

## Impactos da poluição atmosférica na saúde: perspetivas do projeto FUTURAR

Health impacts related to air pollution: perspectives of the FUTURAR project

Ana Mendes<sup>1,2</sup>, Solange Costa<sup>1,2</sup>, Joana Ferreira<sup>3</sup>, Joana Leitão<sup>3</sup>, Pedro Torres<sup>4</sup>, Carlos Silveira<sup>3</sup>, Hélder Relvas<sup>3</sup>, Myriam Lopes<sup>3</sup>, Alexandra Monteiro<sup>3</sup>, Peter Roebeling<sup>3</sup>, Ana Isabel Miranda<sup>3</sup>, João Paulo Teixeira<sup>1,2</sup>

a.sofia.mendes@insa.min-saude.pt

(1) Departamento de Saúde Ambiental, Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge, Porto, Portugal

(2) Unidade de Investigação em Epidemiologia, Instituto de Saúde Pública, Universidade do Porto, Porto, Portugal

(3) Centro de Estudos do Ambiente e do Mar; Departamento de Ambiente e Ordenamento, Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal

(4) Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, Portugal

### \_Resumo

A poluição atmosférica é um importante fator para o desenvolvimento e exacerbação de doenças respiratórias, como a asma, a doença pulmonar obstrutiva crónica e o cancro do pulmão, bem como, um impacto substancial na doença cardiovascular. Além disso, a poluição atmosférica responde por 3,1% dos anos de vida ajustados pela incapacidade global (tempo gasto em estados de saúde reduzida). Apesar da redução de emissões de poluentes atmosféricos e melhoria da qualidade do ar verificadas na Europa e em Portugal na última década, os valores limite legislados para as concentrações de ozono (O<sub>3</sub>) e matéria particulada (PM) continuam a ser excedidos. Nesse contexto, o projeto FUTURAR - Qualidade do Ar em Portugal em 2030 - apoio à decisão política, pretende investigar os impactos, custos e benefícios das projeções de redução de emissões para 2030, usando modelos numéricos para estimar a distribuição espacial dos efeitos no ambiente e na saúde em Portugal.

### \_Abstract

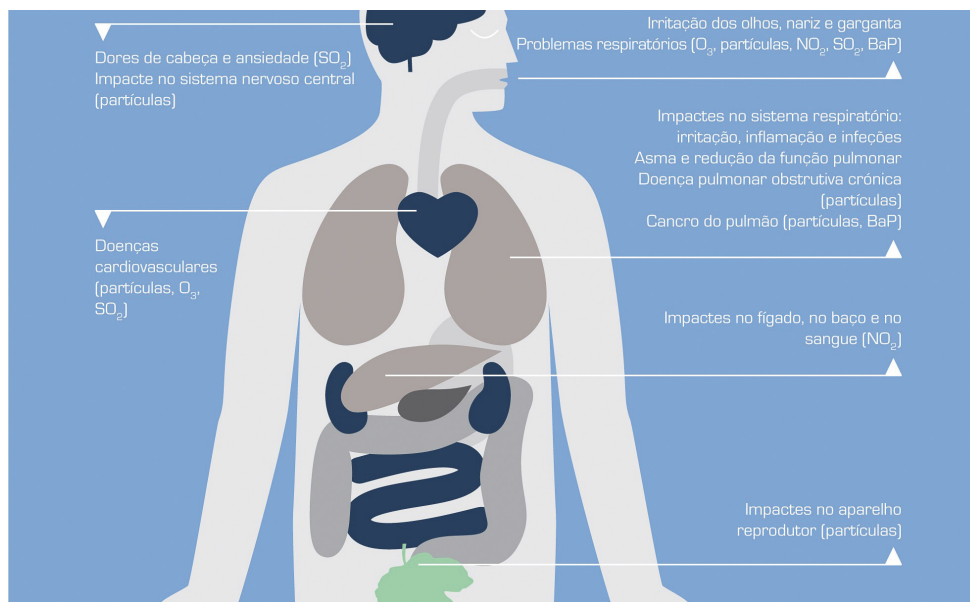
Air pollution is an important stimulus for the development and exacerbation of respiratory diseases, such as asthma, chronic obstructive pulmonary disease, and lung cancer, as well as, a substantial impact on cardiovascular disease. Furthermore, air pollution accounts for 3.1% of global disability-adjusted life years (time spent in states of reduced health). Despite the atmospheric emissions decrease and the air quality improvement in Europe and Portugal over the last decade, EU standards for ozone (O<sub>3</sub>) and particulate matter (PM) concentrations are still exceeded. In this context, the main goal of FUTURAR project is to investigate the air quality impacts, costs and benefits of emission reduction projections for 2030, using modelling tools to estimate the spatial distribution of environment and health impacts over Portugal.

### \_Introdução

O impacto mundial da poluição do ar é de 3,1 milhões de mortes no ano de 2010, em 52,8 milhões referentes a todas as causas e todas as idades, segundo o estudo da *Global Burden of Disease* (1). Em 2013, a Agência Internacional de Investigação em Cancro (IARC) classificou a poluição do ar como cancerígena para os seres humanos (2). Nesse sentido, a poluição atmosférica é um importante fator para o desenvolvimento e exacerbação de doenças respiratórias, como asma, doença pulmonar obstrutiva crónica e cancro do pulmão, bem como, um impacto substancial na doença cardiovascular (3) (figura 1).

Apesar da redução de emissões e melhoria da qualidade do ar verificadas na Europa e em Portugal na última década, os valores limite legislados para as concentrações de ozono (O<sub>3</sub>) e matéria particulada (PM) continuam a ser excedidos. Neste sentido, a Estratégia Temática para a Poluição Atmosférica (ETPA) revista em dezembro de 2013, incluía uma proposta de diretiva para a revisão dos Tetos de Emissão Nacionais (TEN) de NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, COV e NH<sub>3</sub> e um teto adicional para PM<sub>1,5</sub> a atingir em 2030, que foi publicada em dezembro de 2016 (Diretiva (UE) 2016/2284) (4). A avaliação de impacto da ETPA, elaborada pelo IIASA (*International Institute for Applied Systems Analysis*), demonstra a magnitude dos benefícios económicos resultantes da melhoria da saúde obtida na aplicação de um cenário MTRF (considerando a redução máxima tecnicamente possível) para os anos 2025 e 2030 relativamente ao cenário CLE (relativo às reduções decorrentes da legislação atual) (5, 6). De acordo com a referida avaliação, a legislação atual em conjunto com medidas adicionais levará a um aumento de 52%

Figura 1: Impacto da poluição atmosférica na saúde.



Fonte: European Environment Agency, 2017 (9)

na esperança média de vida na Europa em 2030 relativamente a 2005 e uma diminuição do número de mortes prematuras devido à exposição ao  $\text{O}_3$  em 34%. A redução da deposição irá proteger a biodiversidade e as áreas florestais contra a acidificação. Segundo os resultados atualizados (7, 8), a opção custo-eficaz das medidas de redução de emissões para a melhoria da qualidade do ar (correspondente a 70% dos benefícios do MTRF) prevê para Portugal um decréscimo das emissões de  $\text{SO}_2$  em 83% relativamente a 2005 (8). As emissões de  $\text{NO}_x$  e PM deverão sofrer uma redução de 61 e 68% respetivamente, o  $\text{NH}_3$  19% e os COV 44%. No entanto, estas estimativas são obtidas por país com base em emissões totais nacionais, sem informação ao nível da variabilidade espacial e alocação geográfica dos impactos na qualidade do ar e na saúde.

Neste contexto, o projeto FUTURAR – Qualidade do Ar em Portugal em 2030 – apoio à decisão política (<http://futurar.web.ua.pt/en/project>), pretende investigar os impactos, custos e benefícios das projeções de redução de emissões para 2030, usando modelos numéricos para estimar a distribuição espacial dos efeitos no ambiente e na saúde em Portugal.

## \_Objetivo

Este artigo pretende descrever a importância do projeto FUTURAR no âmbito da saúde ambiental, numa perspetiva de apoio à tomada de decisão na definição de estratégias públicas relativas ao controlo da qualidade do ar e avaliação de impactos da poluição atmosférica no ambiente e na saúde em Portugal.

## \_Projeto, indicadores base e impactos na saúde

O projeto FUTURAR detém uma abordagem inovadora de apoio à decisão política em Portugal, com o objetivo de obter os seguintes instrumentos e respostas de investigação:

- cenários de emissões desagregados mais robustos com especial destaque para uma melhor caracterização espacial das emissões de  $\text{NH}_3$  provenientes da agricultura, com base nas emissões atuais e projeções dos cenários TEN por setor de atividade e poluente, e em dados e projeções de energia, população, uso do solo;
- estimativas da qualidade do ar futura com elevada resolução temporal e espacial para os anos base e alvo dos TEN (2020, 2025, 2030) considerando alteração da meteorologia e modelos de qualidade do ar *online* e *offline* e um co-

nhecimento aprofundado dos processos de formação e remoção de O<sub>3</sub> e PM;

iii) mapeamento dos indicadores de qualidade do ar que traduzem o impacto dos cenários de redução de emissões no ambiente e na saúde usando as relações concentração-resposta mais adequadas a Portugal;

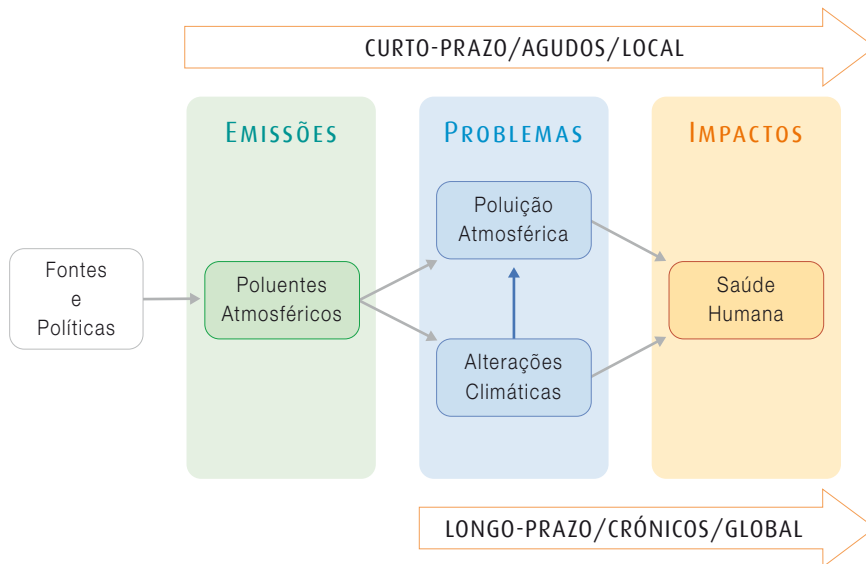
iv) mapeamento do custo-benefício (figura 2) associado a cada um dos cenários TEN, considerando as funções concentração-resposta, globalmente aceites e específicas para cada país, para a maioria das causas de morbidade e mortalidade (tabela 1).

Tabela 1:  OECD Indicadores do estado de saúde: mortalidade (Portugal).

	Ano	Número de mortes totais	Mortes / 100 000 habitantes (taxas padronizadas)	Anos perdidos / 100 000 habitantes com idade entre 0 a 69 anos
Neoplasias malignas da traqueia, brônquios e pulmão	2010	3658	29,1	..
	2011	3711	29,2	..
	2012	3675	28,5	..
	2013	4010	30,7	..
	2014	3937	29,9	..
Enfarte agudo do miocárdio	2010	4976	39,1	..
	2011	4627	35,3	..
	2012	4614	34,4	..
	2013	4568	33,4	..
	2014	4619	34,2	..
Doenças do sistema respiratório	2010	11792	93,1	..
	2011	11930	90,4	..
	2012	13908	102,1	..
	2013	12627	90,7	..
	2014	12164	88	..
Neoplasias malignas da traqueia, brônquios e pulmão	2010	..	..	168,9
	2011	..	..	176,2
	2012	..	..	171,9
	2013	..	..	182,1
	2014	..	..	163,3
Enfarte agudo do miocárdio	2010	..	..	112,5
	2011	..	..	109,7
	2012	..	..	96,5
	2013	..	..	94,0
	2014	..	..	121,1
Doenças do sistema respiratório	2010	..	..	120,9
	2011	..	..	122,6
	2012	..	..	98,3
	2013	..	..	106,6
	2014	..	..	110,2

Fonte: OECD.Stat, maio 2017 (10).

Figura 2: ↓ Cobenefícios da mitigação das emissões de poluentes atmosféricos para a futura qualidade do ar e saúde humana.



Adaptado de: West JJ, et al., 2013 (10).

A revisão de literatura sobre os impactos na saúde, realizada no âmbito do projeto MAPLIA - *Moving from Air Pollution to Local Integrated Assessment* (<http://projeto-maplia.web.ua.pt/>) (12), continua a ser desenvolvida e alargada para adquirir uma compreensão importante e completa sobre o estado da arte (estudos coorte e de caso-controle) dos efeitos na saúde e métricas relacionadas à exposição humana a  $O_3$ , PM e seus precursores abordadas pela diretiva TEN. Está em curso a identificação das funções de exposição-resposta, com foco na morbilidade, mortalidade e indicadores de saúde relevantes, usando a distribuição espacial das concentrações de poluentes do ar para cada cenário, considerando a variabilidade geográfica em Portugal. Estas funções de exposição-resposta serão usadas para estimar o impacto de saúde de cada cenário de redução de emissões e produzir mapas para cada indicador de saúde selecionado.

Este projeto auxiliará as entidades competentes (ex. Agência Portuguesa do Ambiente, APA) na definição de estratégias políticas ao nível nacional/regional para o controlo das emissões. Apoiará também a implementação das novas políticas

de qualidade do ar em Portugal e contribuirá para o programa nacional de controlo da poluição atmosférica (PNCPA) (um requisito da nova diretiva TEN), através da elaboração de recomendações e orientações à decisão política. Além disso, os resultados do FUTURAR permitirão ajustar e corrigir as estimativas efetuadas pelo IIASA para Portugal relativamente à redução de emissões e impactos no ambiente e na saúde.

#### Financiamento:

Projeto financiado pelo FEDER-COMPETE e pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (POCI-01-0145-FEDER-016752), (PTDC/AAG-MAA/2569/2014).

#### Referências bibliográficas:

- (1) Newby DE, Mannucci PM, Tell GS, et al.; ESC Heart Failure Association. Expert position paper on air pollution and cardiovascular disease. *Eur Heart J*. 2015;36(2):83-93b. Epub 2014 Dec 9.
- (2) International Agency for Research on Cancer, World Health Organization. IARC: Outdoor air pollution a leading environmental cause of cancer deaths. IARC Press release n. 221, 17 October 2013. [www.iarc.fr/en/media-centre/iarcnews/pdf/pr221\\_E.pdf](http://www.iarc.fr/en/media-centre/iarcnews/pdf/pr221_E.pdf)
- (3) European Environment Agency. Air quality in Europe: report 2016. Copenhagen: EEA, 2016 (EEA Report no. 28/2016). [www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2016](http://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2016)

artigos breves\_ n. 10

- (4) Comissão Europeia. Diretiva (UE) 2016/2284 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 14 de dezembro de 2016, relativa à redução das emissões nacionais de certos poluentes atmosféricos, que altera a Diretiva 2003/35/CE e revoga a Diretiva 2001/81/CE.  
<http://data.europa.eu/eli/dir/2016/2284/oj>
- (5) Comissão Europeia. Proposta de Diretiva do Parlamento Europeu e do Conselho, de 18 de dezembro de 2013, relativa à redução das emissões nacionais de determinados poluentes atmosféricos e que altera a Diretiva 2003/35/CE /\* COM/2013/0920 final - 2013/0443 (COD) \*/  
<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX:52013PC0920&qid=1499856718543>
- (6) Holland M. Cost-benefit analysis of final policy scenarios for the EU Clean Air Package (Version 2. Corresponding to IIASA TSAP Report #11, Version 2a), Edinburgh, Ecometrics Research and Consulting UK, 2014.  
<http://ec.europa.eu/environment/air/pdf/TSAP%20CBA.pdf>
- (7) Amann M (ed). The final policy scenarios of the EU Clean Air Policy Package (TSAP Report #11 Version 1.1a). Laxenburg, Austria: International Institute for Applied Systems Analysis, 2014. <http://ec.europa.eu/environment/air/pdf/TSAP.pdf>
- (8) Amann M (ed). Adjusted historic emission data, projections, and optimized emission reduction targets for 2030: a comparison with COM data 2013 - Part B: results for Member States (TSAP Report #16B Version 1.1). Laxenburg, Austria: International Institute for Applied Systems Analysis, 2015.  
[http://ec.europa.eu/environment/air/pdf/review/TSAP\\_16b.pdf](http://ec.europa.eu/environment/air/pdf/review/TSAP_16b.pdf)
- (9) Comissão Europeia. Agência Europeia do Ambiente. Sinais – Viver num clima em mudança, 2013, Infografia - Impacte da poluição atmosférica na saúde (2013-05-06). Copenhaga, AEA, 2013.  
[www.eea.europa.eu/pt/sinais-da-aea/sinais-2013/infografia/impacte-da-poluicao-atmosferica-na-saude-2](http://www.eea.europa.eu/pt/sinais-da-aea/sinais-2013/infografia/impacte-da-poluicao-atmosferica-na-saude-2)
- (10) West JJ, Smith SJ, Silva RA, et al. Co-benefits of Global Greenhouse Gas Mitigation for Future Air Quality and Human Health. *Nat Clim Chang.* 2013;3(10):885-89.  
[www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4051351/](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4051351/)
- (11) Organisation for Economic Co-operation and Development. OCDE.Stat [Em linha]. [consult. 20/6/2017]. [http://stats.oecd.org/index.aspx?DatasetCode=HEALTH\\_STAT](http://stats.oecd.org/index.aspx?DatasetCode=HEALTH_STAT)
- (12) Costa S, Ferreira J, Silveira C, et al. Integrating health on air quality assessment: review report on health risks of two major European outdoor air pollutants: PM and NO<sub>2</sub>. *J Toxicol Environ Health B Crit Rev.* 2014;17(6):307-40.