

Capítulo II

GESTÃO DO RISCO E DA INCERTEZA. CONCEITOS E FILOSOFIA SUBJACENTE

A. Betâmio de Almeida
Instituto Superior Técnico
Universidade de Lisboa
betamio.almeida@ist.utl.pt

19

Apresentação

O conceito de risco é relativamente recente mas tem, atualmente, um lugar privilegiado na Sociedade contemporânea. Há um razoável consenso em considerar a época do Renascimento, das descobertas e do comércio marítimo de longo curso, como um marco na consolidação inicial da análise de riscos. Na Idade Moderna, uma catástrofe numa capital europeia, o terramoto de 1755 em Lisboa, suscitou na Europa um debate de ideias sobre a providência e o destino. O evento fez desencadear, por parte do poder político, um conjunto de medidas para atenuar os efeitos sociais e ações de proteção contra a atuação futura de sismos. As decisões então tomadas podem ser consideradas como um exemplo histórico de resposta a uma calamidade natural e uma primeira organização de gestão de crise (A. ALMEIDA, 2005).

Controlar o risco sob diversas formas, gestão, análise, avaliação, mitigação ou tratamento, entre outras, tornou-se agora um ato normal, quase indispensável numa governança adequada. Podemos já perguntar-nos como poderíamos enfrentar o presente e o futuro sem estes instrumentos operacionais.

A proteção contra os perigos que possam afetar o público ou o ambiente passou a constituir um direito reconhecido e exigido pela opinião pública e um indicador da qualidade de vida e de cidadania. Da aceitação resignada dos acontecimentos passou-se para uma fase de intervenção dos cidadãos e dos Estados na regulação da vida e de atividades públicas e privadas, em defesa da saúde e segurança públicas. É reconhecida uma crescente responsabilização social pelos efeitos resultantes do impacto dos diferentes perigos, de origem natural ou antrópica. Os poderes políticos passaram também a instrumentalizar o conceito de risco como um dispositivo de apoio ao controlo da sociedade e um dispositivo complementar ao da segurança.

Em Portugal, a divulgação e a promoção da análise e gestão de riscos teve um incremento relevante a partir da década de 90 do século XX (e.g. A. ALMEIDA e T. VISEU, 1997; A. ALMEIDA *et al.*, 2003; F. REBELO, 2003; L. LOURENÇO, 2004). Atualmente, a gestão de riscos é encarada como um processo de atuação eficaz para responder a perigos e incertezas nos mais variados domínios da Sociedade.

Muito associado ao risco é o conceito de vulnerabilidade que caracteriza a potencialidade de perda resultante do impacto de um evento perigoso num determinado património. Em determinadas circunstâncias e condições de incerteza, a estimação das probabilidades pode tornar problemática a credibilidade ou validade de uma análise quantitativa do risco. Nestas circunstâncias, a análise e gestão de vulnerabilidades pode constituir uma alternativa adequada e eficaz.

O conceito de incerteza, por seu turno, por acompanhar sempre o nosso conhecimento incompleto, nomeadamente o relativo aos sucessivos “futuros”, foi sempre reconhecido como um ónus permanente que se pretende evitar e que, durante muito tempo, foi sendo frequentemente ignorado. Pelo objeto e natureza da análise dos riscos, a incerteza nos resultados e nos elementos que servem de base a decisões no âmbito da gestão dos riscos pode ser muito significativa e ter consequências importantes.

Nesta comunicação apresenta-se uma síntese de algumas questões relevantes colocadas pelos conceitos do risco, vulnerabilidade e incerteza.

Quantificar o risco

Como é de esperar, nos conceitos associados a entidades complexas existem sempre definições e pontos de vista filosóficos diferentes para caracterizar o “risco” como objeto de análise e decisão credível. Pode dizer-se, contudo, que a noção de risco é baseada numa subtil combinação entre conhecimento possível e incerteza. Ou seja, envolve sempre uma combinação de conhecimento e de desconhecimento. Eis a grande dificuldade prática mas, também, o fascínio do risco como conceito teórico.

Do ponto de vista da natureza intrínseca do conceito, existem dois pontos de vista substancialmente diferentes para o risco:

- O risco é uma realidade objetiva que existe independentemente dos valores e das opiniões subjetivas das pessoas - tal como noutras situações, a aplicação de uma metodologia científica permitirá a identificação da relação entre factos, a quantificação, a previsão e o controlo do risco - uma posição positivista do risco.
- Uma construção humana face a acontecimentos incertos com consequências danosas. O risco pode até ser considerado como reação subjetiva a fenómenos da experiência pessoal e social - uma posição relativista do risco.

Nas duas óticas, interessa definir uma grandeza quantificável que possa corresponder ao conceito do risco e que possibilite a análise quantitativa do risco de uma forma generalizada. Na verdade, inspirado em comportamentos humanos face às realidades, aos perigos, a análise do risco pode ser considerada uma construção da mente humana.

Uma das dificuldades nesta tarefa de definir a grandeza risco consiste na caracterização de acontecimentos incertos que são ameaças a um determinado objetivo.

São acontecimentos futuros mais ou menos frequentes, possivelmente excepcionais, únicos e de grande intensidade, com consequências variáveis, tangíveis e (ou) intangíveis.

Exemplos de definições gerais do conceito de risco:

- “*Efeito de incertezas em objetivos*” (ISO 31000:2009).
- “*Incerteza de uma atividade e da severidade das respetivas consequências*” (T. AVEN, 2009).

Definição Canónica do Risco

A base da definição canónica do risco está um conceito antigo: o valor expectável VE de uma variável. A este conceito está ligado Christiaan HUYGENS (1657):

$$VE = \sum_i p_i \times V_i$$

valor no presente de um conjunto de valores alternativos V_i incertos no futuro, com probabilidades p_i . Para o risco consideram-se os valores de consequências C_i (perdas ou ganhos) resultantes de um determinado tipo de acontecimento:

$$Risco = \sum_i p_i \times C_i$$

Sendo i o número de cenários, ou as diferentes formas de ocorrer o acontecimento e as respetivas consequências, considerados para a análise do risco. No presente texto consideram-se só consequências negativas (perdas).

Esta definição canónica não está imune a uma crítica filosófica: será que o valor expectável $p \times C$ é uma quantificação adequada do que pode ser perdido no futuro em situação incerta?

O risco, uma construção

O risco é um conceito abrangente, motivador e ambíguo, com diferentes dimensões e uma potencialidade especial para:

- Caracterizar ocorrências incertas associadas a desvios relativamente a situações de referência;
- Justificar opções e ações, como variável de decisão face a potenciais ameaças;
- Incentivar a proteção de pessoas e bens e melhorar, assim, a “qualidade de vida”;
- Constituir uma representação simbólica do “mundo contemporâneo”.

21

Uma das preocupações fundamentais da construção em causa, tendo em conta os processos de decisão, decorre da necessidade de comparar, num presente, determinados efeitos cuja ocorrência em “futuros” é considerada com diferentes graus de incerteza ou de convicção. O conceito de probabilidade surge, assim, associado ao risco e, em particular, à análise quantitativa do risco.

Frank KNIGHT (1885-1927) defendeu com firmeza o seguinte princípio: risco implica conhecimento com probabilidades (mensurável), caso contrário é desconhecimento ou incerteza em sentido restrito (F. KNIGHT, 1921).

Assim, a construção da análise quantitativa do risco implica a graduação da plausibilidade de eventos incertos através da avaliação de probabilidades. Para algumas linhas de pensamento, a probabilidade do evento perigoso é tão importante que quase se confunde com a noção do risco associado (conceção probabilística). No processo de construção conceptual dominante, a prática e a reflexão permitiram reduzir os três fatores intervenientes, incerteza, intensidade e consequência, a dois:

- Probabilidades de ocorrência do acontecimento (caracterizando a incerteza da realização do processo perigoso com uma determinada intensidade e gerador de uma cadeia de causalidade até ao impacto no alvo ou recetor).
- Consequências (resultantes da intensidade do processo através dos danos ou perdas envolvidos em resultado do impacto).

Assim, o valor estimado das consequências é “atenuado”, em função do grau de incerteza, pela multiplicação pela respetiva probabilidade (P) de ocorrência. Deste modo, a variável risco tem um valor quantificável que pode ser comparado com outros num processo de apreciação e de decisão quantitativo. Riscos com natureza diferente (as unidades de risco quantitativo indicam o tipo de valor: vítimas/ano ou euros/ano, a título de exemplo) podem assim ser comparados por classes de consequências.

Tem-se que reconhecer que a solução encontrada é simples e quase genial: o conceito tem resistido séculos! De MOIVRE, no seu livro *“De Mensura Sortis”*, publicado em 1711, explicita, pela primeira vez, este conceito do risco: *“A medida do risco de perda de uma quantia é o produto do montante colocado em jogo pela probabilidade de perda”* (P. BERNSTEIN, 1998).

Com a definição canónica, a análise quantitativa do risco possibilita a consideração e a internalização dos riscos em análises de “custo-benefício” e em processos multi-critérios de decisão. Esta capacidade é apreciada nos projetos de sistemas tecnológicos complexos ou no planeamento de medidas de proteção dispendiosas contra riscos naturais.

A expressão canónica da definição do risco quantitativo é apresentada, atualmente, de diversas formas. Uma das mais eficazes na análise e na gestão de riscos quantitativos é a seguinte:

$$\text{Risco} = \text{Prob}(M) \times \text{Exposição}(M) \times \text{Vulnerabilidade} (M)$$

$$\text{Risco} = P \times E \times V$$

22

onde P = Perigosidade, ou probabilidade do processo ocorrer com magnitude M (potencial destruidor); E = Exposição, “valor” inicial dos bens expostos aos potenciais impactos perigosos com uma determinada magnitude M; V = Vulnerabilidade (física), grau de dano ou perda do valor, em exposição, em resultado do impacto e em função da magnitude M (% ou $0 < V < 1$), também designado, em alguns domínios, por operador de danos ou de “Fragilidade”, o qual caracteriza a perda de valor resultante do impacto. Salienta-se que a distinção entre Exposição (ainda sem danos ou “vulnerável” em potência) e Vulnerabilidade física (operador de danos em ato), função da intensidade do impacto em cada cenário, é de grande eficácia operacional e uma base para enquadramento de medidas de mitigação (J. DOUGLAS, 2007):

$$V = \text{valor} - \text{do} - \text{dano} / \text{valor} - \text{do} - \text{exposto}$$

Equivalências de narrativas descritivas

A análise quantitativa faz uso, de um modo muito marcante, da descrição matemática dos processos que traduzem o desenrolar dos cenários. A prática tem feito sugerir diversas definições de conceitos ou de grandeza associados ao risco e à análise e gestão do mesmo.

Em geral, constata-se que é possível uma equivalência de descrições entre a descrição matemática e outros tipos de descrições não matemáticas. A título de exemplo, considere-se o termo “susceptibilidade” ou “... a propensão ou a tendência de uma zona ser afetada fisicamente por um perigo...” (J. CANTOS *et al.*, 2002) que pode ser quantificada utilizando uma probabilidade condicionada:

$$S = \text{prob}(V > 0 | I_0, E_0)$$

ou, para i cenários,

$$S = \sum_i^N \text{prob}_i (V_i > 0 | I_i, E_i)$$

em que S = susceptibilidade, V= vulnerabilidade física, I = intensidade ou magnitude do agente perigoso e E = valor exposto na zona potencialmente afetada, para um cenário isolado ou para um conjunto de N cenários.

A severidade de um processo, por exemplo, está associada à capacidade de um processo para provocar danos em função da sua magnitude e características quando atua sobre bens expostos.

Contudo, o significado e a emoção associadas a uma narrativa ou descrição não poderão ser totalmente transcritos, e sentidos, para uma linguagem matemática. Para além de poder ser redutora a exigência de quantificar valores, a operacionalização do conceito pode revelar-se difícil, nomeadamente no que respeita o cálculo ou a estimação de probabilidades. Para ultrapassar algumas das dificuldades sem perda de eficácia, é frequente a consideração de classes de probabilidades, caracterizadas por opiniões subjetivas, e a aplicação de matrizes de risco com a quantificação qualificativa da importância de danos ou ainda de caracterização baseada em lógicas difusas.

A representação gráfica, por classes e por cores, tenta amenizar, de certo modo, algumas barreiras de comunicação na análise quantitativa.

Sem dúvida que, no contexto de um processo de decisão racionalizado, a análise e a avaliação quantitativa é útil, mas não é o único modo de caracterização de uma situação de risco.

Existem mesmo perspectivas opostas: Mary DOUGLAS insistiu que o risco não pode ser um conceito objetivo e mensurável mas sim um conceito construído social, cultural e politicamente: o risco não deveria ser reduzido a uma dimensão técnica (M. DOUGLAS, 1985 e 1992; M. DOUGLAS *et al.*, 1982).

Em contraponto à análise quantitativa do risco refere-se frequentemente a perceção (social) do risco e ao uso de probabilidades subjetivas que capturam outras dimensões do risco.

Gestão do risco

“Mais vale prevenir do que remediar”

Este aforismo pode ser um bom exemplo de filosofia prática e popular. Quase tudo o que é essencial para um comportamento humano sensato está dito nesta frase geral, aplicável a todas as situações de perigo:

- Uma apreciação comparativa, valoração e critério de decisão.
- A atuação proposta, para ao presente, de modo a evitar um “futuro” associado a um cenário de perigo (“prevenir”).
- Avaliação de potenciais consequências e de medidas de proteção e recuperação do valor exposto (“remediar”).

O aforismo pressupõe a possibilidade da perceção de um perigo que se pode vir a estruturar em risco e a realizar-se (hipoteticamente) mas que pode ser supostamente atenuado por uma ação antecipada. Na verdade, cada ser humano aplica, no quotidiano, de um modo mais ou menos consciente, táticas de avaliação de situações de risco, ou perigosas, nos atos de decisão associados à sua sobrevivência e desenvolvimento.

Esta possibilidade automática deixou de ser a característica normal na sociedade contemporânea. Os perigos tornaram-se difusos e são dificilmente percecionados numa sociedade fortemente dependente de sistemas de tal complexidade que a maioria dos cidadãos não pode entender completamente as vulnerabilidades e os perigos associados.

É um dos aspetos da designada “*sociedade de risco*” (U. BECK, 1986, 1999, 2000 e 2001) e tema de análises culturais (A. GIDDENS, 1990 e 2002; N. LUHMANN, 1993). A estruturação do processo desde a identificação até à decisão e à implementação de medidas torna-se então necessária. É a função da análise e da gestão de riscos.

Esta estruturação foi muito influenciada pelos desenvolvimentos nas áreas da gestão financeira e de gestão de seguros durante o séc. XX. A título de curiosidade, registre-se que o termo “*risk manager*” é proposto em 1956 na Harvard Business Review num artigo de Russel GALLAGHER (R. GALLENGER, 1956) tendo, desde então, vindo-se a impor um quadro organizativo geral que inclui a análise de riscos e a gestão de crises.

De acordo com a norma internacional ISO 31 000 “*Risk Management Principles and Guidelines*” (2009), a gestão de riscos compreende o “*conjunto de actividades para orientar e controlar uma organização no que respeita o risco*”. No comportamento futuro de um sistema natural ou construído (e.g. um produto tecnológico) somos levados a admitir um padrão normal de expectativas, uma referência ou um conjunto de objetivos a cumprir. Diz-nos a experiência que estas condições, estas expectativas, nem sempre se cumprem: acontecimentos, previsíveis ou não, podem ocorrer num futuro mais ou menos próximo e provocar “desvios” no esperado com consequências (positivas ou negativas). De acordo com este quadro conceptual, a referida norma ISO define risco do seguinte modo: “efeito da incerteza nos objetivos”. Esta definição alerta-nos, de uma forma elegante, para a necessidade de identificar os objetivos que se pretendem atingir (e.g. a preservação da vida humana), as incertezas a considerar (epistémicas e aleatórias) e os efeitos ou consequências prováveis.

Numa gestão de riscos não se prevê o futuro que irá ocorrer mas consideram-se diversos cenários de “futuros” possíveis ou plausíveis e avaliam-se as respetivas probabilidades de ocorrência e as potenciais consequências, tangíveis ou não-tangíveis. O processo de aplicação de uma gestão de riscos compreende um conjunto de procedimentos e de componentes e um formalismo de análise quantitativa relativamente consensual (fig. 1). Podem existir diferenças de léxico (avaliação /apreciação; cálculo/estimação; perigo/risco; vulnerabilidade/fragilidade; vulnerabilidade/suscetibilidade, a título de exemplo) nomeadamente na tradução de alguns termos mais relevantes (“*assessment*”/“*evaluation*”; “*hazard*”/“*danger*”/“*threat*”;

“chance”/“probability”, a título de exemplo) mas, no essencial, os conceitos podem ser entendidos, sem prejuízo de uma análise crítica e de adaptações adequadas a cada domínio de aplicação. Não é, contudo, um processo técnico trivial pois baseia-se num conceito imaterial (o risco) com reflexos em medidas e ações bem reais. O referido processo é a base de programas de ação e de organização nos mais diversos aspetos da sociedade contemporânea.



Fig. 1 - Processo geral da gestão do risco segundo a Norma ISO 31000:2009.

Reflexões filosóficas

A análise e a gestão de riscos são suscetíveis de serem objeto de reflexões filosóficas baseadas em temas muito diversos tais como:

Nas infraestruturas complexas de engenharia é frequente obterem-se para probabilidades de falha ou de rotura valores da ordem de 10^{-6} ou 10^{-8} . Na engenharia, é difícil atingir, com garantia, objetivos com probabilidades inferiores a 10^{-6} . Será admissível ou prudente considerar estes eventos como impossíveis?

- Significados, realidade e objetividades;
- Perigo, medo, tabu, segurança, valor e sociedade;
- Epistemologia, indeterminismo, ignorância, incerteza e causalidade;
- Possibilidade, aleatoriedade e probabilidade;
- Precaução, prevenção, proteção e remediação;
- Moral, ética, ação política e responsabilidade;
- Aceitação e tolerabilidade ao risco (risco socialmente aceitável).

1 - A definição quantitativa do risco permite uma harmonização de critérios de comparação e decisão. Com efeito, a expressão do valor expectável de consequências ou danos indica que, para cada cenário, o risco se manterá com um valor constante no caso do produto $P \cdot D$ se mantiver constante. Isto significa que, neste quadro de avaliação quantitativa, existe um contínuo de situações envolvendo probabilidades baixas e danos elevados até probabilidades elevadas e danos baixos em que o risco se mantém.

Será esta definição a mais adequada, abrangente ou útil em todas as situações? A perceção e aceitação social de um valor concreto de risco não é indiferente aos diferentes pares de valores P e C , não obstante o produto manter constante esse valor de risco (P. Slovic, 2001).

Gestão do risco e da incerteza. Conceitos e filosofia subjacente

O valor absoluto de determinado tipo de consequência pode influenciar a disponibilidade para aceitar um determinado nível de risco calculado. A psicologia social pode fornecer elementos para esta análise e para os critérios gerais de aceitação social de riscos. Acresce ainda a dificuldade em integrar danos tangíveis e intangíveis.

- 2 - A estimação de probabilidades da ocorrência, e das cadeias de causalidade associadas aos cenários, constitui um aspeto central da análise quantitativa do risco. Constitui, também, uma dificuldade em muitos casos práticos, nomeadamente quando não existem dados referentes a comportamentos análogos no passado ou quando não se tem um conhecimento seguro do “processo de geração” do perigo e da sua propagação (cadeias de causalidade e resposta). É o caso de cenários associados a eventos isolados únicos, para os quais a interpretação frequencial direta não é possível.

O recurso a probabilidades de tipo subjetivo, à decomposição “forçada” do cenário em componentes causais elementares com probabilidades relativamente conhecidas ou, ainda, à seleção de conjuntos de casos considerados semelhantes e com frequências mais fáceis de estabelecer, torna-se, então, inevitável mas coloca a questão sobre o significado da probabilidade, ou mesmo da validade do conceito de probabilidade aplicado a um evento único.

- 3 - Uma outra situação difícil é a seleção dos cenários associados a acontecimentos raros, únicos ou com valores extremos de variáveis aleatórias. As probabilidades correspondentes a estes casos, nomeadamente as probabilidades com valores muito pequenos, colocam questões de significado e de interpretação prática, nomeadamente no caso da apreciação de investimentos relevantes em medidas de mitigação. Haverá um limiar inferior da probabilidade a partir do qual o acontecimento pode ser considerado impossível? (discussão exaustiva em A. COURNOT, 1851 e T. MARTIN, 1996). Nas infraestruturas complexas de engenharia é frequente obterem-se para probabilidades de falha ou de rotura valores da ordem de 10^{-6} ou 10^{-8} . Na engenharia, é difícil atingir, com garantia, objetivos com probabilidades inferiores a 10^{-6} . Será admissível ou prudente considerar estes eventos como impossíveis?

É frequente, nos cenários de catástrofes ou de acidentes com infraestruturas importantes, a probabilidade do evento ser muito pequena mas os danos associados serem muito elevados. As incertezas nos valores de P e C refletem-se com elevada sensibilidade no valor do risco tornando a apreciação do mesmo muito difícil. A avaliação das incertezas torna-se então indispensável para evitar ilusões e decisões desproporcionadas.

- 4 - A comunicação dos riscos é, cada vez mais crítica para o sucesso das ações de proteção civil. A credibilidade e rigor do agente emissor deve ser balanceado com a perceção e o senso comum do recetor. Dois exemplos:
 - A caracterização da perigosidade baseada no conceito de “período de retorno” será a mais adequada? Não será uma fonte de ambiguidade e de erro conforme se constata frequentemente, mesmo em afirmações de responsáveis?

A análise e a reflexão suscitadas pelo processo movido a responsáveis da proteção civil italiana na sequência do sismo de L’Aquila (2009) colocam alguns desafios com interesse para a comunidade científica e os serviços de proteção civil:

- Em situação de crise, quais são os modos aconselháveis de comunicar situações de risco associadas a uma forte incerteza científica? Quando é que é pertinente e aconselhável utilizar um discurso baseado em probabilidades? De que modo a informação probabilística deve ser elaborada para ser entendida por leigos e proporcionar uma perceção “correta” da situação?
- Que tipo de “protocolo” deve ser seguido em situações de crise (emergência), a nível nacional, para proporcionar uma comunicação científica mais eficaz e segura para o público?
- Quais são as recomendações genéricas que devem ser transmitidas aos especialistas e técnicos no que respeita a responsabilidade (pessoal, civil e institucional) resultante de afirmações públicas no contexto da comunicação do risco?

**Realidades e desafios na gestão dos riscos
- Diálogo entre ciência e utilizadores -**

- Como deveremos encarar a responsabilidade social e política de comissões consultivas de especialistas (cientistas), de apoio a autoridades políticas ou administrativas, em particular no caso das comunicações num contexto de riscos públicos e de situações de crise?

5 - Um processo de gestão de riscos pode interferir com valores sociais e culturais colocando a questão da responsabilidade ética e moral. Os critérios de aceitação ou de tolerabilidade pública dos riscos são componentes importantes do processo de decisão e de responsabilização mas não podem ser considerados como simples produtos racionais.

26

As questões relativas aos critérios de apreciação envolvendo probabilidades de ocorrência e consequências que se podem colocar são, entre outras, as seguintes:

- Os critérios de aceitabilidade poderão ser universais ou válidos para qualquer tipo de risco ou deverão ser específicos, em função do tipo de perigo e de efeitos?
- Poderão esses critérios ser absolutos ou deverão resultar de processos de escolha entre opções alternativas? Será mesmo admissível considerar uma aceitação de um risco acrescido ou o que se aceita são sempre opções com compensações?

A fixação do risco socialmente aceitável ou tolerável coloca questões muito delicadas de índole política e ética.

Análise e gestão de Vulnerabilidades

A análise de vulnerabilidades pode ser uma resposta a dificuldades na estimação do risco, permitindo atenuar os inconvenientes associados a incertezas significativas, em particular na estimação de probabilidades, e ser mais eficaz operacionalmente:

- Pode ser independente de probabilidades de ocorrência;
- Tem um enfoque em mitigação de danos e na capacidade de recuperação (resiliência) face a ameaças futuras possíveis;
- Pode incluir a perceção social dos riscos e o controlo da Exposição;
- Inclui cenários holísticos e cadeias de causalidade física simplificadas (Vulnerabilidade Social).

Dificuldades potenciais da análise de vulnerabilidades:

- Possibilidade de análises de custo/benefício no presente, sem a moderação dos valores expectáveis ou das probabilidades de cada cenário;
- Pode empolar consequências possíveis mais pouco prováveis;
- Pode tornar mais difícil de hierarquizar as ações na qualidade de variável de decisão!

Uma situação onde se pode justificar a aplicação da análise e gestão de vulnerabilidades é a associada aos efeitos da mudança climática global: elevada incerteza, alteração de padrões de comportamento de variáveis climáticas e hidrológicas, horizontes temporais relativamente dilatados, cenários com consequências muito relevantes difíceis de quantificar no presente.

Existem dezenas de definições de vulnerabilidade aplicáveis a domínios ou dimensões diferentes.

Destacamos duas, aplicáveis a dois tipos de domínios de vulnerabilidade:

- A Vulnerabilidade física, já referida, que caracteriza com precisão (funções de vulnerabilidade) o pós-impacto (danos) numa zona de impacto bem definida: um vale, uma cidade, uma zona costeira...
- Vulnerabilidade social que caracteriza os fatores negativos no presente que propiciam um desastre social (numa comunidade) no futuro resultante de determinado tipo de impactos.

Gestão do risco e da incerteza. Conceitos e filosofia subjacente

A gestão da vulnerabilidade física baseia-se no controlo da exposição e da diminuição da propensão aos danos tendo em conta cenários possíveis (J.P. DUPUY, 2002).

A Vulnerabilidade social caracteriza os referidos fatores negativos de um forma sintética e integrada podendo ser definida de diversos modos, nomeadamente os seguintes:

- A característica de uma pessoa ou de um grupo de pessoas de ter capacidade para antecipar, enfrentar, resistir e recuperar do impacto de um evento natural e perigoso.
- O grau de suscetibilidade e de capacidade para superar os efeitos adversos da alteração climática, incluindo a variabilidade climática e a ocorrência de situações extremas. A vulnerabilidade é uma função das características, da magnitude e do ritmo, das alterações a que um sistema está exposto, da sua sensibilidade e da sua capacidade adaptativa (IPCC Glossary, 2013).
- Análise da propensão ou predisposição para um sistema ser adversamente afetado (IPCC, 2012).

Os indicadores de vulnerabilidade função de fatores sócio-económicos são, em geral, do seguinte tipo, envolvendo o PIB, género, escolaridade, demografia, condições sanitárias, emprego...

$$V_{SH} = V_1^{\alpha_1} V_2^{\alpha_2} \dots V_i^{\alpha_i}$$

De um modo geral, a função de vulnerabilidade social contém os seguintes fatores de controlo:

$$\text{Função} \left(\frac{\text{Severidade; Suscetibilidade} - \text{Preparação} - \text{Adaptação}}{\text{Resiliência (Recuperação)}} \right), \text{ tempo}$$

em que:

Severidade - capacidade do processo em provocar danos em função da sua magnitude.

Suscetibilidade - propensão para um determinado bem exposto ser afetado por um perigo.

Preparação - planeamento e gestão de emergências.

Adaptação - implementação de estratégias ou de respostas a perigos evolutivos com elevada incerteza por forma a reduzir a vulnerabilidade ou fragilidade de um sistema.

Resiliência - Capacidade de ser perturbado sem perder a sua funcionalidade, capacidade de absorver e recuperar com eficiência dos impactos: capacidade de regeneração (tempo de recuperação).

Vantagens na análise de incerteza

A caracterização das incertezas inerentes ao processo de análise e avaliação dos riscos é cada vez mais uma exigência e tem as seguintes vantagens principais:

- Mostrar ao decisor que o nosso conhecimento é incompleto ou impreciso e que as decisões serão baseadas nos conhecimentos disponíveis, incompletos ou aleatórios.
- Avaliar e apreciar o grau de incerteza (ou de ignorância) em causa e decidir se o mesmo é aceitável ou não.
- Permitir saber atuar eficazmente (ou de um modo mais eficiente) para reduzir a incerteza resultante (identificação das fontes de incerteza mais relevantes para os resultados).
- Permitir separar as incertezas aleatórias das epistémicas para intervir (gerir) com eficácia no controlo de incertezas finais.
- Adaptar o processo de decisão ao tipo e valor das incertezas (implicações éticas).

A caracterização sistemática das incertezas propagadas (e.g. aplicação do método de Monte Carlo) ao longo dos cálculos é da maior importância para justificar decisões equilibradas.

Conclusão

O conceito risco é baseado na combinação das dimensões Consequências e Incertezas.

28 A análise quantitativa de riscos, não obstante os grandes benefícios que a sua aplicação pode trazer em determinados contextos, não deve ser considerada como uma panaceia para garantir “seguranças” quase absolutas. Análises qualitativas ou semi-quantitativas podem revelar-se mais adequadas em algumas circunstâncias.

As metodologias da gestão e análise dos riscos têm a seu favor o facto, muito positivo, de colocarem as consequências ou os efeitos incertos, resultantes de uma exposição a um perigo, no centro das decisões. Podem, assim, contribuir para se evitarem danos ou perdas irreparáveis e, de um modo global, melhorar a segurança da uma comunidade, de uma empresa ou de um empreendimento.

A análise e a gestão de riscos não devem ser aplicadas por metodologias e estruturas rígidas ou dogmáticas, geradoras de ilusões ou de mitos relativos a uma racionalidade e eficiência sem limites. Em algumas circunstâncias, pode ser aconselhável adotar a gestão de duas das variáveis que compõem a definição quantitativa do risco, para além da probabilidade do evento, a exposição e, em particular, a vulnerabilidade: as probabilidades nem sempre são a ferramenta útil para caracterizar as incertezas.

Em qualquer dos casos, a caracterização das incertezas envolvidas nos cálculos para avaliação do risco deve ser levada a cabo tendo em vista uma tomada de decisões mais adequada com o grau de conhecimentos disponível. Sem uma análise das incertezas epistémicas embebidas nos cálculos, o aparente rigor dos resultados de uma avaliação quantitativa dos riscos pode conduzir a decisões desproporcionadas.

Referências bibliográficas:

- ALMEIDA, A. B., RAMOS, C. M., SANTOS, M. A., VISEU, T. (2003) - “*Dam Break Flood Risk Management in Portugal*”. LNEC, Lisboa, 265 p.
- ALMEIDA, A. B. (2005) - “The 1755 Lisbon Earthquake and the Genesis of the Risk Management Concept”. *International Conference 25th Anniversary of the 1775 Lisbon Earthquake*, Proceedings, November, Lisboa, p. 57-64.
- ALMEIDA, A. B. e VISEU, T. (1997) - “*Dams and Safety Management at Downstream Valleys*”. (Editors), A.A. Balkema, Rotterdam, 247p.
- AVEN, T. (2009) - “Risk Analysis and Management. Basic Concepts and Principles”, *R&RATA*, nº 1 (12), Vol. 2, p.57-73.
- BECK, U. (1986) - “*Risk society. Towards a New Modernity*”. Sage Publications (edição 2003), 260 p.
- BECK, U. (1999) - “*World Risk society*”. Polity (edição de 2003), 184 p.
- BECK, U. (2000) - “Risk society Revisited: Theory, Politics and Research Programs”. *The Risk Society and Beyond* (B. ADAM, U. BECK e J. VAN LONN, editors), Sage Publications (edição de 2005), p. 211-229.
- BECK, U. (2001) - “Un Mondo a Rischio”. Discurso na Duma de Moscovo publicado pela Einaudi, Torino (2003).
- BERNSTEIN, P. L. (1998) - “*Against the Gods. The Remarkable Story of Risk*”. J. WILEY, New York, 383 p.

Gestão do risco e da incerteza. Conceitos e filosofia subjacente

- CANTOS, J. O. e AYALA-CARCEDO (2002) - “Riesgos Naturales. Conceptos fundamentales y clasificación”. In CANTOS, J. O e AYALA-LARCEDO, F. Javier (Ed.) - *Riesgos naturales*, Ariel Ciencia, Barcelona, p. 41-74.
- COURNOT, A. (1851) - “*Essai sur les Fondements de nos Connaissances*”. Vrin (edição de 1975).
- DOUGLAS, J. (2007) - “Physical Vulnerability Modelling in Natural Hazard Risk Assessment”. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*,7, p. 283-288.
- DOUGLAS, M. (1985) - “*Risk Acceptability According to the Social Sciences*”. New York, Russel Sage Foundation.
- DOUGLAS, M. (1992) - “*Risk and Blame: Essays in Cultural Theory*”. London, Routledge.
- DOUGLAS, M. E WILDAVSKY, A. (1982) - “*Risk and Culture*”. Berkeley, University of California Press.
- DUPUY, J. P. (2002) - “*Pour un Catastrophisme Éclairé. Quand l'impossible est certain*”. Edition du Seuil, 216 p.
- GALLAGHER, R., (1956) - “Risk Management: A New Phase of Cost Control”. *Harvard Business Review* (Vol. 34), p.75-86.
- GIDDENS, A. (2002) - “*Runaway World. How Globalisation is Reshaping our Lives*”. Profile Books, 104 p.
- KNIGHT, F. H. (1921) - “*Risk, Uncertainty and Profit*”. Hort, Schaffner and Marx Co., Boston.
- LOURENÇO, L. (2004) - “Riscos Naturais e Protecção do Ambiente”. F.L.U.C., *Colecção Estudos*, 180 p.
- LUHMANN, N. (1993) - “*Risk. A Sociological Theory*”. Aldine Transaction (edição de 2005), 236 p.
- MARTIN, T. (1996) - “*Probabilités et Critique Philosophique selon Cournot*”, Vrin, 362 p.
- REBELO, F. (2003) - “*Riscos Naturais e Acção Antrópica. Estudos e Reflexões*”. (2ª Edição), Imprensa da Universidade, Coimbra, 286 p.
- SLOVIC, P. (2000) - “*The Perception of Risk*”. Earthscan (terceira impressão, 2002), 473 p.

