




Prof. Thiago Nogueira
E-mail: thiagonogueira@usp.br

Poluição Atmosférica e suas relações com saúde e qualidade de vida






QUAIS SÃO AS FONTES DE POLUIÇÃO DO AR?

Poluição do ar afeta áreas urbanas e rurais e é causada por múltiplos fatores

INDUSTRIA E FORNECIMENTO DE ENERGIA

POEIRA

Práticas agrícolas

Energia doméstica

TRANSPORT

Gestão de resíduos

Países não podem atacar a poluição do ar sozinhos. É um desafio global que precisamos combater juntos

CLEAN AIR FOR HEALTH #AirPollution World Health Organization

POLUIÇÃO DO AR – O ASSASSINO SILENCIOSO

Every year, around **7 MILLION DEATHS** are due to exposure from both outdoor and household air pollution.

Poluição do ar é o maior risco ambiental para a saúde. Reduzindo os níveis de poluição do ar, países podem reduzir

Acidente vascular cerebral **Doenças do coração** **Câncer de pulmão e doenças respiratórias crônicas e agudas, incluindo asma**

ESTIMATIVAS REGIONAIS DA OMS:

- Over 2 million** Região do sudeste asiático
- Over 2 million** Região do oeste do pacífico
- Nearly 1 million** Região da África
- About 500 000** Região do Mediterrâneo Oriental
- About 500 000** Região da Europa
- More than 300 000** Região das Américas

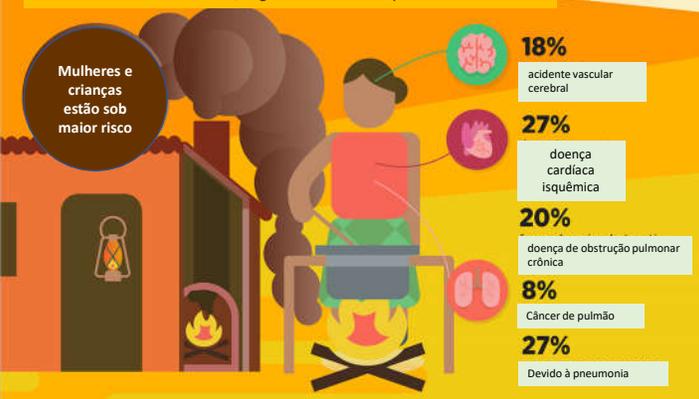
CLEAN AIR FOR HEALTH #AirPollution World Health Organization



POLUIÇÃO DO AR DOMÉSTICO

3,8 MILHÕES
Morrem prematuramente a cada ano pela poluição do ar doméstico pela atividade de cozinhar alimentos (2016). A poluição do ar doméstico é causada pelo uso de querosene e combustíveis sólidos como a madeira em fornos, fogos abertos e lampiões.

Mulheres e crianças estão sob maior risco



18%	acidente vascular cerebral
27%	doença cardíaca isquêmica
20%	doença de obstrução pulmonar crônica
8%	Câncer de pulmão
27%	Devido à pneumonia

CLEAN AIR FOR HEALTH #AirPollution  World Health Organization


العربية 中文 English Français Русский Español

Home
About us ▾
Health topics ▾
News ▾
Countries ▾
Emergencies ▾
Search

Air pollution

News release: 9 out of 10 people worldwide breathe polluted air

2 May 2018, Geneva – Air pollution levels remain at dangerously high levels in many parts of the world. New data reveals that 9 out of 10 people breathe air containing high levels of pollutants like black carbon which penetrate deep into the lungs and cardiovascular system.

WHO estimates that around 7 million people die every year from exposure to fine particles in polluted air that lead to diseases such as stroke, heart disease, lung cancer, chronic obstructive pulmonary diseases and respiratory infections, including pneumonia.

[9 out of 10 people worldwide breathe polluted air but more countries are taking action](#)

[Neuf personnes sur 10 respirent un air pollué dans le monde](#)

[WHO Ambient Air Pollution City Database](#) (Update 2018) xlsx, 1.47Mb

[Social media kit](#) pdf, 649kb

[Infographics](#) (English, Chinese, French, Russian)

[FAQs](#) pdf, 59kb

[Read more about the updated database](#)



WHO/Yoshi Shimizu



¿Cuál es la causa de 1 de cada 9 muertes?

0:02 / 1:32

OMS - Respira la Vida
7.075 visualizações

62 2 COMPARTILHAR

<https://www.youtube.com/watch?v=Yq7sUVeZ3vk>



OMS: Breathelife – El camino a casa

World Health Organization
3,9 mil visualizações

1:31

<https://www.youtube.com/watch?v=XYLCH-Oi8FE>



Poluentes atmosféricos e saúde

Poluentes prioritários

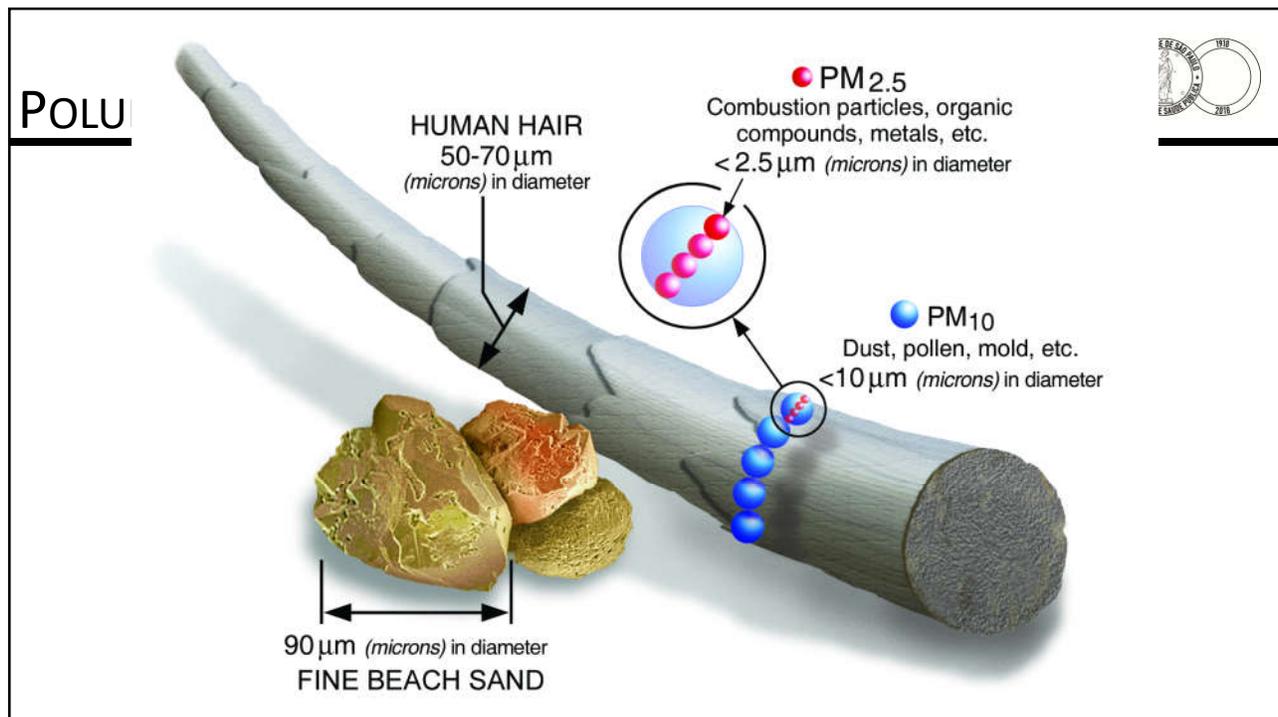
- Poluentes com a mais forte evidência de preocupação de saúde pública incluem material particulado (MP), ozônio (O₃), dióxido de nitrogênio (NO₂), dióxido de enxofre (SO₂) e monóxido de carbono (CO).



Poluentes atmosféricos e saúde

Os riscos para a saúde associados ao material particulado de menos de 10 e 2,5 micrometros de diâmetro (MP₁₀ e MP_{2,5}) são especialmente bem documentados.

- O MP é capaz de penetrar profundamente nas passagens pulmonares e entrar na corrente sanguínea, causando impactos cardiovasculares, cerebrovasculares e respiratórios.
- Em 2013, foi classificado como uma causa de câncer de pulmão pela Agência Internacional de Pesquisa sobre o Câncer (IARC) da OMS.
- É também o indicador mais utilizado para avaliar os efeitos na saúde da exposição à poluição do ar ambiente.



Os efeitos dos particulados na saúde

Tamanho da partícula (μm)	Efeito
9.2 to 30	Visible Pollution Lodges in nose/throat Main breathing passages
5.5 to 9.2	
3.3 to 5.5	
2.0 to 3.3	Small breathing passages Bronchi Air sacs
1.0 to 2.0	
0.1 to 1.0	

- Partículas relativamente grossas podem ser retidas na cavidade nasal e na faringe,
- enquanto as mais finas (abaixo de 2,5 μm) constituem as partículas inaláveis, que chegam até o pulmão e são retidas pelo órgão.

Source: Judith Chow, Desert Research Institute, USA; Chow, J.C. (1996).
Note: Particle size measured in micro meters (μm).

Tools for Improving Air Quality Management, Formal Report 339/11



Material Particulado

São partículas inaláveis compostas de sulfato, nitratos, amônia, cloreto de sódio, carbono negro (black carbono), pó mineral e água.

- Partículas com diâmetro inferior a 10 microns (MP10), incluindo partículas finas menores que 2,5 microns (MP2,5), representam o maior risco para a saúde, pois são capazes de penetrar nos pulmões das pessoas e entrar na corrente sanguínea.
- Fontes de MP incluem motores de combustão (diesel e gasolina), combustíveis sólidos (carvão, lignite, óleo combustível e biomassa) de combustão para produção de energia em residências e indústrias, bem como outras atividades industriais (construção, mineração, fabricação de cimento, cerâmica e tijolos e fundição).



Material Particulado

- Concentração limite recomendada e padrões de qualidade do ar

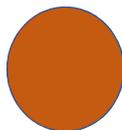
MP₁₀

OMS



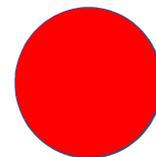
50 $\mu\text{g m}^{-3}$

**Padrão
Estadual (SP)**



120 $\mu\text{g m}^{-3}$

**Padrão
Nacional**



150 $\mu\text{g m}^{-3}$



Material Particulado

- Concentração limite recomendada e padrões de qualidade do ar

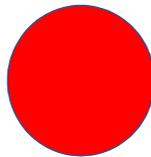
MP_{2,5}

OMS



25 $\mu\text{g m}^{-3}$

**Padrão
Estadual (SP)**



60 $\mu\text{g m}^{-3}$

**Padrão
Nacional**



Ozônio troposférico



O ozônio ao nível do solo é um dos principais componentes do smog fotoquímico e um dos principais riscos para a saúde associados a problemas respiratórios, asma, redução da função pulmonar e doenças respiratórias.

- É um poluente secundário, o que significa que não é emitido diretamente.
- Em vez disso, é produzido quando o monóxido de carbono (CO), o metano ou outros compostos orgânicos voláteis (COVs) são oxidados na presença de óxidos de nitrogênio (NOx) e luz solar.



Ozônio troposférico

Além do seu papel como precursores do ozônio, CO, COV e NOx são perigosos poluentes atmosféricos.

- As principais fontes de NOx e compostos orgânicos voláteis (COVs) incluem emissões de gases de escapamento de veículos automotores, instalações industriais e solventes químicos.
- Além de seus impactos à saúde, o ozônio troposférico é um poluente climático de curta duração e um dos mais importantes gases de efeito estufa.



Ozônio

- Concentração limite recomendada e padrões de qualidade do ar

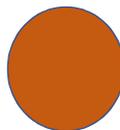
Ozônio

OMS



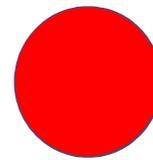
**100 μgm^{-3}
8 horas**

**Padrão
Estadual (SP)**



140 μgm^{-3}

**Padrão
Nacional**



**160 μgm^{-3}
1 hora**



Dióxido de nitrogênio

Principalmente emitido pela geração de energia, fontes industriais e de tráfego, é um importante constituinte do material particulado e do ozônio.

- Há evidências crescentes de que, pode aumentar os sintomas de bronquite e asma, além de levar a infecções respiratórias e reduzir a função pulmonar.
- Evidências também sugerem que o NO₂ pode ser responsável por uma grande carga de doenças, com exposição ligada à mortalidade prematura e à morbidade por doenças cardiovasculares e respiratórias.



Dióxido de nitrogênio

- Concentração limite recomendada e padrões de qualidade do ar

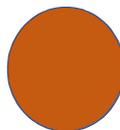
NO₂

OMS



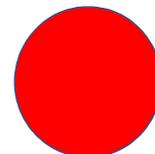
**200 µgm⁻³
1 hora**

**Padrão
Estadual (SP)**



**260 µgm⁻³
1 hora**

**Padrão
Nacional**



**320 µgm⁻³
1 hora**



Dióxido de enxofre

É produzido principalmente a partir da queima de combustíveis fósseis (carvão e petróleo) e da fundição de minérios que contêm enxofre.

- A exposição ao SO₂ afeta o sistema respiratório e a função dos pulmões e causa irritação nos olhos.
- A inflamação do trato respiratório pelo SO₂ pode agravar a asma e a bronquite crônica, além de aumentar o risco de infecção, levando ao aumento das internações hospitalares e a visitas às salas de emergência.
- O SO₂ também se combina com a água no ar para formar ácido sulfúrico - o principal componente da chuva ácida.



Dióxido de enxofre

- Concentração limite recomendada e padrões de qualidade do ar

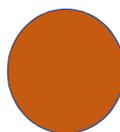
SO₂

OMS



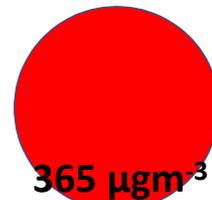
20 $\mu\text{g}\text{m}^{-3}$
24h

Padrão
Estadual (SP)



60 $\mu\text{g}\text{m}^{-3}$
24h

Padrão
Nacional



365 $\mu\text{g}\text{m}^{-3}$
24h



Monóxido de carbono

É um gás incolor e inodoro, que em níveis elevados pode ser prejudicial aos seres humanos, por prejudicar a quantidade de oxigênio transportado na corrente sanguínea para órgãos críticos.

- Embora altas concentrações de CO sejam uma preocupação maior em ambientes fechados, as emissões ao ar livre, particularmente nos países em desenvolvimento, podem ser altas.
- Novas evidências também revelam que a exposição prolongada a baixas concentrações também está associada a uma ampla gama de efeitos à saúde.
- As principais fontes de CO ambiente incluem exaustão de veículos motorizados e máquinas que queimam combustíveis fósseis.



Monóxido de carbono

- Concentração limite recomendada e padrões de qualidade do ar

CO

OMS



**9 ppm
8h**

**Padrão
Estadual (SP)**



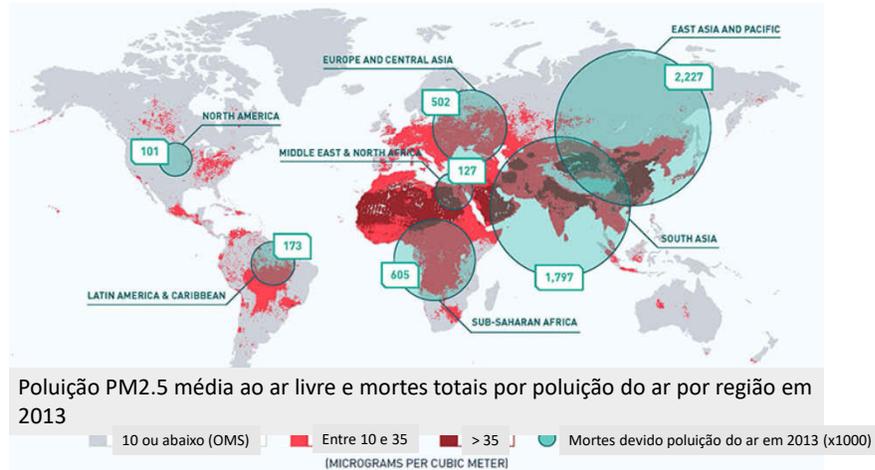
**9 ppm
8h**

**Padrão
Nacional**



**9 ppm
8h**

87% da população mundial vive em áreas que excedem as diretrizes de qualidade do ar da OMS em 2013

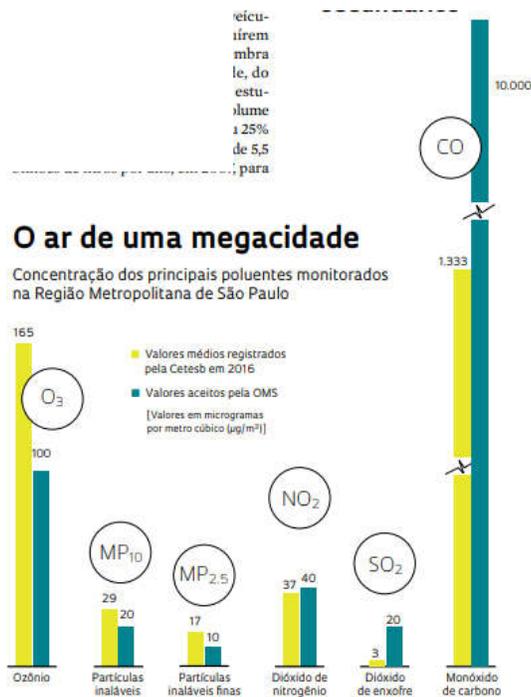


Source: The World Bank

Poluição Atmosférica na cidade de São Paulo

Poluentes que apresentam ultrapassagem do padrão com frequência:

- $MP_{2,5}$
- Ozônio



4º Fator de Risco Líder para a Morte Prematura

Um assassino líder em todo o globo

A perda de vidas devido à poluição do ar está causando sofrimento humano e redução do desenvolvimento econômico

1 em 10 mortes em todo o mundo é atribuível à exposição à poluição do ar!!!

porcentagem de óbitos atribuíveis globalmente em 2013, por fator de risco

A exposição à poluição do ar é agora o quarto principal fator de risco para mortes em todo o mundo, atrás dos riscos metabólicos, riscos dietéticos e fumo do tabaco.

* Os riscos metabólicos incluem excesso de gordura corporal ao redor da cintura, pressão sanguínea, açúcar elevado no sangue e colesterol anormal

**É pior do que você pensa!!!
Mais de 6 x mortes por ano causadas pela POLUIÇÃO DO AR do que a MALÁRIA, e mais de 4 vezes mais de POLUIÇÃO DO AR do que de HIV / AIDS**



Source: The World Bank

Considere sua respiração...



Em media um Homem adulto (em repouso):

- ~20 respiração/min com 0.5 L/respiração
- 28.800 respiração/dia = 14,400 L/dia
- Ao longo de um ano = 5.256.000 L
- 75 anos de vida = 394.200.000 L

O suficiente para encher uma piscina de tamanho olímpico (2.500.000 L) 158 vezes!

Considere sua respiração...



A quantidade de ar inalado depende:

- Idade do indivíduo
- Gênero
- Nível de atividade física

Taxa de respiração (m ³ h ⁻¹)*				
	Caminhando	Caminhando dentro da estação	Parado na plataforma	Em um carro
Mulher	1.362	1.362	0.6642	0.6642
Homem	1.818	1.818	0.8184	0.8184

Exposure to air pollutants during commuting in London: are there inequalities among different socio-economic groups?

Exposição diária aos poluentes atmosféricos Um exemplo da cidade de Londres

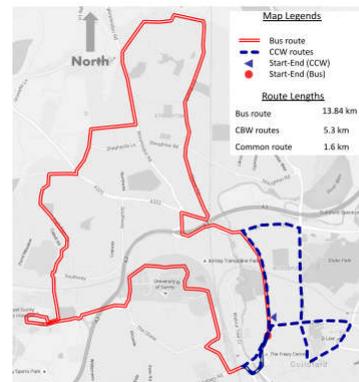
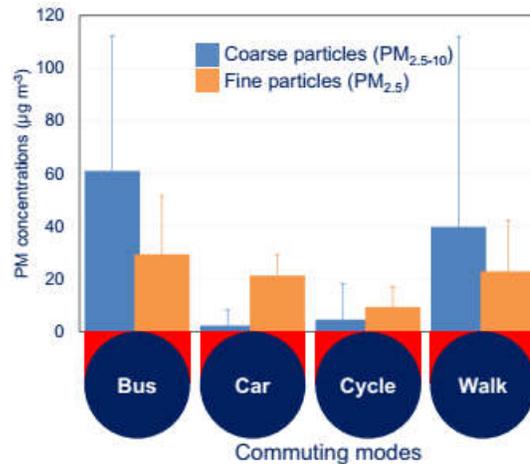


Fig. 6 Description of routes followed by the bus and CCW (car, cycle and walk) modes. The background map is drawn over the image taken from Map data ©2017 Google

Dynamics of coarse and fine particle exposure in transport microenvironments

Exposição diária aos poluentes atmosféricos Um exemplo da cidade de Londres

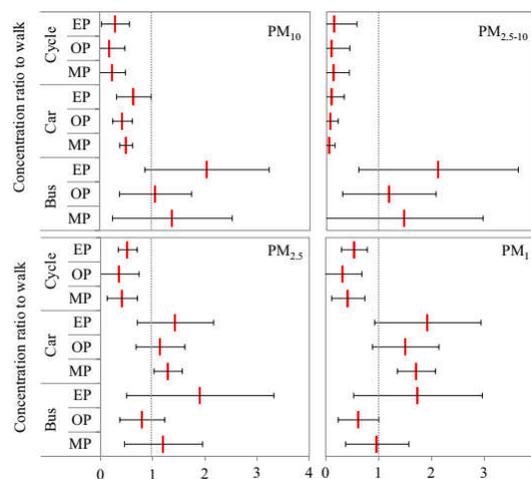
As concentrações de poluentes a que os ciclistas estão expostos são menores, mas...



Dynamics of coarse and fine particle exposure in transport microenvironments

Exposição diária aos poluentes atmosféricos Um exemplo da cidade de Londres

Comparação a exposição durante caminhada e outros modos de transporte

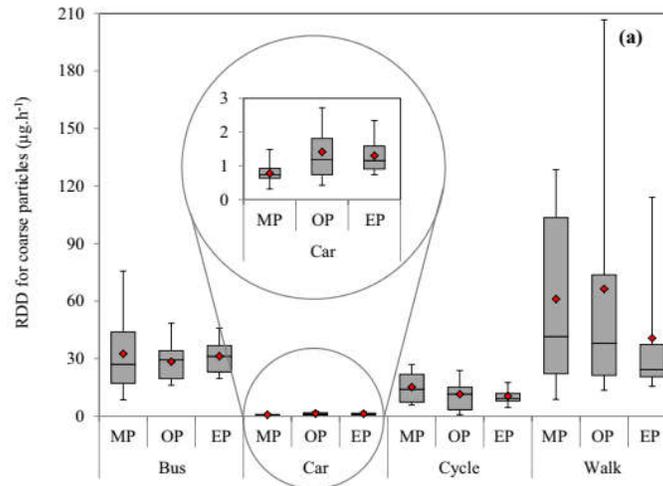


morning (MP), off-peak (OP) and evening hours (EP)

Dynamics of coarse and fine particle exposure in transport microenvironments

Exposição diária aos poluentes atmosféricos Um exemplo da cidade de Londres

Doses respiratórias de deposição pulmonar (RDD)



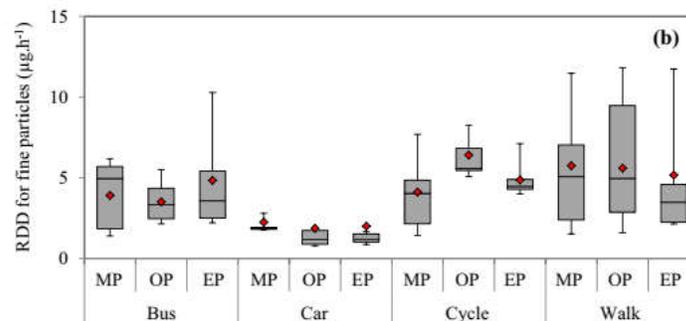
Fração grossa
MP_{2,5-10}

Doses de poluentes inalados maiores em atividades físicas moderadas/intensas

Dynamics of coarse and fine particle exposure in transport microenvironments

Exposição diária aos poluentes atmosféricos Um exemplo da cidade de Londres

Doses respiratórias de deposição pulmonar (RDD)



Fração fina
MP_{2,5}

Doses de poluentes inalados maiores em atividades físicas moderadas/intensas

Dynamics of coarse and fine particle exposure in transport microenvironments

Ciclistas da cidade e a poluição atmosférica



City Cyclists: Here's How Much Pollution You're Actually Inhaling (HBO)

https://www.youtube.com/watch?v=6W9OZZR_uFc

Ciclistas da cidade e a poluição atmosférica



Pedaling Through Pollution

12.283 visualizações

125 1 COMPARTILHAR ...

<https://www.youtube.com/watch?v=QKSUJIDY0A>

Classifi



<https://globosatplay.globo.com/globonews/v/6786383>

Atividade de campo



- Ficha de identificação de exposição ambiental para saída de campo

IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE ROTAS DE EXPOSIÇÃO



- Uma Rota de Exposição é um processo que permite o contato dos indivíduos com os contaminantes originados em uma fonte de contaminação por poluentes.

IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE ROTAS DE EXPOSIÇÃO



- A rota de exposição não é simplesmente um compartimento ambiental (solo, ar, água, etc) ou uma via de exposição (inalação, ingestão, contato, etc);
- Inclui todos os elementos que ligam uma fonte de contaminação com a população receptora.

IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE ROTAS DE EXPOSIÇÃO



A rota de exposição é composta pelos cinco elementos:

- Fonte de contaminação,
- Compartimento ambiental e mecanismos de transporte,
- Ponto de exposição,
- Via de exposição e
- População receptora.

Estes elementos podem ocorrer no presente, no passado e/ou no futuro

IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE ROTAS DE EXPOSIÇÃO



1. Fonte de contaminação:

- É a fonte de emissão do contaminante ao ambiente.
- Entretanto, no caso em que a fonte original seja desconhecida, pode ser representada pelo compartimento ambiental responsável pela contaminação de um ponto de exposição.

IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE ROTAS DE EXPOSIÇÃO



2. Compartimento ambiental e mecanismos de transporte:

- Os compartimentos ambientais são vários, incluindo: materiais ou substâncias de resíduos, água subterrânea ou profunda (aqüíferos), água superficial, ar, solo superficial, subsolo, sedimento e biota.
- Os mecanismos de transporte indicam as formas de migração dos contaminantes através dos compartimentos ambientais, desde a fonte até os pontos onde a exposição humana pode ocorrer.

IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE ROTAS DE EXPOSIÇÃO



3. Ponto de exposição:

- É o lugar onde ocorre ou pode ocorrer o contato humano com o compartimento ambiental contaminado,
- Exemplo: residência, local de trabalho, parque desportivo, jardim, curso de água (rio, etc), corpo de água (lago, etc), um manancial, um poço ou uma fonte de alimentos.

IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE ROTAS DE EXPOSIÇÃO



4. Via de exposição:

- São os caminhos pelos quais os contaminantes podem estabelecer contato com o organismo, tais como:
- Ingestão, inalação e absorção ou o contato dérmico

IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE ROTAS DE EXPOSIÇÃO



5. População receptora:

- São as pessoas que estão expostas ou potencialmente podem chegar a estarem expostas aos contaminantes de interesse em um ponto de exposição.

ROTA DE EXPOSIÇÃO COMPLETA vs POTENCIAL



Uma rota de exposição completa é aquela em que seus cinco elementos ligam a fonte de contaminação com a população receptora.

- Sem importar que a rota seja passada, presente e/ou futura, em todos os casos em que a rota seja completa, a população será considerada exposta.

ROTA DE EXPOSIÇÃO COMPLETA vs POTENCIAL



Existe uma rota de exposição potencial quando não é possível se caracterizar um ou mais componentes de uma rota de exposição.

- Por exemplo, uma forte contaminação de uma área numa região deserta, sem qualquer população a grandes distâncias, será considerada como potencial, pois não apresentaria os componentes: população exposta e ponto de exposição.

Atividade em grupos



- Leitura do texto

ESTUDOS DE AVALIAÇÃO DE RISCO POR
RESÍDUOS PERIGOSOS NO BAIRRO
MANSÕES SANTO ANTÔNIO

MUNICÍPIO DE CAMPINAS – SÃO PAULO

VI. ROTAS DE EXPOSIÇÃO

2005

Sugestões para assistir



- Episódio 4 da 1ª Temporada

Smog em Londres

Sugestões para assistir



Poluição atmosférica na China e seus impactos na saúde



Chai Jing's review: Under the Dome – Investigating China's Smog 柴静雾霾调查：穹顶之下 (full translation)

Lingheini He • 1,2 mi visualizações • 3 anos atrás

For more videos please subscribe Lingheini's Environment Report ...

Legendas

Sugestões para assistir



Caso Shell/Basf - O Lucro Acima da Vida - parte 01_mpeg2video_002.mpg

Sindicato Químicos Unificados • 10 mil visualizações • 8 anos atrás

(Parte 1 de 5) - Documentário Caso Shell/Basf: O Lucro Acima da Vida, sobre o crime ambiental cometido pelas duas ...



Caso Shell/Basf - O Lucro Acima da Vida - parte 03_mpeg2video.mpg

Sindicato Químicos Unificados • 4,4 mil visualizações • 8 anos atrás

(Parte 3 de 5) - Documentário Caso Shell/Basf: O Lucro Acima da Vida, sobre o crime ambiental cometido pelas duas ...



Caso Shell/Basf - O Lucro Acima da Vida - parte 02_mpeg2video_002.mpg

Sindicato Químicos Unificados • 5,8 mil visualizações • 8 anos atrás

(Parte 2 de 5) - Documentário Caso Shell/Basf: O Lucro Acima da Vida, sobre o crime ambiental cometido pelas duas ...



Caso Shell/Basf - O Lucro Acima da Vida - parte 05_mpeg2video.mpg

Sindicato Químicos Unificados • 4,8 mil visualizações • 8 anos atrás

(Parte 5 de 5) - Documentário Caso Shell/Basf: O Lucro Acima da Vida, sobre o crime ambiental cometido pelas duas ...

Sugestões para assistir



Poluição atmosférica na cidade de São Paulo e Rio de Janeiro



Programa Campus - Poluição do ar

Programa Campus
5 anos atrás • 5.724 visualizações
No Brasil, cerca de 75% das cidades com mais de 500 mil habitantes sofrem com a poluição do ar, segundo dados do IBGE.



Poluição Atmosférica Veicular - PARTE1

ação e meio ambiente
6 anos atrás • 11.279 visualizações
Invisível e nem sempre objeto de grande destaque na mídia, a poluição atmosférica veicular é responsável por vários danos à ...

Sugestões para assistir



- Composição dos particulados inorgânicos Amianto (os asbestos)
- Exposição ocupacional



Não Respire - Contém Amianto (FILME COMPLETO)

Repórter Brasil • 1,1 mil visualizações • months ago

Banido em quase 70 países por causa de seu devastador poder cancerígeno, o amianto só foi proibido no Brasil no final de 2017 ...

Referencias bibliográficas

- **Oga et al – Fundamentos de toxicologia**
- Baird – Química Ambiental
- Manahan – Química Ambiental
- Vesilind e Morgan – Introdução à Eng. Ambiental
- Braga et al – Introdução à Eng. Ambiental
- Ynoue et al – Meteorologia – Noções básicas
- CETESB - Relatórios de qualidade do ar
- MMA – Resolução Conama