

4 – EFEITOS NA SAÚDE

"Cada profunda inspiração preenche nossos pulmões de nitrogênio e oxigênio. Também são inalados gases e partículas consideradas poluentes, resultado do combustível queimado dos carros, incêndios florestais, fábricas e outras fontes relacionadas às atividades humanas."

Louis J. Battan (1923-1986 - American Meteorology Society)

As três possíveis vias de penetração dos agentes poluentes no organismo são: respiratória, cutânea e digestiva.

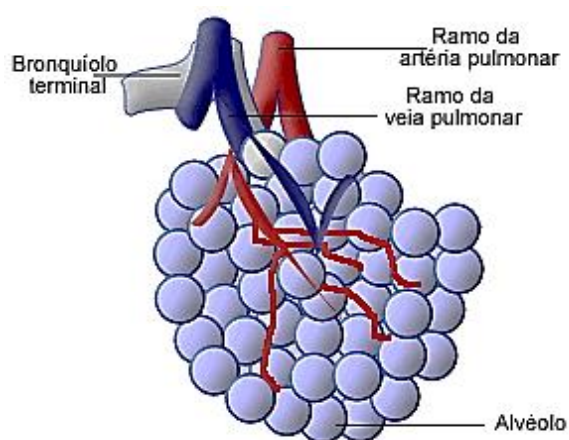
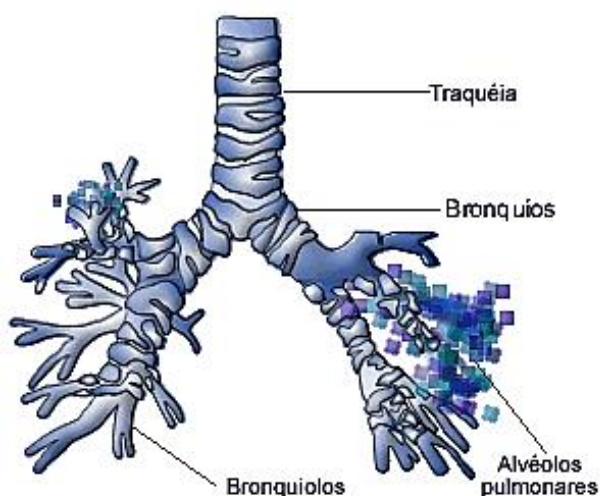
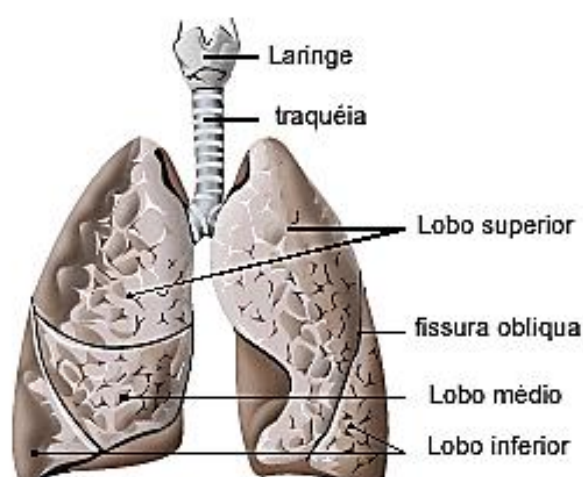
10 a 20 m³ de ar por dia;

30 m² de área de troca (O₂ → CO₂);

2.000 km de vias aéreas;

350.000 bronquíolos;

8.000.000 alvéolos;

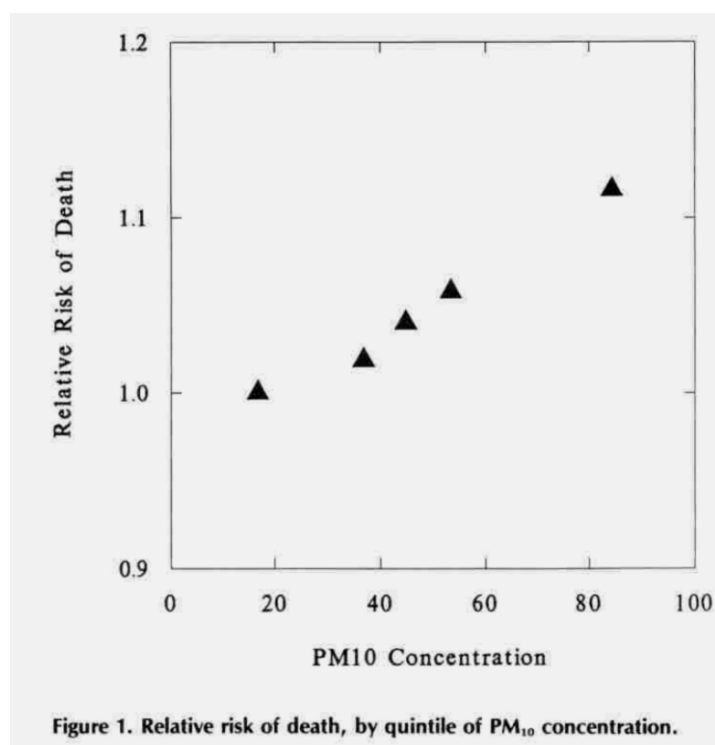


De acordo com WHO ([Household air pollution and health, 8 May 2018](#)):

- Cerca de 3 bilhões de pessoas cozinham e aquecem suas casas usando lareiras e fogões com queima de biomassa (madeira, esterco animal e resíduos de culturas) e carvão.
- A cada ano, cerca de 4 milhões de pessoas morrem prematuramente de doenças relacionadas à poluição do ar interior em decorrência da queima de combustíveis.
- Quase 45% das mortes por pneumonia em crianças menores de cinco anos são devidos ao material particulado inalado de poluição do ar interior.
- Mais de 1 milhão de pessoas por ano morrem por doença respiratória obstrutiva crônica (DROC) que se desenvolvem devido à exposição de poluição do ar interior.
- Homens e mulheres expostas à fumaça são 2 a 3 vezes mais propensos a desenvolver a DROC.

Não é novidade que os poluentes atmosféricos causam sérios danos à nossa saúde e bem-estar. Inúmeros estudos científicos demonstram tal fato. Se nós acessarmos um sítio de busca de trabalhos científicos, como por exemplo: <http://www.periodicos.capes.gov.br/>, e utilizarmos as palavras chaves: "human health" AND "air pollution", iremos encontrar centenas de trabalhos relacionados ao tema.

Por exemplo, no trabalho de Pope, C. A. 3rd; Schwartz, J.; Ransom, M. R., de 1992: *Daily mortality and PM10 pollution in Utah Valley*, exhibe-se uma associação entre o aumento do risco de morte e poluição do ar por partículas inaláveis (MP₁₀). A figura a seguir foi extraída do texto original.



Principais poluentes do ar, fontes, processos e efeitos			
Poluentes	Fontes	Processos	Efeitos
Óxidos de enxofre (SO _x)	Antropogênicas	Combustão (refinarias, centrais térmicas, veículos, processos industriais).	Afeta o sistema respiratório, chuva ácida, danos em materiais.
	Naturais	Vulcanismo, processos biológicos.	
Óxidos de nitrogênio (NO _x)	Antropogênicas	Combustão (veículos e indústrias).	Afeta o sistema respiratório e chuva ácida.
	Naturais	Emissões da vegetação.	
Compostos orgânicos voláteis	Antropogênicas	Refinarias, petroquímicas, veículos, evaporação de combustíveis e solventes.	Poliuição fotoquímica; inclui compostos tóxicos e carcinogênicos.
Monóxido de carbono (CO)	Antropogênicas	Combustão (veículos).	Reduz a capacidade de transporte de oxigênio no sangue.
	Naturais	Emissões da vegetação.	
Dióxido de carbono (CO ₂)	Antropogênicas	Combustão.	Efeito estufa
	Naturais	Fogos florestais.	
Chumbo (Pb)	Antropogênicas	Gasolina com chumbo, incineração de resíduos	Tóxico acumulativo. Anemia e destruição de tecido cerebral.
Partículas	Antropogênicas	Combustão, processos industriais, condensação de outros poluentes, extração de minerais.	Alergias respiratórias. Vetor de outros poluentes (metais pesados, compostos orgânicos carcinogênicos).
	Naturais	Erosão eólica, vulcanismo.	
CFC	Antropogênicas	Aerossóis, sistemas de refrigeração, espumas, sistemas de combate a incêndios.	Destruição da camada de ozônio. Contribuição para o efeito estufa.

http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-30982012000100013&script=sci_arttext

Quadro 1 – Principais poluentes atmosféricos, suas fontes, áreas de ação no sistema respiratório e efeitos sobre a saúde humana.

Poluentes	Fontes	Penetração no sistema respiratório	Fisiopatologia
PTS	Fontes antropogênicas: poeira da rua e de estradas, atividades agrícolas e de construções. Fontes naturais: sal marinho, pólen, esporos, fungos e cinzas vulcânicas.	Nariz, garganta	Diminui a atividade mucociliar e dos macrófagos. Produz irritação nas vias respiratórias. Causa estresse oxidativo e, em consequência, inflamação pulmonar e sistêmica. Exposição crônica produz remodelamento brônquico e DPOC. Pode ser cancerígeno.
MP ₁₀		Traqueia, brônquios, bronquíolos	
MP _{2,5}	Queima de combustíveis fósseis e de biomassa, usinas termoeletricas	Alvéolos	
MP _{0,1}		Alvéolos, tecido pulmonar, corrente sanguínea	
O ₃	Não é emitido diretamente na atmosfera. Sua formação ocorre através de reações químicas complexas entre compostos orgânicos voláteis (COVs) e óxidos de nitrogênio (NO _x) na presença de luz solar. A luz solar e a temperatura estimulam tais reações, de tal forma que em dias ensolarados e quentes, ocorrem picos de concentração de ozônio. As fontes de emissões de COVs e NO _x são veículos, indústrias químicas, lavanderias e atividades que usam solventes	Traqueia, brônquios, bronquíolos, alvéolos	É um agente oxidante fotoquímico e muito irritante. Provoca inflamação da mucosa do trato respiratório. Em altas concentrações, irrita os olhos, mucosa nasal e da orofaringe. Provoca tosse e desconforto torácico. Exposição por várias horas leva a lesão no tecido epitelial de revestimento das vias aéreas. Provoca inflamação e obstrução das vias aéreas a estímulos como o frio e exercícios.
NO _x , NO ₂	Fontes antropogênicas: indústrias de ácido nítrico e sulfúrico e de motores de combustão (principal fonte), queima de combustíveis em altas temperaturas, em usinas térmicas que utilizam gás ou incinerações. Fontes naturais: descargas elétricas na atmosfera.	Traqueia, brônquios, bronquíolos, alvéolos	Irritante. Afeta a mucosa dos olhos, nariz, garganta e do trato respiratório inferior, Aumenta a reatividade brônquica e a suscetibilidade às infecções e aos alérgenos. É considerado um bom marcador da poluição veicular.
SO ₂	Fontes antropogênicas: refinarias de petróleo, veículos a diesel, fornos, metalurgia e fabricação de papel. Fontes naturais: atividade vulcânica.	Vias aéreas superiores, traqueia, brônquios, bronquíolos	Irritante. Afeta a mucosa dos olhos, nariz, garganta e do trato respiratório. Causa tosse e aumenta a reatividade brônquica, facilitando a broncoconstrição
CO	Fontes antropogênicas: queimadas florestais, combustão incompleta de combustíveis fósseis ou outros materiais orgânicos e transportes rodoviários. O setor que mais contribui para as emissões desse poluente são as áreas urbanas com tráfego intenso. Fontes naturais: erupções vulcânicas e decomposição da clorofila.	Alvéolos, corrente sanguínea	União com a hemoglobina, interferindo no transporte de oxigênio. Provoca cefaleia, náuseas e tontura. Tem efeito deletério sobre o feto. Está associado com recém-nascidos de baixo peso e morte fetal

PTS: partículas totais em suspensão; MP: material particulado; MP₁₀: MP com menos de 10 µm de diâmetro; MP_{2,5}: MP com menos de 2,5 µm de diâmetro; e MP_{0,1}: MP com menos de 0,1 µm de diâmetro. Adaptado de Kunzli et al.⁽⁴⁾

http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1806-37132012000500015&script=sci_arttext

Table 2.1 Selected industrial toxicants producing lung disease through inhalation (abstracted from Klaassen et al., 1986).

toxicant	chemical composition	occupational source	common name of disease	site of action	acute effect	chronic effect
aluminum	Al ₂ O ₃	manufacturing of abrasives, smelting	aluminosis	upper airways, alveolar, interstitium	cough, shortness of breath	interstitial fibrosis
ammonia	NH ₃	ammonia production, manufacturing of fertilizers, chemical production, explosives		upper airway	immediate upper and lower respiratory tract irritation, edema	chronic bronchitis
arsenic	As ₂ O ₃ , AsH ₃ (arsine), Pb ₃ (AsO ₄) ₂	manufacturing of pesticides, pigments, glass, alloys		upper airways	bronchitis	lung cancer, bronchitis, laryngitis
asbestos	fibrous silicates (Mg, Ca, and others)	mining, construction, shipbuilding, manufacturing of asbestos-containing materials	asbestosis	parenchyma		pulmonary fibrosis, pleural calcification, lung cancer, pleural mesothelioma
beryllium	Be, Be ₂ Al ₂ (SiO ₃) ₄	ore extraction, manufacturing of alloys, ceramics	berylliosis	alveoli	severe pulmonary edema, pneumonia	pulmonary fibrosis, progressive dyspnea, interstitial granulomatosis, corpulmonale
chlorine	Cl ₂	manufacturing of pulp and paper, plastics, chlorinated chemicals		upper airways	cough, hemoptysis, dyspnea, tracheo-bronchitis, broncho-pneumonia	
chromium (IV)	Na ₂ CrO ₄ and other chromate salts	production of Cr compounds, paint pigments, reduction of chromite ore		nasopharynx, upper airways	nasal irritation, bronchitis	lung tumors and cancers

toxicant	chemical composition	occupational source	common name of disease	site of action	acute effect	chronic effect
coal dust	coal plus SiO ₂ and other minerals	coal mining	pneumoconiosis	lung parenchyma, lymph nodes, hilus		pulmonary fibrosis
coke oven emissions	polycyclic hydrocarbons, SO _x , NO _x , and particulate mixtures of heavy metals	coke production		upper airways		tracheobronchial cancers
hydrogen fluoride	HF	manufacturing of chemicals, photographic film, solvents, plastics		upper airways	respiratory irritation, hemorrhagic pulmonary edema	
iron oxides	Fe ₂ O ₃	welding, foundry work, steel manufacturing, hematite mining, jewelry making	siderotic lung disease: silver finisher's lung, hematite miner's lung, arc welder's lung	silver finishers: pulmonary vessels and alveolar walls; hematite miners: upper lobes, bronchi and alveoli; arc welders: bronchi	cough	silver finishers: subpleural and perivascular aggregations of macrophages; hematite miners: diffuse fibrosis-like pneumoconiosis; arc welders: bronchitis
kaolin	Al ₂ O ₃ ·2SiO ₂ ·2H ₂ O plus crystalline SiO ₂	pottery making	kaolinosi	lung parenchyma, lymph nodes, hilus		pulmonary fibrosis
nickel	NiCO (nickel carbonyl), Ni, Ni ₂ S ₃ (nickel subsulfide), NiO	nickel ore extraction, nickel smelting, electronic electroplating, fossil fuel		parenchyma (NiCO), nasal mucosa (Ni ₂ S ₃), bronchi (NiO)	pulmonary edema delayed by two days (NiCO)	squamous cell carcinoma of nasal cavity and lung
oxides of nitrogen	NO, NO ₂ , HNO ₃	welding, silo filling, explosives manufacturing		terminal respiratory bronchi and alveoli	pulmonary congestion and edema	emphysema

Table 2.1 Continued

toxicant	chemical composition	occupational source	common name of disease	site of action	acute effect	chronic effect
ozone	O ₃	welding, bleaching flour, deodorizing		terminal respiratory bronchi and alveoli	pulmonary edema	emphysema
perchloroethylene	C ₂ Cl ₄	dry cleaning, metal degreasing, grain fumigating			pulmonary edema	
phosgene	COCl ₂	production of plastics, pesticides, chemicals		alveoli	edema, pulmonary edema	bronchitis
silica	SiO ₂	mining, stone cutting, construction, farming, quarrying	silicosis, pneumoconiosis	lung parenchyma, lymph nodes, hilus		pulmonary fibrosis
sulfur dioxide	SO ₂	manufacturing of chemicals, refrigeration, bleaching, fumigation		upper airways	bronchoconstriction, cough, tightness in chest	
talc	Mg ₃ Si ₄ O ₁₀ (OH) ₂	rubber industry, cosmetics	talcosis	lung parenchyma, lymph nodes		pulmonary fibrosis
tin	SnO ₂	mining, processing of tin	stanosis	bronchioles and pleura		widespread mottling of x-ray without clinical signs
toluene 2,4-diisocyanate (TDI)	CH ₃ C ₆ H ₃ (NCO) ₂	manufacturing of plastics (polyurethane)		upper airways	acute bronchitis, bronchospasm, pulmonary edema	
xylene	C ₆ H ₄ (CH ₃) ₂	manufacturing of resins, paints, varnishes, other chemicals, general solvent for adhesives		lower airways	pulmonary edema	