

DOS RISCOS MAL DEFINIDOS A AMEAÇAS PRESENTES. A GESTÃO DE VULNERABILIDADES*

FROM ILL-DEFINED RISKS TO PRESENT THREATS. VULNERABILITY MANAGEMENT

António Betâmio de Almeida

Universidade de Lisboa (Portugal)

Instituto Superior Técnico, Departamento de Engenharia Civil e Arquitetura

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

RESUMO

O risco, a análise e a gestão do risco tiveram um grande desenvolvimento e atualmente são frequentemente estruturantes da comunicação, de perceções e de ações públicas ou privadas. No caso da avaliação técnica dos riscos é possível, em muitas situações, obter resultados fundamentados para apoio a decisões operacionalmente eficazes. Mas há situações em que os riscos são intrinsecamente mal definidos por diferentes causas e perdem a capacidade operacional eficaz de prevenção ou de proteção. Após uma breve revisitação de conceitos associados ao risco, o texto salienta o caso de riscos mal definidos e desenvolve dois exemplos: 1) a situação de efeitos de 1ª ordem a curto prazo e de efeitos de 2ª ordem, difusos e que se desenvolvem a longo prazo. As crises ambientais e climáticas são exemplos já bem identificados, bem como as novas tecnologias que estão ainda na fase inicial de uso intensivo, mas que suscitam apreensões relativas aos efeitos futuros na Humanidade; 2) a situação associada simultaneamente a eventos de muito baixa probabilidade de ocorrência e a consequências muito relevantes, como é o caso da ocorrência de um sismo intenso em meio urbano importante. A principal conclusão: os designados riscos mal definidos constituem desafios difíceis, mas que devem ser enfrentados sem vacilação.

Palavras-chave: Incertezas, probabilidades, psicologia e proteção.

ABSTRACT

Risk, risk analysis and management have developed considerably and now they often structure communication, perceptions and public or private actions. In the case of technical risk assessment, in many situations it is possible to obtain rational results to support operationally effective decisions. But there are situations in which risks are intrinsically ill-defined for different reasons and the effective operational capacity for prevention or protection is lost. After a brief review of the concepts associated with risk, the text highlights the case of ill-defined risks and develops two examples: 1) the situation of short-term 1st order effects, and 2nd order, diffuse effects that develop over the long term; the environmental and climate crises are examples that have already been well identified, as well as new technologies that are still in the initial phase of intensive use, but which raise concerns about the future effects on humanity; 2) the situation associated simultaneously with events of very low probability of occurrence and with very relevant consequences, such as the occurrence of an intense earthquake in an important urban environment. The main conclusion: the so-called ill-defined risks are difficult challenges, but they must be tackled unwaveringly.

Keywords: Uncertainties, probabilities, psychology and protection.

* O texto deste artigo corresponde a uma comunicação apresentada ao VI Congresso Internacional de Riscos, tendo sido submetido em 31-07-2023, sujeito a revisão por pares a 09-11-2023 e aceite para publicação em 26-06-2024. Este artigo é parte integrante da Revista *Territorium*, n.º 31 (N.º Especial), 2024, © Riscos, ISSN: 0872-8941.

Introdução

A análise do risco como técnica aplicável a diferentes situações é relativamente recente. As definições de conceitos e metodologias aplicáveis na avaliação, apreciação e gestão de riscos nem sempre coincidem, não obstante o esforço de muitos especialistas e entidades para uma normalização adequada. Mas essa situação não evitou uma evolução muito rápida e generalizada das aplicações. Este facto é demonstrado pelo número de publicações internacionais e de casos práticos apresentados na literatura e em reuniões, seminários ou congressos. Como exemplo cita-se o caso de um texto com uma breve revisão da avaliação do risco com 239 referências bibliográficas (Zio, 2018). O texto de Zio tem o título “O futuro da avaliação do risco” e apresenta as principais tendências na evolução futura dessa avaliação. A aplicação da análise e gestão do risco tornou-se quase obrigatória como justificação de muitas políticas e intervenções públicas, de estratégias de gestão de empresas, de companhias ou de instituições e um componente indispensável em projetos de engenharia ou de proteção de populações. Nos seguros e nas instituições financeiras essa aplicação foi acompanhada pelo desenvolvimento de métodos sofisticados muito avançados. Ao enfoque do risco no período temporal anterior à ocorrência de um evento, juntou-se o conceito de resiliência abrangendo as capacidades de resistência e de reabilitação na sequência desse evento (Almeida, 2020 e 2022). Casos de aplicação sucessivamente mais complexos têm proporcionado a utilização de novos modelos computacionais de simulação ou métodos de análise (Raschke, 2022) e o tratamento de dados com base em novas tecnologias, incluindo a inteligência artificial (Biolcheva, 2021). Um conjunto de aspetos constitui um núcleo essencial: as incertezas nos eventos e nas respetivas consequências, a seleção de medidas eficazes que diminuam as vulnerabilidades (perdas ou danos) do exposto a esses eventos, os critérios robustos de decisão e a comunicação adequada entre as partes intervenientes.

A gestão dos riscos atingiu um elevado patamar de maturidade epistemológica e operacional. Há contribuições teóricas e académicas no âmbito da estruturação de metodologias e na respetiva aplicação operacional (Almeida, 2021 e Lourenço e Almeida, 2018). A publicação “Science for Disaster Risk Management” da Comissão Europeia dá conta do nível de capacidade teórica e prática já atingido (Poljansek *et al.*, 2017). No entanto, alguns efeitos especiais associados a essa aplicação podem ser identificados, nomeadamente o que consideramos problemático e que designamos por riscos mal definidos (RMD) associados a ameaças que podem ser identificadas. São as situações (1) em que há dificuldade em caracterizar ou quantificar as incertezas e os efeitos

negativos cumulativos e em cadeia num longo período de tempo ou (2) em que a relação entre os valores da probabilidade de ocorrência de um acontecimento e dos danos é muito desproporcionada como acontece com eventos raros, mas possíveis de acontecer, com uma elevada capacidade danosa.

Os RMD constituem um desafio aos especialistas de análise quantitativa dos riscos, em particular na justificação e aplicação de medidas de mitigação ou de proteção adequadas. Um desafio também aos decisores políticos. Em algumas situações será necessário fazer apelo à perceção da ameaça como um reforço ou substituição de critérios considerados como objetivos ou incidir fundamentalmente na mitigação de vulnerabilidades físicas e sociais sem a conjugação da caracterização completa da aleatoriedade da ocorrência do evento inicial do processo. Estas situações podem estar associadas a processos difusos em curso, mas que são dificilmente identificados, monitorizados e controláveis. Os RMD não são facilmente caracterizados de acordo com o conceito formal de risco e exigem métodos especiais de justificação das decisões.

Para exemplificar os casos de RMD consideram-se as novas tecnologias e as catástrofes “excepcionais” que inflijam elevadas perdas humanas e económicas. Salienta-se neste grupo a ocorrência de um sismo de elevada magnitude numa área urbana importante e com um parque edificado heterogéneo do ponto de vista anti-sísmico. Com o objectivo de se enfrentar de um modo mais eficaz os RMD, são referidas dificuldades e indicados procedimentos que podem ser adotados, ou que estão a ser aplicados, para se concretizar uma gestão aceitável de proteção contra efeitos negativos relevantes.

Breve Revisitação de Conceitos

O conceito de Risco é o resultado de uma evolução histórica associada a atividades e comportamentos humanos. Não obstante existirem diferentes definições há três aspetos que estão sempre, direta ou indiretamente, presentes: eventos futuros, incertezas e consequências. Podemos afirmar que o futuro, como período de tempo ainda por vir, potencia (e pode alterar) as incertezas. A caracterização probabilística dos eventos, a simulação computacional dos impactos e a eficácia das medidas preventivas ou de proteção são algumas fontes de incertezas associadas à avaliação e análise dos riscos.

Na avaliação baseada numa análise quantitativa dos riscos procura-se a quantificação das incertezas (Aven, 2008). Estas podem ser classificadas em três tipos distintos: aleatórias, epistémicas e ontológicas (Almeida, 2021). Nas incertezas aleatórias a métrica mais frequente é a probabilidade, em geral a probabilidade frequentista ou objetiva, referida, em geral, só como probabilidade.

Este tipo de probabilidade pode ser difícil de obter no caso de eventos isolados ou únicos. A utilização de probabilidades subjetivas pode ser a solução neste caso e também como métrica das incertezas epistémicas. As incertezas ontológicas podem ser consideradas como ignorância total, no presente, de eventos possíveis futuros para as quais a métrica pode ser considerada impossível. Outras métricas para as incertezas têm sido propostas (Flage *et al.*, 2014 e Gui *et al.*, 2015): combinação da probabilidade com intervalos, probabilidade imprecisa e aplicação das teorias da evidência e da possibilidade. A própria incerteza da probabilidade pode ser caracterizada por uma probabilidade de 2º ordem (Sundgren e Karlsson, 2013). A probabilidade é a métrica mais usada e está associada ao período de retorno de um evento (Raschke, 2022).

Frank Knight (1885-1972) afirmou que na ausência do conhecimento das probabilidades intervenientes teremos só incertezas (ou ameaças) e não propriamente um risco. Contudo, em situações especiais e na linguagem comum o termo risco é também utilizado sem a consideração das probabilidades.

A quantificação das consequências implica a caracterização dos efeitos resultantes dos impactos de um evento no contexto do cenário de condições selecionado. Os danos físicos, materiais ou ambientais, podem ser avaliados por modelação de causa-efeito e por técnicas sofisticadas adequadas (e.g. Gui *et al.*, 2015) atendendo que a propagação do evento pode não ser simples ou linear, mas sim multidimensional, com múltiplos efeitos indiretos incluindo danos sociais e éticos. Na quantificação das consequências é frequente considerar a exposição dos bens que podem ser sujeitos a impactos no cenário selecionado e a respetiva vulnerabilidade ou potencial grau de dano resultante.

De acordo com uma definição formal, a avaliação quantitativa do risco traduz-se matematicamente pelo valor expectável das consequências resultantes do evento, no cenário e no intervalo de tempo adotados, ou seja:

$$\text{Risco} = \text{Probabilidade} \times \text{Consequências} \quad (1)$$

sendo a probabilidade apresentada em (1) a resultante do conjunto de probabilidades associadas ao processo de ocorrência do evento (probabilidade composta dos diversos eventos aleatórios que ocorrem na cadeia causal desencadeada pelo acontecimento inicial). O valor expectável das consequências pode ser considerado como um “custo virtual” ou potencial, em especial quando as consequências são referidas em valores monetários. Este tipo de custo é relevante nas análises de custo-benefício no contexto da tomada de decisão de medidas de mitigação do risco, nomeadamente com medidas de proteção dispendiosas.

Reflexões sobre a Gestão do Risco

O desenvolvimento da gestão dos riscos permitiu reduzir perdas de vidas humanas e evitar ou mitigar outras perdas ou danos associados a eventos involuntários (e.g. riscos naturais e tecnológicos) ou a ações voluntárias para atingir determinados objetivos. Permitiu também melhorar conhecimentos científicos e técnicos. A introdução das consequências em terceiros, em resultado de acontecimentos associados a falhas de sistemas técnicos, pode complementar a aplicação de critérios de segurança (fiabilidade) em engenharia e foi uma alteração relevante no paradigma dos projetos e da execução de obras. A ideia do “*risk based design*” (e.g. Spross *et al.*, 2019), ou “*projeto baseado no risco*”, conduziu a uma alteração, em alguns países, de critérios técnicos de decisão em sistemas e estruturas complexas ou críticas. Estes procedimentos incluem critérios probabilísticos relativos a potenciais perdas de vidas ou bens materiais (e.g. em critérios de aceitabilidade de risco associados a projetos de barragens).

Nas atividades empresariais e financeiras, os departamentos de risco passaram a ter uma função fundamental. A ação dos governos passou também a ter em conta a avaliação dos respetivos riscos. Pode mesmo dizer-se que a atividade política é ela própria uma gestão alargada e integrada de riscos (negativos) e de benefícios (positivos) resultantes de ações tendo em vista a satisfação e a confiança dos cidadãos. É frequente a acusação que a avaliação do risco e de custo-benefício pode ser usada para justificar uma opção em detrimento de outras ou de contribuir para a mercantilização ou privatização dos custos de riscos e desastres (Collier, 2014 e Voice, 2016) ou ainda que a análise quantitativa carece de uma sustentação científica mais robusta, aspeto analisado em Almeida (2021). A par de uma comunicação clara e adequada, por vezes difícil, a exigência ética tornou-se desejada e necessária.

Alguns efeitos do sucesso e da aplicação frequente da avaliação de riscos e a responsabilidade daí decorrente podem ser exemplificados por três exemplos referentes aos potenciais excessos nas propostas de ações, ao efeito psicológico de uma avaliação do risco e à complexidade na comunicação do risco:

- A avaliação de um risco específico, baseada num modelo simbolicamente representado pela equação (1) e pela respetiva apreciação induz, em geral, a propostas de medidas de intervenção a cargo de entidades públicas e privadas. No caso de um conjunto de riscos públicos ou societários, considerados como resultantes de actos da natureza, envolvendo elevadas perdas de vidas humanas, ambientais ou económicas, só os Estados é que, em geral, podem suportar os custos totais de mitigação. A implementação das

medidas terá então de se submeter a critérios gerais de prioridade e de alocação de recursos disponíveis e a uma avaliação política integrada de decisão. Múltiplas propostas de gestão de riscos consideradas necessárias, mas autónomas ou isoladas, podem então não serem concretizadas ou implementadas completamente e, no caso de realização de alguns dos riscos, suscitarem a frustração e a falta de confiança ou descrença na eficácia desse tipo de gestão;

- A situação anterior, a responsabilidade inerente à divulgação e tratamento de riscos elevados e a importância crescente dada pela comunicação social, pela opinião pública e pelo poder judicial aos resultados efectivos da avaliação de riscos parece suscitar efeitos psicológicos nos intervenientes das avaliações e de decisões envolvendo riscos. Salientam-se em especial os riscos clínicos ou do foro médico. De acordo com especialistas, as incertezas podem motivar ansiedades e medos e suscitar comportamentos de auto-defesa inadequados o que é designado por uma gestão de risco secundário (Undrill, 2007);
- A comunicação associada à avaliação de um risco e à sua gestão passou a ser um componente muito importante. A comunicação entre o especialista dessa avaliação, o decisor das medidas e o público é mediada em muitas circunstâncias pela comunicação social e as redes sociais. O escrutínio e a eficácia das medidas ou informações exigem atualmente uma competência muito especial. O caso das consequências de uma comunicação infeliz durante a atividade sísmica de 2009 na cidade italiana de L'Aquila constitui um exemplo a ter em conta (Almeida e Oliveira, 2014): os cientistas foram acusados em tribunal de transmitirem às autoridades e ao público informação que seria “incompleta, imprecisa e contraditória”.

Risco mal definido

A expressão (1) pode indicar-nos como identificar a classe de riscos mal definidos (RMD) nomeadamente nos seguintes casos:

- Com consequências difusas, imprecisas, mas cumulativas, nunca ocorridas antes e que só se revelam a longo prazo;
- Com as probabilidades de ocorrência mal definidas, eventualmente tendo de se recorrer a probabilidades subjetivas e que podem ser substituídas por percepções ou opiniões vagas do público;
- Com a conjugação de valores muito reduzidos para a probabilidade e de consequências com valores muito elevados (“*Low Probability and High Consequence Risks*”, na literatura anglo-saxónica). O que é,

na prática, próximo do conceito matemático de indeterminação do valor do risco. A outra conjugação com probabilidades muito elevadas (e.g. próximas da unidade) e consequências pouco significativas perdem o significado prático do risco e são situações simples ou triviais de resolver no âmbito de uma gestão pública ou privada. Estes eventos podem ocorrer isoladamente ou sob a forma de múltiplos eventos e induzirem uma amplificação do risco total resultante. A análise probabilística destas cadeias de eventos extremos pode tornar-se muito complexa (Mignan *et al.*, 2014).

É importante referir que os RMD não são meras hipóteses de casos extremos muito raros e com consequências muito pouco relevantes. Como exemplos apresentam-se duas situações: (1) os riscos resultantes de novas tecnologias que provocam disrupções relevantes no ecossistema planetário ou na organização e valores da sociedade; (2) e catástrofes “excepcionais” que inflijam perdas humanas e económicas elevadas. E o caso da ocorrência de um sismo de elevada magnitude numa área urbana muito importante e com um parque edificado heterogéneo do ponto de vista anti-sísmico. Estes casos são reais no séc. XXI e, um a nível da sociedade global e outro a nível local e regional, suscitam preocupações e a discussão de soluções.

As Ameaças de Novas Tecnologias

As novas tecnologias (sistemas digitais, inteligência artificial, robotização e algoritmos) estão na fase inicial de uso intensivo e suscitam alertas e preocupações que podem ser interpretadas como ameaças à sociedade humana. Trata-se de um potencial risco tecnológico como já aconteceu em outras situações. As crises ambientais e climáticas são exemplos de efeitos relacionados com a aplicação intensiva de tecnologias. A possibilidade de efeitos nocivos no planeta não era totalmente desconhecida, mas foi subestimada durante muito tempo. Contudo, os efeitos da acção humana no ambiente revelaram-se e não podem ser negados. Uma lei empírica (lei de Roy Amara) constitui um exemplo de alerta: “*Tendemos a sobrestimar os efeitos da tecnologia no curto prazo e a subestimar o efeito a longo prazo*” (Ratcliffe, 2016).

A curto prazo, os benefícios de uma tecnologia nova são apresentados ou propostos por forma a satisfazer ou a induzir desejos. Uma análise crítica a uma nova tecnologia para avaliação de potenciais efeitos negativos tende a ser fortemente contrariada com a defesa dos seus outros efeitos muito positivos e a necessidade de garantir o processo de inovação em curso. Um aparente determinismo tecnológico ou fenómeno inevitável de progresso constitui uma posição muito discutida (e contestada) na filosofia da tecnologia (Hallstrom, 2022, Gil-Garcia *et al.*, 2014 e Smith e Marx, 1994).

Os efeitos das tecnologias designados de 1ª ordem, imediatos e visíveis, que sejam benéficos são identificados e muito valorizados. Normas técnicas de segurança procuram, evitar situações de funcionamento perigosas. Os efeitos de 2ª ordem, difusos ou pouco visíveis, que envolvam ameaças a longo prazo tendem a não ser identificados ou a serem ocultados não sendo possível a aplicação plena do conceito de risco. Quando essas ameaças forem realizadas através de uma crise já poderá ser tarde e ser muito difícil reverter a situação ou atenuar os efeitos.

Com as referidas novas tecnologias, em particular a inteligência artificial generativa, as potenciais ameaças já estão a incidir na Humanidade. As primeiras consequências assinaladas afetam valores éticos (privacidade, autoria, verdade e autonomia), sociais (imposição de sistemas não humanos nas relações, desafio aos empregos ou tarefas executadas por humanos e às condições de igualdade), antropológicos (eventual desqualificação ou submissão intelectual face à inteligência artificial) e desafios a alguns direitos humanos fundamentais (Neves e Almeida, 2024). As consequências finais do processo não são ainda totalmente conhecidas e as probabilidades associadas são desconhecidas. Torna-se então necessária a aplicação de medidas de proteção ou de controlo de vulnerabilidades dispensando a análise quantitativa completa e rigorosa do risco. Uma regulação baseada em princípios éticos é a tendência predominante. Um desafio difícil. A aplicação do princípio da precaução poderia ser pertinente, mas é considerada um obstáculo excessivo ao desenvolvimento das tecnologias. Acresce uma outra dificuldade: a adaptação muito rápida a produtos tecnológicos por parte de muitas camadas da população, uma adaptação incentivada por forças poderosas económicas e políticas e que perturba uma reflexão ética eficaz. A aceitação da substituição de relações humanas por sistemas automáticos é um dos sinais.

Para as novas tecnologias, a União Europeia enfrentou esse desafio através da regulação ou regulamentação das aplicações tendo em conta a avaliação dos potenciais impactos potenciais. Salienta-se o exemplo da regulamentação relativa a inteligência artificial (o “AI Act”) aprovada em 2024 (UE, 2023). Este regulamento adota uma terminologia conotada com riscos para classificar diferentes tipos de utilizações ou aplicações da inteligência artificial consoante os potenciais danos sem, contudo, considerar a quantificação de incertezas (probabilidades). São estes os tipos de “riscos” (como sendo ameaças identificadas e não como riscos bem definidos) considerados:

- *Risco Inaceitável* (proibição de determinadas práticas consideradas danosas, com condições de exceção);
- *Risco Elevado* (conjunto de atividades que criam impactos adversos na segurança ou em direitos

fundamentais de pessoas e que devem ser cuidadosamente avaliadas antes de serem aplicadas, mas que não são proibidas);

- *Risco Limitado* (tipos de atividades especiais de sistemas que interagem com humanos e que são sujeitos a um conjunto de obrigações no domínio da transparência);
- *Risco Baixo ou Mínimo* (atividades sem obrigações).

A classificação adotada com as designações referidas evidencia a importância atual do conceito Risco o qual deve ser entendido aqui como referência a ameaça. Esta regulamentação europeia, que pode ser considerada pioneira a nível mundial, tem o cuidado de garantir a prossecução da investigação no domínio da inteligência artificial. Constitui um modo de regular esta nova tecnologia, mas, para ser eficaz, terá de abranger mais do que a União Europeia. A auto-regulação nas aplicações da Inteligência artificial de acordo com o Direito e a Ética pode ser uma das vias a prosseguir.

As ameaças de catástrofes sísmicas incertas

A teoria geral do risco e os modos de enfrentar “o antes, o durante e o depois” das catástrofes nem sempre podem ser fáceis ou garantidamente eficazes. Para catástrofes “excepcionais”, mas possíveis, que inflijam perdas humanas e económicas encaradas como “insuportáveis”, o medo e a displicência podem ser preponderantes face aos elevados custos de medidas eficazes e às incertezas e imprevisibilidades muito relevantes. São ameaças que podem ter probabilidades de ocorrência relativamente baixas no horizonte de vida humana. Resumindo, é um caso de situações de baixa probabilidade e elevadas consequências que podem ocorrer. Uma combinação que na expressão (1) tende a tornar o valor do risco mal determinado ou pouco eficaz como valor expectável dos danos futuro e dificultar a gestão do risco. A ocorrência de um sismo de elevada magnitude numa área urbana densamente habitada e com um parque edificado potencialmente muito vulnerável é uma situação deste tipo.

Quando ocorre um sismo muito violento é natural a preocupação com a proteção anti-sísmica noutros locais. É o que aconteceu em 2023 após a ocorrência dos sismos de elevada magnitude (7,8) que ocorreram na Turquia e na Síria e que provocaram um número muito elevado de vítimas (mais de 55 000, segundo A.D.R.C., 2023) Em Portugal, o sismo de 1755 deixou uma marca forte, em especial na cidade de Lisboa, e surge a dúvida: estaremos preparados para esta ameaça?

Em Lisboa, o fato de já ter ocorrido um sismo e um maremoto muito destruidores (Almeida, 2005 e 2015) faz manter um elevado grau de preocupação. Estar

preparado seria estar aplicada em Lisboa e noutros locais uma gestão que tivesse tornado o risco sísmico residual (o risco remanescente após as ações de mitigação) teoricamente aceitável ou tolerável. Isso não acontece e está-se, perante um caso complexo de RMD.

Trata-se de um risco público com origem natural, mas que também pode ser considerado como híbrido atendendo a que a causa principal de perdas são os danos em edifícios. Os fenómenos sísmicos são complexos. É impossível evitar a respetiva ocorrência (exceptuando os sismos induzidos) ou atenuar a magnitude de um sismo, sendo ainda pouco fiável a sua previsão em tempo útil. As incertezas associadas a atividades sísmicos são difíceis de serem quantificadas, mas há desenvolvimentos relevantes em curso (Bommer, 2022). A mitigação operacional desta ameaça fica assim condicionada à diminuição e controlo de vulnerabilidades.

Na aplicação da expressão (1) a probabilidade de ocorrência de um sismo, em Lisboa, com características semelhantes ao sismo de 1755, a referência sempre presente, não tem um valor bem definido. Em função das metodologias adotadas e das possíveis origens do sismo podem ser obtidos valores muito diferentes para os períodos de retorno, nomeadamente superiores, ou mesmo significativamente superiores, a 1000 anos (e.g. Carvalho e Malfeito, 2016 e LNEC, 2018).

A avaliação da vulnerabilidade dos edifícios expostos a um eventual sismo na área metropolitana de Lisboa tem vindo a ser efetuada e indica a possibilidade de danos significativos, em especial no caso de edifícios que não são em betão armado ou que não respeitam um regulamento anti-sísmico adequado, e de um número elevado de vítimas mortais (LNEC, 2012). Os prejuízos económicos poderão corresponder a uma percentagem significativa do PIB. Este tipo de avaliação envolve incertezas e não é adequado indicar números no presente texto.

A mitigação das vulnerabilidades associadas à ameaça sísmica reparte-se pelas autoridades e pelos cidadãos habitantes da região de acordo com critérios como o seguinte:

- As infraestruturas estratégicas ou críticas públicas ou privadas (sistemas de saúde, de segurança e proteção civil, lares de acolhimento, sistemas de comunicação e acessos estratégicos) com prioridade na implementação de medidas de reforço de resistência e resiliência anti-sísmica: a responsabilidade recai prioritariamente nas entidades públicas (governamentais ou autárquicas);
- As medidas de mitigação relativas a edifícios de habitação ou comerciais e às pessoas exigem uma participação privada relevante e decisões políticas que não são ambas fáceis.

O planeamento e a execução destas medidas constituem um grande desafio conforme é referido a seguir.

Dificuldades na gestão de vulnerabilidades sob uma ameaça de catástrofe sísmica

Face à ameaça de uma catástrofe sísmica numa cidade como Lisboa impõe-se, como prioritária e ética, a gestão e mitigação das vulnerabilidades pessoais, dos edifícios, das infra-estruturas públicas e da economia. Um aspeto positivo na gestão da ameaça sísmica em Portugal é a existência de conhecimentos científicos e técnicos muito avançados, nomeadamente de engenharia sísmica, na caracterização do evento e seus impactos e na aplicação das medidas anti-sísmicas mais adequadas. Mas há aspetos problemáticos: o edificado existente e a coordenação e implementação das medidas de mitigação de vulnerabilidades consideradas eficazes. O fator tempo na execução das medidas antes da ocorrência de um sismo e a mobilização dos recursos exigidos são parâmetros muito importantes a ter em conta.

As medidas de mitigação podem ser estruturais ou não-estruturais.

As *medidas estruturais* têm por objetivo a obtenção de uma maior resistência anti-sísmica. Nas construções novas através da aplicação rigorosa dos regulamentos e de boas práticas aplicáveis, incluindo a utilização de dispositivos especiais nos casos em que se justifique (e.g. o sistema de isolamento de base que atenua a propagação da oscilação para a estrutura acima - e.g. Marano e Greco, 2003, Guerreiro, 2006 e Henriques, 2020) e a consideração dos impactos de *tsunamis* em edifícios que possam estar expostos a esse efeito (Baptista *et al.*, 2019). Nas construções já existentes ou em fase de reabilitação a introdução de reforços anti-sísmicos adequados. Estas medidas reduzem diretamente as vulnerabilidades dos edifícios (proteção patrimonial) e de pessoas (proteção de vidas humanas).

As *medidas não-estruturais* incluem seguros especiais (voluntários ou obrigatórios), que garantam um valor (em geral parcial) de um edifício que venha a sofrer danos pelo sismo, diminuindo, assim, o dano económico. A eficácia desta medida depende de muitos fatores, nomeadamente da inclusão, ou não, de efeitos laterais ou sucessivos e do tipo de intervenção ou apoio do Estado (Pothon, 2020). As medidas não-estruturais podem abranger também processos de certificação do nível de resistência anti-sísmica. Os efeitos potenciais no mercado, no sentido de informar compradores ou inquilinos dos imóveis ou influenciar o valor do prémio de um seguro, podem induzir ações de reforço estrutural. Este tipo de medidas não garante diretamente uma proteção de vidas humanas e do edificado, mas podem condicionar decisões posteriores favoráveis a essa proteção.

Estas medidas devem ser complementadas por outras medidas não-estruturais: boas práticas individuais de prote-

ção, a par de um sistema de proteção civil devidamente preparado e treinado para a resposta de emergência.

Na grande cidade antiga que é Lisboa o número de edifícios expostos ao risco sísmico é muito elevado: cerca de 500 000 na respetiva área metropolitana (LNEC, 2012). A dimensão das intervenções exige uma participação ativa dos cidadãos em conjunto com a ação do Estado. A motivação dos cidadãos na aplicação de medidas que envolvam encargos ou obras significativas e a disponibilidade do Estado para planear e coordenar um programa eficaz de mitigação das vulnerabilidades são desafios difíceis.

A ausência de eventos sísmicos recentes de elevada magnitude na região em causa (ao contrário do que tem acontecido na Turquia) condiciona a perceção de perigo e condiciona a decisão de intervenção na redução de vulnerabilidade. Uma avaliação quantitativa de custo-benefício fica imprecisa quando o valor expectável dos benefícios potenciais (tendo em conta a probabilidade de ocorrência do sismo) pode ser relativamente reduzido face aos custos certos de implementação de medidas de mitigação. Os cidadãos não recorrem, em geral, a uma análise quantitativa sofisticada, mas aplicam critérios subjetivos de decisão: uns seguem o valor da probabilidade ou do período de retorno e desvalorizam ou negam a vantagem de uma ação com encargos financeiros no seu período provável de vida futura, outros dão mais valor às potenciais perdas e estão dispostos a aceitar os custos e inconvenientes de medidas de proteção mais robustas. Este comportamento tem sido objeto de investigações académicas e depende do modo como a perceção de uma ameaça real de perda de vida ou de bens materiais se sobrepõe ou não às disponibilidades pessoais para optar pela implementação de medidas relativamente dispendiosas ou perturbadoras (Ozdemir, 2000).

A comunicação da ameaça e o processo de motivar o público e as autoridades para a necessidade de mitigar vulnerabilidades no caso de RMD, quando ainda não há sinais de início de atividade sísmica, são muito difíceis e dependem de múltiplos fatores, em particular da disponibilidade financeira e psicológica. É conhecido que a perceção de um risco por parte de especialistas pode ser diferente da perceção por parte de destinatários não-especialistas ou leigos (e.g. Herovic, 2016 e Sjöberg, 1999). No caso de ser uma vasta área do país que esteja em risco, com muita população (milhões de habitantes em muitos milhares de habitações), a desigualdade social e económica pode ser significativa e a possibilidade de incentivar medidas voluntárias pode ser muito problemática. Numa fase de pré-crise, já com indícios objetivos (uma situação já de emergência), a resposta pode ser mais positiva, mas as medidas reduzem-se às possíveis de implementar num curto período de tempo. Herovic (2016) apresenta um estudo muito

detalhado sobre a comunicação nesta segunda situação. Um método alternativo ou complementar consiste na substituição de uma gestão racional e probabilística por um enfoque na certeza da ocorrência da catástrofe como inevitabilidade tática. É a proposta do filósofo J.-P. Dupuy que propõe um “*tempo projetado*” no qual só existem o passado (incluindo o presente) e o futuro (com a catástrofe) fixo, previsto e afirmado como verdadeiro (Dupuy, 2004).

A motivação para a preparação na fase ainda sem previsão do início de uma catástrofe sísmica impõe medidas governamentais que tornem os custos e as medidas mais aceitáveis face aos benefícios estimados e à perceção social da ameaça. É necessária uma caracterização muito fina do comportamento e das possibilidades dos habitantes que devem ser convencidos (e.g. os proprietários de edifícios) a investirem em medidas de proteção anti-sísmica quando tal for necessário. É necessária uma definição de ações eficazes e justas com resultados a médio prazo, tendo em conta o risco social de uma gestão de vulnerabilidades agressiva, em particular em países com sistemas democráticos.

Conclusão

A análise e a gestão dos riscos tiveram grande desenvolvimento, mas há aspetos que merecem consideração e melhorias metodológicas. Realça-se o caso dos designados riscos mal definidos (RMD) que impedem ou dificultam uma gestão eficaz do risco ou de ameaças. Dois exemplos: (1) as ameaças de novas tecnologias, nomeadamente a inteligência artificial, e (2) as catástrofes sísmicas incertas, mas possíveis. Por razões diferentes, em ambos os casos, não é possível uma caracterização operacional adequada dos respetivos riscos. No exemplo (1) os efeitos sociais e antropológicos ainda não são evidentes para a maioria da população. As novas tecnologias estão numa fase de desenvolvimento acelerado e os respetivos benefícios, confirmados ou antecipados, atraem ou fascinam pela inovação e poder. As consequências menos positivas são ainda difusas, apesar de já se sentirem os sinais. Atendendo a que não existe um histórico para este tipo de ameaça, as probabilidades são muito imprecisas. No exemplo (2), o sismo catastrófico, há um histórico de acontecimentos semelhantes em diferentes locais, mas pode haver uma desproporção entre os valores estimados das probabilidades (ou períodos de retorno) e a dimensão dos danos pessoais e materiais previsíveis numa grande cidade como Lisboa. Acresce que na ausência de conhecimentos científicos que garantam a previsão da ocorrência de um evento sísmico de elevada magnitude que permitisse o aviso e a deslocação da população exposta, só o reforço da resistência anti-sísmica (medidas estruturais) e uma preparação e educação especial da

população e das autoridades (medidas não-estruturais) possibilitariam uma proteção adequada. Contudo, a concretização destas ações não é fácil.

Nos dois casos considerados, a gestão continuada de vulnerabilidades com o objetivo de mitigar danos é, no entanto, uma solução possível.

A análise quantitativa dos RMD não é possível ou é insuficiente para superar as dificuldades assinaladas no texto. Nos dois exemplos referidos, o comportamento ético e a perceção das ameaças por parte das pessoas é fundamental. A aplicação de novas metodologias e a participação das ciências sociais (e.g. a psicologia social e a sociologia) poderão potenciar novas estratégias públicas para se atingir o objetivo principal: proteger as pessoas face a ameaças futuras. Os especialistas e as autoridades competentes nacionais e internacionais procuram, para cada caso, as melhores soluções, mas poderemos ter de aceitar que, não sendo ainda possível garantir, no presente, soluções completamente eficazes, há que manter um esforço persistente de divulgação e de ação consistente com os tipos de ameaças em causa.

Referências Bibliográficas

- A.D.R.C. (2023). “Report on Turkey-Syria Earthquakes”. *Asian Disaster Reduction Center Report*.
- Almeida, A. B. (2005). “The 1755 Lisbon Earthquake and the Genesis of the Risk Management Concept”, *International Conference 25th Anniversary of the 1755 Lisbon earthquake, Proceedings*, Lisboa, 57-64.
- Almeida, A. B. (2011). “Incertezas e Riscos. Conceptualização Operacional”, *Esfera do Caos*, Coleção Água, Edição APRH-Esfera do Caos, 237 p.
- Almeida, A. B. (2014). “Gestão do risco e da incerteza. Conceitos e filosofia subjacente”. *Diálogo entre Ciência e Utilizadores: Realidade e Desafios na Gestão dos Riscos* (cap. II), Editor: NICIF - Núcleo de Investigação Científica de Incêndios Florestais. Em cooperação com a Imprensa da Universidade de Coimbra, ISBN: 978-972-8330-22-4, Coimbra, 19-29. DOI: http://dx.doi.org/10.14195/978-972-8330-23-1_2.
- Almeida, A. B. e Oliveira, S. (2014). “O Caso da Sentença de L’Aquila. Prevenção e Comunicação do Risco: Responsabilidades dos Cientistas”, *Revista PROCIV* (ANPC), n.º 73, abril, 6-9.
- Almeida, A. B. (2015). “Um terramoto em Lisboa (1755). Uma reflexão de agora, 260 anos depois”, volume 1 da série Riscos e Catástrofes: *Terramoto de Lisboa de 1755. O que aprendemos 260 anos depois?* Editores: RISCOS - Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança; IUC - Imprensa da Universidade de Coimbra, ISBN: 978-989-26-1098-6, Coimbra, 14-34. DOI: http://dx.doi.org/10.14195/978-989-26-1099-3_1
- Almeida, A. B. (2020). “Resiliência e gestão do risco”, Série Estudos Cindínicos, Volume 7, Madeira Região Resiliente, Aprender com o Passado. Editor: RISCOS - Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança, Coimbra, 71-84. DOI: https://doi.org/10.34037/978-989-54942-9-3_9_3
- Almeida, A. B. (2021). “A ciência da avaliação do risco: “evidenciação” de limites epistemológicos inevitáveis”, *Territorium - Revista Internacional de Riscos*, n.º 28 (II) “A Ciência e a Redução do Risco”. Editores: RISCOS - Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança; IUC - Imprensa da Universidade de Coimbra, ISSN: 0872-8941, Coimbra, 135-144. DOI: https://doi.org/10.14195/1647-7723_28-2_10
- Almeida, A. B. (2022). “Métricas de resiliência: uma reflexão conceptual no contexto da gestão do risco”, *Territorium - Revista Internacional de Riscos*, n.º 29 (I) “Agir hoje para proteger o amanhã, Editores: RISCOS - Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança; IUC - Imprensa da Universidade de Coimbra, ISSN: 0872-8941, Coimbra, 5-12. DOI: https://doi.org/10.14195/1647-7723_29-1_1
- Aven, T. (2008). “*Risk Analysis. Assessing Uncertainties Beyond Expected Values and Probabilities*”, Wiley, 184 p.
- Baptista, M. A. (coord.ª) (2019). “*Cartas de Risco de Inundação por Tsunami para o Município de Lisboa*”, Instituto Português do Mar e da Atmosfera, Instituto D. Luiz da Universidade de Lisboa e Instituto Superior Técnico, 57 p.
- Biolcheva, P. (2021). “The place of artificial intelligence in the risk management process”, *SHS Web of Conferences, Business and Regional Development 2021*, 9 p.
- Bommer, J. (2022). “Earthquake hazard and risk analysis for natural and induced seismicity: towards objective assessments in the face of uncertainty”, *Bulletin of Earthquake Engineering*, n.º20 (6), 2825-3069. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10518-022-01357-4>
- Carvalho, A. e Malfeito, N. (2016). “Períodos de recorrência de sismos para Portugal continental: uma análise crítica”, *Revista Portuguesa de Engenharia de Estruturas - LNEC*, N.º 2 (novembro), 51-61.
- Collier, S. J. (2014). “Neoliberalism and Natural Disaster”, *Journal of Cultural Economy*, 7:3, 273-290. DOI: <https://doi.org/10.1080/17530350.2013.858064>
- Dupuy, J. P. (2004). “Pour un catastrophisme éclairé. Quand l’impossible est certain”, *Seuil*, EAN: 9782020660464, 224 p.
- E. U. (2023). “Artificial Intelligence Act”, EU Legislation in Progress, European Parliament, Member’s Research Service (author: Tambiana Madiega), 12 p. PE 698.792.

- Gil-Garcia, J. R., Vivanco, L. F. e Luna-Reys, L. F. (2014). "Revisiting the Problem of Technological and Social Determinism: Reflections for Digital Government Scholars". *Electronic Government and Electronic Participation*, M.F.W.H.A. Janssen et al. (eds.), 254-263. DOI: <https://doi.org/10.3233/978-1-61499-429-9-254>
- Guerreiro, L. (2006). "Isolamento de Base - Uma nova tecnologia de protecção sísmica", Seminário na Ordem dos Engenheiros, Lisboa, Portugal, 25 de Jan. de 2006.
- Gui, Z., Zhang, C., Li, M., e Guo, P. (2015). "Risk analysis methods of the water resources system under uncertainty". *Frontiers of Agricultural Science and Engineering*, 2(3), 205-215. DOI: <https://doi.org/10.15302/J-FASE-2015073>
- Hallström, J. (2022). "Embodying the past, designing the future: technological determinism reconsidered in technology education". *International Journal of Technology and Design Education*, 17-31. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10798-020-09600-2>
- Henriques, A. M. (2020). "Isolamento de Base para Reabilitação de Edifícios de Betão Armado" (Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil - F.C.T.). Universidade de Coimbra.
- Herovic, E. (2016). "The challenges of communicating a low probability and high consequence risk: recommendations for earthquake pre-crisis and emergency-risk communication (PhD thesis)". University of Kentucky, College of Communication and Information, 177 p.
- LNEC (2012). "Earthquake Risk Scenarios for Selected European Cities - Lisbon Metropolitan Area", Departamento de Estruturas, Núcleo de Engenharia Sísmica e Dinâmica de Estruturas, relatório 12/2012, 33 p.
- LNEC (2018). "Mapas de Perigosidade Sísmica para Portugal Continental: uma análise crítica. Parte I-Períodos de recorrência de sismos", SPES, Sociedade Portuguesa de Engenharia Sísmica, Relatório 363/2018, DE/NESDE, 44 p.
- Lourenço, L. e Almeida, A. B. (2018). "Alguns conceitos à luz da teoria do risco", Série Riscos e Catástrofes, Vol.6 "Riscos e Crises. Da teoria à plena manifestação", Editores: RISCOS - Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança; IUC - Imprensa da Universidade de Coimbra, ISBN: 978-989-26-1696-4, Coimbra, 18-77. DOI: https://doi.org/10.14195/978-989-26-1697-1_1
- Marano, G. C. e Greco, R. (2003). "Efficiency of base isolation systems in structural seismic protection and energetic assessment", *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, 32, 1505-1531. DOI: <https://doi.org/10.1002/eqe.286>
- Mignan, A., Wiemeck, S. e Giardini, D. (2014). "The quantification of low-probability-high consequences events: part I. a generic multi-risk approach", *Nat. Hazards*, 73, 1999-2022. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11069-014-1178-4>
- Neves, M. C. P. e Almeida, A.B. (2024). "Before and Beyond Artificial Intelligence: Opportunities and Challenges", *Multidisciplinary Perspectives on Artificial Intelligence and the Law*, Springer, Law, Governance and Technology Series 58, 107-125. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-41264-6_6
- Ozdemir, O. (2000). "Risk perception and the value of safety for low probability, high consequence risk (PhD Thesis)", Texas Tech. University, 125 p.
- Poljansek, K., Ferrer, M., De Groeve, T., Clark, I., Eds. (2017). "Science for disaster management 2017: knowing better and losing less", EUR 28034 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg. DOI: https://doi.org/10.2788/688605_JRC102482
- Pothon, A. (2020). "Seismic loss modelling in insurance industry: towards a new model for better claims management", *Applied Geology*, Université Grenoble Alpes, NNT: 2020GREAU008.
- Raschke, M. (2022). "About the return period of a catastrophe", *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 22, 245-263. DOI: <https://doi.org/10.5194/nhess-22-245-2022>
- Ratcliffe, S. (2016). "Oxford Essential Quotations", Oxford University Press, eISBN: 9780191826719.
- Sjöberg, L. (1999). "Risk Perception by the Public and by Experts: A Dilemma in Risk Management", *Human Ecology Review*, Vol. 6, No. 2, 1-9.
- Smith, M. R. e Marx, L. (1994). "Does technology drive history?: the dilemma of technological determinism", MIT Press, Cambridge, USA, 280 p.
- Spross, J., Stille, H., Johansson, F., Palmstrom, A. (2019). "Principles of Risk-based Engineering", Springer, Rock Mechanics and Rock Engineering (online: 20/9/2019), 15 p. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00603-019-01962-x>
- Sundgren, D. e Karlsson, A. (2013). "Uncertainty Levels of Second-Order Probability", *Politibus* (48), 5-11.
- Undrill, G. (2007). "The risks of risk assessment", *Advances in Psychiatric Treatment*, Vol.13, 291-297. DOI: <https://doi.org/10.1192/apt.bp.106.003160>
- Voice, P. (2016). "What Do Liberal Democratic States Owe the Victims of Disasters? A Rawlsian Account", *Journal of applied Philosophy*, Vol.33, nº 4, 396-410. DOI: <https://doi.org/10.1111/japp.12119>
- Zio, E. (2018). "The future of risk assessment", *Reliability Engineering and System Safety*, 177, Elsevier, 176-190.