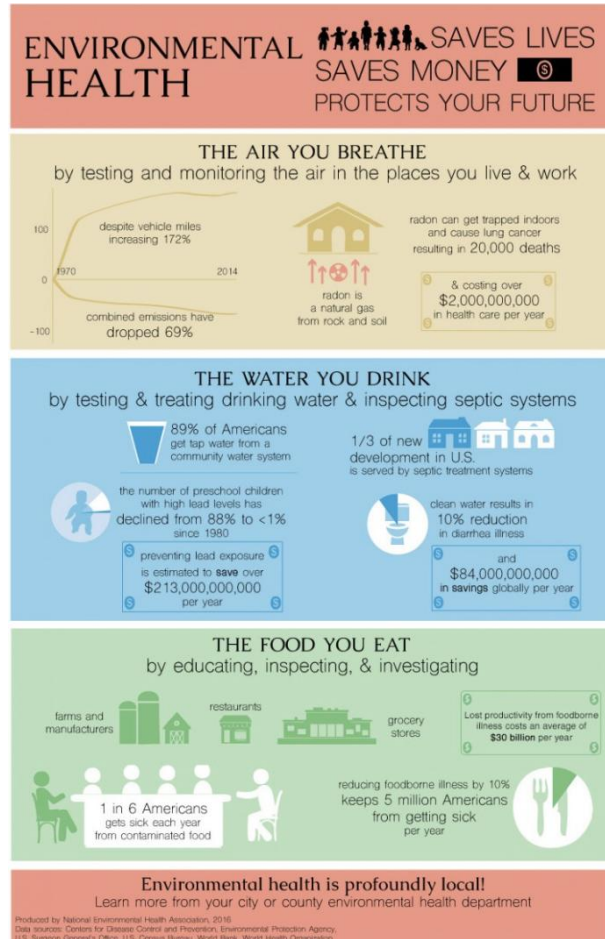


Efeitos da qualidade do ar na saúde respiratória das crianças

Teresa Bandeira | Médica Pneumologista Pediátrica
Unidade de Pneumologia, Serviço Pediatria.
ULSSM, Lisboa
Vice-Presidente da Sociedade Portuguesa de
Pneumologia Pediátrica e do Sono da Sociedade
Portuguesa de Pediatria



Sumário



Saúde Ambiental Infantil

Vulnerabilidade da criança

- Suscetibilidades

Efeitos da qualidade do ar na saúde das crianças

- Poluentes
- Evidência de associação entre períodos de exposição e doenças

Alterações climáticas, temperature e humidade

Monitorização, intervenções e políticas de saúde

https://www.who.int/health-topics/environmental-health#tab=tab_1.
acedido 1 maio 2022

Poluição do ar mata 1.200 crianças e adolescentes por ano na Europa



European
Environment
Agency

A poluição atmosférica constitui o maior risco ambiental para as crianças na Europa.

A poluição atmosférica é a maior causa de doenças relacionadas com a poluição.

Briefing no. 07/2023. Air pollution and children's health. doi: 10.2800/467949
Philip J. Landrigan, et al. Pollution and children's health, Science of The Total Environment, 2019: 650, Part 2, 2389-2394

Compendium of WHO and other UN guidance on health and environment, 2022 update. Geneva: World Health Organization; 2022.

Saúde ambiental infantil

- Disciplina que estuda o impacto e as influências das exposições ambientais precoces (químicas, sociais e nutricionais), na saúde e no desenvolvimento da criança e ao longo do ciclo da vida;
- O crescimento e o desenvolvimento rápidos do feto e da criança determinam janelas de vulnerabilidades únicas a exposições ambientais

1. Agravamento de doenças respiratórias e cardiovasculares*;
2. Redução da função pulmonar*;
3. Aumento da frequência e gravidade dos sintomas respiratórios*;
4. Aumento da suscetibilidade a infecções respiratórias*;
5. Efeitos no sistema nervoso¥;
6. Cancro ¥;
7. Morte prematura ¥

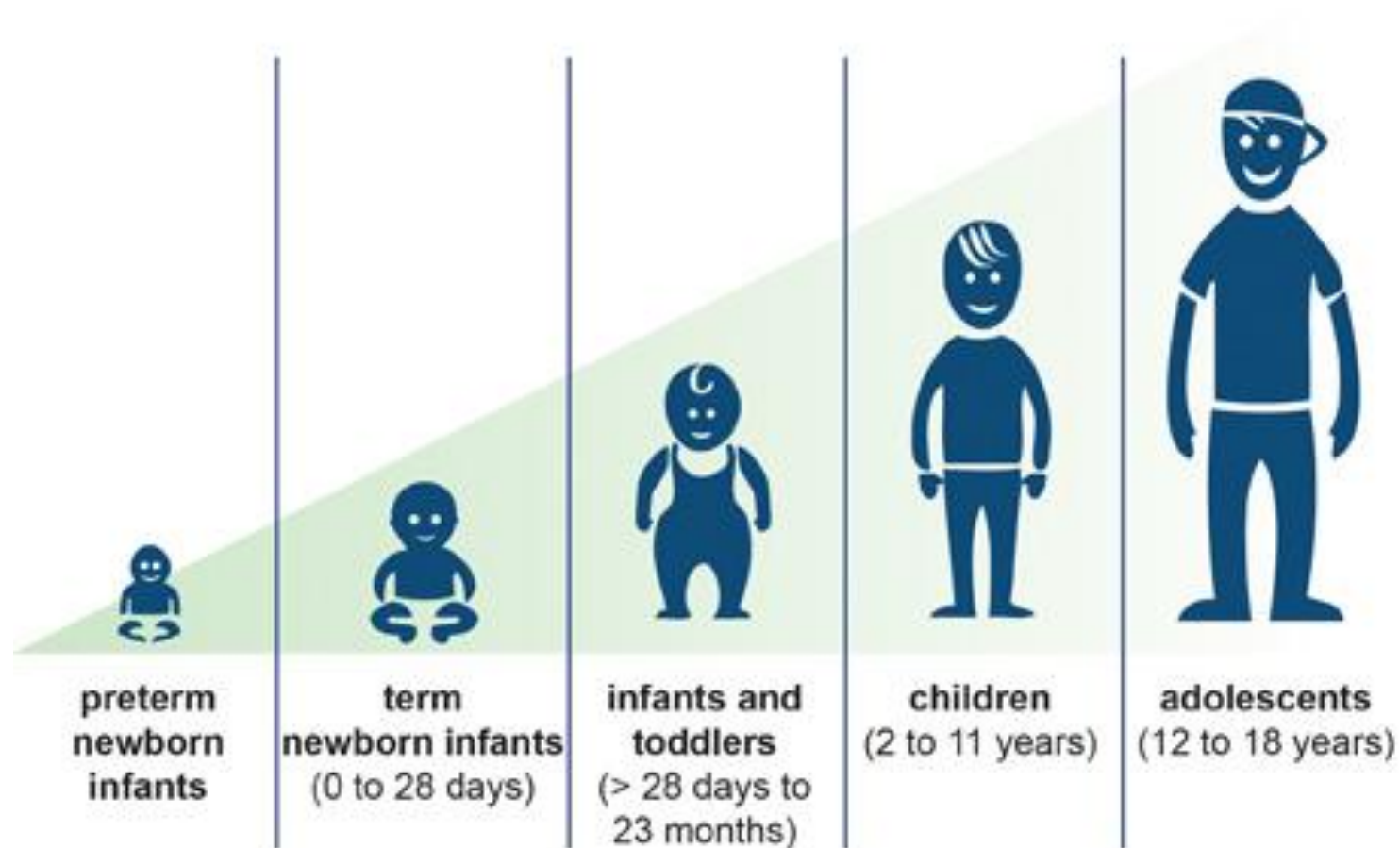
* Efeitos susceptíveis de ocorrer na infância e na idade adulta

¥ Efeitos susceptíveis de ocorrer na idade adulta, mas associados a exposições precoces

AAP. Pediatric Environmental Health, 2012.

http://www.epa.gov/ttnatw01/3_90_022.html (Accessed 08/19/2013)

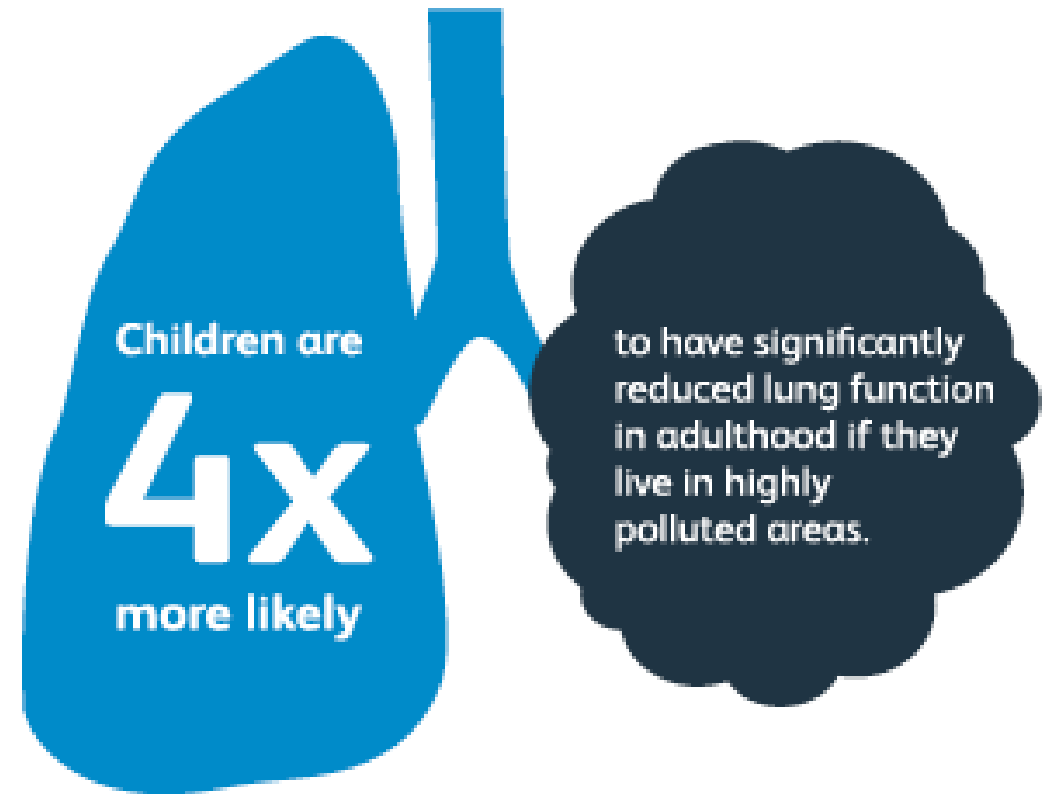
Saúde ambiental infantil – janelas de suscetibilidade



Particularidades fisiológicas e de comportamento das crianças

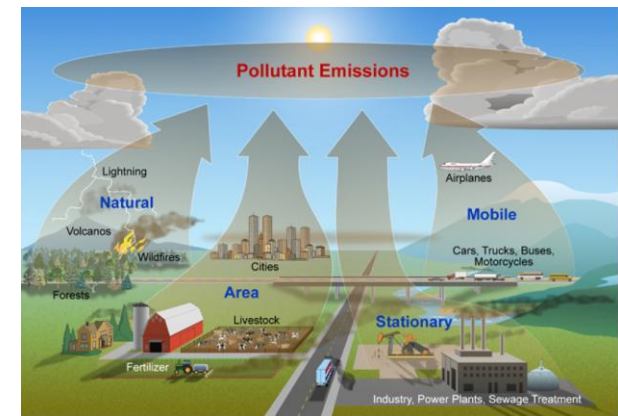
Maior suscetibilidade a substâncias tóxicas nas vias respiratórias e nos pulmões:

- frequência respiratória (FR) mais elevada;
- respiram mais ar por unidade de massa corporal do que os adultos (volume de ar que respiram em repouso 2x superior ao adulto);
- a redução FR ocorre nos 1^{os} 2 anos de vida (~ 44 cpm ao nascimento; ~ 26 aos 2A);
- respiradoras orais com menor contribuição nasal para a respiração → filtração nasal menos eficiente do que os adultos;
- maior atividade e metabolismo basal;
- maior exposição aos ambientes exteriores.



Principais poluentes do ar exterior

- ▶ Partículas (PM₁₀ e **PM_{2.5}** e ultrafinas)
- ▶ Óxidos de nitrogénio (principalmente **NO₂**)
- ▶ Ozono (**O₃**)
- ▶ Dióxido de enxofre (**SO₂**)
- ▶ Monóxido de carbono (CO)
- ▶ Hidrocarbonetos (benzeno, 1,3-butadiene e PAHs - hidrocarbonetos aromáticos policíclicos)
- ▶ Metais



Origem principal: tráfego e indústria
Distribuição espacial bastante homogénea

**Não existem níveis
seguros de exposição**

Royal College of Physicians. Every breath we take: the lifelong impact of air pollution. Report of a working party. London: RCP, 2016.

European Environment Agency. Briefing no. 07/2023. Air pollution and children's health.

doi: 10.2800/467949

Efeitos da poluição do ar ambiente (PAA) na saúde respiratória das crianças – Infecções respiratórias

- Associação entre PAA e incidência de infecção respiratória aguda (IRA)
 - A concentração de material particulado associa-se a IRA superiores e inferiores, incluindo pneumonia;
 - Exposições de curto prazo a PAA (PM₁₀, PM_{2,5}, SO₂, NO₂ e O₃) consistentemente associadas a internamentos hospitalares nas crianças, por pneumonia.

Aithal SS, Sachdeva I, Kurmi OP. Air quality and respiratory health in children. *Breathe* 2023; 19: 230040 [DOI: 10.1183/20734735.0040-2023].

• Referências

- Cheng J, Su H, Xu Z. Intraday effects of outdoor air pollution on acute upper and lower respiratory infections in Australian children. *Environ Pollut* 2021; 268: 115698.
- Kim KN, Kim S, Lim YH, et al. Effects of short-term fine particulate matter exposure on acute respiratory infection in children. *Int J Hyg Environ Health* 2020; 229: 113571.
- Strosnider HM, Chang HH, Darrow LA, et al. Age-specific associations of ozone and fine particulate matter with respiratory emergency department visits in the United States. *Am J Respir Crit Care Med* 2019; 199: 882–890.
- Horne BD, Joy EA, Hofmann MG, et al. Short-term elevation of fine particulate matter air pollution and acute lower respiratory infection. *Am J Respir Crit Care Med* 2018; 198: 759–766.
- Nhung NTT, Amini H, Schindler C, et al. Short-term association between ambient air pollution and pneumonia in children: a systematic review and meta-analysis of time-series and case-crossover studies. *Environ Pollut* 2017; 230: 1000–1008.

Efeitos da poluição do ar ambiente na saúde respiratória das crianças - Asma

Associação entre exposição a PAA e:

1. incidência de agudização de asma,
2. internamentos hospitalares e duração do internamento por asma,
3. mau controlo da asma e utilização de medicação de alívio.

PAA relacionada com tráfego demonstrou ser responsável por 14% da incidência e 15% de todas as agudizações de asma, em idade pediátrica, em 10 cidades europeias.

Crianças que vivem ou frequentam a Escola em zonas com elevados níveis de PAA têm uma maior incidência e gravidade de asma:

Aithal SS, Sachdeva I, Kurmi OP. Air quality and respiratory health in children. *Breathe* 2023; 19: 230040 [DOI: 10.1183/20734735.0040-2023].

• Referências

- Guarnieri M, Balmes JR. Outdoor air pollution and asthma. *Lancet* 2014; 383: 1581–1592;
- Hoffmann C, Maglakelidze M, von Schneidemesser E, et al. Asthma and COPD exacerbation in relation to outdoor air pollution in the metropolitan area of Berlin, Germany. *Respir Res* 2022; 23: 64.
- Weinmayr G, Romeo E, De Sario M, et al. Short-term effects of PM10 and NO2 on respiratory health among children with asthma or asthma-like symptoms: a systematic review and meta-analysis. *Environ Health Perspect* 2010; 118: 449–457.
- Gonzales T, Whalen E. Easy breathing: a review of the impact of air quality on pediatric health outcomes. *J Pediatr Health Care* 2022; 36: 57–63.
- Ashworth M, Analitis A, Whitney D, et al. Spatio-temporal associations of air pollutant concentrations, GP respiratory consultations and respiratory inhaler prescriptions: a 5-year study of primary care in the borough of Lambeth, South London. *Environ Health* 2021; 20: 54.
- Kuo CY, Chan CK, Wu CY, et al. The short-term effects of ambient air pollutants on childhood asthma hospitalization in Taiwan: a national study. *Int J Environ Res Public Health* 2019; 16: 203.
- Baek J, Kash BA, Xu X, et al. Association between ambient air pollution and hospital length of stay among children with asthma in South Texas. *Int J Environ Res Public Health* 2020; 17: 3812.

“

”

My daughter Ella was a playful, happy child growing up in South East London. Healthy at birth, with a lust for life, she didn't develop asthma until just before her seventh birthday. A few weeks after her ninth birthday, she suffered a fatal asthma attack. Ella is the first person in the world to have air pollution listed as a cause of death on her death certificate.

Rosamund Adoo Kissi Debrah

THIS IS HER STORY

The Ella Roberta Foundation <https://www.ellaroberta.org/about-ella>

Rosamund did some research and discovered that the heavily congested South Circular, near where they lived, had illegal levels of nitrogen dioxide caused by traffic.

At the same time Professor Sir Stephen Holgate, a consultant respiratory physician at the University of Southampton, was examining Ella's medical papers and coming to a similar conclusion. He reported that in his opinion the severity of her asthma, and also her death, were linked to the high levels of air pollution in the area where she lived.

The Coroner, Philip Barlow, concluded:

"Air pollution was a significant contributory factor to both the induction and exacerbations of her asthma. During the course of her illness between 2010 and 2013 she was exposed to levels of nitrogen dioxide (NO₂) and particulate matter in excess of World Health Organisation Guidelines.

His conclusion was: "Ella died of asthma contributed to by exposure to excessive air pollution".



A life cut short. On 15th February 2013, just three weeks after her ninth birthday, Ella died of a fatal asthma attack.

The Ella Roberta Foundation <https://www.ellaroberta.org/about-ella>

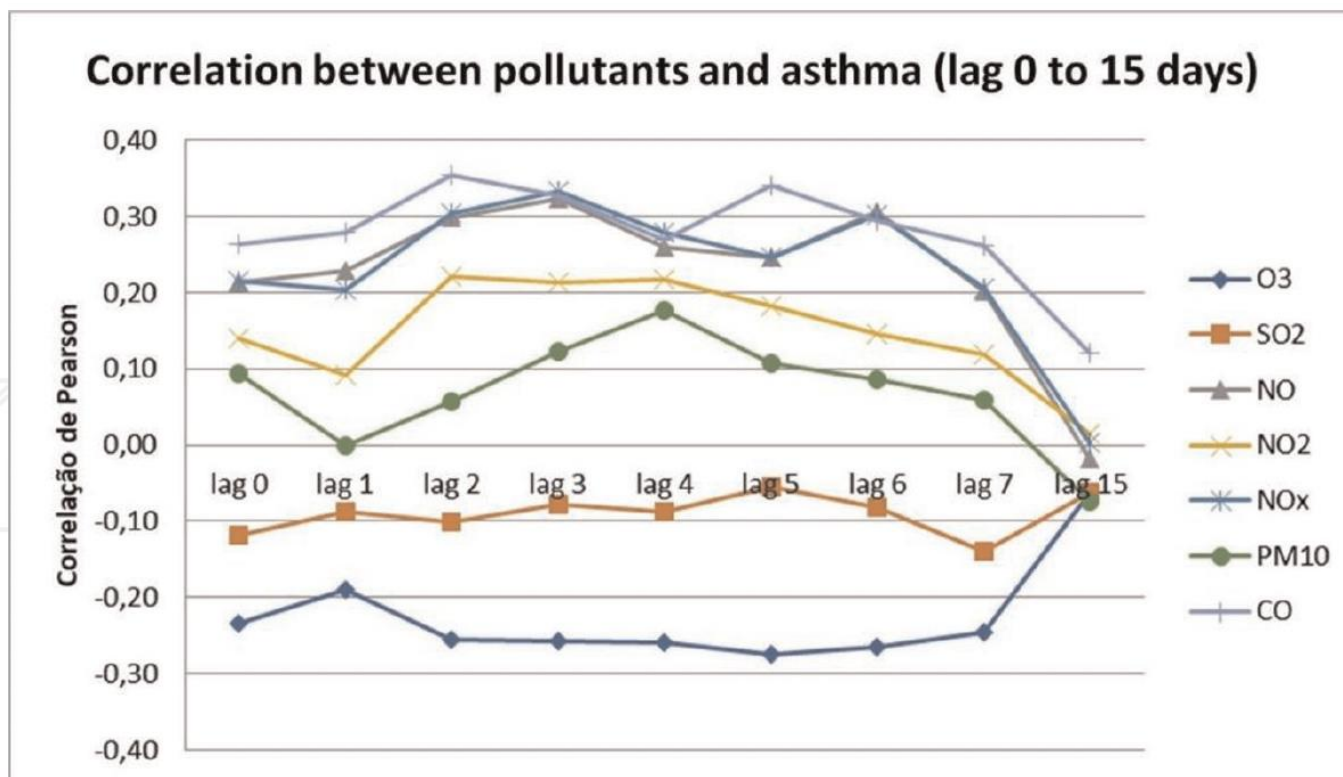


Figure 13.

Evolution of the correlation coefficient between concentrations of air pollutants and asthma symptoms (lag 0 to 15 days).

Garcia, J., Cerdeira, R., & Coelho, L. (2023). Analysis of temporal lag in the impact of air quality on the health of children, in Barreiro. In M. Eyvaz et al. (eds), Air pollution: Latest status and current developments. IntechOpen.

Impacto do desfasamento temporal entre a exposição a poluentes atmosféricos e admissões de crianças no SU de Pediatria do Hospital N^a Sr^a Rosário, no Barreiro, Portugal, com sintomas de problemas respiratórios.

Resultados: verificou-se uma **correlação moderada entre os diferentes sintomas de doenças respiratórias (tosse, asma e dispneia) e os poluentes, atingindo valores máximos após desfasamentos temporais de 2 a 6 dias.**

A **correlação mais forte para desfasamento 0 (consequências no mesmo dia) surge para a sintomatologia da asma**, atingindo os valores mais elevados para o CO_{max} ($p = 0,26$) e CO_{peak} ($p = 0,25$). Também foi encontrada uma correlação importante para o NO_x, NO_x med e NO_x pico ($p = 0,21$).

Efeitos da poluição do ar ambiente na saúde respiratória das crianças – Função Pulmonar

Associação entre exposição precoce ou a longo prazo a PAA e redução da função pulmonar das crianças, mesmo com baixos níveis de exposição;

A exposição a curto prazo a O_3 , PM_{10} e $PM_{2.5}$ associa-se a índices de função pulmonar mais baixos (FEV_1 , FVC e FEV_1/FVC);

A função pulmonar é um marcador subclínico:

1. das implicações a longo prazo para a saúde pulmonar ao longo da vida;
2. da evolução para DPOC e de > morbilidade ou mortalidade numa fase posterior da vida

Aithal SS, Sachdeva I, Kurmi OP. Air quality and respiratory health in children. *Breathe* 2023; 19: 230040 [DOI: 10.1183/20734735.0040-2023].

• Referências

Cai Y, Hansell AL, Granell R, et al. Prenatal, early-life, and childhood exposure to air pollution and lung function: the ALSPAC cohort. *Am J Respir Crit Care Med* 2020; 202: 112–123.

Zhang C, Guo Y, Xiao X, et al. Association of breastfeeding and air pollution exposure with lung function in Chinese children. *JAMA Netw Open* 2019; 2: e194186.

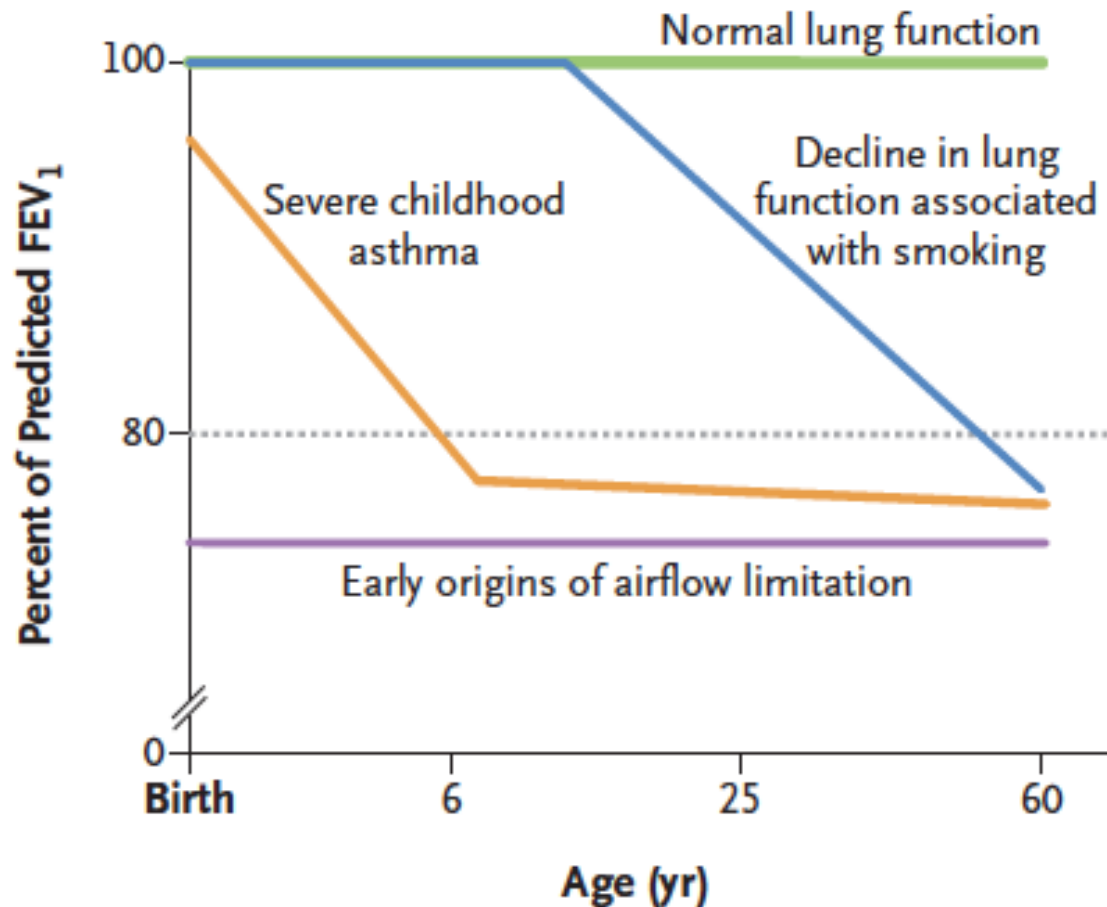
Zhao Q, Kress S, Markevych I, et al. Air pollution during infancy and lung function development into adolescence: the GINIplus/LISA birth cohorts study. *Environ Int* 2021; 146: 106195.

Garcia E, Rice MB, Gold DR. Air pollution and lung function in children. *J Allergy Clin Immunol* 2021; 148: 1–14.

Milanzi, E.B., Koppelman, G.H., Smit, H.A., Wijga, A.H., Oldenwening, M., Vonk, J.M., et al., 2018. Air pollution exposure and lung function until age 16 years: The piama birth cohort study. *Eur. Respir. J.* 52, 1800218.

Cai, Y., Hansell, A.L., Granell, R., Blangiardo, M., Zottoli, M., Fecht, D., et al., 2020. Prenatal, early-life and childhood exposure to air pollution and lung function: The alspac cohort. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.*

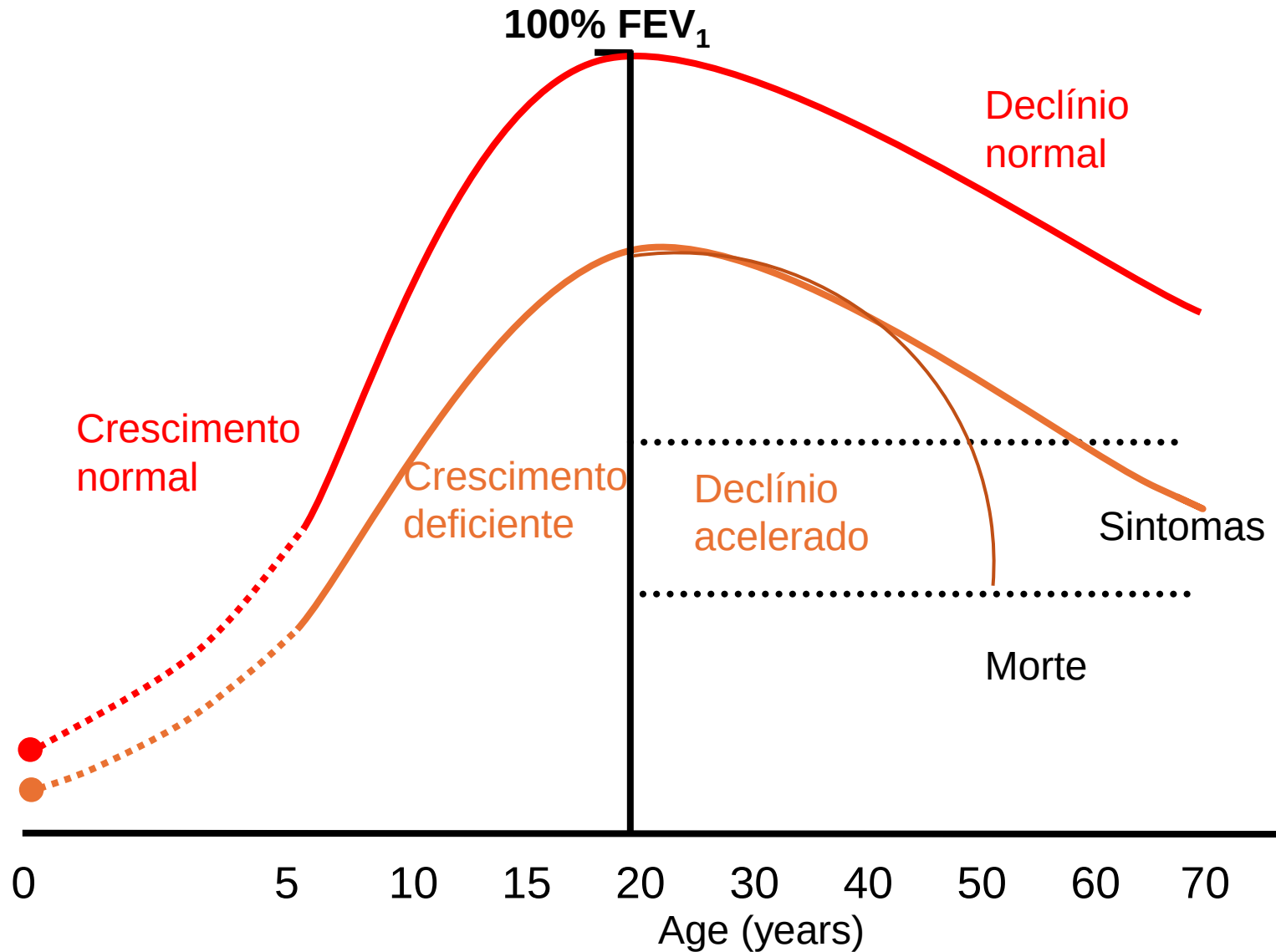
Schultz, E.S., Hallberg, J., Bellander, T., Bergström, A., Bottai, M., Chiesa, F., et al., 2016. Early-life exposure to traffic-related air pollution and lung function in adolescence. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 193, 171–177.



- **Linha azul** (DPOC clássica): declínio da FP associado a:
 - consumo de cigarros ou à exposição crónica ao **fumo de biomassa**;
 - VSR e exposição a FAT dos Pais aumentam a suscetibilidade a estas exposições.
- **Linha laranja**: trajetória trifásica da FP associada à asma infantil grave.
 - FP reduzida à nascença, declínio na idade pré-escolar e redução mais lenta posteriormente.
 - IRA baixas (pneumonia < 3 anos) e **PAA** alteram evolução da FP de forma semelhante.
- **Linha roxa**: origens precoces da limitação da FP
 - Fatores genéticos e pré-natais influenciam FP à nascença, que persistem na vida adulta.
 - FP determinada por FEV₁ ou FVC tem uma grande componente hereditária;
 - Fatores genéticos explicam 50% da variância fenotípica para FEV₁ e > 2/3 de FEV₁:FVC

Pequenas alterações podem ter grandes impactos...

FUNÇÃO PULMONAR



Exposição à poluição do ar exterior (PAE): Sibilância do pré-escolar e asma e função respiratória

- ▷ Risco 1,5 x superior de sintomas respiratórios se tráfego rodoviário perto do domicílio e exposição a NO_2 ;
- ▷ Crianças que vivem <75 m de eixo rodoviário principal têm risco 29% superior de asma ao longo da vida;
- ▷ Aumento da exposição ao NO_2 associado a asma de início recente;
- ▷ Aumento da exposição a PM associado ao aparecimento de novo de sibilância;
- ▷ Crianças que vivem < 500 m de eixo rodoviário principal apresentaram redução do crescimento da função pulmonar (medido como FEV_1) durante um período de 8 anos, em comparação com crianças que vivem > 1.500 m



Imagens geradas por inteligência artificial (DALL·E) via ChatGPT

Royal College of Physicians. Every breath we take: the lifelong impact of air pollution. Report of a working party. London: RCP, 2016.

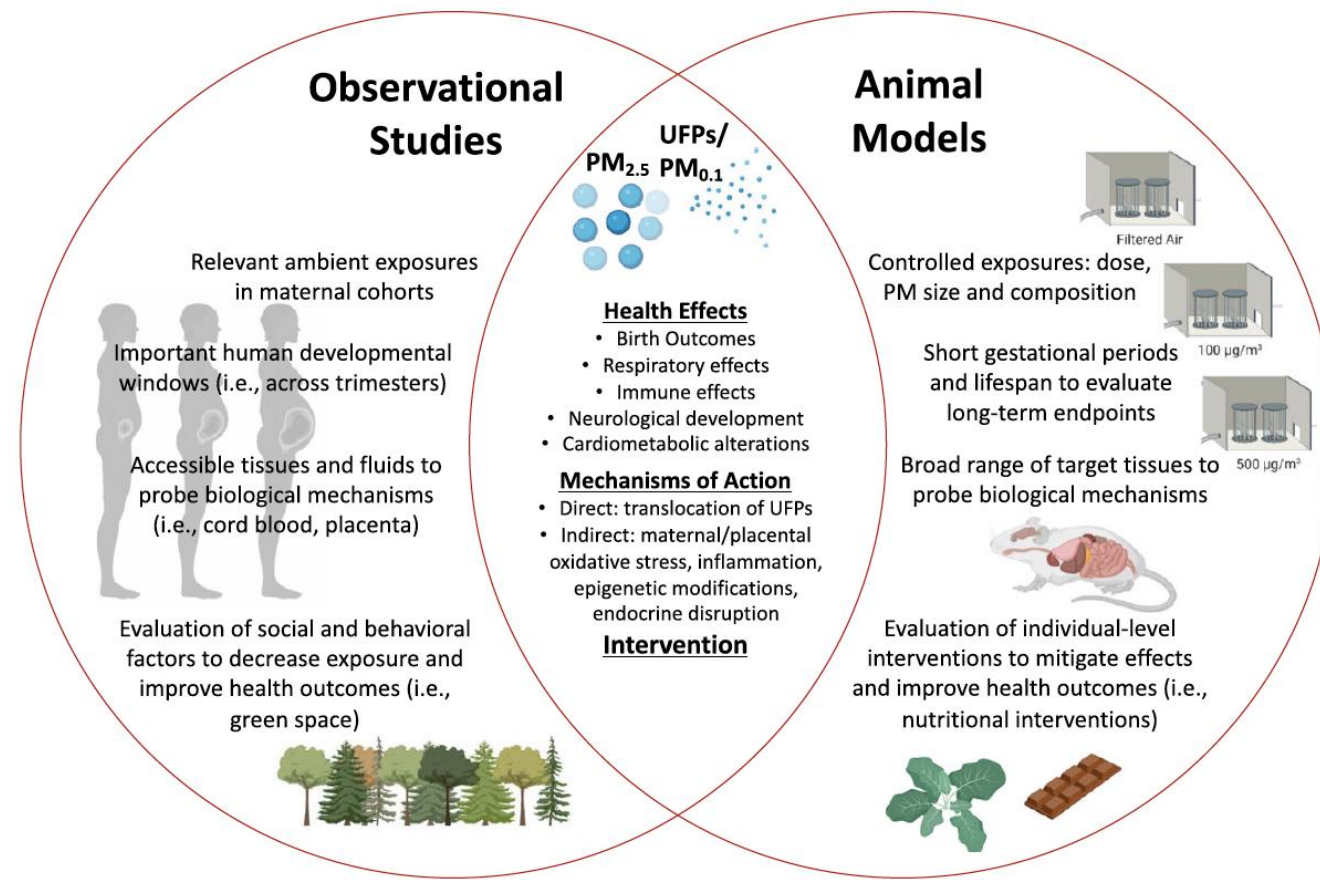
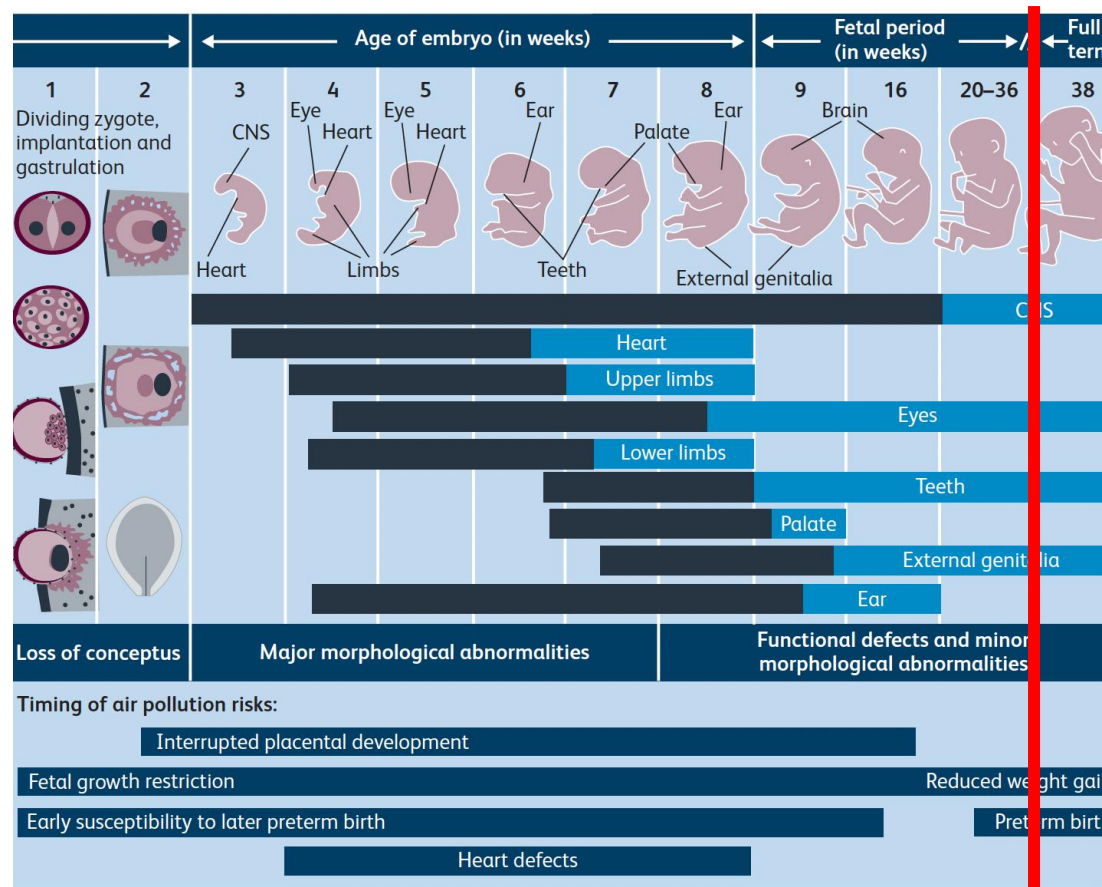


Fig. 1 Evidence gleaned from human observational studies and animal models is essential in characterizing adverse health outcomes and deciphering the mechanisms of action to support preventive intervention testing. Selected strengths of these two methodological approaches are highlighted in the Venn diagram. In this review, we synthesize the scientific evidence on adverse health outcomes in children following prenatal exposure to fine particulate matter (PM_{2.5}) and ultrafine particles (UFPs, PM_{0.1}). Additionally, we summarize the evidence on underlying mechanisms of action. Created with [BioRender.com](https://www.biorender.com)

Períodos críticos de risco da poluição do ar durante o desenvolvimento fetal



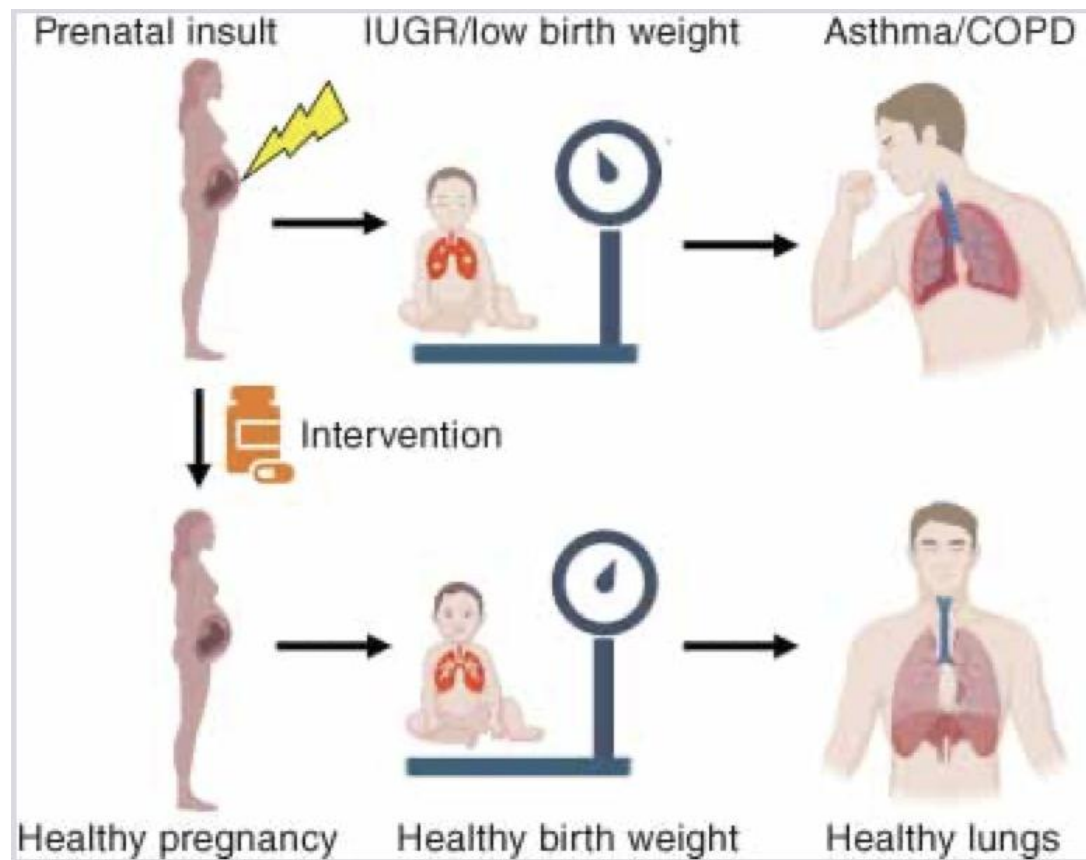
Note: Grey bars indicate time periods when major morphological abnormalities can occur, while light-blue bars correspond to periods at risk from minor abnormalities and functional defects.

- Gravidez e primeira infância são críticos para o desenvolvimento e amadurecimento dos sistemas, que ocorrem com velocidade vertiginosa controlada geneticamente;
- Os efeitos ambientais no embrião, feto, bebê e criança podem durar a vida toda, mas podem levar anos ou até décadas para se manifestarem

Figure reprinted with permission. Ritz B, Wilhelm M. Air pollution impacts on infants and children. UCLA Institute of the Environment: Southern California Environmental Report Card – Fall 2008, Los Angeles, CA: 2008

Royal College of Physicians. Every breath we take: the lifelong impact of air pollution. Report of a working party. London: RCP 2016.

Exposição à poluição do ar exterior (PAE) na gravidez



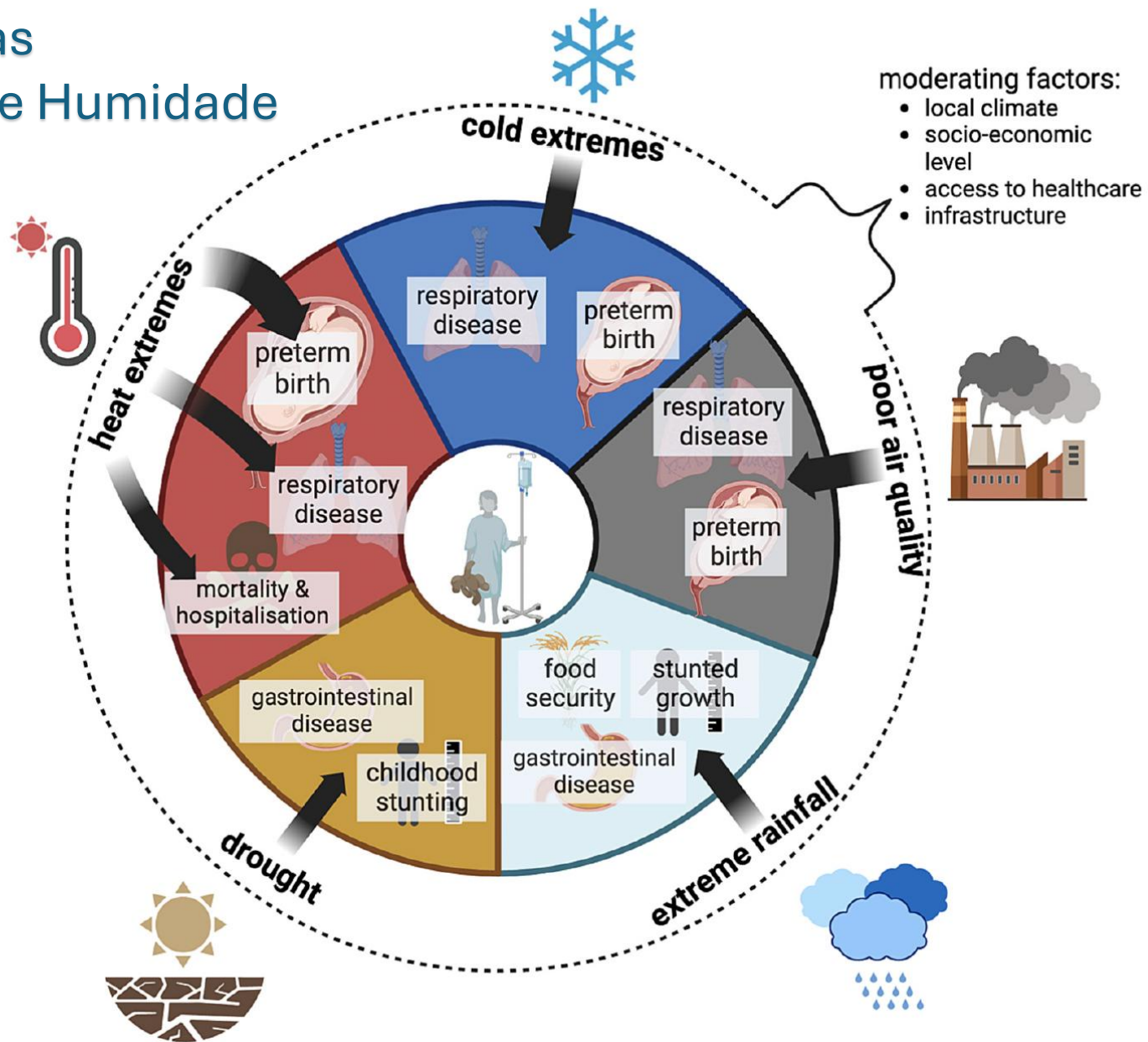
- Crescimento intra-uterino (CIU) e peso ao nascer:
 - Evidência robusta relativamente a exposição à PAE, de mulheres grávidas relacionada com tráfego rodoviário, responsável por > 1/5 dos casos de baixo peso ao nascer (BPN);
 - Evidencia menos robusta com O₃, NO₂ e CO no BPN
- Impacto no desenvolvimento de órgãos e sistemas:
 - BPN associa-se a compromisso da FP, DPOC, doença cardiovascular e morte precoce na idade adulta;
 - Atraso de CIU associado com perturbação do crescimento renal, hipertensão arterial e doença renal mais tarde na vida

Wang, K.C.W et al (2025). Comprehensive Physiology <https://doi.org/10.1002/cphy.c230019>

Royal College of Physicians. Every breath we take: the lifelong impact of air pollution. Report of a working party. London: RCP, 2016.

Alterações climáticas

Temperatura e Humidade



Lewis J.Z. Weeda a,*, Corey J.A. Bradshaw b,c, Melinda A. Judge d,e, Chitra M. Saraswati d, Peter N. Le Souef . How climate change degrades child health: A systematic review and meta-analysis. [Science of the Total Environment 920 \(2024\) 170944](#)

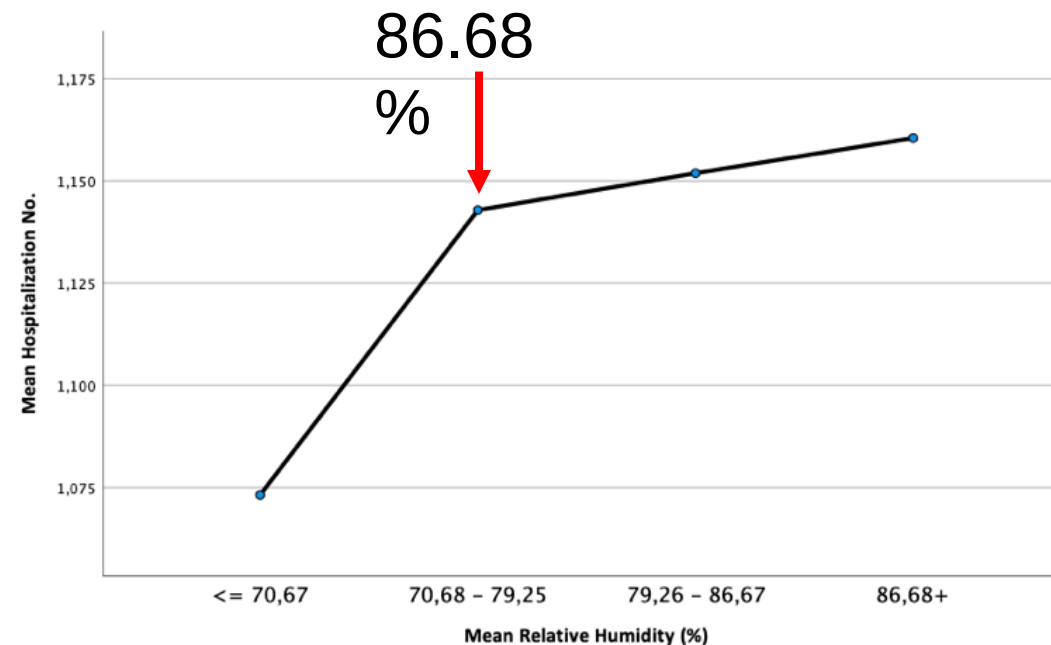
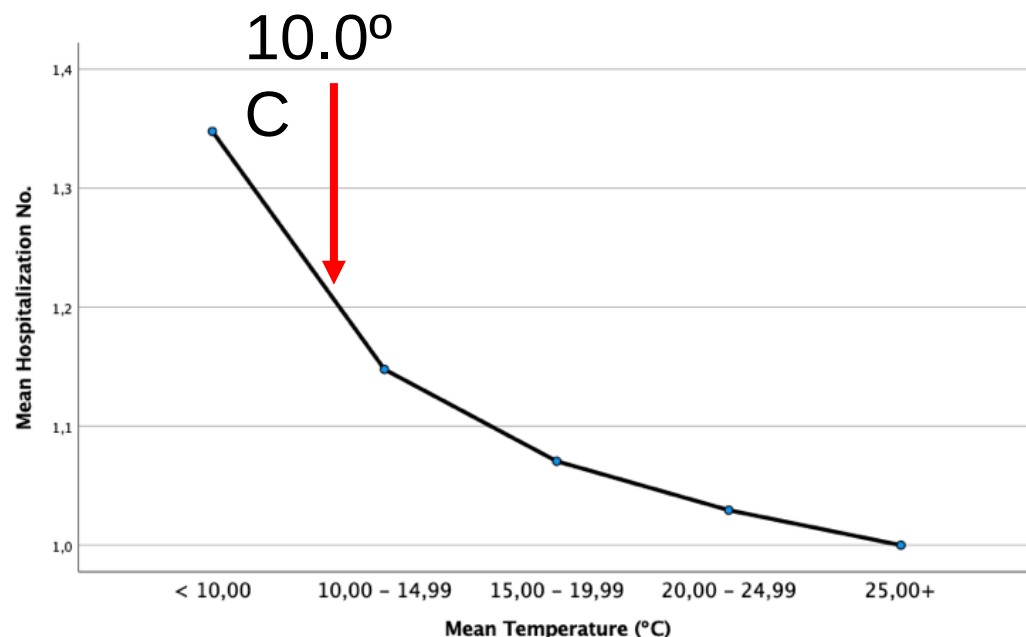
ORIGINAL ARTICLE

Climate Interactions and Respiratory Diseases in Children

Margarida Ramalho¹, Nuno Amaro², Ricardo Deus³, Paulo Jorge Nogueira^{4,5,6,7,8}, Teresa Bandeira^{9,10}

Port J Pediatr 2022;53:655-63

DOI: <https://doi.org/10.25754/pjp.2022.27248>



Valor médio de internamentos consoante os valores de temperaturas e Humidade Relativa (HR).

- Verifica-se nº superior de internamentos para temperaturas médias < 10,0°C e HR média > 86,68%.
 - No grupo Infecção Respiratória Baixa Viral observa-se o mesmo padrão;
 - No grupo Asma, o maior número de hospitalizações ocorre quando as temperaturas médias variam entre 10,0-14,9°C e a HR média entre 79,26-86,67%.
 - No grupo das IRA, a ocorrência de episódios está associada a temperaturas médias mais quentes, entre 20-24,9°C, e a HR média baixa entre 70,68-79,25%.

Poluição atmosférica



A poluição do ar é um importante determinante da saúde;



Os efeitos adversos sobre a saúde do material particulado (MP) estão especialmente bem documentados;



Não há evidência de um nível seguro de exposição ou um limite abaixo do qual não ocorram efeitos adversos à saúde;



Mais de 80% da população na Região Europeia da OMS (incluindo a União Europeia, UE) vive em cidades com níveis de MP superiores às Diretrizes de Qualidade do Ar da OMS;



A exposição a poluentes do ar está em grande parte fora do controle dos indivíduos e requer ação das autoridades públicas nos níveis nacional, regional e internacional

vida *in utero*
e perinatal

primeira
infância

idade
adulta

