

Coordenadores:

**Luciano Lourenço**

**António Vieira**

# Metodologia de Análise de Riscos através de Estudos de Casos



**RISCOS**

Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança  
Coimbra, 2018

Como o próprio título sugere, esta não é uma obra exaustiva sobre os diferentes tipos de análise de riscos, pois reúne uma série de estudos sobre de diferentes casos de riscos, em que preocupa descrever com suficiente detalhe, para cada um deles, a metodologia usada para analisar cada tipo de risco.

Ainda que, do ponto de vista metodológico, haja muitos aspetos comuns na análise dos diferentes tipos de risco, tal não significa que quando entramos na análise das características concretas de determinado risco, não possam existir nuances próprias, intrínsecas à sua especificidade, que merecem um tratamento particular.

Por isso, estamos convictos de que a edição desta obra será de grande utilidade para todos os investigadores que se dediquem às temáticas nela tratadas, uma vez que aqui poderão encontrar a metodologia que os ajudará a desenvolver a sua pesquisa e que poderá servir de suporte ao trabalho que pretendam realizar.



**RISCOS**

ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA  
DE RISCOS, PREVENÇÃO  
E SEGURANÇA

**ESTRUTURAS EDITORIAIS**  
Estudos Cindínicos

**DIRETOR PRINCIPAL | MAIN EDITOR**  
Luciano Lourenço

RISCOS - Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança

**DIRETORES ADJUNTOS | ASSISTANT EDITORS**

António Amaro, Adélia Nunes, António Vieira, Fátima Velez de Castro  
RISCOS - Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança

**ASSISTENTE EDITORIAL | EDITORIAL ASSISTANT**  
Fernando Félix

RISCOS - Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança

**COMISSÃO CIENTÍFICA | EDITORIAL BOARD**

**Ana Meira e Castro**  
Universidade do Porto

**António Betâmio de Almeida**  
Instituto Superior Técnico, Lisboa

**Cristina Queirós**  
Universidade do Porto

**José Simão Antunes do Carmo**  
Universidade de Coimbra

**Manuel João Ribeiro**  
Instituto Superior de Educação e Ciências de Lisboa

**Romero Bandeira**  
Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar, Porto

**Salvador Almeida**  
Universidade Lusófona do Porto

**Carla Juscélia de Oliveira Souza**  
Universidade São João del Rei

**Maria Augusta Fernández Moreno**  
Católica do Equador

**Miguel Castillo Soto**  
Universidade do Chile

**Purificación Flaño**  
Universidade de La Rioja

**Rita Cássia de Souza**  
Universidade Federal de Uberlândia

**Yolanda Hernandez Peña**

**Zeineddine Nouaceur**  
Universidade de Rouden

**REVISORES CONVIDADOS | INVITED REVIEWERS**

**Airton Bodstein de Barro**  
Universidade Federal Fluminense

**Albano Figueiredo**  
Universidade de Coimbra

**Alecir Antônio Maciel Moreira**  
Universidade Federal de Minas Gerais

**Anabela M. Ramos**  
MARE - Centro de Ciências do Mar e do Ambiente

**Ana Monteiro de Sousa**  
Universidade do Porto

**Angela Santos**  
Universidade de Lisboa

**Franklin Trejo-Paredes**  
Univ. Nacional de Los Llanos Ezequiel Zamora

**Helena Fernandez**  
Universidade do Algarve

**Lais Nayara dos Reis**  
Universidade Estadual de Goiás

**Lilian Moreira Bento**  
Universidade Federal de Uberlândia

**Lúcio Cunha**  
Universidade de Coimbra

**Marcelo Fragoso**  
Universidade de Lisboa

**Maria José Roxo**  
Universidade Nova de Lisboa

**Mario Talaia**  
Universidade de Aveiro

**Maria Teresa Barral Silva**  
Universidade de Santiago de Compostela

**Tomás Figueiredo**  
Universidade de Bragança

**Ricardo A. C. Garcia**  
Universidade de Lisboa

**Rui Ferreira Figueiredo**  
Universidade de Coimbra

LUCIANO LOURENÇO  
ANTÓNIO VIEIRA  
(COORDS.)



# **METODOLOGIA DE ANÁLISE DE RISCOS ATRAVÉS DE ESTUDOS DE CASOS**

**Edição**

RISCOS - Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança

**Email:** [sec@riscos.pt](mailto:sec@riscos.pt)

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

**COORDENAÇÃO EDITORIAL**

Luciano Lourenço e António Vieira

**IMAGEM DA CAPA**

Karine Nieman

**PRÉ-IMPRESSÃO**

Fernando Félix

**EXECUÇÃO GRÁFICA**

Simões & Linhares, Lda.

**ISBN**

978-989-54295-6-1

**ISBN Digital**

978-989-54295-2-3

**Depósito Legal**

449620/18

## SUMÁRIO

<b>PREFÁCIO .....</b>	<b>7</b>
<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
 <b>Estratégias de gestão e mitigação do risco sísmico: da avaliação ao planejamento de emergência</b>	
Rui Maio, Tiago M. Ferreira e Romeu Vicente .....	11
 <b>Metodologias para a hierarquia de riscos de desastres: um estudo comparativo em Santos/SP, Brasil</b>	
Carolina Iwane Hotta e Maria Isabel Castreghini de Freitas .....	51
 <b>Metodologia para delimitação de áreas de instabilidade de vertentes</b>	
Antônio Amílcar Moura Alves da Silva .....	85
 <b>An early warning for soil moisture in Brazil, using radar data and normalized difference vegetation index</b>	
Luciana Rossato Spatafora, Humberto Barbosa, Mercè Vall-llossera, Jojhy Sakuragi, Carlos Frederico de Angelis and José A. Marengo .....	117
 <b>Monitoramento das condições climáticas e do uso da cobertura vegetal em uma bacia hidrográfica no semiárido brasileiro, utilizando imagens landsat</b>	
Ronildo Alcântara Pereira, Clênia Rodrigues Alcântara e Luiton Pereira Rocha .....	139
 <b>Aplicação da transformada de ondeletas a precipitação do estado do Maranhão - Brasil</b>	
Adriana de Souza Costa, Célia Campos Braga, Wanessa Luana de Brito Costa e Edicarlos Pereira de Sousa .....	179
 <b>Landslide &amp; rainfalls: press inventory, conditioning factors characterization and precipitation thresholds for Gipuzkoa province (Basque country)</b>	
Txomin Bornaetxea, Orbanegia Ormaetxea, Iñaki Antigüedad and Massimo Melillo .....	201
 <b>O trabalho de campo e o levantamento da profundidade, cor e textura de solos em áreas de risco a escorregamentos - os casos de Ubatuba e Santos/SP, Brasil</b>	
Carolina Verbicaro Perdomo, Estéfano Seneme Gobbi e Francisco Sérgio Bernardes Ladeira .....	223

## SUMÁRIO

<b>Métodos de bandas de controlo para avaliação de risco de exposição a nanopartículas fabricadas</b> Ana C. Meira Castro, João Santos Baptista e Andréa Pereira .....	245
<b>Levantamento de riscos ambientais para sistemas de drenagem alterados pelos canais derivados multifuncionais</b> Renato Emanuel Silva e Silvio Carlos Rodrigues .....	261
<b>Uma abordagem multidisciplinar para a aplicação de metodologias de padrões abertos e gestão de risco</b> Mariza Ferreira da Silva .....	285
<b>Análise e modelagem numérica da atmosfera na avaliação e prevenção de riscos decorrentes de eventos meteorológicos extremos: estudo de caso para Petrópolis, RJ - Brasil</b> Marina Aires, Jorge Luiz Fernandes de Oliveira, José Maria de Castro Junior, Marília Mitidieri Fernandes de Oliveira e Nelson Francisco Favilla Ebecken .....	311
<b>CONCLUSÃO .....</b>	331

## PREFÁCIO

O IV Congresso Internacional de Riscos, realizado na cidade de Coimbra, em maio de 2017, deu origem a uma série de trabalhos científicos, alguns dos quais foram publicados sob a forma de artigos na revista *Territorium*, n.º 25 (II), dedicado ao tema “Riscos e Educação”. Os restantes trabalhos, que foram submetidos e aceites para publicação, distribuem-se por quatro volumes da série de livros dedicada aos “Estudos Cindínicos” e que, como este tomo, versam sobre temas específicos.

A metodologia de “Análise de riscos” através de “Estudos de casos”, como o próprio nome indica, corresponde a uma obra de cariz didático, pois, através de doze diferentes estudos, dá conta de vários métodos de análise que, em função dos diversos tipos de risco abordados, podem ser usados não só para analisar o risco, mas também para gerir algumas das suas manifestações e, até, para mitigar as consequências destas.

Como o próprio título sugere, esta não é uma obra exaustiva sobre os diferentes tipos de análise de riscos, pois trata-se de uma série de estudos de diferentes casos de riscos, que se preocupa em descrever, com suficiente detalhe, a metodologia que foi usada para analisar cada um desses vários tipos de risco.

Ainda que, do ponto de vista metodológico, haja muitos aspetos comuns na análise dos diferentes tipos de risco, tal não significa que quando entramos na análise das características concretas de determinado risco, não possam existir nuances próprias, intrínsecas à sua especificidade, que mereçam um tratamento particular.

De facto, analisar riscos tão diferentes como o sísmico, ou o de movimentações em massa, ou aqueles que estão associados à vegetação, à precipitação e às condições climáticas ou, ainda, riscos industriais e ambientais, para referir apenas alguns dos que são abordados nesta obra, dá bem conta da diversidade dos aspetos que, como maior ou menor detalhe, podem ser tidos em conta na análise de riscos e, por conseguinte, da diversidade metodológica que será possível encontrar na sua análise, através dos exemplos apresentados neste volume.

Por isso, estamos convictos de que a edição desta obra será de grande utilidade para todos os investigadores que se dediquem às temáticas nela tratadas, uma vez

que aqui poderão encontrar a metodologia que os ajudará a desenvolver a sua pesquisa e que poderá servir de suporte ao trabalho que pretendem realizar.

Deste modo, por várias razões, justifica-se a publicação deste livro e a RISCOS sente-se orgulhosa de o poder incluir na sua Coleção sobre “Estudos Cindínicos”

Coimbra, 20 de julho de 2018

Luciano Lourenço

## INTRODUÇÃO

**Luciano Lourenço**

Departamento Geografia e Turismo, CEGOT e RISCOs,  
Universidade de Coimbra (Portugal)  
ORCID: 0000-0002-2017-0854    luciano@uc.pt

Ainda que nem sempre os aspetos metodológicos sejam devidamente valorizados nos trabalhos científicos, o uso da metodologia adequada é fundamental não só para alcançar o objetivo proposto, mas também para o conseguir fazer com o mínimo dispêndio de tempo e de esforço, razões mais do que suficientes para que se lhe deva dedicar alguma atenção.

Ora, por essa razão e porque a metodologia para a análise de risco pode ser abordada sob várias perspetivas, nunca será por demais apresentar alguns exemplos desse tipo de abordagens.

Assim, nesta obra são divulgados vários exemplos de abordagens, através de diferentes estudos de casos, que, entre outros, passam pela proposição de diversa metodologia, a qual poderá ser usada para fins variados, designadamente para:

- i. Gestão e mitigação do risco sísmico, desde a avaliação até ao planeamento de emergência;
- ii. Hierarquização de riscos de catástrofes, tendo por base um estudo comparativo em Santos;
- iii. Delimitação de áreas de instabilidade em vertentes;
- iv. Emissão de alertas precoces para a humidade do solo no Brasil, usando dados de radar e de índices de vegetação;
- v. Verificação das condições climáticas e do uso da cobertura vegetal numa bacia hidrográfica no semiárido brasileiro, utilizando imagens *Landsat*;
- vi. Aplicação da transformada de ondeletas à precipitação do estado do Maranhão - Brasil;
- vii. Definição de limiares de precipitação responsáveis pela ocorrência deslizamentos na província de Gipuzkoa (País Basco);
- viii. Levantamento da profundidade, cor e textura de solos em áreas de risco a escorregamentos, com base no trabalho de campo em Ubatuba e Santos/SP , Brasil;

- ix. Avaliação de risco de exposição a nanopartículas fabricadas, através do método de bandas de controlo;
- x. Levantamento de riscos ambientais em sistemas de drenagem alterados pelos canais derivados multifuncionais;
- xi. Aplicação de padrões abertos à gestão de risco, através de uma abordagem multidisciplinar;
- xii. Avaliação e prevenção de riscos decorrentes de eventos meteorológicos extremos em Petrópolis, RJ - Brasil, através da análise e modelagem numérica da atmosfera.

A reunião deste conjunto de estudos permite mostrar a diversidade metodológica que pode ser aplicada à análise de riscos e, através dos estudos de casos apresentados, serve de exemplo para outros estudos que possam vir a ser desenvolvidos sobre os riscos aqui abordados.

Convicto de que este livro poderá ser útil a todos aqueles que se interessam pelos aspetos metodológicos que devem presidir à elaboração de estudos científicos, a RISCOS também não teve dúvidas em o incluir na sua série sobre “Estudos Cindínicos”, na expectativa de que ele possa contribuir para ajudar a aumentar o conhecimento de quem nele vier procurar informação.

Que seja útil não só aos investigadores, mas também aos decisores, são os nossos votos!

**MÉTODOS DE BANDAS DE CONTROLO PARA  
AVALIAÇÃO DE RISCO DE EXPOSIÇÃO A  
NANOPARTÍCULAS FABRICADAS**  
**CONTROL BANDING METHODS FOR  
ASSESSING THE RISK OF EXPOSURE TO  
MANUFACTURED NANOPARTICLES**

**Ana C. Meira Castro**

Departamento de Matemática, ISEP, IPP e CERENA-Polo FEUP (Portugal)  
ORCID: 0000-0001-5579-6550    amc@isep.ipp.pt

**João Santos Baptista**

Laboratório de Prevenção de Riscos Ocupacionais e Ambientais (PROA)  
LAETA, Universidade do Porto (Portugal)  
ORCID: 0000-0002-8524-5503    jsbap@fe.up.pt

**Andréa Pereira**

Laboratório de Prevenção de Riscos Ocupacionais e Ambientais (PROA)  
Universidade do Porto e INNOVNANO(Portugal)  
ORCID: 0000-0002-2360-9877    andrea.pereira@innovnano-materials.com

**Resumo:** Os métodos matriciais com recurso a bandas de controlo (BC) são globalmente utilizados para avaliação e gestão do risco ocupacional em situações onde o conhecimento técnico e científico é incipiente. Neste trabalho, apresentam-se os principais métodos BC disponíveis para implementação em locais de trabalho para o controlo do risco de exposição dos trabalhadores que operam nas áreas da produção de nanopartículas, assim como as suas diferenças e similitudes. Verificou-se que, estas abordagens permitem categorizar os riscos,

facilitando a sua gestão. Contudo, não foram encontradas evidências da validação científica de nenhum dos métodos.

**Palavras-chave:** Avaliação de risco, banda de controlo, nanomaterial fabricado, exposição ocupacional.

**Abstract:** Control banding (CB) methods are widely used for the assessment and management of occupational risk in situations where scientific and technical knowledge is in an early stage. The aim of this work is to present and compare the main available CB methods, developed to control the risk of workers' exposure in areas where nanoparticles are produced, as well as their differences and similarities. It was found that these approaches make it possible to categorize the risks, thus making their management easier. However, no evidence of scientific validation of any of the methods was found.

**Keywords:** Risk assessment, control banding, manufactured nanomaterial, occupational exposure.

## Introdução

A contribuição da nanotecnologia para o crescimento económico e a competitividade das empresas é, hoje em dia, amplamente reconhecida. Tem permitido notáveis avanços tecnológicos e inovações em muitos setores industriais. De facto, os nanomateriais (NM), e em particular as nanopartículas fabricadas (NPF), são já aplicados em diversas áreas como tecnologias ambientais, atos médicos, fabrico de fármacos e telecomunicações entre muitas outras (Savolainen *et al.*, 2013). Contudo, embora as nanotecnologias tenham demonstrado um enorme potencial no estímulo positivo da economia, é bem verdade que as aplicações que envolvem NM só serão sustentáveis se os potenciais riscos, relacionados com a saúde e a segurança das pessoas, puderem ser mantidos sob controle (TC-OSH e EU-OSHA, 2013).

Os riscos inerentes aos NM estão presentes em todas as fases do seu ciclo de vida. Afetam, potencialmente, não apenas os trabalhadores das indústrias que os produzem, mas também os daquelas que os incorporam como matéria prima em produtos de consumo utilizados por diferentes franjas da população, produtos esses que serão mais cedo ou mais tarde descartados. A falta de conhecimento efetivo sobre a mobilidade dos NM na natureza e do seu efeito na saúde Humana, por falta de estudos epidemiológicos sobre a imensa maioria dos NM, abre um imenso campo de investigação para responder às inúmeras questões que se colocam.

No caso concreto dos trabalhadores, estão expostos por via de inalação, de ingestão e de contacto com a pele (EU-OSHA, 2013; ISO/TR, 2008). Assim, de acordo com a Agência Europeia para a Segurança e a Saúde no Trabalho (EU-OSHA, 2013), o potencial risco de exposição dos operários envolvidos no fabrico de nanopartículas (NP) advém, principalmente, da possibilidade de estas serem transportadas pelo ar como finíssimas poeiras durante o processo de fabrico. O manuseamento de NP sob a forma de poeiras em suspensão, representa um risco potencial bem maior do que a sua manipulação sob a forma de suspensão em líquidos, pastas, materiais granulares ou compósitos.

Para além dos riscos acima referidos, existem outros associados ao manuseamento de NP que também podem interferir na saúde e na segurança dos trabalhadores, nomeadamente o potencial de explosão, a sua inflamabilidade e o seu potencial catalítico, em particular quando as NP são metálicas e sob a forma de pó.

O processo de identificação e avaliação dos riscos associados à produção de NPF, por forma a desencadear as correspondentes ações preventivas, não é universal e conta com algumas limitações. A primeira reside no facto de, até esta data, não existir, ainda, publicada uma definição internacionalmente regulada de NM. De acordo com a recomendação da Comissão Europeia (EC, 2011), um NM é um material que pode ocorrer de forma natural, acidental ou ser fabricado, contendo partículas num estado desagregado, agregado ou aglomerado, cuja distribuição número-tamanho apresente para, pelo menos 50 % das partículas, dimensões externas numa gama entre 1 nm a 100 nm. No entanto,

em casos específicos, e quando devidamente justificados por preocupações com o ambiente, a saúde, a segurança ou a competitividade, o limiar da distribuição número-tamanho de 50 % pode ser substituído por um limiar compreendido entre 1 e 50 % (Rauscher *et al.*, 2014; G. Roebben *et al.*, 2014; H. Rauscher *et al.*, 2015). Um pouco semelhante, é a definição fornecida pela Organização Internacional de Normalização (ISO) que define um NM como sendo um material com, pelo menos, uma dimensão externa à escala nanométrica ou com uma estrutura interna ou estrutura de superfície à escala nanométrica. Relativamente aos nanomateriais fabricados (NMF), a ISO/TS 8004-1: 2015, define-os como sendo um NM produzido intencionalmente para ter determinadas propriedades ou composição (ISO/TS, 2015). Estes materiais possuem propriedades e funções únicas, envolvendo uma gama de diferentes tipos e formas, sendo caracterizados não só pela sua complexidade em características físico-químicas e comportamento, mas também pelo seu potencial para interagir com sistemas vivos (Savolainen *et al.*, 2013).

Durante a última década, foram desenvolvidos alguns guias informativos e algumas ferramentas para facilitar a avaliação e a gestão dos riscos de exposição a NP nos locais de trabalho (EU-OSHA, 2013). De entre elas, destacam-se as metodologias com base em Bandas de Controlo (BC). Estas apresentam estratégias de avaliação qualitativas ou semi-quantitativas do risco resultante da exposição a substâncias potencialmente perigosas e da sua gestão (NIOSH, 2009). O processo é efetuado com base em diferentes combinações de vários tipos de informação sobre as características, quer destes materiais quer do modo de exposição dos trabalhadores, por forma a obter rapidamente pontuações que permitam identificar limites de aceitabilidade do risco, particularmente em situações de trabalho em que a informação sobre os potenciais danos decorrentes dos níveis de exposição a esses riscos é limitada (ISO/TS, 2014). Neste sentido, este trabalho tem por objetivo apresentar os principais métodos de BC disponíveis para implementação em locais de trabalho para o controlo do risco de exposição dos trabalhadores que operam nas áreas da produção e de manipulação de NP, assim como o campo de aplicabilidade de cada um deles.

## Metodologia de pesquisa e análise dos métodos

A pesquisa de informação decorreu de forma sistemática em diferentes bases de dados, nomeadamente: Academic Search Complete, Beilstein via SCIRUS (ChemWeb), Business Source Complete, Compendex, ERIC, Inspec, MEDLINE, PubMed, SCOPUS, TRIS Online, Web of Science, ACM Digital, ACS Journal, Annual Review, ASME Digital Library, BioMed Central, Cambridge Journals Online, CE Database (ASCE), Directory of Open Access Journals (DOAJ), Emerald Fulltext, Highwire Press, Informaworld (Taylor and Francis), IOP Journals, Nature.com, Oxford Journals, Royal Society of Chemistry, SAGE Journals Online, Science Magazine, Science direct, SIAM, SpringerLink, The Chronicle of Higher Education and Wiley Online Library. Foram ainda efetuadas pesquisas noutras fontes, nomeadamente no sítios da NIOSH Publications, European Agency for Safety and Health at Work, Finnish Institute of Occupational Safety and Health, Health and Safety Executive (HSE – United Kingdom) ISO, OECD, Official Journal of the European Union (EuroLex), Federal Office of Public Health (FOPH - Switzerland) e também via Google.

A pesquisa foi feita utilizando três combinação de palavras-chave: (1) *'risk assessment'* e *'Control Banding'* e *'nanoparticle'* e *'Worker Exposure'*; (2) *'risk assessment'* e *'Control Banding'* e *'nanoparticle'* e *'Occupational Health and Safety'*; (3) *'risk assessment'* e *'Control Banding'* e *'nanoparticle'* e *'Occupational Safety and Health'*.

A análise comparativa dos métodos foi efetuada com base no número de bandas, nas características físicas e químicas das partículas, na toxicidade, na caracterização dos fatores de exposição dos trabalhadores e nas medidas de controlo preconizadas.

## Os principais métodos de Bandas de Controlo

Por forma a uniformizar os métodos de medição da exposição dos trabalhadores às NP, a OCDE publicou alguns relatórios úteis. O de maior relevância refere-se à identificação de fontes e libertação de NPF no ar dos locais de trabalho (OECD, 2009). Mais recentemente, esta organização também fornece uma compilação dos métodos e modelos disponíveis para avaliação da exposição a NPF (OECD, 2015a) bem como de

medição e avaliação de fontes de libertação de nano-objetos (OECD, 2015b). A ISO / TR 12885: 2008 (ISO, 2008) também indica alguns métodos para caracterizar a exposição a nanopartículas, instrumentos disponíveis e possíveis estratégias de amostragem.

Os métodos de BC para avaliação do risco de exposição dos trabalhadores às NPF mais populares, são os que se apresentam na TABELA I.

Todos estes métodos de BC estimam níveis de risco para determinar e/ou priorizar medidas de controle adequadas a cada situação de risco. Em cada um destes métodos, os parâmetros relevantes para a determinação dos níveis de risco são escolhidos de acordo com os respetivos critérios e objetivos específicos. Os valores resultantes da aplicação de cada um desses parâmetros e da sua posterior conjugação de acordo com os critérios do método, são agrupados em classes ou bandas de avaliação. Cada uma dessas bandas é delimitada por valores mínimos e máximos, definidos de acordo com os critérios próprio do método.

De entre os métodos de BC mencionados na TABELA I, o mais popular é o Nanotool. A generalidade dos restantes métodos calcula os níveis de risco com base em matrizes de decisão, considerando bandas de risco e de exposição. Dos restantes, no EPFL o nível de risco é baseado numa árvore de decisão, nos métodos Nano-Evaluris (NEERA e NEIRA) o cálculo do nível de risco é realizado de acordo com equações pré-definidas e o método ISPEL acrescenta um fator de correção para a equação que determina o nível de risco.

Estes métodos de BC são geralmente bem aceites (Liao *et al.*, 2014; Te Wu *et al.*, 2014; Zalk *et al.*, 2009) e considerados como ferramentas úteis para a avaliação de riscos, quando confrontados com incertezas. No entanto, muitos autores referem que, apesar do número de métodos disponíveis, não existe nenhum cuja validação esteja francamente esclarecida (Freeland *et al.*, 2016; Belluci *et al.*, 2011; Brouwer, 2012; Zalk *et al.*, 2009; Hristozov *et al.*, 2014; Kuempel *et al.*, 2012; Zalk e Heussen, 2011).

### **Vantagens e limitações na aplicação dos métodos de Bandas de Controlo**

Na TABELA II são apresentados os principais parâmetros que cada um dos métodos considera nos seus procedimentos de avaliação de risco.

**TABELA I** - Métodos de BC para avaliar o risco de exposição dos trabalhadores às NPF mais populares.

*TABLE I - CB methods for assessing workers' risk of exposure to the most popular MNP.*

Acrónimo	Método de BC
ANSES	Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail, França
Nanotool	Lawrence Livermore National Laboratory, Estados Unidos
EPFL	École Polytechnique Fédérale de Lausanne, Suíça
GWSNN	Guidance Working Safely with Nanomaterials and Nanoproducts, Holanda
ISPESL	Istituto Superiore per la Prevenzione e la Sicurezza del Lavoro, Itália
OHB	Occupational Hazard Band method, França
NEIRA	Nano-Evaluris Inhalation Risk Assessment method, Heriot-Watt University, Escócia
NEERA	Nano-Evaluris Explosion Risk Assessment method, Heriot-Watt University, Escócia
Nanosafer	Nanosafer method, Dinamarca
Queensland Worksheet	Queensland control banding tool worksheet, Austrália
Stoffenmanager	Stoffenmanager method, Holanda

### Campo de aplicação

A maioria dos métodos BC pode ser aplicada tanto aos laboratórios de investigação como locais de trabalho industriais, com exceção dos métodos EPFL, Nanotool e Queensland, os quais foram concebidos especificamente para a aplicações à escala laboratorial ou em situações que envolvam pequenas quantidades de NM (EU-OSHA, 2013; D. H. Brouwer, 2012).

No que ao método OHB diz respeito, este só é aplicável em locais de trabalho que impliquem o uso de materiais sólidos, pós, aerossóis sólidos e partículas de tamanho nanométrico. Este método considera apenas partículas esféricas (exclui fibras) e concentra-se apenas na exposição por inalação (Gridelet *et al.*, 2015).

Nenhuma restrição foi encontrada na literatura sobre ISPESL. Contudo, salienta-se o facto de este método, apesar de não estar focado no risco de incêndio e explosão, considerar este parâmetro.

**TABELA II** - Resumo dos parâmetros considerados mais relevantes por cada método de BC na avaliação do risco ocupacional de exposição a NM.

**TABLE II** - Summary of the parameters considered most important for each CB method in assessing the occupation risk of exposure to nanomaterials

	ANSES	Nanotoool	EPFL	GWSNN	ISPESL	NEERA	NEIRA	Nanosafet	OHB	Queensland worksheet	Stoffenmanager
<b>Bands/ levels</b>											
Hazard Band	5	4		3				4	5	4	5
Exposure Band	4	4		3				5	7	4	4
Risk level	5	4	3	5	3	3	3	5	4	4	3
<b>Physical and chemical characteristics:</b>											
Particle size		x		x	x	x	x	x	x	x	
Particle shape		x					x			x	
Surface area						x	x	x			
Behaviour					x		x				x
Solubility	x	x	x	x			x			x	x
Nanomaterial physical form/ state	x		x	x							
Type			x	x			x				x
Chemical composition	x	x				x	x			x	
Density				x			x				x
<b>Toxicity:</b>											
Toxicological characteristics of the substances (CLP-GHS)	x		x		x		x	x	x		
Classified as CMR <sup>v</sup> substance		x		x						x	
<b>Workplace characterization/worker's exposure factors</b>											
Quantity of nanomaterial produced		x	x	x		x	x		x	x	
Number of exposed workers		x		x	x	x				x	
Frequency/ duration of exposure		x	x	x	x		x	x	x	x	
Nanomaterial emission potential/ probability of emission or exposure		x	x	x			x	x	x	x	x
<b>Control measures</b>											
Personal protection devices (PPD)					x		x				x
Collective protections/ technical measures	x		x		x		x		x		x

## Grau de detalhe da informação a inserir

Cada método de BC possui um protocolo específico que envolve a introdução de informações teóricas e de campo respeitantes às características físico-químicas e de toxicidade das NP, às características do local da sua produção, aos fatores de exposição dos trabalhadores e às medidas de controlo envolvidas.

A problemática da facilidade, ou dificuldade, da implementação pelo utilizador de cada um dos métodos apresentados, foi relatada por alguns autores. A limitação mais frequentemente citada, refere-se à dificuldade do utilizador em obter informações fiáveis sobre as propriedades físicas, químicas e/ou toxicológicas das NP. Esta dificuldade prende-se com a necessidade de, em alguns métodos, esta informação ter de ser inserida pelo utilizador, enquanto que noutros esses dados já estão inseridos por defeito (Barberio *et al.*, 2014; Groso e Meyer, 2013; Paik *et al.*, 2008; Silva *et al.*, 2015a; Sousa *et al.*, 2014; Zalk *et al.*, 2009). Alguns autores revelam, ainda que, frequentemente, as informações contidas nas fichas de dados de segurança das NP nem sempre incluem elementos suficientes sobre a sua segurança e que, por vezes, esses dados diferirem de fornecedor para fornecedor (Groso e Meyer, 2013; Silva *et al.*, 2015b). Alguns autores referem também que a escassez de informação fiável e a falta de uma base de dados toxicológica clara com vista à fixação de limites específicos de exposição ocupacional para cada NM, é uma limitação importante para a aplicação destes métodos de avaliação de risco (S. Sousa *et al.*, 2014; D.M. Zalk *et al.*, 2009).

No referido contexto, o Nanotool é o método que requer um esforço maior no que diz respeito à inserção de informação por parte do utilizador. Em contrapartida, o método EPFL foi considerado como sendo um método fácil de utilizar (Fleury *et al.*, 2013), uma vez que requer a inserção de pouquíssima informação por parte do utilizador (Groso e Meyer, 2013). Porém, este método tem um âmbito muito específico de aplicação, sendo dirigido apenas a laboratórios de investigação com manipulação de NP. Além disso, foi também reportado que a fusão entre os fatores de risco e exposição, derivados da abordagem em árvore considerada no método, se traduz num baixo nível de recomendações (Fleury *et al.*, 2013). Já o método ANSES fornece, por defeito, informações em fichas de dados de segurança de acordo com o sistema GHS. A aplicação deste método foi considerada simples, acessível e abran-

gente para avaliar o risco de exposição a NP (Yarahmadi *et al.*, 2013). No entanto, também, apontado como sendo dirigido para utilizadores profissionais qualificados na prevenção de risco, capazes de seleccionar adequadamente dados pertinentes (Groso e Meyer, 2013). No método Stoffenmanager é disponibilizada previamente ao utilizador uma lista dos tipos de NP mais comuns, bem como as informações correspondentes às suas propriedades, dispensando-o do processo de inserção desse tipo de informações (Groso e Meyer, 2013). Esta característica do método faz com que seja considerado como sendo um método fácil de utilizar, (EU-OSHA, 2012) Este método é considerado mais adequado para gerir os riscos quando comparado com os métodos ANSES, Nanotool e EPFL. No entanto, é referido que o grande número de parâmetros envolvidos e o complexo algoritmo de cálculo podem limitar a sua aplicabilidade por pessoas não especializadas (Fleury *et al.*, 2013).

Em relação à extensão da caracterização das NP, os métodos ANSES e Nanotool dão um ênfase significativo às propriedades relacionadas com a saúde humana, enquanto que os métodos EPFL e GWSNN preferem enfatizar a análise das propriedades físicas das NP (Sousa *et al.*, 2014). Por fim, o método ISEPSL é considerado como sendo o método de avaliação de riscos mais abrangente, uma vez que considera para além da análise das propriedades físicas das NPF, as propriedades relacionadas à saúde. Assim, em comparação com outros, ele examina mais parâmetros (Sousa *et al.*, 2014).

### **Categorização do nível de risco**

Em relação à categorização do nível de risco, alguns métodos são mais conservadores do que outros. O ANSES pode ser excessivamente conservador, uma vez que considera alguns fatores incrementais que podem conduzir rapidamente o resultado da avaliação do risco para níveis mais elevados (Fleury *et al.*, 2013). Consequentemente, essa abordagem tende a classificar uma parte significativa dos locais de trabalho no mesmo nível de risco, o que pode colocar algumas dificuldades na priorização da tarefa de gestão que normalmente se sucede à de avaliação do risco.

Em contraste, o Nanotool é apontado como tendo uma abordagem pouco conservadora e que tende a desvalorizar o risco de exposição NM, com propriedades

mais perigosas em relação ao seu material de origem. Tal deve-se ao facto desta ferramenta prever a possibilidade de o avaliador não inserir dados quando não possui informação, optando por seleccionar a resposta “desconhecido”. A opção de seleção desta resposta permite ao avaliador descartar algumas propriedades do nanomaterial que passam a ser parcialmente substituídas por propriedades do material de origem correspondente. Ainda assim, salienta-se o facto de este método ter sido integrado por outros autores (Liao *et al.*, 2014; Wu *et al.*, 2014) num contexto mais amplo de avaliações, a fim de categorizar o nível de risco associado aos estudos dos efeitos das NP sobre a saúde em ambientes de trabalho industrial.

### Integração de medições quantitativas

Os métodos de BC são ferramentas muito úteis para avaliar os riscos relacionados com a exposição de NM em ambientes ocupacionais. Contudo, apesar de estes métodos serem hoje em dia bem aceites, enfrentam ainda incertezas. Por isso, a integração de leituras diretas tais como a concentração em massa, distribuição de tamanho das partículas, a sua composição e, ainda, a micromorfologia das nanopartículas em pó, suspensas no ar, ser importante para a avaliação do risco (Huang *et al.*, 2016). Alguns estudos referem a utilização do dispositivo DustTrak 8520, para medição de concentrações em massa (Sousa *et al.*, 2013) e a utilização do Contador de Partículas por condensação (TSI CPC 3007) para medição da concentração de partículas (Silva *et al.*, 2015b). No entanto, alguns autores afirmam que as medições realizadas pelos instrumentos de leitura direta podem adicionar alguma incerteza nos resultados, uma vez que estes equipamentos apenas medem um diâmetro médio das NP (Silva *et al.*, 2015a; Sousa *et al.*, 2013; Zalk *et al.*, 2009).

A importância da integração de medições quantitativas em métodos de BC, além da caracterização da exposição com vista a obter resultados mais fiáveis e tão próximos quanto possível da realidade, foi ressaltada por alguns autores (Groso e Meyer, 2013; Paik *et al.*, 2008; Silva *et al.*, 2015a; Sousa *et al.*, 2014). Contudo, verificou-se que as medições diretas nem sempre eram consistentes com os resultados obtidos por alguns métodos de BC (Silva *et al.*, 2015b; Sousa *et al.*, 2013).

## Fiabilidade e validação científica

Os métodos BC anteriormente apresentados são bem aceites e consideradas ferramentas muito úteis para a análise de risco quando se enfrentam incertezas (Liao *et al.*, 2014; Wu *et al.*, 2014; Zalk *et al.*, 2009; Höck *et al.* 2011; Brouwer, 2012). No entanto, ainda pouco se sabe sobre a real valia dessas ferramentas (Freeland *et al.*, 2016; Brouwer, 2012; Zalk *et al.*, 2009; Hristozov *et al.*, 2014; Kuempel *et al.*, 2012; Zalk e Heussen, 2011). Mesmo assim, alguns modelos de gestão do risco ocupacional já integram estes métodos de BC. A título de exemplo, referem-se que o Modelo de Gestão da Exposição Ocupacional dos Nanomateriais (Nanomaterial Occupational Exposure Management Model), o NOEM (Juric *et al.*, 2015) e o Sistema de Gestão Baseado no Risco (Risk Level Based Management System, RLBMS (Zalk *et al.*, 2010), integram o método Nanotool na obtenção de níveis de risco.

## Conclusão

Os métodos de BC para utilização em laboratórios de investigação e atividades industriais com exposição a NPF são ferramentas semiquantitativas de determinação do nível de risco da exposição, embora alguns prevejam, por vezes, a integração das medições quantitativas.

A abordagem por Bandas de Controlo tem auxiliado as organizações a gerir os riscos de forma fácil e pragmática em situações de exposição ocupacional onde a informação é limitada. Hoje em dia, é uma abordagem bem aceite, pese embora a validação científica da generalidade dos métodos ainda careça de esclarecimentos por forma a garantir sua reprodutibilidade e fiabilidade. Apesar disto, alguns métodos de BC estão já integrados em modelos de gestão do risco ocupacional, constituindo-se como uma estratégia interessante tendo em vista o cumprimento das condicionantes legais existentes.

## Referências bibliográficas

- Barberioa, G., Scalbia, S., Buttola, P., Masonia, P. e Righib, S. (2014). Combining life cycle assessment and qualitative risk assessment: The case study of alumina nanofluid production. *Science of The Total Environment*, 496, 122–131 pp. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.06.135>
- Bellucci, S., Benvenuto, P. F., Bergamaschi, A., Bergamaschi, E., Bertazzi, P. A., Boccuni, F., Casciardi, S., Castellano, P., Cavallo, D., Cottica, D., Curini, R., Goldoni, M., Larese, F., Mantovani, E., Marconi, A., Mazzocchi, V. (2011). *White book: Exposure to engineered nanomaterials and occupational health and safety effects*. INAIL - Department of Occupational Medicine, formerly ISPESL. 216 p.
- Brouwer, D. H. (2012). Control banding approaches for nanomaterials. *The Annals of Occupational Hygiene*, 56 (5), 506-514 pp. DOI: <https://doi.org/10.1093/annhyg/mes039>
- EC - EUROPEAN COMMISSION (2011). Commission recommendation of 18 October 2011 on the definition of nanomaterial (Text with EEA relevance - 2011/696/EU). *Official Journal of the European Union*, 20-10- 2011, L 275/38-L 275/40. Disponível em: [https://ec.europa.eu/research/industrial\\_technologies/pdf/policy/commission-recommendation-on-the-definition-of-nanomater-18102011\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/research/industrial_technologies/pdf/policy/commission-recommendation-on-the-definition-of-nanomater-18102011_en.pdf)
- EU-OSHA - EUROPEAN AGENCY FOR SAFETY AND HEALTH AT WORK (2012). *Risk assessment by a small company using Stoffenmanager Nano*. 10 pp. Disponível em: [https://osha.europa.eu/en/tools-and-publications/publications/copy\\_of\\_risk-assessment-by-a-small-company-using-stoffenmanager-nano/view](https://osha.europa.eu/en/tools-and-publications/publications/copy_of_risk-assessment-by-a-small-company-using-stoffenmanager-nano/view)
- EU-OSHA - EUROPEAN AGENCY FOR SAFETY AND HEALTH AT WORK (2013). E-fact 72: Tools for the management of nanomaterials in the workplace and prevention measures. 18 p. Disponível em: <https://osha.europa.eu/en/tools-and-publications/publications/e-facts/e-fact-72-tools-for-the-management-of-nanomaterials-in-the-workplace-and-prevention-measures>
- Fleury, D., Fayeta, G., Vignesa, A., Henrya, F.e Frejafona, E. (2013). Nanomaterials risk assessment in the process industries: Evaluation and application of current control banding methods. *Chemical Engineering Transactions*, 31, 949–954 pp. DOI: <https://doi.org/10.3303/cet1331159>
- Freeland, J., Hulme, J., Kinnison, D., Mitchell, A., Veitch, P., Aitken, R., Hankin, S., Poland, C., Bard, D., Gibson, R. and Saunders, J. (2016). *Working safely with nanomaterials in research & development*, Edinburgh, GB, The UK NanoSafety Partnership Group, 47 pp.  
Disponível em: <http://eprints.soton.ac.uk/id/eprint/363448>
- Gridelet, L., Delbecq, P., Hervé, L. Boissolle, P. Fleury, D., Kowal, S. e Fayet, G. (2015). Proposal of a new risk assessment method for the handling of powders and nanomaterials. *Industrial Health* 53(1), 56–68. DOI: <https://doi.org/10.2486/indhealth.2014-0046>
- Groso, A.e Meyer, T.(2013). Concerns related to Safety Management of Engineered Nanomaterials in research environment. *Journal of Physics: Conference Series*, 429.  
DOI: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/429/1/012065>
- Höck J., Epprecht, T., Furrer E., Hofmann, H., Höhner, K., Krug, H., Lorenz, C., Limbach, L., Gehr, P., Nowack, B., Riediker, M., Schirmer, K., Schmid, B., Som, C., Stark, W., Studer, C., Ulrich, A., von Götz, N., Weber, A., Wengert, S., Wick, P. (2011). *Guidelines on the precautionary matrix for synthetic nanomaterials*. Version 2.1. Federal Office of Public Health and Federal Office for the Environment, 38 pp.
- Hristozov, D. R., Gottardo, S., Cinelli, M., Isigonis, P., Zabeo, A. Critto, A., Tongeren, M. Van, Tran, L. e Marcomini, A.(2014). Application of a quantitative weight of evidence approach for ranking and prioritising occupational exposure scenarios for titanium dioxide and carbon nanomaterials. *Nanotoxicology* 8 (2), 117-131 pp. DOI: <http://dx.doi.org/10.3109/17435390.2012.760013>
- Huang, H., Li, H.e Li, X.(2016). Physicochemical characteristics of dust particles in HVOF spraying and occupational hazards: Case study in a Chinese Company. *Journal of Thermal Spray Technology*, 25(5), 971–981. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11666-016-0422-8>

- ISO/TR 12885:2008 (2008). *Nanotechnologies - Health and Safety practices in occupational settings relevant to nanotechnologies*. International Organization for Standardization. 79 p. Disponível em: <https://www.iso.org/standard/52093.html>
- ISO/TS 12901-2:2014 (2014). *Nanotechnologies - Occupational risk management applied to engineered nanomaterials - Part 2: Use of the control banding approach*. 31 pp. Disponível em: <https://www.iso.org/standard/53375.html>
- ISO/TS 80004-1:2015 (2015). *Nanotechnologies - Vocabulary - Part1: Core terms*. International Organization for Standardization. 3 p. Disponível em: <https://www.iso.org/standard/68058.html>
- Juric, A. Meldrum, R. e Liberda, E. N. (2015). Achieving Control of Occupational Exposures to Engineered Nanomaterials. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 12, 501–508. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/15459624.2015.1011329>
- Kuempel, E., Castranova, V., Geraci, C. e Schulte, P. (2012) Development of risk-based nanomaterial groups for occupational exposure control. *Journal of Nanoparticle Research*, 14, 10, 2029. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s11051-012-1029-8>
- Liao, Hui-Yi, Chung, Yu-Teh, Lai, Ching-Huang, Lin, Ming-Hsiu e Liou, Saou-Hsing (2014). Sneezing and allergic dermatitis were increased in engineered nanomaterial handling workers. *Industrial Health*, 52 (3), 199–215 pp. DOI: <https://doi.org/10.2486/indhealth.2013-0100>
- NIOSH - NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH (2009). Qualitative Risk Characterization and Management of Occupational Hazards: Control Banding (CB). *A Literature Review and Critical Analysis*. Department of Health and Human Services - Centers for Disease Control and Prevention of National Institute for Occupational Safety and Health. N°152, 118 p. Disponível em: <https://www.cdc.gov/niosh/docs/2009-152/pdfs/2009-152.pdf>
- OECD - ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (2009). Emission assessment for identification of sources and release of airborne manufactured nanomaterials in the workplace: compilation of existing guidance. *Series on the safety of manufactured nanomaterials*, 11. Disponível em: <https://www.oecd.org/science/nanosafety/43289645.pdf>
- OECD - ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (2015). *Analysis of the survey on available methods and models for assessing exposure to manufactured nanomaterials*, 56. Disponível em: [http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=env/jm/mono\(2015\)20&doclanguage=en](http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=env/jm/mono(2015)20&doclanguage=en)
- OECD - ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (2015). *Harmonized Tiered Approach to Measure and Assess the Potential Exposure to Airborne Emissions of Engineered Nano-Objects and their Agglomerates and Aggregates at Workplaces*, 55. Disponível em: [http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=env/jm/mono\(2015\)19&doclanguage=en](http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=env/jm/mono(2015)19&doclanguage=en)
- Paik, S.Y., Zalk, D. M. e Swuste, P. (2008). Application of a pilot control banding tool for risk level assessment and control of nanoparticle exposures. *Annals of Occupational Hygiene*, 52, 419–428. DOI: <https://doi.org/10.1093/annhyg/men041>
- Rauscher, H., Roebben, G. Amenta, V., Sanfeliu, A. B., Calzolari, L. Emons, H., Gaillard, C., Gibson, Ne., Linsinger, T., Mech, A., Pseudo, L. Q., Rasmussen, K., Sintes, J. R., Birgit, S. e Hermann, S. (2014). Towards a review of the EC Recommendation for a definition of the term “nanomaterial” Part 1: Compilation of information concerning the experience with the definition. *Joint Research Centre of the European Commission Science and Policy Report*. 288p. DOI: <http://doi.org/10.2788/36237>
- Rauscher, H., Roebben, G., Sanfeliu, A. B., Emons, H. Gibson, N., Koeber, R. Linsinger, T., Rasmussen, K., Sintes, J. Riego, Sokull-Klüttgen, B. e Stamm, H. (2015). Towards a review of the EC Recommendation for a definition of the term ‘nanomaterial’ Part 3: Scientific-technical evaluation of options to clarify the definition and to facilitate its implementation. *Joint Research Centre of the European Commission Science and Policy Report*. 34 p. DOI: <http://doi.org/10.2788/678452>

- Roebben, G., Rauscher, H., Amenta, V., Aschberger, K. Sanfeliu, A. B., Calzolari, L., Emons, H., Gailard, C., Gibson, N., Holzwarth, U., Koeber, R., Linsinger, T., Rasmussen, K., Sokull-Klüttg, B. (2014). Towards a review of the EC Recommendation for a definition of the term “nanomaterial” Part 2: Assessment of collected information concerning the experience with the definition. *Joint Research Centre of the European Commission Science and Policy Report*. 89p.  
DOI: <http://doi.org/10.2787/97286>
- Savolainen, K., Backman, Ul., Brouwer, D., Fadeel, B., Fernandes, T., Kuhlbusch, T., Landsiedel, R., Lynch, I. e Pykkänen, L. (2013). Nanosafety in Europe 2015-2025: Towards Safe and Sustainable Nanomaterials and Nanotechnology Innovations *Nanosafety in Europe Towards Safe and Sustainable Nanomaterials and Nanotechnology Innovations*. Finnish Institute of Occupational Health, 2013, 211 p. Disponível em: [www.ttl.fi/en/publications/electronic\\_publications/pages/default.aspx](http://www.ttl.fi/en/publications/electronic_publications/pages/default.aspx)
- Silva, F., Sousa, S., Arezes, P., Swuste, P., Ribeiro, M. C. e Baptista, J. S. (2015a). Qualitative risk assessment during polymer mortar test specimens preparation -methods comparison. *Journal of Physics: Conference Series*, 617. DOI: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/617/1/012037>
- Silva, F., Arezes, P. e Swuste, P. (2015b). Risk assessment in a research laboratory during sol-gel synthesis of nano-TiO<sub>2</sub>. *Safety Science*, 80, 201–212 pp. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ssci.2015.07.010>
- Sousa, S., Ribeiro, M. C. S. e Batista, J. S. (2013). Risk assessment in processing polymer nanocomposites. *Occupational Safety and Hygiene*, 187–190 pp. DOI: <http://dx.doi.org/10.1201/b14391-39>
- Sousa, S., Batista, J. S. e Ribeiro, M. C. S. (2014). Polymer nano and submicro composites risk assessment. *International Journal on Working Conditions*, 7, 52–67 pp.  
Disponível em: [http://www.ricot.com.pt/artigos/1/IJWC.7\\_SSousa%20et%20al\\_103.119.pdf](http://www.ricot.com.pt/artigos/1/IJWC.7_SSousa%20et%20al_103.119.pdf)
- Sousa, S., Ribeiro, M. C. S. e Batista, J. S. (2014). Polymeric nanocomposites production risk assessment using different qualitative analyses. *Occupational Safety and Hygiene II – Arezes et al.* (eds), 25–30 pp. DOI: <http://dx.doi.org/10.1201/b16490-6>
- TC-OSH - TOPIC CENTER – OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH E EU-OSHA - EUROPEAN AGENCY FOR SAFETY AND HEALTH AT WORK (2013). *Priorities for occupational safety and health research in Europe: 2013-2020. ISSN 1831-9351*. DOI: <http://doi.org/10.2802/25457>
- Yarahmadi, R., Dizaji, R. A., Farshad, A. A., Teimuri, T. e Soleimani, M. (2013). Occupational Risk Assessment of Engineered Nanomaterials by Control Banding Method in Chemistry Laboratories. *Journal of American Science*, 9(6s), 42-47. DOI: <https://doi.org/10.7537/marsjas0906s13.0>
- Wu, Wei-Te, Liao, Hui-Yi, Chung, Yu-The, Li, Wan-Fen, Tsou, Tsui-Chun, Li, Lih-Ann, Lin, Ming-Hsiu, Ho, Jiune-Jye, Wu, Trong-Neng e Liou, Saou-Hsing (2014). Effect of nanoparticles exposure on fractional exhaled nitric Oxide(FENO) in workers exposed to nanomaterials. *International Journal of Molecular Sciences*, 15, 878–894 pp. DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/ijms15010878>
- Zalk, D. M., Paik, S. Y. e Swuste, P. (2009). Evaluating the Control Banding Nanotool: A qualitative risk assessment method for controlling nanoparticle exposures. *Journal of Nanoparticle Research*, 11, 1685–1704 pp. (2009). DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s11051-009-9678-y>
- Zalk, D. M., Kameronzell, R., Paik, S., Kapp, J., Harrington, D. e Swuste, P. (2010). Risk level based management system: a control banding model for occupational health and safety risk management in a highly regulated environment. *Industrial Health*, 48 (1), 18-28 pp.  
DOI: <http://doi.org/10.2486/indhealth.48.18>
- Zalk, D. M. e Heussen, G. H. (2011). Banding the World Together; The Global Growth of Control Banding and Qualitative Occupational Risk Management. *Safety and Health at Work* 2(4), 375–379 pp. DOI: <http://dx.doi.org/10.5491/SHAW.2011.2.4.375>



## CONCLUSÃO

**Luciano Lourenço**

Departamento Geografia e Turismo, CEGOT e RISCOs,  
Universidade de Coimbra (Portugal)  
ORCID: 0000-0002-2017-0854    luciano@uc.pt

A publicação desta obra, além de satisfazer as naturais expectativas dos autores que nela colaboraram, visou reunir e divulgar diferentes métodos de análise de riscos, através de estudos de caso, os quais, de uma forma genérica, passaram pela recolha de informação, pelo desenvolvimento de investigação científica, pela compilação de estratégias e, por vezes, pela emanação de orientações com vista à mitigação do risco estudado.

Ora, todos estes aspetos podem vir a ser de grande utilidade, tanto para os investigadores que queiram desenvolver trabalhos semelhantes, como, sobretudo, para as entidades governamentais e as autoridades de proteção civil que, em face do exposto, poderão sentir necessidade de, eventualmente, repensar e ajustar algumas linhas orientadoras das suas missões, bem como de reorganizar os seus planos de intervenção.

Por outro lado, os cidadãos comuns, porventura aqueles que estejam mais despertos para a sua autoproteção, também poderão encontrar nesta obra informações úteis, que lhe permitem aprofundar os seus conhecimentos sobre diferentes aspetos da temática dos riscos.

De facto, esta obra contempla vários desses aspetos, de que nos permitimos destacar, entre outros, os seguintes:

- Metodologia de análise de riscos;
- Caracterização de diferentes tipos de risco;
- Diagnósticos, prognósticos e análises preventivas de catástrofes, enquanto plenas manifestações do risco;
- Aplicação dos sistemas de informação geográfica à análise espacial e cartografia de risco;
- Modelos e software para previsão de ocorrências;
- Planeamento de emergência;

- Educação para a redução do risco;
- Gestão participativa de segurança geradora de mudança de mentalidades;
- Atitudes de superação;
- Auxílio à tomada de decisão;
- Mecanismos de informação pública;
- Sistemas de pré-aviso à população;
- Conjugação da educação, do planeamento e da gestão de risco, como forma de tornar as sociedades mais resilientes às manifestações de risco.

Certamente que uma leitura atenta permitirá encontrar muitos outros aspetos, além destes que foram dados como exemplo, e que se revelarão preciosos para todos aqueles que pretendem aumentar os seus conhecimentos sobre os riscos e as suas manifestações.

**SÉRIE**  
**ESTUDOS CINDÍNICOS**

**Títulos Publicados:**

- 1 *Incêndios em Estruturas. Aprender com o Passado;*
- 2 *Educação para a Redução dos Riscos;*
- 3 *Metodologia de Análise de Riscos através de Estudos de Casos;*

**Volume em publicação:**

- 4 *Riscos Hidrometeorológicos;*
- 5 *Pluralidade na Diversidade de Riscos;*

**Tomos em preparação:**

- 6 *Risco Sísmico - Aprender com o Passado;*
- 7 *Geografia dos Incêndios Florestais. 50 anos de Incêndios a queimar Portugal;*
- 8 *Efeitos dos Incêndios Florestais nos Solos de Portugal;*
- 9 *Floresta, Incêndios e Educação;*
- 10 *Redução do Risco e Educação.*



Luciano Lourenço é doutorado em Geografia Física, pela Universidade de Coimbra, onde é Professor Catedrático.

É Diretor do NICIF - Núcleo de Investigação Científica de Incêndios Florestais, da Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra e Presidente da Direção da RISCOS - Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança.

Exerceu funções de Diretor-Geral da Agência para a Prevenção de Incêndios Florestais, Presidente do Conselho Geral da Escola Nacional de Bombeiros e Presidente da Direção da Escola Nacional de Bombeiros.

Consultor científico de vários organismos e de diversas revistas científicas, nacionais e estrangeiras, coordenou diversos projetos de investigação científica, nacionais e internacionais, e publicou mais de mais de três centenas de títulos, entre livros e capítulos de livro, artigos em revistas e atas de colóquios, nacionais e internacionais.



António Vieira é geógrafo, doutorado em Geografia pela Universidade de Coimbra. É Mestre em Geografia, área de especialização em Geografia Física e Estudos Ambientais e Licenciado em Geografia, especialização em Estudos Ambientais pela Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra. É professor auxiliar no Departamento de Geografia da Universidade do Minho, desenvolvendo atividades de investigação como membro integrado do Centro de Estudos de Geografia e Ordenamento do Território (CEGOT – UM/UC/UP), do qual é Coordenador na Universidade do Minho.

É membro de diversas organizações científicas, nomeadamente a Associação Portuguesa de Geomorfólogos (APGeom, da qual é presidente desde 2017), e a Riscos – Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança, sendo seu vice-presidente. É também membro da FUEGORED (Red Temática Nacional Efectos de los Incendios Forestales sobre los Suelos) e colaborador do GRAM (Grup de Recerca Ambiental Mediterrània).

Durante a sua carreira desenvolveu investigação no âmbito da geomorfologia granítica, do património geomorfológico e das alterações do uso do solo, debruçando-se atualmente sobre temáticas relacionadas com sistemas de informação geográfica e deteção remota e sua aplicação ao ordenamento do território, geomorfologia glacial e periglacial, património geomorfológico, processos erosivos na sequência de incêndios florestais e medidas de mitigação, entre outras.



# RISCOS

ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA  
DE RISCOS, PREVENÇÃO  
E SEGURANÇA

