and that structures are not designed to survive intense earthquakes without suffering any damage. So, risk communication is very important to increase the seismic resilience of communities. Supporting texts were created for the student community to facilitate the assimilation of concepts, and prevention and mitigation measures, especially those related to non-structural elements; these might be severely damaged even in properly designed buildings, which could cause injuries or even the loss of life and of the functions the building. In this work, the EB2 School of Sagres was used as a reference point of the presented results.

Keywords: Seismic risk, seismic retrofitting, risk communication, Algarve schools.

<sup>\*</sup> O texto desta nota corresponde a uma comunicação apresentada no V Congresso Internacional de Riscos, tendo sido submetido em 29-12-2020, sujeito a revisão por pares a 01-02-2021 e aceite para publicação em 06-08-2021 Esta nota é parte integrante da Revista Territorium, n.º 29 (I), 2022, ® Riscos, ISSN: 0872-8941.

#### Introdução

Os sismos são considerados como os desastres naturais que maiores destruições causam, produzindo diferentes tipos de perdas: físicas, sociais, económicas, ambientais e culturais. As perdas físicas, sejam vidas humanas, edifícios ou infraestruturas, para além de causarem um impacto violento no indivíduo, atingem seriamente a sociedade, trazendo graves problemas à economia e à estabilidade social. É importante frisar que não basta estudar um equipamento ou uma estrutura, isoladamente, pois as funções a que se destinam são produto de um sistema, de um conjunto de estruturas, atores e funções; sendo necessário fazer uma abordagem holística do problema (Ferreira, 2012). As escolas têm um papel essencial na sociedade, não só antes de uma catástrofe, por fixarem populações, serem fontes de emprego, e centros de educação dos mais jovens, como depois das catástrofes, por desempenharem funções de abrigo e de gestão da catástrofe, pelo que a sua perda representa um agravamento da resiliência de determinada zona afetada. Por outro lado, devemos ter presente que o uso das escolas numa situação pós-sismo, para alojamento na fase pós-catástrofe, não pode ser demasiado prolongado por ter associada uma interrupção indeterminada do ensino, causando um impacto ainda maior nas crianças e na comunidade.

Têm sido evidentes os efeitos dos sismos em países como a Itália (Augenti et al., 2004; Di Ludovico et al., 2018; O'Reilly et al., 2018) ou o México (Alberto et al., 2018), onde ocorreram colapsos de edifícios escolares que provocaram vítimas mortais. Estes edifícios foram construídos quer com estrutura de betão armado, quer em alvenaria tradicional. Algumas dessas escolas tinham sido objeto de intervenções de reabilitação, mas sem ter em conta a segurança sísmica (Augenti et al., 2004). Em Portugal, também existem muitas escolas do 1.º ciclo do ensino básico que foram sujeitas a intervenções visando melhorar as suas características térmicas e tentando criar espaços mais modernos e funcionais, contudo sem existirem intervenções de relevo em relação à segurança sísmica. Provavelmente, a recente legislação sobre reabilitação publicada em Portugal em 2019 (DRE, 2019), que estabelece a Parte 3 (IPQ, 2017) do Eurocódigo 8 (EC8-3) como base dos estudos de vulnerabilidade sísmica, irá, lentamente, mudar as atitudes dos promotores imobiliários e dos técnicos ligados à construção civil em relação ao problema do risco sísmico. Contudo, também trará alguns desafios técnicos que serão necessários ultrapassar.

O projeto PERSISTAH (Projetos de Escolas Resilientes aos SISmos no Território do Algarve e de Huelva), desenvolvido ao abrigo do programa INTERREG España-Portugal, foi pioneiro em Portugal na aplicação das metodologias de avaliação sísmica previstas no EC8-3

em larga escala, aplicando-o a um elevado número de escolas do 1.º ciclo do ensino básico existentes no Algarve (a região em que este artigo incide). Este era um objetivo ambicioso e, para o alcançar, foi desenvolvido um programa informático que permite a avaliação do nível de segurança sísmica de escola para dois tipos de ação sísmica (Estêvão, 2019): a ação regulamentar estipulada na Parte 1 (IPQ, 2010a) do Eurocódigo 8 (EC8-1) e a ação resultante de um determinado cenário de ocorrência de um sismo. Com este tipo de ferramenta informática é possível hierarquizar as necessidades de reforço sísmico dos edifícios das escolas. A sua utilização permitiu verificar que as antigas escolas do Algarve, construídas em alvenaria de pedra, não satisfazem os níveis de segurança atualmente exigidos (Estêvão et al., 2021), o que é especialmente preocupante atendendo ao elevado número de crianças que ainda estudam nesse tipo de edifícios. Por outro lado, mesmo construções mais modernas, já com estrutura em betão armado, projetadas com base em regulamentos mais antigos, também não cumprem os atuais requisitos de segurança sísmica (Barreto e Estêvão, 2020; Estêvão e Esteves, 2020; Tomás et al., 2019).

Foi neste contexto que foi realizado o reforço sísmico da Escola Básica de Brancanes (Olhão, Algarve) (Estêvão *et al.*, 2021), que se pretende que funcione como estudo-piloto para os profissionais que trabalham na região, tendo em conta este novo desafio para o setor da construção civil do Algarve.

Neste trabalho foi usada a localização da Escola EB2 de Sagres como ponto de referência (uma escola de betão armado do tipo P3) como exemplo dos resultados obtidos no projeto PERSISTAH por se localizar na zona de maior perigosidade sísmica, de acordo com o EC8-1.

#### Perceção do risco e resiliência sísmica

Tem sido observado, um pouco por todo o mundo, que as populações não têm consciência do risco sísmico dos edifícios onde habitam, mesmo em sociedades que possuem códigos sísmicos modernos e onde os sismos são frequentes (e, portanto, onde é provável que tenham uma maior perceção do risco), como o Chile, as expectativas sobre o comportamento dessas construções face a um sismo são irrealistas (Lew et al., 2010). É importante que as populações compreendam que, mesmo que um edifício cumpra todos os requisitos de segurança sísmica estipulados num regulamento moderno, as estruturas não são concebidas para resistir aos sismos sem danos, podendo até mesmo ser economicamente inviável a sua reparação após um sismo muito intenso. Uma estrutura bem projetada somente tem como objetivo garantir a salvaguarda da vida humana. Um sismo moderado poderá causar danos moderados ou severos, principalmente a nível não estrutural, afetando assim o funcionamento

das instalações por tempo indeterminado, para além de pôr em causa a segurança das pessoas e equipamentos e provocar avultadas perdas económicas.

No seguimento da ocorrência do sismo de Tohoku, que atingiu o Japão em 2011, um cientista (Geller, 2011) sugeriu que tinha chegado a altura de a comunidade científica começar a informar a população que não é possível a previsão dos sismos, assim como, no presente estado do conhecimento da sismologia, também ainda não é inteiramente viável diferenciar, com elevado grau de certeza, quais os níveis de risco sísmico de uma região em particular. Defendeu ainda que os cientistas devem comunicar às populações, e aos respetivos governos, que se prepararem para o inesperado, e que continuem a dar o seu melhor para divulgar o que a ciência realmente sabe sobre o assunto e o que ainda é desconhecido ou incerto.

Alguns autores propuseram a ideia de que a resiliência sísmica apresenta quatro dimensões distintas: a técnica (ligada à forma como os sistemas físicos, tais como as estruturas das escolas, resistem aos efeitos dos sismos), a organizacional (ligada à capacidade das autoridades responsáveis por melhorar a resiliência antes da ocorrência dos sismos, assim como de organizar a resposta após a ocorrência de um sismo por exemplo através da proteção civil), a social (as medidas tomadas para mitigar os impactos dos sismos nas populações e nas entidades governativas), e a económica (a capacidade de reduzir, tanto os custos diretos, como os custos indiretos associados à ocorrência de um sismo) (Booth, 2018).

Assim, parece ser evidente a importância de promover a educação e informação das populações, a par da investigação sobre o comportamento sísmico das construções e da criação de ferramentas para a proteção civil, de modo a contribuir para o aumento da resiliência das sociedades a estes fenómenos naturais, sendo o contexto escolar um importante veículo para atingir estes objetivos. Por outro lado, os edifícios das escolas também poderão sofrer os efeitos da ocorrência de sismos. Face à elevada concentração de crianças e jovens que as escolas apresentam, e considerando que é lá que passam mais de 50% do seu tempo, as consequências de qualquer falha estrutural e não estrutural poderão ser fatais para essas crianças e jovens e respetiva família, para as comunidades, e para os países, por perderem parte do futuro das nações, as crianças e os jovens. Em Portugal, cerca de um milhão e meio de crianças frequentam a escola ou a creche todos os dias. Na região do Algarve este valor é de cerca de 18 mil criancas a freguentar o 1.º ciclo e de 11500 crianças no ensino pré-escolar (a partir dos 3 anos de idade) (DGEEC e DSEE, 2017).

Neste contexto, no projeto PERSISTAH foram desenvolvidos instrumentos para aumentar a resiliência sísmica da população estudantil, designadamente através do Projeto Educativo "Porque é que o chão se move?",

com atividades e material pedagógico para a educação e comunicação do risco sísmico, e o "Guia Prático da Escola Resiliente aos Sismos", que visa, entre outros objetivos, a implementação de medidas de redução do risco sísmico não estrutural. Estes dois instrumentos poderão ser replicados a todos os equipamentos de ensino independentemente do nível de escolaridade, e em qualquer ponto do país, possibilitando assim o aumento da resiliência sísmica da comunidade escolar.

Além disso, o projeto PERSISTAH permitiu perceber quais as reais dificuldades associadas à avaliação, mitigação e comunicação do risco sísmico, cujos ensinamentos são descritos no presente trabalho, chamando à atenção para a necessidade de as sociedades darem maior ênfase à mitigação dos efeitos resultantes dos sismos, pois só assim poderemos viver de forma mais segura.

# Caracterização das escolas do 1.º ciclo do ensino básico existentes no Algarve

Os edifícios escolares podem apresentar sistemas estruturais distintos, que são, normalmente, função da época da construção, condicionada pelas regras impostas pelos regulamentos existentes então, ou devido às opções técnicas dos autores dos projetos de construção. No conjunto das escolas do primeiro ciclo do ensino básico existentes no Algarve foi possível constatar a existência de edifícios em alvenaria estrutural tradicional, muitas delas construídas ainda antes da primeira regulamentação de segurança contra sismos de 1958 (RSCCS, 1958). Esta regulamentação foi rapidamente revista, com a publicação de um outro regulamento (RSEP, 1961), que foi muito influenciado pela ocorrência do sismo de Agadir (Marrocos) em 29 de fevereiro de 1960, uma vez que muitos dos edifícios afetados foram construídos por portugueses, muitos deles originários do Algarve. Em 1983, foi publicado um novo regulamento (RSAEEP, 1983), onde já foram propostos métodos de análise dinâmica modernos, com vista ao dimensionamento sísmico das estruturas, entretanto substituído pela Parte 1 (IPQ, 2010a) do Eurocódigo 8 (EC8-1), para edifícios novos, e pelo EC8-3 para os edifícios existentes.

#### Construções de alvenaria tradicional

Dos edifícios escolares existentes no Algarve, os mais vulneráveis são as escolas mais antigas, ainda construídas em alvenaria tradicional e normalmente constituídos por pedra calcária da região. Também é possível encontrar construções em arenito argiloso, vulgarmente designado por grés de Silves, ou em xisto, com uma argamassa de fraca resistência feita, normalmente, à base de cal e areia. Nestas construções destaca-se um conjunto de projetos-tipo desenvolvidos para o Algarve por diversos

arquitetos (Ribeiro, 2016), antes da existência do primeiro código sísmico, datado de 1958, tais como: os edifícios do Raul Lino (fot. 1-a) da década de 1930; os edifícios do Alberto Braga de Sousa (fot. 1-b-c), da década de 1940; e os edifícios do Fernando Peres (fot. 1-d), da década de 1950. Uma vez que foi possível encontrar os projetos de arquitetura da maior parte das escolas destas épocas, assim como os documentos relativos aos aspetos técnicos da execução, foi possível a realização das análises estruturais da generalidade dos edifícios destas tipologias ainda em funcionamento no Algarve como escolas do 1.º ciclo do ensino básico. Em relação aos edifícios da última tipologia referida, foi possível observar a existência de alguns elementos estruturais verticais em betão armado em algumas escolas, o que torna mais complexa a tipificação da resposta sísmica. Quanto aos projetos das estruturas, lamentavelmente foram apenas encontradas pecas escritas com referência às características dos materiais a utilizar e aos procedimentos construtivos a adotar.

A escola reforçada no Algarve no contexto do projeto PERSISTAH (Estêvão *et al.*, 2021), foi a Escola EB1 de Brancanes (fot. 1-d), pertencente ao município de Olhão.

#### Construções de betão armado

A fase de construção de escolas da década de 1970 ainda adotou a filosofia dos projetos-tipo. Contudo, estas escolas já possuem estrutura em betão armado e foram projetadas de acordo com a regulamentação em vigor nessa altura (REBA, 1967), cujos pormenores construtivos não tinham em atenção as características particulares dos efeitos dos sismos. Em relação aos edifícios desta época construídos no Algarve, somente foi possível encontrar as pecas desenhadas referentes a um único projeto da estrutura. Com esta informação, foi possível identificar um défice de resistência ao corte (Tomás et al., 2019). Este tipo de problema também foi identificado nas escolas P3, que são uma tipologia muito frequente no Algarve (fot. 2), mas, infelizmente, em relação a estas escolas apenas foram encontrados os projetos de arquitetura, e não os da estrutura. Como estes edifícios foram construídos com betão à vista, foi possível identificar a localização das armaduras e das propriedades mecânicas dos materiais, através da realização de ensaios in situ não destrutivos, e assim a obter as respetivas curvas de capacidade (Estêvão e Esteves, 2020). Na regulamentação publicada em 1983 (REBAPE, 1983), referente ao dimensionamento dos elementos estruturais de betão armado, surgiram regras destinadas a aumentar a ductilidade e a capacidade de dissipação de energia dos edifícios de betão armado (de ductilidade melhorada). Contudo, na generalidade dos projetos dessa época, não eram adotadas essas regras de ductilidade melhorada, mas unicamente as de ductilidade normal, tal como foi possível constatar nos ensaios realizados *in situ*. Os edifícios das escolas mais modernas já não foram construídos com recurso a projetos-tipo, pelo que cada escola apresenta características muito individualizadas. Foi possível obter os projetos integrais de algumas dessas escolas, para as quais foram testadas soluções de reforço, dado não atingirem os níveis de segurança que são atualmente estipulados no EC8-3 (Barreto e Estêvão, 2020).

#### Efeitos dos sismos nas escolas

O último sismo a afetar as escolas existentes no Algarve ocorreu a 28 de fevereiro de 1969, pelo que a atual população estudantil não tem presente na memória quais poderão ser as consequências para as escolas da ocorrência de um sismo intenso. Neste sismo de 1969 ficou evidente o efeito das características geológicas no nível de vibração sísmica a que as construções são sujeitas. Escolas com o mesmo projeto de arquitetura (do arquiteto Alberto Braga de Sousa) e sistema estrutural, apresentaram muito mais danos guando estavam localizadas em terrenos aluvionares mais brandos, em comparação com as localizadas em rocha (Marécos e Castanheta, 1970). Assim, é importante considerarmos a história da evolução dos aglomerados habitacionais, pois é um fator que influencia o risco sísmico das construções, como foi observado em Itália (Augenti et al., 2004). Os centros históricos mais antigos estão muitas vezes localizados em zonas mais elevadas porque assim estavam mais facilmente defendidos dos inimigos, pelo que podem corresponder a terrenos mais rígidos, eventualmente até a afloramentos rochosos. Contudo, à medida que as necessidades de defesa foram diminuindo e que se verificou um aumento demográfico, tornou-se vulgar, em Portugal, o aparecimento de novas localidades em zonas mais baixas e acessíveis, muitas vezes em terrenos aluvionares localizados na proximidade de linhas de água. Noutras vezes, foi o crescimento das áreas urbanas em torno dos centros históricos que levou à ocupação de terrenos mais brandos e propensos a amplificarem as vibrações sísmicas. Esta questão é especialmente importante para o parque escolar, pois os edifícios escolares foram, muitas vezes, edificados em terrenos ainda por urbanizar, com características geológicas que os tornam mais suscetíveis de amplificarem as vibrações sísmicas, agravando assim o seu risco sísmico.

Um outro problema relacionado com a implantação das escolas tem a ver com a possibilidade de estas poderem estarem localizadas sobre falhas ativas. Uma rotura superficial poderá originar o colapso das escolas, como já aconteceu em outros países afetados por sismos com este tipo de características (Angelier *et al.*, 2003).

Como foi referido, o facto de não terem existido muitos sismos a afetar severamente Portugal continental nas últimas décadas, conduz ao esquecimento de que o Algarve já foi sujeito a importantes crises sísmicas no passado, como









Fot. 1 - Exemplo de algumas escolas de alvenaria tradicional existentes no Algarve, projetadas por diferentes arquitetos:
a) Raul Lino; b-c) Alberto Braga de Sousa; d) Fernando Peres (Fotografias de João Estêvão, tiradas a) 2017/12/16, b) 2018/05/01,
c) 2018/04/28 e d) 2019/04/08).

Photo 1 - Example of some traditional masonry schools in the Algarve, designed by different architects:
a) Raul Lino; b-c) Alberto Braga de Sousa; d) Fernando Peres.
(Photographs of João Estêvão, taken at 2017/12/16, b) 2018/05/01, c) 2018/04/28 and d) 2019/04/08).









Fot. 2 - Exemplo de algumas escolas P3 existentes no Algarve:
a) Silves; b) Marmelete, Monchique; c) Faro; e d) Portimão (Fonte: Estêvão e Esteves, 2020).

Photo 2 - Example of some P3 schools in the Algarve:

a) Silves; b) Marmelete, Monchique; c) Faro; d) Portimão (Source: Estêvão and Esteves, 2020).

as ocorridas no século XVIII, designadamente associadas aos sismos de 1719, de 1722, e de 1755. Este último com um enorme impacto destrutivo na região (Chester & Chester, 2010) que deve ser relembrado. Estudos recentes têm evidenciado que o Algarve é a região de Portugal continental

onde foram observadas as maiores intensidades sísmicas (Teves-Costa *et al.*, 2019), pelo que importa entender quais poderão ser as reais consequências na comunidade escolar da ocorrência de um sismo que afete novamente a região, tal como já aconteceu no passado, reiteradamente.

#### Efeitos nos edifícios

As escolas têm características arquitetónicas específicas, por questões de funcionalidade e organização do espaço, que as podem tornar particularmente vulneráveis aos efeitos das vibrações induzidas pela ocorrência dos sismos, o que explica o elevado número de danos que tem sido observados neste tipo de edifícios a nível mundial (Rodgers, 2012).

Os danos que tipicamente foram observados em escolas de alvenaria estrutural, normalmente resultaram da falha das ligações entre os pisos e as paredes (Korkmaz et al., 2018), do aparecimento de mecanismos de rotura locais nos nembos (Korkmaz et al., 2018), que são as zonas das paredes de alvenaria compreendidas entre as aberturas associadas aos vãos das portas e janelas, e da falha das ligações entre paredes ortogonais (Korkmaz et al., 2018), o que também facilita o colapso das paredes para fora do plano (Giordano et al., 2020).

Um outro problema relacionado com os edifícios de alvenaria tradicional está relacionado com as alterações a que estes edifícios foram sendo sujeitos ao longo dos anos. Isso ficou evidente após o sismo de Molise (Itália) de 2002, que levou ao colapso de uma escola em San Giuliano di Puglia, e à consequente morte de 27 crianças e de um professor (O'Reilly et al., 2018). Inicialmente, em 1953, essa escola tinha somente um piso. Mais tarde, na década de 1970, foi adicionado um outro andar, com uma laje de betão armado. Em 2002, foram adicionadas mais divisões, sem qualquer reforço sísmico, tendo a escola colapsado seis meses depois, aquando da ocorrência do sismo (Augenti et al., 2004). Infelizmente, foram identificadas situações deste tipo em várias escolas de alvenaria existentes no Algarve. Algumas delas até foram reabilitadas muito recentemente, mas somente com melhoria do comportamento térmico, funcional e estético, sem qualquer reforço sísmico e, em alguns casos, até com diminuição da segurança sísmica inicial, o que é preocupante. Numa dessas escolas de alvenaria tradicional existentes no Algarve (das tipologias do arquiteto Alberto Braga de Sousa) foi possível verificar que, anos mais tarde após a construção inicial, foi construído um novo andar com estrutura de betão armado (fot. 3). Tendo em conta o sucedido em Molise, acima descrito, as autoridades nacionais com responsabilidades no parque escolar do ensino básico devem estar alerta para este tipo de situação.

Nos edifícios de estrutura de betão armado um dos principais problemas é a existência de pilares curtos (Chen *et al.*, 2017; Kabeyasawa, 2017). Esta designação está normalmente associada ao reduzido comprimento deformável do pilar. Essa restrição pode resultar da existência de outros elementos em betão armado ligados aos pilares (normalmente fracamente armados, como



Fot. 3 - Exemplo de um edifício escolar existente no Algarve (Vila do Bispo), onde é visível uma ampliação: (a) piso térreo original em alvenaria tradicional e (b) ampliação com estrutura de betão armado (Fotografia de João Estêvão, tirada a 2019/02/28).

Photo 3 - Example of a school building in the Algarve (Vila do Bispo), where an extension can be seen: (a) original ground floor in traditional masonry; (b) extension with reinforced concrete structure (Photography of João Estêvão, taken at 2019/02/28).

guarda-corpos), ou de paredes de alvenaria de enchimento com aberturas para vãos de janelas. Para a mesma secção transversal de pilar, e igual momento resistente à flexão, os esforços de corte são muito maiores em pilares curtos. Nestas circunstâncias, se o comprimento deformável do pilar for reduzido para metade, os esforços de corte irão passar para o dobro. Alem disso, dado que estes pilares também apresentam um aumento da rigidez, com consequente aumento dos esforços de flexão e corte, então é notório o agravamento da vulnerabilidade sísmica desses elementos estruturais. Os pilares curtos são particularmente vulgares em construções escolares, devido à existência de janelas pouco altas, mas muito largas, muitas vezes de pilar a pilar (fot. 4-a).

A existência de pisos parcialmente vazados também tem sido um fator a originar muitos danos em escolas (Chen *et al.*, 2017; Kabeyasawa, 2017). Nestes casos, os danos não estão associados ao corte dos pilares, mas sim a esforços de flexão, que tendem a originar a formação de rótulas plásticas na base e no topo dos pilares. O problema resulta do facto das paredes de alvenaria de enchimento (não estrutural), existente nos pisos mais elevados, aumentarem a rigidez e a resistência dessas zonas dos edifícios, tornando o piso térreo mais flexível e originando o aumento dos esforços de flexão na base e no topo dos pilares do piso vazado, que podem não possuir o acréscimo de resistência que seria necessário nestas situações. Também foi possível observar esse tipo de situação em edifícios escolares existentes no Algarve (fot. 4-b).

Ainda outro problema que pode agravar os danos sísmicos nas escolas de estrutura em betão armado está relacionado com as irregularidades arquitetónicas em planta, que podem contribuir para o aparecimento de efeitos de torção que são indesejados nos edifícios, o que poderá ser agravado pela existência de pilares curtos e/ou de pisos vazados (Kabeyasawa, 2017).



Fot. 4 - Exemplo de um edifício escolar existente no Algarve (Tunes), com estrutura em betão armado possuindo, simultaneamente, (a) pilares curtos e (b) um piso térreo vazado (Fotografia de João Estêvão, tirada a 2018/05/01.

Photo 4 - Example of school building in the Algarve (Tunes), with reinforced concrete structure having, at the same time: (a) short columns; (b) soft ground storey (Photography of João Estêvão, taken at 2018/05/01).

Os problemas acima referidos não significam, necessariamente, que os edifícios de betão armado que os apresentam são inseguros do ponto de vista sísmico, pois as estruturas desses edifícios podem ter sido projetadas permitindo que esses problemas sejam ultrapassados. Contudo, é importante salientar que só o EC8-1 é que estabelece regras de dimensionamento específicas para as situações referidas, pelo que os projetos das estruturas das construções escolares mais antigas não deverão ter tido em atenção essas questões, o que poderá condicionar o futuro desempenho sísmico desses edifícios.

A existência de insuficientes quantidades de armaduras, aliadas à utilização de betão de má qualidade e deficientes ligações entre elementos estruturais, poderão ser outra causa importante para a existência de danos nas escolas com estrutura em betão armado (Oyguc, 2016).

#### Efeitos na comunidade estudantil

Depois de um sismo que tenha gerado elevados níveis de vibração, o retorno gradual e lento às habitações ou localidades mais danificadas dependerá das obras ao nível das infraestruturas (gás e água, por exemplo), das vias de comunicação e obras de arte, do património e do edificado em geral, dependendo da resiliência e da capacidade de resposta de cada país. Durante esse período ocorre uma desagregação social forçada e o retorno à normalidade é de difícil previsão. Como consequência de um sismo, a perda de habitação, ou a interrupção das funções e atividades que definem a vivência urbana obrigam a um realojamento

da população para outras localidades. Em alguns casos, esta relocalização pode ter carácter definitivo, causando um grande impacto nas crianças, tanto a nível psicológico, como no rendimento escolar, por serem, como acontece em muitos casos, separadas dos seus familiares, para retomarem o ensino noutras localidades (Ferreira, 2012; Ferreira, 2009). As crianças, dada a sua maior vulnerabilidade, apresentam traumas emocionais e psicológicos resultantes da perda, do medo e da separação da família. Quanto mais cedo as rotinas retomarem, melhor (Zeng e Bordeaux Silverstein, 2011), e para as crianças o regresso à escola ajuda na recuperação pós-desastre (contribuindo para reduzir a angústia e a ansiedade), visto que estão junto dos colegas que passaram pelo mesmo trauma. Encontrar apoio nos seus pares, expressar os seus sentimentos por meio de atividades criativas e manter rotinas normais são formas a que as escolas podem recorrer para apojarem a reintrodução das crianças na vida escolar, fazendo com que os sintomas de angústia, medo e ansiedade diminuam com o tempo (Mutch, 2015).

#### Avaliação do comportamento sísmico

De acordo com o EC8-1, o dimensionamento sísmico das estruturas deverá ser realizado para duas ações sísmicas tipo. A ação sísmica tipo 1 corresponde a um cenário de ocorrência de um sismo com rotura afastada que, no contexto do Algarve, corresponde a um sismo localizado no mar. A ação sísmica tipo 2 corresponde a um sismo de menor magnitude, mas com a rotura mais próxima da construção. No contexto do Algarve, esta situação corresponde a um sismo localizado numa das falhas ativas existentes na região.

Em relação aos edifícios escolares existentes (de classe de importância III), e no atual contexto do EC8-3, será necessário fazer a verificação da segurança sísmica para três Estados Limites (EL): o EL de colapso iminente (NC); o EL de danos severos (SD); e o EL de limitação de danos (DL). Isto pode parecer confuso para a população em geral. Na realidade, associado a cada EL está estipulado um determinado grau de dano para um determinado nível de vibração sísmica, que corresponde a um determinado período de retorno T<sub>D</sub> (um conceito probabilístico que corresponde ao valor inverso da probabilidade anual desse nível de ação vir a ser excedido). Assim, simplificadamente, poderemos dizer que a cada EL irá corresponder um sismo de diferente magnitude (com maior ou menor probabilidade de ocorrência), e, em função disso, que poderá originar danos progressivamente mais gravosos (danos ligeiros para DL; danos severos para SD; e danos próximos do colapso para NC, com elementos estruturais severamente danificados e com reduzidas resistência e rigidez laterais, tendo já colapsado a generalidade dos elementos não estruturais).

Ao contrário das escolas, para os edifícios correntes existentes (de classe de importância II) basta verificar a seguranca em relação ao estado limite SD, sendo considerado no EC8-3 que isso corresponde a uma situação em que a "estrutura apresenta danos significativos", que "os elementos não-estruturais apresentam danos. se bem que as divisórias e os elementos de enchimento não tenham sofrido rotura para fora do plano", e que uma "reparação da estrutura não é, provavelmente, económica". Isto não corresponde ao que a população, de uma forma geral, espera do desempenho sísmico de um edifício. Na realidade, o projeto sísmico corrente não visa a salvaguarda do imóvel para sismos muito intensos, mas somente a salvaguarda da vida humana. Só para o estado limite DL é que se pretende salvaguardar o património construído, o que corresponde à ocorrência de sismos de menores magnitudes, mas mais frequentes. Fazendo o paralelismo com a indústria automóvel, também ninguém espera que, em caso de acidente rodoviário grave, os veículos sinistrados figuem ilesos. Já serão consideradas como um sucesso as situações em que os ocupantes não têm ferimentos graves ou não perdem a vida.

O projeto sísmico de estruturas modernas apresenta princípios de concecão semelhantes aos dos veículos automóveis. Ao contrário do passado, atualmente os automóveis estão preparados para dissipar energia em caso de impacto (Vangi, 2009), reduzindo o nível de aceleração a que o corpo humano estará sujeito, o que permite salvar vidas. Hoje, as estruturas dos carros estão preparadas para deformarem rapidamente em regime plástico (possuindo ductilidade), sendo a resistência e a rigidez aumentadas somente na zona do habitáculo. Além disso, são adicionados dispositivos adicionais de dissipação de energia, como os cintos de segurança e os airbags. Esta mesma filosofia é aplicada ao projeto sísmico de edifícios modernos, onde se tira partido do comportamento não linear dúctil das vigas para dissipar energia (que funcionam como as zonas de deformação por impacto dos automóveis, e que, do mesmo modo, também irão, inevitavelmente, apresentar danos). Para que isto aconteça, a resistência dos pilares deve ser aumentada, em comparação com a resistência das vigas, de forma a assegurar a formação de rótulas plásticas nas extremidades das vigas. Isto funciona de modo equivalente ao aumento da resistência dos habitáculos dos automóveis. Para que a dissipação de energia ocorra em caso de sismo é necessário que a estrutura deforme em regime inelástico (sem recuperação total da deformação e com eventuais danos severos permanentes), sem que ocorram roturas por corte (e por isso é necessário assegurar que a resistência ao corte dos elementos estruturais é sempre superior à correspondente resistência à flexão). Estes princípios de dimensionamento sísmico, atualmente designados por métodos de cálculo pela capacidade real ("capacity design"),

já estavam presentes na regulamentação de 1983, mas nunca foram adotados no projeto corrente de edifícios, nomeadamente nas escolas. A atual regulamentação sísmica, o EC8-1 (IPQ, 2010a), já exige a adoção destes princípios de dimensionamento para todos os edifícios (incluindo as construções escolares) que venham a ser construídos no futuro, no Algarve.

Os períodos de retorno estipulados no Anexo Nacional ao EC8-3 (IPQ, 2017) para edifícios existentes do tipo corrente, atualmente correspondem a 73, 308 e 975 anos, respetivamente para DL, SD e NC, o que, em princípio, irá corresponder a eventos sísmicos de magnitudes progressivamente maiores.

Em relação às escolas, a ação sísmica estipulada na atual regulamentação (IPQ, 2010a) é aumentada através de um coeficiente de importância (inexistente nas regulamentações anteriores), atendendo às possíveis consequências associadas a um possível colapso deste tipo de construções, o que origina o agravamento dos períodos de retorno atrás mencionados para cerca de 127, 538 e 1703 anos (de acordo com as expressões simplificadas do EC8-1), respetivamente para DL, SD e NC. Ou seja, para um sismo de determinada magnitude, é exigido que as escolas tenham um melhor comportamento sísmico, considerando a elevada concentração de pessoas que nelas permanecem, pelo que estamos a reduzir o nível de danos considerado como sendo aceitável para este tipo de edifícios, em comparação com os edifícios correntes. Isto é especialmente importante para o estado limite NC, pois as escolas terão de apresentar o mesmo desempenho estrutural, mas para sismos de magnitudes muito superiores, que os edifícios correntes (pois a magnitude de um sismo associada a um período de retorno de 1703 anos é bastante superior à magnitude de um sismo associado a um período de retorno de 975 anos).

O programa informático desenvolvido (fig. 1) no contexto do projeto PERSISTAH (Estêvão, 2019) permite efetuar a verificação da segurança sísmica de escolas com base em análises estáticas não lineares. Para tal, é necessário determinar as curvas de capacidade dos edifícios (a relação entre a força de corte na base e o deslocamento no topo dos edifícios) recorrendo a programas de análise estrutural que permitem reproduzir o comportamento não linear dos materiais. Assim, é possível obter os níveis de segurança de um elevado número de escolas, com base nos métodos estipulados no EC8-3, fazendo depois a hierarquização dessa segurança (um Schoolscore). É também possível exportar os resultados georreferenciados para o Google Earth, através da criação automática de um ficheiro em formato kml. O nível de segurança pode ser quantificado com base nas ações sísmicas que constam na atual regulamentação, ou com base em cenários de ocorrência de sismos, que são especialmente importantes para efeitos da proteção civil e para a comunicação do risco às populações.

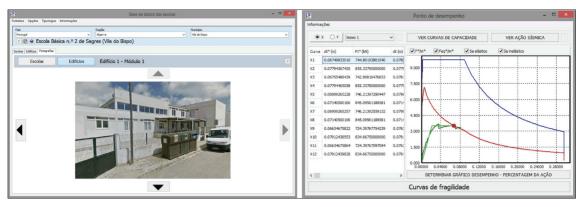


Fig. 1 - Exemplos de janelas do programa informático desenvolvido (base de dados das escolas e ponto de desempenho).

Fig. 1 - Examples of windows of the developed software (schools database and performance point).

Para se perceber melhor as vantagens do programa informático desenvolvido (que será de utilização livre a partir do endereço: https://sway.office.com/UZLStBm6DvZfNlt3), foram considerados neste trabalho diversos cenários de ocorrência de sismos, para que a ação sísmica na escola mais próxima à rotura (a Escola EB2 de Sagres) corresponda ao nível de aceleração estipulado no EC8-3, para os períodos de retorno associados aos estados limites DL, SD e NC, anteriormente referidos. Para esse efeito, foram considerados planos de rotura retangulares (Estêvão, 2019), e foram adotadas leis de atenuação que foram desenvolvidas com base em registos de sismos ocorridos na Europa (Ambraseys et al., 2005).

Foram considerados três cenários para os dois tipos de sismo (sismo afastado tipo 1, e sismo próximo tipo 2), cujas magnitudes estão apresentadas (QUADRO I). Estas magnitudes não resultaram de um estudo de perigosidade sísmica, mas sim de um processo de ajuste, por tentativa e erro, e são consistentes com os valores apresentados no Anexo NA.I da Parte 5 do EC8 (IPQ, 2010b). As fontes sísmicas que foram consideradas para os cenários de sismos afastados correspondem à zona do Canhão de São Vicente, localizada no mar, que corresponde a uma zona ativa onde tem ocorrido um elevado número de sismos (Silva et al., 2017). Quanto aos cenários de sismos próximos, as roturas foram localizadas em falhas existentes em documentos oficiais sobre o risco sísmico do Algarve (MAOTDR, 2004, 2007), situadas nas proximidades do local de implantação da Escola Básica n.º 2 de Sagres (a escola básica mais a Sudoeste da Península Ibérica). A localização da rotura foi ajustada para que as acelerações obtidas fossem iguais às estabelecidas nos EC8-1 e EC8-3 para um terreno tipo A, de modo a facilitar a perceção da plausibilidade dos cenários considerados. Os resultados foram exportados para o *Google Earth* (figs. 2 à 7).

Foi usada a menor distância ao plano da rotura  $(R_r)$ , em vez da menor distância à projeção da rotura na superfície. Importa realçar que a lei de atenuação adotada só está validada para magnitudes até M=7.6, pelo que os valores obtidos para a magnitude M=8.9 são pouco fiáveis, embora permitam ter uma ideia das possíveis consequências de um sismo de tão grande magnitude.

Como é possível observar (Quadro I), os valores de aceleração de cálculo estabelecidos no EC8-3 para os diversos EL, não diferem muito entre os sismos tipo 1 e tipo 2 para DL. Já para o estado limite NC, a diferenca é muito significativa, o que é consistente com a sismicidade registada na envolvente ao Algarve, designadamente tendo em conta as possíveis fontes de geração de sismos que são conhecidas, tornando muito desafiante a verificação da segurança de estruturas existentes para este nível de aceleração. Os resultados obtidos nas muitas análises não lineares que foram realizadas para o Algarve no contexto do projeto PERSISTAH, sugerem que a única forma de ser possível a verificação da segurança em relação a este EL, será recorrer ao método de cálculo pela capacidade real ("capacity design"), pois só assim será possível garantir a hierarquização de resistências

QUADRO I - Magnitudes (M), menor distância à rotura (R, em km), e acelerações (a, em m/s²) dos sismos considerados nos seis cenários estabelecidos para os diversos sismos tipo e estados limites (terreno tipo A).

Table I - Magnitudes (M), shortest distance to the rupture ( $R_i$  in km), and accelerations ( $a_g$  in m/s²) of the earthquakes considered in the six scenarios established for the different earthquakes and limit states (ground type A).

	DL (T <sub>R</sub> = 127 anos)	SD (T <sub>R</sub> = 538 anos)	NC (T <sub>R</sub> = 1703 anos)
Sismo afastado (tipo 1) Falha inversa	$\begin{array}{c} M = 6,6 \\ R_r = 31,228 \\ a_g = 0,29 \times 1,45 \times 2,5 = 1,051 \end{array}$	$\begin{array}{c} M = 7,6 \\ R_{r} = 24,226 \\ a_{g} = 0,75 \times 1,45 \times 2,5 = 2,719 \end{array}$	$M = 8,9$ $R_r = 34,196$ $a_g = 1,62 \times 1,45 \times 2,5 = 5,872$
Sismo próximo (tipo 2) Falha de desligamento	$\begin{array}{c} M = 4,6 \\ R_f = 10,152 \\ a_g = 0,47 \times 1,25 \times 1,7 = 0,999 \end{array}$	$\begin{array}{c} M = 5.2 \\ R_f = 7.197 \\ a_g = 0.84 \times 1.25 \times 1.7 = 1.785 \end{array}$	$M = 6,0$ $R_{f} = 5,637$ $a_{g} = 1,33 \times 1,25 \times 1,7 = 2,826$



Fig. 2 - Mapa de isolinhas de aceleração de pico (m/s²) obtidas em terrenos tipo A para um cenário de sismo afastado (tipo 1) com M=6,6 (estado limite DL).

Fig. 2 - Isoline map of peak acceleration (m/s²) obtained in ground type A for the far-field earthquake scenario (type 1) with M=6,6 (limit state DL).



Fig. 5 - Mapa de isolinhas de aceleração de pico (m/s²) obtidas em terrenos tipo A para um cenário de sismo próximo (tipo 2) com M=4,6 (estado limite DL).

Fig. 5 - Isoline map of peak acceleration (m/s²) obtained in ground type A for the near-field earthquake scenario (type 2) with M=4,6 (limit state DL).



Fig. 3 - Mapa de isolinhas de aceleração de pico (m/s²) obtidas em terrenos tipo A para um cenário de sismo afastado (tipo 1) com M=7,6 (estado limite SD).

Fig. 3 - Isoline map of peak acceleration (m/s²) obtained in ground type A for the far-field earthquake scenario (type 1) with M=7,6 (limit state SD).



Fig. 6 - Mapa de isolinhas de aceleração de pico (m/s²) obtidas em terrenos tipo A para um cenário de sismo próximo (tipo 2) com M=5,2 (estado limite SD).

Fig. 6 - Isoline map of peak acceleration (m/s²) obtained in ground type A for the near-field earthquake scenario (type 2) with M=5,2 (limit state SD).

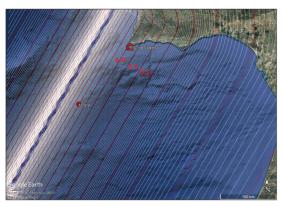


Fig. 4 - Mapa de isolinhas de aceleração de pico (m/s²) obtidas em terrenos tipo A para um cenário de sismo afastado (tipo 1) com M=8,9 (estado limite NC).

Fig. 4 - Isoline map of peak acceleration (m/s²) obtained in ground type A for the far-field earthquake scenario (type 1) with M=8,9 (limit state NC).



Fig. 7 - Mapa de isolinhas de aceleração de pico (m/s²) obtidas em terrenos tipo A para um cenário de sismo próximo (tipo 2) com M=6,0 (estado limite NC).

Fig. 7 - Isoline map of peak acceleration obtained in ground type A for the near-field earthquake scenario (type 2) with M=6,0 (limit state NC).

que suportam os níveis de ductilidade necessários para que a estrutura resista a tão elevados níveis de aceleração de pico sem ocorrência de colapso.

Para termos uma noção do nível de adequação dos resultados da lei de atenuação adotada, foi feita uma comparação entre os resultados dos espectros de resposta obtidos com base nesta lei, e os espectros de resposta dos registos do sismo ocorrido em 17 de dezembro de 2009 (com fonte na zona do Canhão de São Vicente), que corresponde ao sismo onde foram registadas as maiores acelerações de pico até ao momento no Algarve (desde que existem registos na região), num terreno tipo B, localizado em Portimão (Estêvão e Oliveira, 2010). É possível concluir que os valores de aceleração de pico (para o período T = 0 s) dos registos são próximos dos resultados obtidos com a lei de atenuação, mas ligeiramente superiores, o que já não acontece para os períodos mais altos, onde os registos apresentam valores muito inferiores (fig. 8). Dadas as capacidades e as limitações evidenciadas pela lei de atenuação utilizada, podemos afirmar que muito embora os cenários estabelecidos pareçam ser plausíveis para Sagres, é observada uma grande atenuação das vibrações sísmicas para os cenários de sismos afastados, o que torna mais difícil reproduzir os níveis de aceleração estipulados no EC8-1 e EC8-3 para a zona de fronteira com Espanha.

A Escola Básica n.º 2 de Sagres, que foi usada como ponto de referência deste estudo, corresponde a uma escola da tipologia P3 para as quais foram determinadas as curvas de capacidade dos diversos módulos estruturais que compõem os edifícios deste tipo de escola (Estêvão e Esteves, 2020). Os resultados demonstram que não é possível assegurar os níveis de segurança que estão estipulados no EC8-3, principalmente para o sismo tipo 1 (afastado). Contudo, importa salientar que não foram incluídas as paredes de alvenaria de enchimento (não estruturais) nos modelos, que tanto podem ter efeitos positivos (melhorando a resistência sísmica). como podem ter efeitos muito negativos (originando pilares curtos e pisos vazados). Os efeitos positivos das paredes de enchimento (as paredes exteriores e as paredes divisórias de alvenaria de tijolo cerâmico furado, não estrutural), normalmente só ocorrem para níveis de vibração sísmica relativamente baixos. Por outro lado, um fator que poderá piorar o desempenho sísmico destas escolas P3, é o possível impacto entre os diversos módulos independentes que constituem os edifícios, considerando a pequena dimensão das juntas existentes entre eles. Em relação às escolas de alvenaria tradicional, que ainda estão em funcionamento no Algarve, ficou evidente, no estudo realizado no âmbito do projeto PERSISTAH, que estas também não apresentam a capacidade sismorresistente atualmente EC8-3 exigida (Estêvão e Tomás, 2021).

Neste contexto, é importante que as intervenções de remodelação realizadas em escolas existentes no Algarve contemplem o estudo da sua segurança sísmica, e que sejam realizados projetos de reforço sísmico, se necessário.

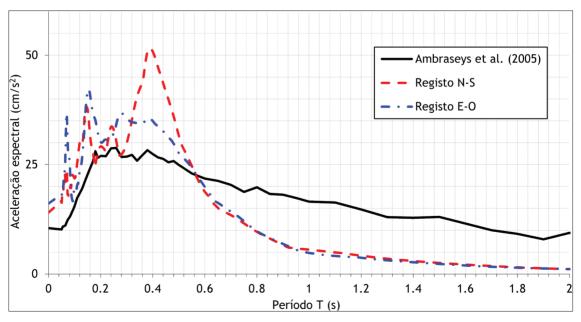


Fig. 8 - Comparação entre os resultados dos espectros de resposta obtidos com a lei de atenuação adotada, e os resultados dos registos do sismo de 2009/12/17, obtidos em Portimão num terreno tipo B.

Fig. 8 - Response spectra comparison between the results obtained with the adopted attenuation law and the results of the records of the 2009/12/17 earthquake, obtained in Portimão on a ground type B site.

#### Educação e comunicação sobre risco sísmico

Comunicar ciência de forma simples e clara para os diferentes públicos é sempre um grande desafio. Os engenheiros têm, muitas vezes, dificuldade em comunicar conceitos para fora do seu círculo profissional. Por outro lado, estes técnicos também têm de ter a humildade de perceber que não têm sempre razão e que pessoas de outras áreas disciplinares podem ter, inclusive, melhores ideias para lidar com o problema dos sismos (Booth, 2018). Assim, importa ter uma visão global do problema e transmitir essa visão a todas as pessoas de uma comunidade, com diferentes tipos de linguagem, para que seja possível aumentar a resiliência coletiva aos fenómenos sísmicos.

A Proteção Civil, em função dos seus objetivos e domínios de atuação, trabalha mais ao nível da mitigação e resposta, informando sobre as medidas de autoproteção e sensibilizando as crianças para a importância da posse individual de um kit de emergência para ser usado em caso de sismo. No entanto, não basta saber atuar durante um sismo se os edifícios não estiverem preparados para manter a sua integridade estrutural e permitir a evacuação dos mesmos. Por outro lado, devemos considerar que, de acordo com um inquérito realizado às escolas de ensino básico e jardins-de-infância de Lisboa (Bernhardsdottir et al., 2016), a maior parte dos simulacros realizados nas escolas são para situações de incêndio, não prevendo que os móveis, equipamentos, e objetos podem cair tornando a evacuação muito diferente da que pode ser feita para uma situação de incêndio. Verifica-se também que as escolas não estão preparadas para prevenir danos e ferimentos no que toca aos riscos não estruturais, visto que, por exemplo, o mobiliário ou equipamentos não estão fixados (já para não referir os riscos no exterior do edifício), o que poderá provocar feridos, vítimas mortais e obstruir saídas, inviabilizando a evacuação de forma adequada, tal como prevista nos simulacros. Deste inquérito percebe-se também que os alunos não têm consciência do risco sísmico da região onde se encontram, nem treino suficiente para evacuar uma escola após um sismo de elevada intensidade sísmica. Os seus familiares e professores também não estão cientes do risco, nem das ações a serem tomadas (por exemplo, planos familiares de emergência, pontos de encontro) para se prepararem para uma emergência.

Face ao exposto, um dos objetivos do projeto PERSISTAH foi o de contribuir para que a educação permita o aumento da resiliência das comunidades e para que a comunicação do risco seja estimulada, no sentido de formar uma sociedade mais participativa, preparada e com uma cultura de risco. Ao nível da mitigação do risco sísmico, é necessário informar e educar a comunidade escolar para a eventualidade desta ocorrência, nomeadamente através de formacão nas escolas, da identificação de potenciais

riscos, tanto no interior como no exterior dos edifícios, da implementação das medidas de redução do risco estrutural e não estrutural, e da realização de exercícios de simulação. É importante ter presente que podemos influenciar o comportamento da população através do ensino, da informação, e dos exemplos práticos.

Estudos com várias comunidades afetadas por sismos provaram que a exposição ao desastre tem consequências traumáticas, que podem deixar as pessoas com perturbações mentais, muito após a sua ocorrência, com taxas que vão dos 2% aos 50% da população com perturbações de *stress* pós-traumático, e de 8% a 52% com problemas de depressão (Salcioglu, 2010).

As escolas desempenham um papel fundamental no apoio às suas comunidades após a ocorrência de um sismo que origine danos patrimoniais, pois os professores, diretores, e pessoal não docente assumem papéis que vão além da liderança educacional para lidar com uma crise imediata, gerindo as escolas como centros comunitários após o desastre, reconstruindo a estrutura das suas comunidades escolares e, ao mesmo tempo, sendo sensíveis aos aspetos físicos, emocionais, sociais e às necessidades psicológicas de sua equipa, estudantes e famílias (Mutch, 2015).

Para que os professores, monitores e técnicos da área educativa possam cumprir estes objetivos, é necessário terem ao seu dispor os recursos pedagógicos e didáticos para formação inicial e contínua da comunidade escolar. Dada a inexistência desse material, o projeto PERSISTAH criou o Guia "Por que é que o chão se move?", que serve como uma ferramenta orientadora, e que explica os objetivos propostos no Referencial da Educação para o Risco (RERisco) indo mais além, ao incluir medidas de mitigação do risco. Esta ferramenta pode ser utilizada nos três tipos de aprendizagem (formal, não formal e informal), facilitando a interligação entre as aprendizagens das disciplinas e dos domínios a serem abordados no currículo do 1.º ciclo do ensino básico. Assim, pretende-se ensinar educadores e criancas sobre o fenómeno sísmico e a redução do risco, de uma forma criativa, pedagógica e lúdica, integrando diversas atividades que promovem a participação individual e coletiva. Desta forma, desenvolve-se uma cultura de segurança nas crianças para que possam transpor para outros momentos do seu quotidiano.

Este guião educativo tem sido testado e implementado desde outubro de 2018, com alunos do pré-escolar (5 anos) e do ensino básico (6 aos 12 anos), nas atividades que decorrem desde 2018 no Museu de São Roque em Lisboa: (i) "A terra treme! É um sismo!"; e, (ii) no workshop concebido para famílias que ocorre em parceria com o Instituto Superior Técnico e a Igreja e Museu de São Roque ("Se eu fosse...Engenheiro de Estruturas"); contribuindo para a aprendizagem científica não formal. O material já

foi também utilizado para atividades, em sala de aula, com alunos do 1.°, 3.° e 4.° anos do CEB em 2019 e 2020.

Num contexto mais alargado, em 2019, foram realizados dois cursos de formação para professores, em Almonte (Espanha) e em Olhão (Portugal), contando com a presença de cerca de 60 participantes, o que também permitiu testar a metodologia e comprovar o seu sucesso prático (fot. 5).

Recentemente, um dos autores deste artigo participou no programa "Explica-me como se tivesse 5 anos - Conversas sobre Ciência no Técnico para crianças e adultos curiosos", com emissão ao vivo, utilizando o guião educativo como base (programa online: https://www.facebook.com/tecnico.ulisboa.pt/videos/409876936689566). Serviu também de base para o programa #EstudoEmCasa (Escola na RTP), Episódio 23, sobre o tema "Atividade Sísmica" para o 7º e 8º ano do Ensino Básico, tendo sido visto na comunidade lusófona para além-fronteiras e estando disponível em: https://www.rtp.pt/play/estudoemcasa/p7834/e555030/ciencias-naturais-e-cidadania-7-e-8-anos.

Também foi desenvolvido, no âmbito do projeto, o "Guia Prático Escola Resiliente aos Sismos", que tem como objetivos: i) fornecer um instrumento que permite a identificação, avaliação, mitigação e monitorização dos riscos de acidente, em caso de sismo, dentro e fora do recinto escolar tendo em atenção os possíveis efeitos da queda de elementos não estruturais, que são uma das

principais causas de perda de vidas humanas, de bens e das funções dos edifícios, inviabilizando a retoma do ensino por tempo indeterminado; e ii) formalizar um modelo de intervenção (plano de mitigação) que pode ser replicado a todos os equipamentos de ensino, independentemente do nível de ensino, possibilitando o aumento da resiliência sísmica da comunidade escolar.

Em relação à metodologia de avaliação sísmica dos edifícios adotada no projeto PERSISTAH, também foi publicado um artigo de divulgação científica que explica as suas bases científicas, que foi revisto por professores e alunos do ensino secundário, com uma interação muito positiva, uma vez que possibilitou a adequação da escrita sobre um conjunto de conceitos de alguma complexidade técnica, permitindo que a mensagem possa chegar ao público mais facilmente (Estêvão, 2020).

#### Conclusões

O trabalho desenvolvido para o Algarve, no âmbito das diversas vertentes do projeto PERSISTAH, permitiu concluir que:

- Existe uma grande dificuldade de acesso à informação necessária à avaliação da segurança sísmica das escolas;
- O programa informático desenvolvido demonstrou ser uma ferramenta que permite um conhecimento



Fot. 5 - Atividade realizada com professores baseada no guião educativo "Por que é que o chão se move?" (Fotografia de João Estêvão, tirada a 2019/10/28).

Photo 5 - Activity carried out with teachers based on the educational guide "Why does the ground shake" (Photography of João Estêvão, taken at 2019/10/28).

mais detalhado sobre o comportamento sísmico das construções, pois possibilita a avaliação de um elevado número de edifícios com base nos métodos de análise sísmica estipulados na regulamentação atualmente em vigor, em alternativa à utilização de métodos mais simplificados de avaliação;

- Foi possível constatar que nenhum dos edifícios escolares analisados (todas as escolas de alvenaria tradicional e as escolas P3 de betão armado) cumpre os níveis de segurança que são atualmente exigidos para a região, principalmente na zona da localização da Escola EB2 de Sagres (uma escola P3) que foi usada para ilustrar as capacidades do programa informático referido, designadamente atendendo aos valores de ação sísmica estabelecidos nos anexos nacionais das várias partes do Eurocódigo 8, como a NP EN 1998-1:2010 (EC8-1) e a NP EN 1998-3:2017 (EC8-3), sendo a verificação do estado limite NC o fator mais crítico;
- A falta de segurança dos edifícios de alvenaria está associada à fraca resistência das paredes estruturais e à reduzida ductilidade que este tipo de sistema estrutural apresenta, enquanto nos edifícios de betão armado o fator crítico é a reduzida resistência ao corte dos pilares, motivada pelos elevados afastamentos entre cintas, que eram permitidos pelas regulamentações mais antigas;
- A obra de reforço sísmico de uma escola piloto (Escola Básica de Brancanes) evidenciou as dificuldades da realização deste tipo de tarefa, designadamente porque se constatou um défice de conhecimento técnico generalizado sobre estas matérias; assegurar que todos os intervenientes nas obras tenham uma adequada formação sobre o assunto será uma importante medida de mitigação do risco sísmico que deve ser considerada;
- As ações de divulgação e formação para professores foram um grande sucesso, atendendo à resposta dos participantes, pelo que parece ser importante que este projeto educativo seja divulgado à comunidade educativa para que se inicie a construção de uma cultura de risco, efetiva e eficaz, com a colaboração de outros espaços que não a escola, tais como museus, universidades, e centros de ciência. Estas ações são também importantes para a comunicação do risco a todos os elementos da sociedade.

#### Agradecimentos

Os autores agradecem ao programa INTERREG-POCTEP España-Portugal e ao Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional (FEDER) pelo apoio financeiro através do projeto 0313\_PERSISTAH\_5\_P.

#### Referências bibliográficas

- Alberto, Y., Otsubo, M., Kyokawa, H., Kiyota, T. and Towhata, I. (2018). Reconnaissance of the 2017 Puebla, Mexico earthquake. *Soils and Foundations*, *58*(5), 1073-1092. DOI: https://doi.org/10.1016/j.sandf.2018.06.007
- Ambraseys, N. N., Douglas, J., Sarma, S. K. and Smit, P. M. (2005). Equations for the Estimation of Strong Ground Motions from Shallow Crustal Earthquakes Using Data from Europe and the Middle East: Horizontal Peak Ground Acceleration and Spectral Acceleration. Bulletin of Earthquake Engineering, 3(1), 1-53. DOI: https://doi.org/10.1007/s10518-005-0183-0
- Angelier, J., Lee, J. C., Hu, J. C. and Chu, H. T. (2003). Three-dimensional deformation along the rupture trace of the September 21st, 1999, Taiwan earthquake: a case study in the Kuangfu school. *Journal of Structural Geology*, 25(3), 351-370. DOI: https://doi.org/10.1016/S0191-8141(02)00039-1
- Augenti, N., Cosenza, E., Dolce, M., Manfredi, G., Masi, A. and Samela, L. (2004). Performance of School Buildings during the 2002 Molise, Italy, Earthquake. *Earthquake Spectra*, 20(S1), S257-S270. DOI: https://doi.org/10.1193/1.1769374
- Barreto, V. e Estêvão, J. M. C. (2020). Feasibility of Using Steel Bracings for Seismic Retrofitting of RC School Buildings. Paper presented at the INCREaSE 2019, Cham, 1117-1127. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-30938-1\_88
- Bernhardsdottir, A. E., Musacchio, G., Ferreira, M. A. e Falsaperla, S. (2016). Informal education for disaster risk reduction. *Bulletin of Earthquake Engineering*, 14(7), 2105-2116.
  - DOI: https://doi.org/10.1007/s10518-015-9771-9
- Booth, E. (2018). Dealing with earthquakes: the practice of seismic engineering 'as if people mattered'. *Bulletin of Earthquake Engineering*, 16(4), 1661-1724. DOI: https://doi.org/10.1007/s10518-017-0302-8
- Chen, H., Xie, Q., Lan, R., Li, Z., Xu, C. and Yu, S. (2017). Seismic damage to schools subjected to Nepal earthquakes, 2015. *Natural Hazards*, 88(1), 247-284. DOI: https://doi.org/10.1007/s11069-017-2865-8
- Chester, D. K. and Chester, O. K. (2010). The impact of eighteenth century earthquakes on the Algarve region, southern Portugal. *The Geographical Journal*, 176(4), 350-370.
  - DOI: https://doi.org/10.1111/j.1475-4959.2010.00367.x
- DGEEC e DSEE. (2017). Estatísticas da Educação 2016/2017. Direção-Geral de Estatísticas da Educação e Ciência (DGEEC).
- Di Ludovico, M., Digrisolo, A., Moroni, C., Graziotti, F., Manfredi, V., Prota, A., Dolce, M and Manfredi,

- G. (2018). Remarks on damage and response of school buildings after the Central Italy earthquake sequence. Bulletin of Earthquake Engineering.
- DOI: https://doi.org/10.1007/s10518-018-0332-x
- DRE DIÁRIO DA REPÚBLICA ELECTRÓNICO (2019). Portaria n.º 302/2019 de 12 de setembro Diário da República, 1, a série, n.º 175 (pp. 134): XXI Governo Constitucional.
- Estêvão, J. M. C. e Oliveira, C .S. (2010). Utilização de acelerogramas simulados na análise sísmica de estruturas. Paper presented at the 8° Congresso Nacional de Sismologia e Engenharia Sísmica, Aveiro, 1-13.
- Estêvão, J. M. C. (2019). An integrated computational approach for seismic risk assessment of individual buildings. Applied Sciences, 9(23), 5088. DOI: https://doi.org/10.3390/app9235088
- Estêvão, J. M. C. (2020). Método computacional de avaliação do risco sísmico de escolas. UALGORITMO, 2, 17-21.
- Estêvão, J. M. C. e Esteves, C.(2020). Nonlinear Seismic Analysis of Existing RC School Buildings: The "P3" School Typology. Buildings, 10(11), 210. DOI: https://doi.org/10.3390/buildings10110210
- Estêvão, J. M. C. e Tomás, B. (2021). Ranking the Seismic Vulnerability of Masonry School Buildings according to the EC8-3 by Using Performance Curves. International Journal of Architectural Heritage, 1-16.

DOI: https://doi.org/10.1080/15583058.2021.1904458

Estêvão, J., Tomás, B., Laranja, R. e Braga, A. (2021). Seismic Retrofitting of an Existing Masonry School Building: A Case Study in Algarve. Paper presented at the Sustainability and Automation in Smart Constructions, Cham, 349-355.

DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-35533-3\_42

- Ferreira, M. (2012). Risco sísmico em sistemas urbanos. (PhD), Instituto Superior Técnico, UL, Lisboa.
- Ferreira, M. A. (2009). L'Aquila earthquake viewed from World Wide Web: A Preliminary report - The first week The Newsletter of the European Association for Earthquake Engineering, 27(1), 6-16.
- Geller, R. J. (2011). Shake-up time for Japanese seismology. Nature, 472, 407-409. DOI: https://doi.org/10.1038/nature10105
- Giordano, N., De Luca, F. e Sextos, A (2020). Out-of-plane closed-form solution for the seismic assessment of unreinforced masonry schools in Nepal. Engineering Structures, 203, 109548.
  - DOI: https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2019.109548
- IPQ INSTITUTO PORTUGUÊS DA QUALIDADE (2010a). NP EN 1998-1. Eurocódigo 8: Projecto de estruturas para resistência aos sismos. Parte 1: Regras gerais, acções sísmicas e regras para edifícios

- (in Portuguese). Caparica, Portugal: Instituto Português da Qualidade.
- IPQ INSTITUTO PORTUGUÊS DA QUALIDADE (2010b). NP EN 1998-5. Eurocódigo 8: Projecto de estruturas para resistência aos sismos. Parte 5: Fundações, estruturas de suporte e aspectos geotécnicos. Caparica, Portugal: Instituto Português da Qualidade.
- IPO INSTITUTO PORTUGUÊS DA OUALIDADE (2017). NP EN 1998-3. Eurocódigo 8: Projecto de estruturas para resistência aos sismos. Parte 3: Avaliação e reabilitação de edifícios. Caparica, Portugal: Instituto Português da Qualidade.
- Kabeyasawa, T. (2017). Damages to RC school buildings and lessons from the 2011 East Japan earthquake. Bulletin of Earthquake Engineering, 15(2), 535-553. DOI: https://doi.org/10.1007/s10518-015-9825-z
- Korkmaz, M., Ozdemir, M. A., Kavali, E. and Cakir, F. (2018). Performance-based assessment of multistory unreinforced masonry buildings: The case of historical Khatib School in Erzurum, Turkey. Engineering Failure Analysis, 94, 195-213. DOI: https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2018.08.002
- Lew, M., Naeim, F., Carpenter, L. D., Youssef, N. F., Rojas, F., Saragoni, G. R. and Adaros, M. S. (2010). The significance of the 27 February 2010 offshore Maule, Chile earthquake. The Structural Design of Tall and Special Buildings, 19(8), 826-837. DOI: https://doi.org/10.1002/tal.668
- MAOTDR MINISTÉRIO DO AMBIENTE, DO ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO E DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL (2004). ProtAlgarve. Volume II - Caracterização e diagonóstico. Anexo J - Apreciação do risco sísmico no Algarve: Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional.
- MAOTDR MINISTÉRIO DO AMBIENTE, DO ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO E DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL (2007). ProtAlgarve. Volume III - Elementos complementares: Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional.
- Marécos, J. A. E. e Castanheta, M. C. N. (1970). Estudo do comportamento de estruturas sob a acção do sismo de 28 de Fevereiro de 1969 (pp. 1-24). Lisbon: Laboratório Nacional de Engenharia Civil.
- Mutch, C. (2015). Leadership in times of crisis: Dispositional, relational and contextual factors influencing school principals' actions. International Journal of Disaster Risk Reduction, 14, 186-194. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2015.06.005
- O'Reilly, G. J., Perrone, D., Fox, M., Monteiro, R. and Filiatrault, A. (2018). Seismic assessment and loss estimation of existing school buildings in Italy.

- Engineering Structures, 168, 142-162.

  DOI: https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2018.04.056
- Oyguc, R. (2016). Seismic performance of RC school buildings after 2011 Van earthquakes. *Bulletin of Earthquake Engineering*, *14*(3), 821-847.
  - DOI: https://doi.org/10.1007/s10518-015-9857-4
- REBA (1967). Regulamento de estruturas de betão armado. Decreto n.º 47 723, de 30 de Maio de 1967. Lisboa: Imprensa Nacional.
- REBAPE (1983). Regulamento de estruturas de betão armado e pré-esforçado. Decreto-Lei n.º 349-C/83, de 30 de Julho. Lisboa: Imprensa Nacional-Casa da Moeda, E.P.
- Ribeiro, V. (2016). As escolas primárias dos *Centenários*: Subsídios para uma história das construções escolares no Algarve. *Apontamentos para a história* das culturas de escrita: da idade do ferro à era digital (pp. 289-311). Faro: Universidade do Algarve.
- Rodgers, J. E. (2012). Why Schools are Vulnerable to Earthquakes. Paper presented at the 15th World Conference on Earthquake Engineering, Lisbon, 1-10.
- RSAEEP. (1983). Regulamento de segurança e acções para estruturas de edifícios e pontes. Decreto-Lei n.º 235/83, de 31 de Maio. Lisboa: Imprensa Nacional-Casa da Moeda, E.P.
- RSCCS (1958). Regulamento de segurança das construções contra os sismos. Decreto n. 41 658, de 31 de Maio de 1958. Lisboa: Imprensa Nacional.
- RSEP (1961). Regulamento de solicitações em edifícios e pontes. Decreto n.º 44 041, de 18 de Novembro de 1961. Lisboa: Imprensa Nacional.

- Salcioglu, E. (2010). Mental health consequences of earthquakes and their effective treatment: a control focused behavioral treatment approach. Paper presented at the II Conferenza Tematica Nazionale Società Italiana Riabilitazione Psicosociale, L'Aquila, 19-20.
- Silva, S., Terrinha, P., Matias, L., Duarte, J. C., Roque, C., Ranero, C. R., Geissler, W. H., and Zitellini, N. (2017). Micro-seismicity in the Gulf of Cadiz: Is there a link between micro-seismicity, high magnitude earthquakes and active faults? *Tectonophysics*, 717, 226-241. DOI: https://doi.org/10.1016/j.tecto.2017.07.026
- Teves-Costa, P., Batlló, J., Matias, L., Catita, C., Jiménez, M. J. and García-Fernández, Mar. (2019). Maximum intensity maps (MIM) for Portugal mainland. *Journal* of Seismology, 23(3), 417-440.
  - DOI: https://doi.org/10.1007/s10950-019-09814-5
- Tomás, B., Barreto, V. and Estêvão, J. M. C. (2019). Avaliação da viabilidade da utilização de elementos de contraventamento em aço como medida de reforço sísmico de escolas existentes no Algarve. Paper presented at the XII Congresso de Construção Metálica e Mista, Coimbra, 547-553.
- Vangi, D. (2009). Simplified method for evaluating energy loss in vehicle collisions. Accident Analysis & Prevention, 41(3), 633-641.
  - DOi: https://doi.org/10.1016/j.aap.2009.02.012
- Zeng, E. J, and Bordeaux Silverstein, L. (2011). China earthquake relief: Participatory action work with children. School Psychology International, 32(5), 498-511. DOI: https://doi.org/10.1177/0143034311402921

## territorium **29** (I), 2022, 177-180

RISCOS

journal homepage: https://territorium.riscos.pt/numeros-publicados/DOI: https://doi.org/10.14195/1647-7723\_29-1\_15

Notícia / New



# XIV ENCONTRO NACIONAL DE RISCOS RISCO DE CHEIAS E RISCO DE INUNDAÇÕES FLUVIAIS - APRENDER COM O PASSADO

Fernando Félix

Universidade de Coimbra Núcleo de Investigação Científica de Incêndios Florestais (Portugal)

ORCID 0000-0001-8509-6010 <u>ffelix@fl.uc.pt</u>

Adélia Nunes

Universidade de Coimbra, NICIF, CEGOT e RISCOS Faculdade de Letras, Departamento de Geografia e Turismo (Portugal)

ORCID 0000-0001-8665-4459 adelia.nunes@fl.uc.pt

Volvida uma década, depois de vários Encontros Nacionais de Riscos terem decorrido de Norte a Sul do território continental e no arquipélago da Madeira, a XIV edição, subordinada ao tema "Risco de cheias e risco de inundações fluviais: Aprender com o passado", regressou à Universidade de Coimbra, tendo decorrido no Teatro Paulo Quintela, da Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra, nos passados dias 16 e 17 de julho de 2021. Foi organizado pela Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança (RISCOS), em colaboração com o Centro de Estudos de Geografia e Ordenamento do Território (CEGOT), o Departamento de Geografia e Turismo e a Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra (FLUC).

O XIV Encontro Nacional de Riscos voltou a Coimbra para revisitar as cheias e inundações de 2001, que imprimiram um rasto de destruição em várias bacias hidrográficas nacionais, com destaque para a do rio Mondego, onde o rebentamento de vários diques, a jusante de Coimbra, provocou mais de uma centena de desalojados.

No decurso destas duas décadas, os riscos de cheia e de inundação voltaram a manifestar-se, com as inundações de janeiro e fevereiro de 2016 a causarem avultados prejuízos na área ribeirinha de Coimbra e, as de dezembro de 2019, a afetarem vastas áreas da planície aluvial do rio Mondego.

Assim, diremos que o objetivo deste Encontro, à semelhança de outros anteriores, visou colocar os agentes de proteção civil, o órgão de gestão da bacia hidrográfica do rio Mondego, a empresa de gestão da produção de energia da barragem da Aguieira e o Programa Operacional Sustentabilidade e Eficiência no Uso de Recursos, a revisitar acontecimentos nefastos, não só para deles retirar os ensinamentos que podem transmitir e, assim, aprender com estas experiências do passado recente, mas também para discutir com a comunidade científica as causas e as consequências destes acontecimentos e, sobretudo, para refletir sobre os desafios que se colocam

à gestão integrada desta bacia hidrográfica, no intuito de evitar/reduzir o risco de cheias e o consequente risco de inundações no Baixo Mondego.

A sessão de abertura foi apresentada pela Prof. a Doutora Fátima Velez de Castro, Professora Auxiliar da Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra, cuja mesa foi presidida pelo Prof. Doutor Rui Gama, Diretor da Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra e composta pelos Eng. Luís Fazendeiro de Sá, em representação do Senhor Presidente da Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil, General José Duarte Costa, Prof. a Doutora Fantina Tedim, Coordenadora Cientifica do CEGOT, Prof. a Doutora Adélia Nunes, Diretora do Departamento de Geografia e Turismo da FLUC, e Prof. Doutor Luciano Lourenço, Presidente da Direção da RISCOS (fot. 1).



Fot. 1 - Aspeto da mesa da sessão de abertura, durante a apresentação pela Prof.ª Doutora Fátima Velez de Castro.

**Photo 1 -** Opening session table, during the presentation by Professor Fátima Velez de Castro.

Como tem sido habitual, durante a sessão de abertura seguiu-se um dos momentos mais aguardados destes últimos Encontros e que diz respeito ao anúncio do vencedor do prémio "Ciência", anualmente atribuído pela RISCOS, neste caso, referente ao ano de 2020.

O prémio foi atribuído a um capítulo de livro intitulado: Riscos biológicos: diversidade e padrões geográficos, da autoria de: Albano Figueiredo, Joana Costa e Elizabete Marchante, publicado no volume VII da série Riscos e Catástrofes: "Catástrofes Naturais. Uma abordagem global". Este prémio foi solenemente entregue pelo Diretor da Faculdade de Letras, Prof. Doutor Rui Gama, ao primeiro dos autores, Prof. Doutor Albano Figueiredo, em representação de todos os autores (fot. 2.

CONTRO ACIONAL RISCOS

Fot. 2 - Registo final da entrega o Prémio Ciência 2020 pelo Diretor da Faculdade ao autor Prof. Doutor Albano Figeuiredo.

Photo 2 - Final record of the delivery of the Science Award 2020 by the Faculty Director to the author Professor Albano Figueiredo.

O Encontro contou com a conferência de abertura intitulada "Contributos do Laboratório de Hidráulica da Universidade de Coimbra para o estudo das Cheias do Mondego", proferida pelo Prof. Doutor José Alfeu Sá Marques (fot. 3).



Fot. 3 - Pormenor da conferência de abertura, proferida pelo Prof. Doutor José Alfeu Sá Marques.

**Photo 3 -** Detail of the opening lecture, given by Professor José Alfeu Sá Marques.

Asessão da manhã foi composto por duas sessões paralelas de comunicações orais, uma que decorreu no Teatro Paulo Quintela, mais dedicada à análise de parâmetros climatológicos e hidrográficos, com apresentação de estudos de casos do Baixo Mondego e, a outra, que decorreu na sala de Paleografia, esteve mais dedicada à análise do risco hidrológico e às suas manifestações pelos diversos territórios de Portugal.

Sala: Teatro Paulo Quintela





















Fot. 4 - Aspetos da apresentação das comunicações orais.

Photo 4 - Aspects of the presentation of oral communications.

Por sua vez, a tarde iniciou-se com a sessão de Posters que decorreu á entrada do Teatro Paulo Quintela, e que foi do interesse de muitos participantes (fot. 5).



Fot. 5 - Vista da sessão dos posters. Photo 5 - View of the Poster session.

Depois decorreu a conferência "Projetar o futuro revivendo acontecimentos passados: as cheias do rio Mondego e a queda da ponte Hintze Ribeiro em 2001", proferida pelo Prof. Doutor José Simão Antunes do Carmo (fot. 6).



Fot. 6 - Pormenor da conferência, proferida pelo Prof. Doutor José Simão Antunes do Carmo.

**Photo 6 -** Detail of the lecture given by Professor José Simão Antunes do Carmo.

Seguiu-se-lhe a Mesa Redonda "Desafios à gestão do risco de cheias para evitar/reduzir o risco de inundações no Baixo Mondego" (fot. 7), moderada pelo Prof. Doutor Luciano Lourenço, e que contou com a participação da Agência Portuguesa do Ambiente (APA), enquanto órgão de gestão das bacias hidrográficas, do Programa

Operacional Sustentabilidade e Eficiência no Uso de Recursos (POSEUR), enquanto entidade financiadora, a EDP - Gestão da Produção de Energia, S.A. - Direção Centro de Produção Tejo-Mondego, como empresa de gestão da produção de energia da barragem da Aguieira e a proteção civil, representada pelo Comandante Operacional Distrital de Coimbra, e pelo Presidente da Câmara Municipal de Montemor-o-Velho, responsáveis pelo socorro, respetivamente a nível distrital e municipal, com as seguintes intervenções:

- "O Aproveitamento Hidráulico do Mondego e a redução do risco de inundação do Baixo Mondego", pelo Eng.º José Proença (APA);
- "Investimentos do PO SEUR na redução do risco de inundação. O exemplo do Baixo Mondego", pelo Dr. José Marques Guedes (PO SEUR);
- "A gestão de caudais na barragem da Agueira. Como conciliar a produção de energia elétrica com a redução do risco de inundações no Baixo Mondego?", pelo Eng.º Vítor Silva (EDP - Gestão da Produção de Energia, S.A.);
- "As operações de socorro nos diferentes contextos de manifestação do risco de inundação na bacia hidrográfica do rio Mondego", pelo Mestre Carlos Luís Tavares (CDOS-Coimbra);
- "As intervenções do Serviço Municipal de Proteção Civil na mitigação do risco de inundação: antes, durante e após a sua manifestação", pelo Dr. Emílio Torrão (Município de Montemor-o-Velho).

Esta Mesa Redonda promoveu a discussão dos operacionais com a comunidade científica das causas e as consequências destes acontecimentos e, sobretudo, a refletir sobre os desafios que se colocam à gestão integrada desta bacia hidrográfica, no intuito de evitar/reduzir o risco de cheias e o consequente risco de inundações no Baixo Mondego.

Por fim, decorreu a Conferência de Encerramento "Análise dos impactes das grandes cheias do Mondego nos últimos 700 anos", proferida pelo Mestre João Pardal (fot. 8) e que demonstrou que o território de Coimbra é, historicamente, um espaço de risco geomorfológico e hidrológico, onde se destacam as cheias do rio Mondego e dos seus afluentes.

Através da consulta de extenso acervo documental construiu uma base de dados de eventos de cheias ocorridas no rio Mondego, desde o século XIII até à presente data, com 269 eventos identificados, dos quais 25 foram classificados de catastróficos, com impactes negativos muito significativos, nomeadamente: destruição de habitações, de igrejas e conventos, de comércio e indústria, de infraestruturas, de colheitas e campos agrícolas; isolamento e evacuação de populações; morte de animais e pessoas; ocorrência doenças e períodos de fome.



Fot. 7 - Aspeto da Mesa Redonda.

Photo 7 - The Round Table.



Fot. 8 - Vista da conferência de encerramento, proferida pelo Mestre João Pardal.

**Photo 8 -** Closing lecture, given by Master João Pardal

O Encontro terminou com a sessão de encerramento que foi presidida pela Prof.ª Doutora Adélia Nunes, Diretora do Departamento de Geografia e Turismo, secundada pela Prof.ª Doutora Prof.ª Doutora Claudete Moreira, na qualidade de Representante da Universidade de Coimbra no CEGOT e pela Prof.ª Doutora Fátima Velez de Castro, Diretora do Centro de Formação de Professores da RISCOS (fot. 9).



Fot. 9 - Aspeto da mesa da sessão de encerramento, durante a intervenção da Prof.<sup>a</sup> Doutora Adélia Nunes.

**Photo 9 -** Closing session table, during the contribution by Professor Adélia Nunes.

Terminado o XIV Encontro Nacional da Riscos, ficou a expectativa de que, com o envolvimento e articulação de todos, se possa reduzir o risco de inundações no Baixo Mondego, através do aumento tanto da resiliência das comunidades, como do reforço das capacidades de antecipação e de resposta dos meios de prevenção e socorro em situação de crise.

# territorium 29 (I), 2022, 181-182



journal homepage: https://territorium.riscos.pt/numeros-publicados/DOI: https://doi.org/10.14195/1647-7723\_29-1\_16

Notícia / New



## CENTRO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES DA RISCOS: DINAMIZAÇÃO DE AÇÕES DE FORMAÇÃO PARA A QUALIFICAÇÃO DO CORPO DOCENTE

#### Fernando Félix

Universidade de Coimbra Núcleo de Investigação Científica de Incêndios Florestais (Portugal) ORCID 0000-0001-8509-6010 ffelix@fl.uc.pt

#### Fátima Velez de Castro

Universidade de Coimbra, NICIF, CEGOT e RISCOS Faculdade de Letras, Departamento de Geografia e Turismo (Portugal)

ORCID 0000-0003-3927-0748 velezcastro@fl.uc.pt

A RISCOS, enquanto Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança, muito tem contribuído para o aumento do conhecimento cindínico, designadamente através da organização anual de uma reunião científica, nacional e/ou internacional, sobre a temática dos riscos e suas plenas manifestações, as catástrofes, bem como da divulgação periódica de artigos científicos sobre riscos e as suas manifestações, não só através da Territorium, a única revista portuguesa especializada nesta temática e que recentemente, dado o crescimento da revista a diversas latitudes assumiu a designação de Revista Internacional de Riscos, mas também através da edição de publicações especializadas, editadas tanto na série "Riscos e Catástrofes", ambas com chancela da Imprensa da Universidade de Coimbra, como na série "Estudos Cindínicos", esta da própria RISCOS.

A mais recente aposta desta Associação passa pela formação, não apenas dos agentes de proteção civil, mas também dos professores, dado que estão na base da educação cívica dos cidadãos, podendo dar aí um excelente contributo à educação para a redução do risco.

Aliás, entre outros objetivos, a RISCOS nos seus próprios estatutos (artigo 3.º), assume o compromisso de promover "ações de formação na área dos riscos, prevenção e segurança", bem como ações de sensibilização com vista à instauração de uma cultura de segurança, assente na proteção de pessoas e bens.

Desta forma a RISCOS pretende partilhar com as escolas o conhecimento científico desenvolvido ao longo de vários anos, pois a educação é um pilar fundamental de qualquer sociedade que se pretenda resiliente, ativa e participativa, e também está comprometida com os cidadãos no auxílio à formação dos próprios jovens, cujo "perfil à saída da escolaridade obrigatória" deverá permitir que consigam avaliar e selecionar a informação, bem como formular hipóteses e, no seu dia a dia, tomar decisões fundamentadas.

Exemplos dessa partilha com as escolas e o seu pessoal docente, são a realização do IV Congresso Internacional de Riscos, nos dias 23 a 26 de maio de 2017, na Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra, quando a RISCOS, em cooperação com o Centro da Formação da FLUC, acreditaram e desenvolveram o curso "Riscos, metas curriculares e educação". Posteriormente, em 2019, no âmbito do XII Encontro Nacional de Riscos, realizado no dia 27 de abril, na Escola Secundária João de Deus, em Faro, desenvolveu, em parceria com o Centro de Formação Ria Formosa, 3 diferentes cursos: "Iniciação aos Riscos"; "Riscos Mistos: Incêndio Florestal" e "Encontro Nacional de Riscos sobre Riscos Sísmico" e, ainda, uma oficina de formação sobre "Riscos e Catástrofes na Região do Algarve".

De facto, não existindo no ensino superior nenhuma área científica que se dedique à formação de professores no domínio dos Riscos, a Associação RISCOS sentiu obrigação de contribuir para colmatar essa lacuna, tendo criado o Centro de Formação de Professores da RISCOS (fig. 1), que foi acreditado a 1 de outubro de 2019, pelo Con-



Fig. 1 - Reprodução do cartaz de divulgação do Centro de Formação de Professores da RISCOS (CFPR).

**Fig. 1 -** Reproduction of the poster of the RISCOS Teacher Training Center (CFPR).

selho Científico-Pedagógico da Formação Contínua de Professores, tendo-lhe sido atribuído o registo CCFPC/DC-7097/19, válido até 1 de outubro de 2022.

Assim, em 2020, através do seu próprio Centro de Formação de Professores e a par do V Congresso Internacional de Riscos, realizado nos dias 12 a 16 de outubro, a RISCOS promoveu a acreditação e dinamização de cinco Cursos de Formação de Atualização no domínio: Colóquios, congressos, simpósios, jornadas ou iniciativas congéneres, designadamente:

- Reabilitação, recuperação, reconstrução e resiliência após a catástrofe (15 horas);
- Metodologia para análise de riscos e para avaliação de catástrofes (15 horas);
- Ciência e tecnologia na redução do risco: Contributos para a gestão de crises (horas);
- Riscos geomorfológicos do NW de Portugal (15 horas);
- Processos, vulnerabilidades e riscos. Dos conceitos à sua aplicação na redução do risco (30 horas).

Por sua vez, em 2021, a par da realização do XIV Encontro Nacional de Riscos, realizado nos dias 16 e 17 de julho, no Teatro Paulo Quintela da Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra, o Centro de Formação de Professores da RISCOS acreditou e desenvolveu o Cursos de Formação de Atualização: Colóquios, congressos, simpósios, jornadas ou iniciativas congéneres, intitulado "Risco de Cheias e Risco de Inundações Fluviais", de 12,5 horas, e que visou refletir sobre os processos eminentemente naturais, que conduzem à ocorrência de cheias e de consequentes inundações, a que se associam outros fatores desencadeantes ou agravantes, de origem antrópica, mas também sobre a importância que um eficaz planeamento e ordenamento do território pode ter na redução destas catástrofes.

Mantendo esta dinamização e dado o crescente interesse do corpo docente das Escolas, no âmbito dos Cursos de Formação de Atualização, a RISCOS está a estudar a possibilidade de acreditar, junto do Conselho Científico-Pedagógico da Formação Contínua, o II Seminário da Rede Incêndios-Solo, subordinado ao tema "Incêndios, Solos e Território: da ameaça à sustentabilidade", que decorrerá nos dias 13 a 15 de outubro, no Centro de Investigação de Montanha (CIMO), do Instituto Politécnico de Bragança, por forma a tal como sucedeu anteriormente em Faro, levar a formação e a edução para a redução dos riscos a todo o território nacional.

No entanto, o Plano de Formação do Centro de Formação de Professores da RISCOS visa desenvolver diferentes ações de formação que são essencialmente constituídas por cursos e oficinas de formação. Os cursos de formação, estão organizados de forma sequencial, os primeiros dos quais, designados de formação inicial, visam introduzir

os formandos nos grandes domínios cindínicos. Seguese-lhes a formação específica, temática, que permite abordagens mais pormenorizadas sobre os diferentes subtipos de riscos. O terceiro nível, corresponde a uma formação de atualização, que permite o aperfeiçoamento e atualização do conhecimento sobre um determinado tipo ou sobre vários tipos de riscos, consoante o formato que apresente.

As oficinas de formação também se distribuem pela área de iniciação, apresentando um caracter mais geral, e por áreas específicas, mais orientadas para conjuntos de riscos específicos, e que visam o aprofundamento do conhecimento sobre os riscos e as catástrofes, aos quais se associa a transposição pedagógico didática dos conteúdos nelas ministrados para a sala de aula.

Foram já submetidos e acreditados os seguintes cursos de formação, que estarão à disposição dos docentes em datas a anunciar oportunamente:

#### Cursos de Formação Inicial

Iniciação aos Riscos

Registo: CCPFC/ACC-111786/21; N° de horas 12.5 Destinado a: Professores dos Grupos 420, 520

Iniciação aos Riscos e às Catástrofes Naturais Registo: CCPFC/ACC-112264/21: Nº de horas 12.5 Destinado a: Professores dos Grupos 420 e 520

Iniciação aos Riscos e às Catástrofes Antrópicas Registo: CCPFC/ACC-111784/21; Nº de horas12.5 Destinado a: Professores dos Grupos 420, 520

Iniciação aos Riscos e às Catástrofes Mistas Registo: CCPFC/ACC-111785/21, N° de horas:12.5

Destinado a: Professores dos Grupos 420, 520

#### Cursos de Formação Específica

Riscos, instabilidades geopolíticas e conflitos territoriais no mundo contemporâneo - o exemplo da Europa
Registo: CCPFC/ACC-112074/21; Nº de horas: 12.5;
Destinado a: Professores dos Grupos 400, 410, 420, 430
Riscos, Sociedade e Ensino da Geografia. Interações didáticas de domínios curriculares a partir do estudo de caso do vulcão dos Capelinhos (Açores, Faial)
Registo: CCPFC/ACC-112015/21, Nº de horas:12.5
Destinado a: Professores dos Grupos 420 e 520

Deste modo, com estas primeiras ações de formação, a RISCOS pretende continuar a desenvolver ações de formação que estejam de acordo com o proposto no Referencial de Educação para o Risco dos Ensinos Pré-Escolar, Básico (1.°, 2.° e 3.° ciclos) e Secundário para, através delas, consciencializar os professores para a problemática dos riscos, no contexto de uma cidadania ativa, tornando-os capazes de formar cidadãos solidários e conscientes em matéria de proteção e socorro, contribuindo assim para a promoção, na sociedade portuguesa, de uma cultura estratégica de segurança.



## territorium 29 (I), 2022, 183-186

journal homepage: https://territorium.riscos.pt/numeros-publicados/DOI: https://doi.org/10.14195/1647-7723\_29-1\_17
Notícia / News



#### CERIMÓNIA DE JUBILAÇÃO DO PROFESSOR DOUTOR LUCIANO LOURENCO

#### Adélia Nunes

Universidade de Coimbra, NICIF, CEGOT e RISCOS FLUC, Departamento de Geografia e Turismo (Portugal)

ORCID 0000-0001-8665-4459 adelia.nunes@fl.uc.pt

#### António Vieira

Universidade do Minho, CESC e RISCOS ICS, Dep. de Geografia (Portugal)

ORCID 0000-0001-6807-1153 vieira@geografia.uminho.pt

#### Fátima Velez de Castro

Universidade de Coimbra, NICIF, CEGOT e RISCOS FLUC, Departamento de Geografia e Turismo (Portugal)

ORCID 0000-0003-3927-0748 velezcastro@fl.uc.pt

#### António Amaro

Universidade Nova de Lisboa, RISCOS
Faculdade de Direito (Portugal)
ORCID 0000-0002-6677-4637 amaro@scml.pt

#### Fernando Félix

Universidade de Coimbra, NICIF (Portugal)

ORCID 0000-0001-8509-6010 ffelix@fl.uc.pt

Em reconhecimento do trabalho impar e de mérito científico que o Professor Luciano Lourenço, docente e investigador da Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra, desenvolveu nas últimas décadas, no âmbito da Geografia Física e das Ciências Cindínicas, tendo sido pioneiro na investigação sobre incêndios florestais, os elementos da Direção da RISCOS - Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança, em colaboração com o Departamento de Geografia e Turismo da FLUC, e com apoio do CEGOT - Centro de Estudos Geográficos e Ordenamento do Território e da Fundação Eng.º António de Almeida, organizaram a edição de um livro em sua homenagem, para publicação e apresentação à data da sua jubilação, 8 em setembro de 2021, e que tem por título: "Geografia, Riscos e Proteção Civil. Homenagem ao Professor Doutor Luciano Lourenço".

Nascido a 8 de setembro de 1951, saiu do Goulinho, Oliveira do Hospital, para o mundo ... O seu percurso na FLUC começou em janeiro de 1976, quando nela ingressou na qualidade de trabalhador-estudante, como aluno do curso de Geografia, ao abrigo da então denominada Lei Militar, o que lhe permitiu concluir a licenciatura de cinco anos em, apenas, três anos e meio. Em outubro de 1979, iniciou a sua longa carreira de Docência, integrando a instituição como Assistente Eventual, tendo progredido depois, até 2018, quando chegou a Professor Catedrático. Ao longo de todos estes anos, deu a conhecer o importante trabalho de investigação desenvolvido na área da Geografia e dos Estudos Cindínicos, através de muitas obras publicadas. Também é de destacar tanto a sua participação como a coordenação de vários e prestigiados projetos de investigação, nacionais e internacionais.

No decurso da sua longa e ativa carreira académica, o Professor Luciano Lourenço desenvolveu uma intensa atividade de interação e cooperação com diversas instituições, grupos de investigação, profissionais de diversas áreas de atividade e do conhecimento,

tanto em estreita associação com a sua atividade científica e docente, como em consequência do seu caráter de beirão/serrano e da sua personalidade carateristicamente interventiva e socializadora.

Desafiado para, na sua cerimónia de jubilação, proferir a ultima lição, o título que escolheu não poderia ter sido outro nem mais sugestivo, não só pelo reconhecido trabalho que sobre ele desenvolveu, mas também por ter dedicado grande parte da sua vida profissional e pessoal a essa temática, seja no âmbito da investigação, da docência ou da educação e formação, pelo que a sua última lição teve como título: "Incêndios florestais em Portugal. Uma fatalidade ou um problema com solução?" (fig. 1).

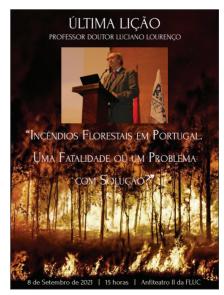


Fig. 1 - Reprodução do cartaz da última lição do Prof. Doutor Luciano Lourenço.

Fig. 1 - Reproduction of the poster for the last lecture given by Professor Luciano Lourenço.

No dia 8 de setembro de 2021, uma quarta-feira, pelas 15 horas, decorreu no Anfiteatro II da Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra a cerimónia de jubilação do Professor Doutor Luciano Lourenço (fot. 1), porque o Teatro Paulo Quintela se encontrava em obras e o Auditório da Reitoria estava ocupado com uma reunião do Senado Universitário. Dado o elevado número de presentes, que encheu o auditório, e devido ao respeito pelas regras impostas pelo confinamento, houve muitos interessados que não puderam estar fisicamente presentes, quer por questões profissionais ou de saúde, quer por questões da logística dos lugares disponíveis, decorrente das limitações impostas pela situação pandémica do Covid-19, pelo que a cerimónia foi transmitida através do canal Youtube da RISCOS para mais de 150 participantes e, depois disso, já contou com mais de 1 100 visualizações.







Fot. 1 - Vista geral do auditório e do homenageado.

Photo 1 - General view of the auditorium and the honoree.

A condução dos trabalhos foi realizada pela Prof. a Doutora Adélia Nunes (fot. 2), na sua dupla qualidade de Vice-Presidente da RISCOS e Diretora do Departamento de Geografia e Turismo da FLUC, tendo contado com o apoio dos demais membros da Comissão Organizadora: Prof. a Doutora Fátima Velez, Prof. Doutor António Amaro, Prof. Doutor António Vieira e Mestre Fernando Félix.



Fot. 2 - Entrega de exemplares do livro ao homenageado.

Photo 2 - Presentation of copies of the book to the honoree.

A Cerimónia de Jubilação contou, naturalmente, com a Última Lição, mas, além dela, a cerimónia foi marcada por várias surpresas ao homenageado, como foi o caso da publicação e apresentação do livro "Geografia, Riscos e Proteção Civil. Homenagem ao Professor Doutor Luciano Lourenço" (fot. 3) que, dado o elevado número de colegas, de várias áreas científicas, que com ele colaboraram ao longo de várias décadas, bem como de



Fot. 3 - Apresentação do livro de homenagem, pela Doutora Maria José Roxo.

 ${\it Photo 3-Tribute\ book\ Presentation,\ by\ Professor\ Maria\ José\ Roxo.}$ 

diversas instituições com as quais se relacionou, e que nele quiseram deixar os testemunhos de profissionalismo e de cooperação desenvolvidos, para além de diversas mensagens congratulatórias de instituições e de pessoas com quem o Professor Luciano Lourenço estabeleceu algum tipo de colaboração, com destaque para os Coordenadores Distritais e dos Clubes da Floresta da rede PROSEPE, a referida obra teve de ser divida em dois volumes, pois reúne um vasto conjunto de textos que versam temáticas intimamente relacionadas com as áreas em que desenvolveu investigação e produção mais significativas.

A apresentação da obra ficou ao cargo da colega Doutora Maria José Roxo, Professora Catedrática do Departamento de Geografia da Universidade Nova de Lisboa (fot. 3), que realçou o valor da obra, quer pelo número de trabalhos, quer pela diversidade dos temas e, sobretudo, pela qualidade dos trabalhos dados à estampa. Assim, a obra integra 83 capítulos, elaborados por mais de 170 autores, oriundos de diversas áreas científicas e de 11 nacionalidades: Portugal, Brasil, Marrocos, Espanha, Itália, França, Equador, Canadá, Chile, Colômbia e Estados Unidos da América, que se distribuem por três continentes.

De uma forma simples, podemos afirmar que as 3 palavras-chaves do título "Geografia, Riscos e Proteção Civil" caracterizam, do ponto de vista científico, a carreira do Prof. Doutor Luciano Lourenço, e, ao mesmo tempo, permitiram ancorar uma grande variedade de artigos, sobre questões atuais, que foram analisadas sobre diferentes prismas.

Os dois volumes, num total de 1 292 páginas, foram organizados em duas partes, sendo que no primeiro elas se intitulam, respetivamente:

- "A Geografia Física e os Riscos. Interfaces entre as alterações da paisagem e a dinâmica ambiental";
- "A Geografia Humana, o Turismo, a Educação e os Riscos. Desafios de uma sociedade em mudança".

Por sua vez, no segundo volume, designam-se, respetivamente:

- "Pensar a Floresta na perspetiva dos Riscos. Dos incêndios florestais à diversidade ecológica";
- "Proteção Civil e Segurança Comunitária. Caminhos a percorrer".

A seguir, tomou a palavra o Prof. Doutor António Amaro (fot. 4), em representação da RISCOS, para saudar todos os presentes, e "de serrano para serrano e do granito para o xisto", se congratular com o homenageado por este se manter fiel aos seus princípios e às suas origens.

Após esta intervenção e dado que o Prof. Doutor Luciano Lourenço, é um dos associados fundadores da RISCOS e, sobretudo, por ter assumido o cargo de Presidente da Direção desde a sua fundação e a ela ter dedicado muito do seu tempo profissional e pessoal, os atuais membros dos três Orgãos Sociais, decidiram homenageá-lo com a oferta e entrega de um relógio personalizado (fot. 5).



Fot. 4 - Intervenção do Doutor António Amaro, em representação da Comissão Organizadora.

**Photo 4 -** Communication by Doctor António Amaro, representing the Organizing Committee.





Fot. 5 - Oferta de relógio, pelos Órgãos Sociais da RISCOS. Photo 5 - The watch offered by board members of RISCOS.

Por sua vez, a Comissão Organizadora entendeu dever fazer um agradecimento especial à Dr.ª Maria da Graça Lourenço (fot. 6), por toda a colaboração emprestada à edição e, em particular, à seleção e cedência das fotografias, pela confidencialidade e por todo o apoio ao longo deste processo, contributo muito importante e sentido, que a todos galvanizou, pelas palavras e pela disponibilidade que, desde o início, sempre demonstrou.



Fot. 6 - Agradecimento à Dr. <sup>a</sup> Maria da Graça Lourenço.

Photo 6 - Acknowledgment to Dr Maria da Graca Lourenco.

A cerimónia de jubilação terminou com as intervenções institucionais, que se associaram a esta iniciativa e ao homenageado. Assim, em representação do Diretor da Faculdade de Letras, que se encontrava em reunião do Senado Universitário, esteve presente o colega geógrafo e Subdiretor da FLUC, Prof. Doutor João Luís Fernandes, que para além de palavras elogiosas entregou uma bússola ao homenageado (fot. 7-A). Por sua vez, em representação do Magnifico Reitor da Universidade de Coimbra, que também estava presente na reunião do Senado Universitário, o colega de Faculdade e Vice-Reitor da Universidade de Coimbra, Prof. Doutor Delfim Leão (fot. 7-B), salientou alguns aspetos do ritual

académico da jubilação, referindo-se nomeadamente ao significado da última lição e do livro de homenagem, agradecendo depois ao homenageado ter levado bem alto o nome da Universidade de Coimbra e pedindo-lhe para, como tem feito, continuar a elevar o nome da Universidade de Coimbra.

A todos aqueles que, direta e indiretamente, ajudaram a realizar esta modesta homenagem, o nosso sentido obrigado, e que o Prof. Doutor Luciano Lourenço, ainda por muitos anos, nos continue a comprazer com a excelência do seu saber, da simpatia e generosidade que o caraterizam e dos afetos que nos unem!





Fot. 7 - Intervenções institucionais: Direção da Faculdade de Letras (A); Reitoria da Universidade de Coimbra (B).

Photo 7 - Institutional communications: Administration of the Faculty of Arts (AO); Rectory of the University of Coimbra (B).

# territorium 29 (I), 2022, 187-189 journal homepage: https://territorium.riscos.pt/numeros

journal homepage: https://territorium.riscos.pt/numeros-publicados/ DOI: https://doi.org/10.14195/1647-7723\_29-1\_18 Notícia / News



### II SEMINÁRIO DA REDE INCÊNDIOS-SOLO: INCÊNDIOS, SOLOS E TERRITÓRIO - DA AMEAÇA À SUSTENTABILIDADE

# Ana Caroline Royer

Instituto Politécnico de Bragança CIMO - Centro de Investigação de Montanha (Portugal) ORCID 0000-0002-0746-185X <u>ana.royer@ipb.pt</u>

RISCOS

#### Felícia Fonseca

Instituto Politécnico de Bragança CIMO - Centro de Investigação de Montanha (Portugal) ORCÍD 0000-0001-7727-071X <u>ffonseca@ipb.pt</u>

#### António Vieira

Universidade do Minho, CESC e RISCOS Instituto de Ciências Sociais, Dep. de Geografia (Portugal) ORCID 0000-0001-6807-1153 <u>vieira@geografia.uminho.pt</u>

#### Tomás de Figueiredo

Instituto Politécnico de Bragança CIMO - Centro de Investigação de Montanha (Portugal) ORCÍD 0000-0001-7690-8996 tomasfig@ipb.pt

Uma das iniciativas que se promoveu, no seio da Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança (RISCOS), com o objetivo de fomentar a interação entre equipas de investigadores que se dedicam ao estudo dos incêndios florestais e dos solos em Portugal foi a criação da Rede Incêndios-Solo (RIS).

A primeira ação da RIS foi a realização de um evento científico para partilha de conhecimentos e de fomento de colaborações, o I Seminário da Rede Incêndios-Solo, que teve lugar em Faro, em novembro de 2015, tendo reunido investigadores de várias instituições nacionais e estrangeiras. O sucesso dessa iniciativa levou à realização de uma segunda edição deste evento, subordinada ao tema "Incêndios, Solos e Território: da ameaça à sustentabilidade", que decorreu nos passados dias 13 a 15 de outubro de 2021, no Auditório Alcínio Miguel, da Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Bragança (IPB), em Bragança.

O Seminário esteve bem composto (fot. 1), contando com a presença de cerca de 90 participantes, provenientes das principais instituições portuguesas,



Fot. 1 - Aspeto da plateia do Auditório Alcínio Miguel, durante uma das sessões.

**Photo 1 -** Audience in the Alcínio Miguel Auditorium, during one of the sessions. com responsabilidades e atuação nesta área, tais como: Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil, Instituto de Conservação da Natureza e das Florestas, Serviços Municipais de Proteção Civil e seus Gabinetes Técnicos Florestais, Corpos de Bombeiros, bem como unidades de investigação de diversas Universidades e Politécnicos, de Norte a Sul de Portugal, com equipas de vários Centros e Laboratórios de Investigação, e ainda de Universidades Espanholas, sendo de ressalvar a presença de uma comitiva brasileira, da Direção de Educação em Proteção e Defesa Civil, da Coordenadoria de Defesa Civil do Estado de Minas Gerais, Brasil.

O evento contou com dois dias em sala, preenchidos com duas conferências (uma em cada dia), duas mesas redondas, a primeira, no dia 13, dedicada ao tema "Melhor solo em territórios sustentáveis: perspetivas e ações sob a ameaça dos incêndios rurais" e a segunda, no dia 15, dedicada aos "Efeitos erosivos após incêndios florestais. Exemplos observados em Portugal", e várias sessões com comunicações orais e em formato poster. Entre estes dois, o dia 14 foi dedicado a trabalho de campo, que permitiu testemunhar algumas das temáticas discutidas neste evento e observáveis no solo dum território frequentemente afetado por incêndios florestais e de que se dá conta de forma mais pormenorizada, na notícia que se segue.

Assim, o II Seminário da Rede Incêndios-Solo propôs-se reunir resultados de investigação, recente e em curso, no âmbito dos impactes dos incêndios no solo, das correspondentes medidas de prevenção e mitigação, e dos processos de recuperação das funções ecossistémicas dos solos em áreas ardidas. Em paralelo, o Seminário constituiu um fórum privilegiado para debate da problemática dos incêndios florestais na sua relação com o uso do solo e com a gestão e conservação deste recurso, elementos que se entendem centrais para as orientações políticas que promovem a sustentabilidade dos territórios.

A sessão de abertura foi apresentada pela Prof.ª Doutora Felícia Fonseca, Professora Adjunta da Escola Superior Agrária, do Instituto Politécnico de Bragança e Presidente da Comissão Organizadora, cuja mesa foi presidida pelo Professor Doutor Orlando Rodrigues, Presidente do Instituto Politécnico de Bragança e composta pelos Professor Doutor Pedro Bastos, Diretor do Escola Superior Agrária; Professor Doutor José Alberto Pereira, Coordenador do CIMO - Centro de Investigação de Montanha, do Instituto Politécnico de Bragança; Professor Doutor Tomás de Figueiredo, Professor Coordenador da Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Bragança, em representação da Comissão Organizadora e Professor Doutor Luciano Lourenço, Professor Catedrático Jubilado, da Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra e Presidente da Direção da RISCOS (fot. 2).



Fot. 2 - Aspeto da mesa da sessão de abertura, durante a intervenção do Presidente da RISCOS, Prof. Doutor Luciano Lourenço.

Photo 2 - The opening session panel, during the presentation by the RISCOS President, Professor Luciano Lourenço.

Durante a manhã decorreu a Sessão 1 de Comunicações Orais, que visou analisar a problemática dos incêndios florestais e a forma de proteger as populações e as florestas, através da diversa legislação em vigor, dos programas lançados, como é o caso das "Aldeia Segura Pessoas Seguras" e do contributo que o ordenamento florestal pode dar. No final, decorreu o primeiro coffe break com a sessão de posters (fot. 3).



Fot. 3 - Vista geral dos Posters cuja sessão decorreu no local do *cofee break*.

**Photo 3** - General view of the Posters whose session took place in the coffee break area.

No final da manhã, decorreu a Sessão 2 de Comunicações Orais, que analisou não só as caraterísticas dos solos das áreas ardidas, com destaque para o estudo de indicadores da qualidade dos solos, como a estabilidade da agregação, mas também algumas medidas mitigadoras da erosão pósincêndios, como barreiras de madeira e geotubos.

A tarde iniciou-se com a Conferência "Gestão do fogo e dos seus impactes no solo", pelo Dr. Fábio Silva, Adjunto de Operações da Força Especial de Proteção Civil, da Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil, que visou distinguir a diferença entre os impactes subjacentes à passagem dos incêndios florestais, daqueles que decorrem dos fogos controlados, especialmente em termos de dois conceitos: intensidade e severidade, bem como em que medida cada um deles afeta os solos e influencia a regeneração da vegetação.





Fot. 4 - Pormenores da conferência, proferida pelo Dr. Fábio Silva.

Photo 4 - Dr Fábio Silva giving his Lecture.

No final da tarde do dia 13, realizou-se a Mesa Redonda "Melhor solo em territórios sustentáveis: perspetivas e ações sob a ameaça dos incêndios rurais" (fot. 5), moderada pelo Professor Doutor Tomás de Figueiredo, Professor Coordenador da Escola Superior Agrária do IPB, e que contou com a participação de ilustre convidados: Mestre Sandra Sarmento, Diretora Regional da Conservação da Natureza e Florestas do Norte, ICNF;



Fot. 5 - Aspeto da Mesa Redonda "Melhor solo em territórios sustentáveis: perspetivas e ações sob a ameaça dos incêndios rurais".

**Photo 5** - Round Table "Better soil in sustainable territories: perspectives and actions under the threat of rural fires".

Dr. a Isabel Santos, do Ponto Focal Nacional para a Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação, do ICNF; Dr. Eduardo Tavares, Presidente da Câmara Municipal de Alfândega da Fé; Eng. Abel Pereira, Presidente da Direção da Arborea - Associação Agro-Florestal e Ambiental da Terra Fria Transmontana.

Depois da visita técnica, dedicada a trabalho de campo, o dia 15 de outubro foi de volta ao Auditório Alcínio Miguel, onde, durante a manhã, decorreram duas Sessões de Comunicações orais, que analisaram as transformações nas paisagens do mundo rural e a atribuição de valor à floresta, com vista à construção de territórios sustentáveis e resilientes.

A tarde iniciou-se com a conferência intitulada "Efeitos erosivos após incêndios florestais. Exemplos observados em Portugal", proferida pelo Prof. Doutor Luciano Lourenço, Professor Catedrático Jubilado da Universidade de Coimbra e Presidente da Direção da RISCOS (fot. 6), que pretendeu dar a conhecer alguns dos casos por ele investigados no Centro e Norte de Portugal, relacionados com erosão hídrica, tais como ravinamentos e movimentações em massa, provocadas tanto por deslizamentos como, sobretudo, devidas a enxurradas, todos eles registados após incêndios florestais, durante o último meio século.





Fot. 6 - Pormenores da conferência, proferida pelo Prof. Doutor Luciano Lourenço.

 ${\it Photo} \,\, {\it 6} \,\, {\it -Professor} \,\, {\it Luciano} \,\, {\it Lourenço} \,\, {\it giving} \,\, {\it his} \,\, {\it Lecture}$ 

De seguida decorreu a segunda Mesa Redonda intitulada "RIS — Efeitos dos Incêndios nos Solos: Contributos da Investigação Científica", moderada pelo Professor Doutor Tomás de Figueiredo, Professor Coordenador da Escola Superior Agrária do IPB, e que contou a participação de ilustres convidados que são membros da Rede Incêndios-Solos, das diversas Universidades e Politécnicos de Portugal, designadamente das Universidades do Minho, do Porto, de Coimbra e do Algarve, bem como dos Politécnicos de Viana do Castelo, do Porto e de Bragança (fot. 7), onde foram demonstrados diversos aspetos da investigação desenvolvida pelos membros da Rede no âmbito dos efeitos dos incêndios florestais nos solos.



Fot. 7 - Aspeto da Mesa Redonda "RIS: Efeitos dos Incêndios nos Solos: Contributos da Investigação Científica".

**Photo 7 -** Round Table "RIS: Effects of Fires on Soils: Contributions from Scientific Research".

O seminário terminou com a sessão de encerramento, em que usaram da palavra a Presidente da Comissão Organizadora, Prof. a Doutora Felícia Fonseca, o Presidente da RIS, Prof. Doutor António Vieira e, por último, o Presidente da RISCOS, Prof. Doutor Luciano Lourenço, tendose todos congratulado pela realização deste Seminário e pela forma como decorreu, agradecendo a todos os que colaboraram para a boa realização deste evento, Secretariado, Comissão Organixadora e Convidados (fot. 8), saindo todos os "de coração cheio", de acordo com a expressão usada pela Presidente da Comissão Organizadora.



Fot. 8 - Comissão Organizadora, Convidados e estudantes que participaram no Secretariado do Seminário.

Photo 8 - Organizing Committee, Invited Speakers and Students who participated in the Seminar Secretariat.

# RISCOS

# territorium 29 (I), 2022, 190-197

journal homepage: https://territorium.riscos.pt/numeros-publicados/DOI: https://doi.org/10.14195/1647-7723\_29-1\_19

Notícia / News



# O FOGO E OS SOLOS EM TERRITÓRIOS DE MONTANHA DO NE DE PORTUGAL ESTUDADOS DURANTE A VISITA TECNICA DO II SEMINÁRIO DA REDE INCÊNDIOS-SOLO

Carlos Silva Agrupamento de Escolas João de Deus Faro(Portugal) F373@aejdfaro.pt

A 14 de outubro de 2021 realizou-se, no NE de Portugal, uma Visita de Estudo integrada no II Seminário da Rede Incêndios-Solo.

Do guião da visita (fig. 1), disponível em https://www.riscos.pt/publicacoes/outras-publicacoes/guias-das-viagens-de-estudo/ e onde pode ser consultada informação complementar mais detalhada, constava uma passagem pelo Parque Natural de Montesinho, concretamente pelas aldeias de Parâmio e Aveleda, para, durante o período da manhã, se observarem parcelas experimentais para monitorização de erosão, em áreas afetadas por incêndios e por fogo controlado.

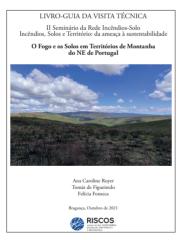


Fig. 1 - Reprodução da capa do Livro-Guia da Visita Técnica do Il Seminário da Rede Incêndios-Solo.

Fig. 1 - Reproduction of the cover of the Technical Visit Guidebook of the II Seminar on Forest Fire and Soil Network.

Depois, os trabalhos foram interrompidos para almoço, que decorreu no Restaurante Bela Época. Durante a tarde, a visita prosseguiu pela Serra da Nogueira, com o objetivo de observar povoamentos florestais de Quercus pyrenaica, que constituem a vegetação climácica do local e povoamentos de espécies introduzidas (Pseudotsuga menziesii e Pinus nigra, onde a Professora Felícia Fonseca fez uma comunicação sobre o aprisionamento do carbono nestes três diferentes tipos de povoamento.

A partir da Serra da Nogueira, a visita tomou um caráter mais cultural e lúdico, com passagem por Lamas de Podence, para se visitar a Casa dos Caretos, e finalização na Paisagem Protegida da Albufeira do Azibo, com observação de um magnífico "Sunset".

A partida realizou-se junto à entrada do Centro de Investigação de Montanha, do Instituto Politécnico de Bragança, pelas 9 horas da manhã (fot. 1).



Fot. 1 - Entrada para o autocarro, junto ao CIMO (Fotografia de Carlos Silva, tirada a 14/11/2021).

**Photo 1 -** Entering the bus next to CIMO (Photography by Carlos Silva, taken on 14/11/2021).

Chegados a Parâmio, pelas 9,30 h, o objetivo seria o de observar a regeneração natural de um coberto vegetal pós-incêndio, em solos com origem em serpentinitos de elevados teores em crómio e níquel, e portanto fitotóxicos, o que muito condiciona o desenvolvimento da vegetação. Todavia, chegados a cerca de 3 km do local, deparámo-nos com a impossibilidade do autocarro prosseguir a sua marcha, pelo que se decidiu fazer essa explicação num frondoso souto (fot. 2).

O Professor Tomás de Figueiredo começou por fazer uma caracterização da área em estudo (fot. 3), designadamente da geologia que levou à formação daquele ecossistema de flora adaptada à toxidade muito elevada e, portanto, muito frágil, o que teve consequências na regeneração natural e, em particular, na recuperação pós-incêndio florestal.



Fot. 2 - Paragem num souto no Parque nacional da Montesinho, próximo de Parâmio (Fotografia de Carlos Silva, tirada a 14/11/2021).

Photo 2 - Stop in a chestnut grove in the Montesinho National Park, near Parâmio (Photography by Carlos Silva, taken on 14/11/2021).

Enquanto decorria a magnífica explicação, fui aproveitado o momento para fazer uns registos fotográficos do souto (fot. 4), pois os meus alunos, do distrito de Faro, no sul de Portugal, dificilmente terão visto um souto, nem fazem a mínima ideia da forma dos castanheiros com ouriços (fot. 5a), nem dos ouriços ou das castanhas em maturação (fot. 5b), bem como do abrir dos ouriços ou da queda das castanhas (fot. 5c).



Fot. 4 - Souto no Parque Nacional de Montesinho próximo de Parâmio (Fotografia de Carlos Silva, tirada a 14/11/2021).

Photo 4 - Chestnut grove in Montesinho National Park near Parâmio (Photography by Carlos Silva, taken on 14/11/2021).







Fot. 5 - A) Plano próximo de ouriços num castanheiro;
B) Pormenor de ouriço aberto com três castanhas;
C) Castanhas no solo por queda espontânea
(Fotografias de Carlos Silva, tirada a 14/11/2021).

Photo 5 - A) Close shot of spiny outer shells in a chestnut tree;
B) Detail of an open spiny shell with chestnuts;
C) Nuts on the ground by spontaneous fall
(Photographs by Carlos Silva, taken on 14/11/2021).



Fot. 3 - O Professor Tomás Figueiredo mostrando a carta hipsométrica do local. (Fotografia de Carlos Silva, tirada a 14/11/2021).

Photo 3 - Professor Tomás Figueiredo showing the hypsometric map of the site (Photography by Carlos Silva, taken on 14/11/2021).

Entretanto, enquanto o Professor Tomás de Figueiredo respondia a dúvidas colocadas por alguns dos presentes (fot. 6), outros aproveitaram para documentar os seus registos fotográficos (fot. 7).



Fot. 6 - Plano geral durante a comunicação do Professor Tomás de Figueiredo (Fotografia de Carlos Silva, tirada a 14/11/2021).

Photo 6 - General plan during the communication of Professor Tomás de Figueiredo (Photography by Carlos Silva, taken on 14/11/2021).



Fot. 7 - Grande plano do Mestre Fernando Félix a fotografar (Fotografia de Carlos Silva, tirada a 14/11/2021).

Photo 7 - Close-up of Fernando Felix, MSc, taking a photo (Photography by Carlos Silva, taken on 14/11/2021).

Terminada a visita ao Parâmio, dirigimo-nos às parcelas experimentais da Aveleda, que se situam entre 800 e 900 metros de altitude, portanto, próximo do limite Ártico do Pinheiro Bravo (*Pinus pinaster*).

As parcelas, em observação, foram instaladas no que, após incêndio, restou de um antigo povoamento de *Pinus pinaster* que foi plantado há sensivelmente 50 anos.

Com efeito, em 1998, um incêndio florestal destruiu grande parte desse povoamento, que ao tempo apresentava um fraco desenvolvimento, provavelmente consequência da limitação Ártica associada à altitude, e ainda sem pinhas, o que impossibilitou a sua regeneração natural. O incêndio deve ter sido muito intenso e a, já referida, ausência de pinhas ditaram a sua fraca ou nula regeneração natural, pelo que a área em estudo ficou, praticamente, reduzida a mato. Mais tarde, em 2011, o Instituto de Conservação da Natureza e das Florestas (ICFN) decidiu lá aplicar a técnica de fogo controlado, para proceder à gestão e redução dos combustíveis.

Ulteriormente, em 2021, voltou a ser aplicada a técnica de fogo controlado, pelo ICNF, e foram instaladas parcelas experimentais para quantificar a erosão diferencial, aplicar tecnossolos (fot. 8) e armadilhas para captura de insetos. O objetivo destas parcelas passa por estudar os efeitos delapidadores dos incêndios nos solos e formas de mitigação desses efeitos pós-incêndio em solos naturais e em tecnossolos, bem como quantificar a evolução das espécies de insetos.



Fot. 8 - Aspeto geral da área da parcela com tecnossolo, tendo em último plano o povoamento residual de pinheiro bravo, que não ardeu (Fotografia de Carlos Silva, tirada a 14/11/2021).

Photo 8 - General appearance of the plot area with technosoil, with the residual population of maritime pine at the end of the plane, which did not burn (Photography by Carlos Silva, taken on 14/11/2021).

A chegada à Aveleda ocorreu pelas 11 horas da manhã e, mais uma vez, deparámo-nos com a impossibilidade do autocarro ir junto das parcelas experimentais, visto que a estrada asfaltada tinha terminado e o motorista alegou que o autocarro não tinha autorização para sair do asfalto, pelo que os organizadores decidiram realizar o resto do percurso a pé (fot. 9).



Fot. 9 - Chegada à Aveleda, no Parque Natural de Montesinho (Fotografia de Carlos Silva, tirada a 14/11/2021).

Photo 9 - Arriving at Aveleda in Montesinho Natural Park (Photography by Carlos Silva, taken on 14/11/2021).

Assim, lá fomos em romaria, fazer uma alegre caminhada (fot. 10), em prol da ciência e do conhecimento, num dia de outono que mais parecia um dia de verão, com a temperatura a rondar 26°C.



Fot. 10 - Aspeto da caminhada para a Aveleda (Fotografia de Carlos Silva, tirada a 14/11/2021). Photo 10 - En route to Aveleda (Photography by Carlos Silva, taken on 14/11/2021).

O pelotão da frente foi encabeçado pelo Professor Doutor Luciano Lourenço, o que demonstra bem o hábito que estes investigadores têm em andar no campo para fazer os seus trabalhos de investigação (fot. 11).



Fot. 11 - Chegada às parcelas experimentais da Aveleda (Fotografia de Carlos Silva, tirada a 14/11/2021).

**Photo 11** - Arriving at the Aveleda experimental plots (Photography by Carlos Silva, taken on 14/11/2021).

Chegados às parcelas, cerca das 11.30 h, o Professor Tomás de Figueiredo fez a apresentação do projeto de investigação sobre erosão diferencial em territórios declivosos sujeitos a fogo controlado (fot. 12).



Fot. 12 - Explicação do projeto pelo ProfessorTomás de Figueiredo (Fotografia de Carlos Silva, tirada a 14/11/2021).

Photo 12 - Professor Tomás Figueiredo explaining the project

(Photography by Carlos Silva, taken on 14/11/2021).

Chamou a atenção, de modo particular, para a triagem que é feita, aos materiais transportados, na "albufeira" que se forma durante as chuvadas, no final da caixa de recepção (fot. 13), bem como para o dispositivo de recolha do escoamento superficial com origem na parcela (fot. 14).



Fot. 13 - Pormenor da caixa de recepção onde se forma a "albufeira" (Fotografia de Carlos Silva, tirada a 14/11/2021).

Photo 13 - Detail of the reception basin where the 'lake' forms (Photography by Carlos Silva, taken on 14/11/2021).



Fot. 14 - Pormenor do coletor do escoamento da parcela (Fotografía de Carlos Silva, tirada a 14/11/2021).

**Photo 14 -** Detail of the plot run-off collector (Photography by Carlos Silva, taken on 14/11/2021).

De seguida, foi feita a apresentação das parcelas onde foram aplicados tecnossolos, que esteve a cargo da Professora Doutora Felícia Fonseca (fot. 15).



Fot. 15 - Comunicação da Professora Felícia Fonseca (Fotografia de Carlos Silva, tirada a 14/11/2021).

**Photo 15** - Communication by Professor Felicia Fonseca (Photography by Carlos Silva, taken on 14/11/2021).

A aplicação de tecnossolos pode vir a ser um novo caminho na tentativa de minimizar os impactes dos incêndios florestais, bem como do fogo controlado, nos solos, de forma a permitir uma regeneração natural rápida e próxima, em termos de exuberância, daquela que existia antes do fogo.

Para tal, é espalhado um "solo sintético", com todos os nutrientes pré-existentes, para permitir uma rápida regeneração da vegetação (fot. 16).



Fot. 16 - Parcela com aplicação de tecnossolo (Fotografia de Carlos Silva, tirada a 14/11/2021).

**Photo 16** - Portion with application of technosoil (Photography by Carlos Silva, taken on 14/11/2021).

Por último, como é sabido, os insetos têm um papel muito importante na ecologia florestal. Estudar os impactes dos incêndios florestais e do fogo controlado nas comunidades de insetos é fundamental para se conhecer melhor o problema das pragas e evitar riscos de pandemias.

Para esse efeito, a Mestre Sónia Geraldes (fot. 17) instalou nesta área parcelas experimentais para investigação e quantificação de insetos.



Fot. 17 - Mestre Sónia Geraldes a apresentar o projeto de monitorização de insetos (Fotografia de Carlos Silva, tirada a 14/11/2021).

Photo 17 - Sónia Geraldes MSc, presenting the insect monitoring project Royer (Photography by Carlos Silva, taken on 14/11/2021).

Nestas parcelas existem várias armadilhas (fot. 18) onde são capturados os insetos dominantes na escala temporal do pós-fogo e no contexto da sucessão das estações do ano.



Fot. 18 - Plano geral das armadilhas de insectos (Fotografia de Carlos Silva, tirada a 14/11/2021).

Photo 18 - An insect trap (Photography by Carlos Silva, taken on 14/11/2021).

Trata-se pois, de uma análise multidisciplinar, realizada através de projetos inovadores, que foram do agrado de todos os participantes nesta primeira parte, mais científica, da Visita de Estudo (fot. 19).



Fot. 19 - Aspeto de participantes na visita durante a apresentação da Doutoranda Ana Royer (Fotografia de Carlos Silva, tirada a 14/11/2021).

Photo 19 - Participants in the visit during the presentation by Doctoral student Ana Royer (Photography by Carlos Silva, taken on 14/11/2021). Finalmente, para recuperar energias, fomos almoçar num aprazível restaurante, de nome Bela Época, onde foi servido um delicioso menu regional.

Terminado o almoço dirigimo-nos para a Serra da Nogueira, onde chegámos pelas 15h30m, a fim de visitar dois povo-amentos florestais, totalmente, distintos, mas contíguos espacialmente, apenas separados por um aceiro (fot. 20).



Fot. 20 - Plano geral do aceiro que separa o povoamento de pseudotsugas, à direita, do de carvalhos, à esquerda (Fotografia de Carlos Silva, tirada a 14/11/2021).

Photo 20 - View of the firebreak separating the pseudotsugas [Douglas fir] stand, on the right, from the oak trees, on the left (Photography by Carlos Silva, taken on 14/11/2021).

Estamos a referir-nos a um povoamento de *Pseudotsuga menzieii* (fot. 21), plantado pelos Serviços Florestais na década de 90, com elevada densidade, o que determina um espaço do fustadio escuro e sombrio, onde a luz solar direta não entra, o que determina ausência de sub-bosque arbustivo e herbáceo (fot. 22).



**Fot. 21** - Aspeto do povoamento de *pseudotsugas* (Fotografia de Carlos Silva, tirada a 14/11/2021).

**Photo 21 -** View of the stand of pseudotsugas (Photography by Carlos Silva, taken on 14/11/2021).

O solo, desse povoamento, tem um horizonte A espesso, com a manta morta em lento processo de apodrecimento (fot. 23), dadas as baixas temperatura, pois estamos a uma cota superior a 1100 metros.



Fot. 22 - Plano no espaço do fustadio no povoamento de pseudotsugas (Fotografia de Carlos Silva, tirada a 14/11/2021).

Photo 22 - The the stadium trunk spacing in the pseudotsugas stand (Photography by Carlos Silva, taken on 14/11/2021).

A Professora Felícia Fonseca explicou os motivos de tal técnica de plantio florestal, bem como da importância deste tipo de cultura florestal no aprisionamento do carbono. À guisa de resposta rápida a uma questão sobre o porquê das *Pseudotsugas* ali, justificou-a devido à importância na indústria das madeiras, devido ao aprumado excepcional dos troncos (fot. 24).



Fot. 24 - Plano geral onde se evidencia o tronco extremamente direito das árvores pseudotsugas (Fotografia de Carlos Silva, tirada a 14/11/2021).

Photo 24 - View showing the extremely straight trunk of pseudotsuga [Douglas fir] trees (Photography by Carlos Silva, taken on 14/11/2021).

Separado deste por um aceiro, encontra-se outro povoamento florestal completamente diferente (fot. 20) muito bom a reter carbono. É de *Quercus pyrenaica* e, segundo o Professor Tomás de Figueiredo, trata-se de um povoamento natural com mais de 500 anos. Apresenta uma estrutura caótica de elevadíssima densidade (fot. 25), mas porque se trata de folhosas, o espaço no fustadio já não é sombrio e existe um sub-bosque misto, arbustivo e herbáceo. As árvores deste povoamento apresentam um aspecto jovem, contudo é apenas aspeto, pois elas são muito velhas, têm um tronco reduzido e uma estatura pequena, devido às fracas condições



Fot. 23 - Plano de pormenor do solo no povoamento de *pseudotsugas* (Fotografía de Carlos Silva, tirada a 14/11/2021).

Photo 23 - Close-up view of the soil in the pseudotsugas stand (Photography by Carlos Silva, taken on 14/11/2021).

ambientais. Tal facto deve-se, por um lado, à elevada densidade do povoamento e por outro à cota superior a mil metros, que dita muito reduzidas condições ambientais. São quase "bonsais naturais" (fot. 26), se é permitida uma linguagem poética.



Fot. 25 - Vista geral do povoamento de *Quercus pyrenaica* onde se evidenciam as reduzidas dimensões atendendo à idade das árvores (Fotografia de Carlos Silva, tirada a 14/11/2021).

Photo 25 - View of the Quercus pyrenaica stand, showing the small size given the age of the trees (Photography by Carlos Silva, taken on 14/11/2021).



Fot. 26 - Plano do sub-bosque no povoamento de *Quercus* pyrenaica (Fotografia de Carlos Silva, tirada a 14/11/2021).

**Photo 26** - Understory in the Quercus pyrenaica stand (Photography by Carlos Silva, taken on 14/11/2021).

A existência de luz no solo e no espaço do fustadio permite um sub-bosque tipicamente Mediterrâneo (fot. 27), mesmo àquela cota. Estranho é, que não haja evidências ou memórias de que tenha ardido.



Fot. 27 - Plano geral do sub-bosque no povoamento de *Quercus* pyrenaica (Fotografia de Carlos Silva, tirada a 14/11/2021).

Photo 27 - View of the understory in the Quercus pyrenaica stand (Photography by Carlos Silva, taken on 14/11/2021).

Depois, a visita tomou um carácter diferente, mais etnográfico e lúdico, tendo-nos dirigido a Lamas de Podence onde fomos visitar a Casa do Careto (fot. 28), bem como as principais ruas da aldeia, onde os caretos têm a sua presença icónica bem documentada (fot. 29).

Aproveitando esta oportunidade, muitos dos participantes na visita de estudo tiraram fotografias junto a personagens 3D de Caretos (fot. 30) ou até "trajados de Careto", para mais tarde recordar (fot. 31).

Com o dia a acabar chegámos à Paisagem Protegida da Albufeira do Azibo, que se desenvolve junto ao rio Azibo, num dia que estava particularmente poético, com a vegetação já tingida de tons outonais (fot. 32).



Fot. 28 - Professores Helena Fernandez e Fernando Martins em pose junto à Casa do Careto (Fotografia de Carlos Silva, tirada a 14/11/2021).

Photo 28 - Professors Helena Fernandez and Fernando Martins posing in front of the Casa do Careto [House of Careto (Photography by Carlos Silva, taken on 14/11/2021).



**Fot. 29** - *Graffiti* alusivo aos caretos em Podence (Fotografia de Carlos Silva, tirada a 14/11/2021).

Photo 29 - Graffiti alluding to the caretos [masked figures active in the Shrovetide festival] in Podence (Photography by Carlos Silva, taken on 14/11/2021).



Fot. 30 - Participantes na visita a pousar junto a uma representação 3D de um careto (Fotografia de Carlos Silva, tirada a 14/11/2021).
Photo 30 - Visit participants standing next to a 3D representation of a careto (Photography by Carlos Silva, taken on 14/11/2021).



Fot. 31 - Participante na visita a "pousar traje careto" (Fotografia de Carlos Silva, tirada a 14/11/2021).

Photo 31 - Visit participant "trying on careto costume" (Photography by Carlos Silva, taken on 14/11/2021).

Chegámos mesmo a tempo de desfrutar de um magnífico pôr do sol, com o espelho de água da albufeira do Azibo em primeiro plano (fot. 33), e ao longe, em último plano, a crista topográfica da Serra da Nogueira. O espelho de água refletia, além do sol, os alto-cúmulos, os alto-estratos e os cirrus, que anunciavam mudança iminente do estado do tempo (fot. 34).



Fot. 32 - Tons de outono tendo em segundo plano a albufeira do Azibo (Fotografia de Carlos Silva, tirada a 14/11/2021).

**Photo 32** - Autumn tones with the Azibo reservoir in the background (Photography by Carlos Silva, taken on 14/11/2021).



Fot. 33 - Pôr do Sol na barragem do Azibo (Fotografia de Carlos Silva, tirada a 14/11/2021). Photo 33 - SSunset at the Azibo dam (Photography by Carlos Silva, taken on 14/11/2021).

Entretanto, o sol descia no horizonte em tons vermelho--alaranjados (fot. 35) pondo fim a um dia bem passado, de ciência e poesia (fot. 36), que de certeza vai perdurar nas nossas memórias.



Fot. 34 - Nuvens altas anunciadoras da aproximação de um sistema frontal, refletidas na albufeira da barragem do Azibo (Fotografia de Carlos Silva, tirada a 14/11/2021).

Photo 34 - High clouds announcing the approach of a frontal system, reflected in the Azibo dam reservoir (Photography by Carlos Silva, taken on 14/11/2021).



Fot. 35 - Pôr do Sol na albufeira do Azibo no momento em que o sol intercepta a crista topográfica (Fotografia de Carlos Silva, tirada a 14/11/2021).

Photo 35 - Sunset on the Azibo reservoir at the moment the sun sinks behind the topographic crest (Photography by Carlos Silva, taken on 14/11/2021).



 $\textbf{Fot. 36 -} Sol \ j\'{a} \ abaixo \ do \ horizonte \ na \ barragem \ do \ Azibo (Fotografia \ de \ Carlos \ Silva, \ tirada \ a \ 14/11/2021).$ 

Photo 36 - Sun below the horizon at the Azibo dam (Photography by Carlos Silva, taken on 14/11/2021).



# territorium 29 (I), 2022, 198

journal homepage: https://territorium.riscos.pt/numeros-publicados/DOI: https://doi.org/10.14195/1647-7723\_29-1\_20

Notícia / New



#### I CONFERÊNCIA LUSÓFONA DE RISCOS (ADIAMENTO)

#### Fernando Félix

Universidade de Coimbra

NICIF - Núcleo de Investigação Científica de Incêndios Florestais (Portugal)

ORCID 0000-0001-8509-6010 ffelix@fl.uc.pt

#### Pedro Rios

PAFO - Associação Lusófona de Prevenção contra Incidentes (Portugal) p.rios@pafo.pt

Foi estabelecido um Protocolo de Cooperação entre a Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança (RISCOS) e a Associação Lusófona de Prevenção contra Incidentes, Acidentes e Desastres (PAFO), que visa, entre outros fins, promover o desenvolvimento do conhecimento científico inovador, através do desenvolvimento de diversas acções, que respondam às problemáticas da sociedade que as rodeiam.

Nesse mote, pretende-se dar início a um ciclo de debate, que irá percorrer os territórios membros da Comunidade dos Países de Língua Portuguesa (CPLP), para neles proceder à apresentação de temas associados aos riscos mais presentes em cada um dos territórios acolhedores.

Nesse sentido, a RISCOS e a PAFO, em parceira com o Governo de Angola, Ministério do Interior e Governo da Província de Luanda, estão a organizar a I Conferência Lusófona de Riscos, que será subordinada ao tema "Novos Riscos no Horizonte da Intervenção dos Bombeiros", que estava prevista para o dia 29 de novembro de 2021, em Luanda, Angola, integrada nas comemorações do Dia Nacional dos Bombeiros de Angola. Contudo, devido às condições menos favoráveis face às medidas restritivas para o controlo do surto do novo COVID-19, o Ministério do Interior de Angola decidiu adiar a realização deste evento, pelo que mal a situação esteja controlada e favoreça a realização deste tipo de eventos será anunciada a nova data para a sua realização.

A I Conferência Lusófona de Riscos visa a criação de uma frente de combate preventiva, que seja resiliente na mitigação das vulnerabilidades, que antecipe e preveja os acidentes e as catástrofes, que seja capaz de mobilizar toda a sociedade civil - da escola aos mais idosos - e em que a condição da moderna cidadania não tenha cláusulas de exclusão e seja um objetivo mobilizador e urgente.

Convidam-se à participação neste evento: Dirigentes e Técnicos dos Organismos Centrais, Provinciais e Municipais; Toda a Comunidade Científica, sobretudo a que partilha o espaço da lusofonia; Empresários e técnicos do sector público e privado; Empresas



Fig. 1 - Reprodução do cartaz de divulgação da I Conferência Lusófona de Riscos.

**Fig. 1 -** Reproduction of the poster of the I Lusophone Conference of Risks.

Seguradoras e Bancárias; Autoridades e Agentes afetos a Sistemas de Proteção Civil, Bombeiros e Polícias Nacionais, Forças Armadas, Saúde, Ambiente e Recursos Naturais; Público em geral interessado nesta área temática, apresentando comunicações, relativas aos 3 painéis temáticos, ou, simplesmente, participando na I Conferência Lusófona de Riscos.

A informação atualizada acerca do Encontro poderá vir a ser consultada a página web oficial: https://iclr.riscos.pt.

O ponto de encontro é na I Conferência Lusófona de Riscos!

198

# RISCOS

### territorium 29 (1), 2022, 199

journal homepage: https://territorium.riscos.pt/numeros-publicados/ DOI: https://doi.org/10.14195/1647-7723\_29-1\_21 Notícia / New



#### IV SIMPÓSIO IBERO-AFRO-AMERICANO DE RISCOS

#### Fernando Félix

#### Yolanda Hernández Peña

Universidade de Coimbra, NICIF (Portugal)
ORCID 0000-0001-8509-6010 ffelix@fl.uc.pt

Universidad Distrital Francisco José de Caldas Facultad del Medio Ambiente (Colombia)

ORCID 0000-0002-2846-7273 <a href="mailto:ythernandezp@udistrital.edu.co">ythernandezp@udistrital.edu.co</a>

AAssociação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança (RISCOS), em colaboração com a Universidad Distrital Francisco José de Caldas (UDFJC), da Colômbia, estão a organizar o IV Simpósio Ibero-Afro-Americano de Riscos subordinado ao tema "Processos e Vulnerabilidades Globais, Ameaças/Riscos e Estratégias Locais", que decorrerá nos dias 21 a 23 de julho de 2022, na Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales, da Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colômbia.

O Simpósio Ibero-Afro-Americano de Riscos, é um evento organizado pela Associação RISCOS e pela Universidade de Coimbra, em colaboração com associados em diferentes universidades da Europa e da América Latina, que visa o encontro de investigadores e de atores sociais pertencentes a diferentes disciplinas científicas, relacionadas com as Ciências Cindínicas, para debater e analisar, a partir das suas várias abordagens e propostas, a manifestação de riscos, as experiências e as propostas metodológicas para gestão e compreensão dos fenómenos que ameaçam a vida em geral e o equilíbrio estabelecido na relação entre a Sociedade e a Natureza.

O mundo de hoje está a ser afetado, drasticamente, por vetores de mudança acelerada que têm impacte nos territórios e nas sociedades. Entre esses vetores estão as mudanças climáticas e os processos de crescimento urbano, que geram uma série de ameaças e impactes nas comunidades locais. A partir desse quadro de mudança, são estabelecidos cenários de risco, que serão abordados, de mdo disciplinar e interdisciplinar, nas suas múltiplas manifestações, nos setores económicos, nos padrões culturais e nas formas de organização social.

Este simpósio tem como objetivo gerar um espaço de conhecimento, discussão e divulgação das diferentes abordagens teórico-metodológicas sobre riscos gerados por diversos fatores, tais como as alterações climáticas ou os processos de crescimento urbano e, ao mesmo tempo, conhecer experiências e propostas de melhoria da gestão desses riscos. Portanto, os resultados das discussões podem contribuir para encontrar alternativas à gestão dos riscos e alimentar as políticas voltadas para a sua melhoria e mitigação.



Fig. 1 - Reprodução do cartaz de divulgação do IV Simpósio Ibero-Afro-Americano de Riscos.

**Fig. 1 -** Reproduction of the poster of the IV Ibero-African-American Symposium on Risks.

Convidam-se à participação neste evento interessados que atuem nestes temas: investigadores, docentes, estudantes, organismos públicos e privados, associações e/ou organizações não-governamentais. A participação pode ser através da apresentação de comunicações, integradas nos 5 painéis temáticos, ou como participante na discussão sobre as tomadas de decisão, tendo em vista a redução dos riscos, presentes e futuros.

A informação atualizada acerca do Encontro pode ser consultada a página web oficial: https://ivsiaar.riscos.pt.

Contamos consigo no IV Simpósio Ibero-Afro-Americano de Riscos!



200

**RISCOS** 

# territorium 29 (I), 2022, 200-202

journal homepage: https://territorium.riscos.pt/numeros-publicados/DOI: https://doi.org/10.14195/1647-7723\_29-1\_22

Recensão / Review



#### VIVER EM ÁREA DE RISCO: REFLEXÕES SOBRE VULNERABILIDADES SOCIOAMBIENTAIS

Jacqueline Isaac Machado Brigagão

Universidade de São Paulo, Escola de Artes Ciências e Humanidades (Brasil)

ORCID 0000-0002-5566-8839 jac@usp.br

Mary Jane Paris Spink é professora titular do Programa de Estudos Pós-graduados em Psicologia Social da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUCSP), onde orienta mestrandos e doutorandos e coordena o Núcleo de Pesquisa "Praticas Discursivas no Cotidiano: Direitos, Riscos e Saúde". Bolsista de produtividade !A do CNPq desde 1998, tem uma trajetória de quatro décadas de pesquisas no campo dos estudos sobre risco, com uma produção volumosa de artigos publicados em periódicos científicos brasileiros e internacionais.

No livro (fig. 1) Viver em área de risco: reflexões sobre vulnerabilidades socioambientais, Spink nos apresenta os principais resultados da pesquisa "Viver em área de risco", realizada entre 2012 e 2017 no território denominado M'Boi Mirim, no extremo sul do município de São Paulo. A região inclui os distritos do Jardim Ângela e o Jardim Sao Luís, que estão entre as áreas da cidade com os mais baixos Índices de Desenvolvimento Humano, respetivamente, 0,750 e 0,798. Trata-se de uma extensão de 62 km², com áreas de mananciais e de proteção ambiental e uma população de mais de 550 000 moradores/as.

A autora inicia descrevendo a sua trajetória de pesquisadora no campo do risco e sua aproximação com a região estudada. Em seguida, ela apresenta ao leitor as perspetivas que orientam suas reflexões, o construcionismo, a governamentalidade foucaultiana e os pressupostos de autores da teoria ator rede (TAR), que lhe dão: "[...] aportes para trabalhar com redes heterogêneas de atores humanos e não humanos - afinal, deslizamentos de terra e inundações são produtos de materialidades (água e terra) e de socialidades (modos de uso do solo)" (p. 27). Ela prossegue afirmando que o seu ponto de partida teórico são os diferentes gêneros linguísticos que circulam nessas redes heterogêneas: "[...] a linguagem dos direitos em documentos que regem nossas maneiras de ser no contemporâneo; a linguagem dos riscos em seus usos cotidianos; a linguagem das responsabilidades nos textos acadêmicos sobre ocupação do solo urbano" (p. 27). Ao longo do livro ela dialoga também com teorias da psicologia social, da história, da geografia, da sociologia e da administração pública.



Fig. 1 - Fronstipício da obra "Viver em área de risco: reflexões sobre vulnerabilidades socioambientais".

Fig. 1 - Frontspiece of the book "Living in a risk area: reflections on social and environmental vulnerabilities".

Apesar de firmemente ancoradas em pressupostos teóricos, as reflexões de Spink empregam uma linguagem fácil e agradável, nos possibilitando acompanhar as diferentes trilhas percorridas por ela durante a pesquisa. Em três dos seis capítulos o debate é guiado por casos que demonstram as vulnerabilidades locais e as ações de gerenciamento de risco, partindo dos problemas reais para discutir as múltiplas dimensões dos riscos. Ao longo do livro, ela nos apresenta descrições densas dos lugares visitados, entrevistas com lideranças locais e moradoras/moradores da região, análise de matérias publicadas em jornais e de diversos programas/políticas públicas e leis que focalizam a questão das moradias em

áreas de risco e de proteção ambiental. Além disso, traz fotografias que nos permitem visualizar as discussões teóricas realizadas em cada capítulo.

No primeiro, "Gerenciamento de riscos ambientais em áreas urbanas no Brasil", a autora discute a complexa tarefa de definir riscos e gerenciá-los, bem como as especificidades da sua gestão no escopo da Política Nacional de Proteção e Defesa Civil, que reúne os princípios, os objetivos e instrumentos brasileiros de gestão de riscos de desastres. Ela faz um resgate histórico do processo de surgimento desse campo até chegar às visões contemporâneas do gerenciamento de risco, apresentando, ainda, as duas principais abordagens teóricas sobre riscos: a da análise técnica e a das ciências sociais. Em seguida, focaliza os desastres ambientais e analisa como a Estratégia Internacional para a Redução de Desastres das Nações Unidas influencia o Brasil, especialmente na organização do Sistema Nacional de Defesa Civil (Sindec). Esse sistema, uma estrutura que integra as esferas federal, estaduais e municipais de governo, é responsável pelas ações de gerenciamento em quatro dimensões: (a) análise e mapeamento dos riscos; (b) medidas estruturais de prevenção; (c) medidas não estruturais de prevenção; e (d) planos de contingência nos casos de emergência. Spink apresenta também as principais atividades desenvolvidas em cada uma dessas dimensões, destacando como se dá a participação da população nas diversas ações.

No segundo capítulo, "Da probabilidade à vivência do risco: a desconfigurarão das casas na favela Erundina", ela traz o caso da remoção, pela Defesa Civil municipal, em 2014, de 208 famílias cujas casas poderiam desabar a qualquer momento devido à instabilidade do solo. A autora explicita que a ação foi resultado das pressões realizadas pelos próprios moradores, alguns dos quais identificaram as rachaduras e acionaram as lideranças comunitárias. Estas atuaram em duas frentes: recorrendo aos órgãos governamentais e mobilizando a imprensa a fim de visibilizar a situação e pressionar por ações públicas mais urgentes. Ao relatar o caso, Spink traz as vozes dos ex-moradores, as versões que circularam sobre a história da ocupação e o impacto financeiro e afetivo da desocupação. Ela constrói o texto com maestria, utilizando as narrativas das pessoas afetadas e as versões de diversos atores governamentais que trabalharam em conjunto para viabilizar o processo de remoção das famílias, incluindo a concessão de aluguel social e o transporte dos móveis e pertences pessoais dos moradores. O capítulo inclui fotografias que possibilitam ao leitor entender a configuração espacial da favela Erundina, antes e depois da remoção

No terceiro capítulo, "M´Boi Mirim vista do outro lado da ponte", Spink aborda as características sociodemográficas e geográficas do território,

detalhando seu processo de urbanização e o seu papel no abastecimento de água para a Grande São Paulo - a maior região metropolitana do país e entre as dez maiores do mundo, formada por 39 municípios e cerca de 21.5 milhões de habitantes. Ela comeca relatando a história da ocupação da zona sul da capital paulista desde a colonização do Brasil, seus primeiros habitantes, os indígenas, passando pelos caipiras, imigrantes alemães e japoneses, destacando a contribuição desses diferentes grupos para a configuração socioeconômica de M'Boi Mirim. Ao descrever essa urbanização, a autora evidencia a sua expansão territorial e demonstra que a criação de vias de circulação e de transporte, como as linhas férreas e as estradas, ampliaram as possibilidades de deslocamento de pessoas e de cargas. A autora destaca que a implantação do Parque Industrial de Santo Amaro teve um papel central nesse processo: "[...] entre 1939 e 1973 tiveram início 447 empresas em Santo Amaro. Destas, 36 possuíam mais de auinhentos trabalhadores e representavam 75% das que, na década de 1980, contavam com tal contingente de trabalhadores" (p. 107). A autora aponta os principais efeitos desse polo industrial para toda região, o primeiro deles nos modos de ocupação dos distritos do Jardim Ângela e Jardim São Luís. Os funcionários das indústrias e fábricas buscavam moradias de baixo custo, que inexistiam na região central do bairro, mas estavam disponíveis em suas áreas mais distantes, o que deu início ao processo de ocupação desordenada, origem das primeiras favelas do território. O segundo efeito foi a forte mobilização política dos seus moradores, que remonta às lutas operárias e ações desenvolvidas pela Igreja Católica para a melhoria das condições de vida da população local. E, finalmente, o impacto do fechamento das indústrias da região, a partir da década de 1980. Nesse momento, as políticas neoliberais tiveram um forte impacto sobre o Parque Industrial de Santo Amaro, de que é exemplo o fechamento de 1 125 indústrias, entre 1990 e 1996. Porém, sua população não parou de crescer; ao contrário, de 1991 a 2000, experimentou um aumento de cerca de 40% de moradias no entorno da represa de Guarapiranga.

A partir dessa contextualização, Spink nos apresenta a discussão em torno das especificidades dos problemas habitacionais em áreas de mananciais. Ela começa descrevendo as características e particularidades da bacia hidrográfica da Guarapiranga, onde está localizada grande parte dos territórios que compõem a região de M´Boi Mirim, visibilizando a importância desse manancial para toda a Grande São Paulo. A autora conclui apresentando as políticas e os programas públicos destinados à proteção dos mananciais, que nem sempre alcançam os efeitos desejados.

No quarto capítulo, "Onde está Waldo? O esconde-esconde dos córregos na região dos mananciais", Spink discute a questão das construções às margens dos córregos em

regiões de mananciais a partir do acompanhamento do curso de um córrego específico, relatando as ações das organizações não governamentais e do poder público em torno dele. Também compõem a narrativa as conversas e entrevistas com os moradores/as, o que possibilita aos leitores compreender as razões que levam as pessoas a construir e viver em áreas de risco, bem como vislumbrar as práticas específicas para monitorar e lidar com as alterações no volume de água no cotidiano em razão das chuvas ou do acúmulo de lixo. Ela reproduz os relatos das promessas não cumpridas do poder público de remoção do lixo e projetos de implantação de um sistema de transporte rápido de ônibus, que exigiria a canalização do córrego. Ao focalizar esse caso, a autora consegue evidenciar as intrincadas práticas em torno dele, nos ajudando a entender a complexidade que envolve os diversos córregos de M'Boi Mirim.

No quinto capítulo, "O inquestionável direito à moradia: a urgência da preservação dos mananciais", Spink aborda o deficit habitacional e os efeitos da construção de moradias em áreas de preservação ambiental no território. Ela inicia com o histórico das lutas por moradia, em relatos preciosos dos diversos atores. É o caso do processo de reintegração de posse da Fazenda Itupu, que tem em Padre Jaime, por exemplo, uma importante memória. Ele conta que recebeu um telefonema às 3 horas da madrugada de um dos ocupantes da fazenda pedindo que fosse ajudá-los, porque a polícia cercara o lugar. O religioso explica que a luta por moradia, que passou a ser coordenada pelo Fórum Nacional da Reforma Urbana, permitiu à população inserir suas pautas no âmbito jurídico e parlamentar. Esse fórum impulsionou o governo federal a promulgar o Estatuto da Cidade no Brasil. Spink prossegue problematizando as sobreposições entre os direitos ao meio ambiente e à moradia que muitas vezes ocorrem na zona sul paulistana. A autora sugere que essas questões somente avançarão quando as ações de educação ambiental previstas na Constituição de 1988 forem implementadas e, consequentemente, possibilitarem o reconhecimento de todos e todas sobre a importância da preservação do meio ambiente e o compartilhamento de responsabilidades entre o Estado e os cidadãos na fiscalização e manutenção das áreas ambiental e legalmente protegidas.

No sexto capítulo, "Versões em tensão: o caso das remoções no Jardim Capela", ela apresenta o terceiro

caso e discute como ações estatais de remoção em áreas de mananciais explicitam as tensões entre o direito à moradia e o direito ao meio ambiente. Ao longo do texto, Spink expõe as versões das/dos moradoras/es, dos programas de prevenção/mitigação de desastres ambientais e das políticas de proteção de mananciais sobre as ações de desocupação da área. Essas diversas versões, frequentemente, não são coordenadas e evidenciam que a ocupação/desocupação de áreas de mananciais é uma questão complexa que demanda soluções ampliadas para dar conta das diferentes facetas do problema. Nas palavras da autora: "São histórias sobre complexidade, não apenas de locais onde são performadas as versões sobre o córrego, mas sobre a diversidade de atores (humanos e não humanos) e de locais onde ele é visto como um problema. Se pensarmos nos actantes, fica óbvio que as soluções técnicas não dão o mesmo estatuto a essa multiplicidade de entes: água, lixo, encanamento, mães preocupadas com filhos que brincam no entulho deixado pela prefeitura no desfazimento das casas; administradores regionais, técnicos, promotores e, claro, a mídia" (p. 212).

A escolha desse caso é muito oportuna porque permite aos leitores ter uma visão de como as ações do setor público nessa arena têm oferecido soluções unidirecionais que não resolvem todos os problemas. Além de todas as questões mal resolvidas no processo de desocupação, o seu desfecho é bem triste. Isso porque, apesar de haver um projeto de construção de parque linear, após o desfazimento das casas nada mais foi feito. Nem o entulho da demolição foi retirado, apesar das pressões das liderancas locais.

Spink finaliza o livro com uma breve reflexão, denominada "Para encerrar", que estabelece conexões entre os seis capítulos versando sobre a complexidade do gerenciamento de riscos na região em que ela realizou a pesquisa.

O livro contém uma discussão contemporânea de excelência sobre as complexidades do gerenciamento de risco em regiões de vulnerabilidade socioeconômica, com moradias precárias construídas em áreas de suscetibilidade geológica e de proteção de mananciais. Num texto fluido e prazeroso, a autora nos apresenta uma análise multifacetada dos desafios de viver nas áreas de risco na zona sul de São Paulo, Brasil.

203

Jacqueline Isaac Machado Brigagão



