



UNIVERSIDADE DE ÉVORA



# ***Escola de Engenharia de Lorena - EEL Universidade de São Paulo - USP***

# ***Qualidade do Ar***

***José Felipe da Silva Farias***

***Luiz Tadeu da Silva***

***Débora Luisa Silva Teixeira***

***Leon Balloni Gomes***

***Luan Moreira Grilo***

***Irving Rodrigues de Souza***

***Marcelo Barbio Rosa***

***Thaís dos Santos Moraes***

***Elsa Paula Figueira Ferreira Morgado de Sampaio***

***07/05/2019***



***Escola de Engenharia de Lorena - EEL  
Universidade de São Paulo - USP***

# ***Qualidade do Ar***

**07/05/2019**

***Doutorando MSc. José Felipe da Silva Farias***

# ***O que é Qualidade do ar?***

**De uma forma geral, a qualidade do ar é produto da interação de um complexo conjunto de fatores dentre os quais destacam-se a magnitude das emissões, a topografia e as condições meteorológicas da região, favoráveis ou não à dispersão dos poluentes.**

# ***De onde vem o oxigênio que respiramos?***

**As espécies de algas marinhas e de água doce produzem 55% do oxigênio do planeta.**

**É claro que as florestas dão uma grande ajuda, mas boa parte do gás é consumida por lá mesmo, na respiração e na decomposição de animais e plantas.**

**Porém, as algas fabricam muito mais oxigênio do que precisam. “O excesso de gás liberado na água passa para a atmosfera e fica disponível para os outros seres vivos”, afirma a bióloga Mutue Toyota Fujii, do Instituto de Botânica de SP.**

# ***De onde vem o oxigênio que respiramos?***

**As algas ainda levam a vantagem de ocupar uma área bem maior que as árvores. “Afinal, 70% do planeta é coberto de água e todos os oceanos são habitados por algas microscópicas produtoras de oxigênio”, diz Estela Maria Plastino, Bióloga da Universidade de São Paulo (USP).**

**A verdade é que o ser humano tem uma dívida grande com esses vegetais aquáticos. “As espécies mais simples, as algas azuis, lançaram oxigênio na atmosfera primitiva da Terra há 3,5 bilhões de anos. Se isso não tivesse acontecido, plantas e animais nunca teriam surgido”, afirma Estela.**

# *Então, de onde vem o oxigênio que respiramos?*

**Algas**  
Mares e Rios

**55%**

**Árvores**  
(bosques, florestas, campos,  
pastos, etc.)

**45%**

# *De onde vem o oxigênio que respiramos?*



**Algas Marinhas**

Fonte: <https://phys.org/news/2012-05-australian-authorities-drifting-ship.html>

# *De onde vem o oxigênio que respiramos?*



**Algas Fluviais**

Fonte: <http://www.vidadeturista.com/atracoes/rio-sucuri-bonito-ms.html>

# ***De onde vem o oxigênio que respiramos?***

**Se 55% do oxigênio na terra  
é produzido pelas algas e 45% pelas plantas.**

**Além das nossas Florestas...**

**É imprescindível também cuidarmos dos nossos  
Rios e Mares para que tenhamos um AR DE QUALIDADE!**

# ***Poluente atmosférico***

***É toda e qualquer forma de matéria ou energia com intensidade e em quantidade, concentração, tempo ou características em desacordo com os níveis estabelecidos em legislação, e que tornem ou possam tornar o ar impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde, inconveniente ao bem-estar público, danoso aos materiais, à fauna e à flora ou prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade.***

# ***Relação entre poluição atmosférica e efeitos à saúde***

***Foi estabelecida a partir de episódios agudos de contaminação do ar e estudos sobre a ocorrência do excesso de milhares de mortes registradas em Londres, em 1948 e 1952.***

# **Relação entre poluição atmosférica e efeitos à saúde**

***No caso da Região Metropolitana de São Paulo – RMSP, o crescimento desordenado verificado na Capital e nos municípios vizinhos, especialmente da região do ABC, a partir da 2ª Guerra Mundial, levou à instalação de indústrias de grande porte, sem a preocupação com o controle das emissão de poluentes atmosféricos.***

# **Histórico**

*Há registros em jornais da década de 60 e especialmente de 70, de episódios agudos de poluição do ar que levaram a população ao pânico devido aos fortes odores, decorrentes do excesso de poluentes lançados pelas indústrias na atmosfera, causando mal-estar e lotando os serviços médicos de emergência.*

# ***Histórico***

***Esse crescimento rápido e desordenado levou, no início dos anos 60, à criação da Comissão Intermunicipal de Controle da Poluição das Águas e do Ar – CICPAA, envolvendo os municípios de Santo André, São Bernardo do Campo, São Caetano do Sul e Mauá.***

***As medições de poluentes na atmosfera restringiam-se às taxas mensais de sulfatação, poeira sedimentável e corrosividade.***

# ***Histórico***

***As atividades da CICPAA, no início da década de 70, foram incorporadas pela Superintendência de Saneamento Ambiental – SUSAM, vinculada à Secretaria de Saúde do Estado de São Paulo e, em 1975, transferidas à Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB.***

# ***Histórico***

***Em 1981, foi dado um salto qualitativo, com o início do monitoramento automático e a instalação de novas estações, para a avaliação de SO<sub>2</sub>, material particulado inalável (MP10), ozônio (O<sub>3</sub>), óxidos de nitrogênio – (NO, NO<sub>2</sub> e NO<sub>x</sub>), monóxido de carbono – (CO) e hidrocarbonetos não-metânicos – (NMHC), além dos parâmetros meteorológicos como direção e velocidade do vento, temperatura e umidade relativa do ar.***

# **Histórico**

***Em 2000, o monitoramento automático foi ampliado para algumas cidades do interior do Estado e a partir de 2008 vem sofrendo expansão significativa.***

***O monitoramento da qualidade do ar, com a avaliação das concentrações de poluentes no Estado de São Paulo, foi iniciado na Região Metropolitana de São Paulo, em 1972, com a instalação de 14 estações para medição diária dos níveis de dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>) e fumaça preta.***

***A informação era divulgada à população por meio de boletins diários encaminhados à imprensa.***

# ***Comprometendo a Qualidade do ar***

**Os processos industriais e de geração de energia, os veículos automotores e as queimadas são, dentre as atividades antrópicas, as maiores causas da introdução de substâncias poluentes à atmosfera, tóxicas à saúde humana e responsáveis por danos à natureza, fauna e flora.**

# *Comprometendo a Qualidade do ar*



Fonte: <http://e3ambiental.com.br/servicos/monitoramento-da-qualidade-do-ar>

# ***Comprometendo a Qualidade do ar***



Fonte: <http://www.mobilize.org.br/noticias/3669/sao-paulo-descumpre-meta-de-reduzir-emissoes-em-30.html>

# *Comprometendo a Qualidade do ar*



# *Comprometendo a Qualidade do ar*



# ***Comprometendo a Qualidade do ar***



Fonte: <http://amazoniareal.com.br/fumaca-das-queimadas-provoca-decretacao-da-situacao-de-emergencia-em-12-cidades-do-amazonas/>

# ***Poluição Atmosférica***

**A poluição atmosférica pode ser definida como qualquer forma de matéria ou energia com intensidade, concentração, tempo ou características que possam tornar o ar impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde, inconveniente ao bem-estar público, danoso aos materiais, à fauna e à flora ou prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade e à qualidade de vida da comunidade**

# ***Quem gerencia a Qualidade do Ar?***

**A gestão deste tema no Ministério do Meio Ambiente (MMA) é atribuição da Gerência de Qualidade do Ar (GQA), vinculada ao Departamento de Qualidade Ambiental na Indústria.**

**Esta gerência foi criada com o objetivo de formular políticas e executar as ações necessárias, no âmbito do Governo Federal, à preservação e a melhoria da qualidade do ar.**

# O Programa Qualidade do Ar no INPE



Tempo | Clima | Previsões Numéricas | Satélite | Ondas | Energia | Obs. & Instrumentação | Qualidade do Ar | Mudanças Climáticas

## Qualidade do Ar

POR REGIÕES

Sudeste

QUALIDADE DO AR

EMISSÕES DE QUEIMADAS

EMISSÕES URBANO / INDUSTRIAIS



BRAMS 20km - CPTec/INPE  
Monóxido de Carbono (ppb) 1000m - Total  
5/MAR/2017 00Z (Inicialização: 5/MAR/2017 00Z)



Taxa de Emissões

10 20 30 40 50 60 70 80 90 100%

Poluentes

Monóxido de Carbono (CO)

10 20 30 40 50 60 70 80 90 100%

Nível de Pressão

1000hPa

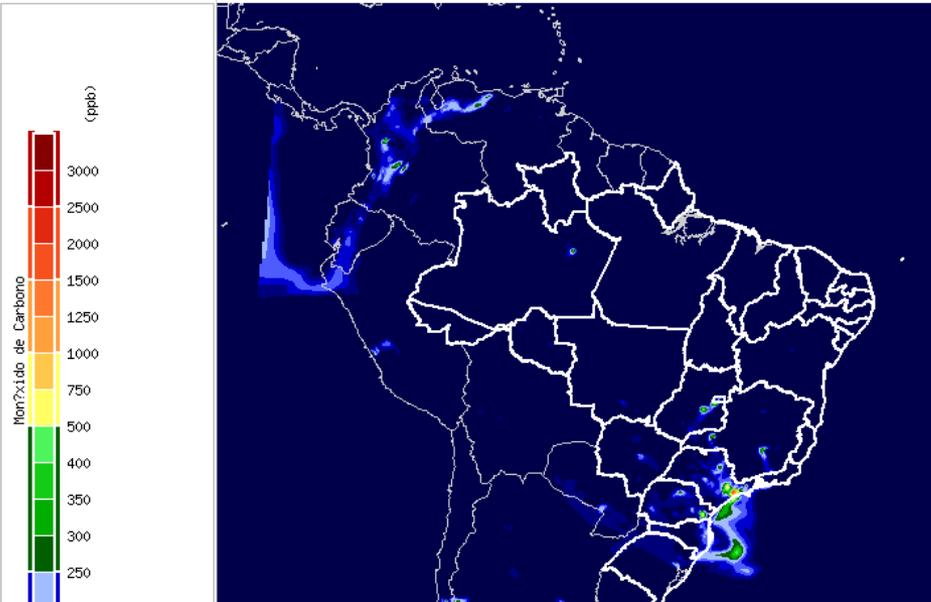
Campo de vento

Data inicial:

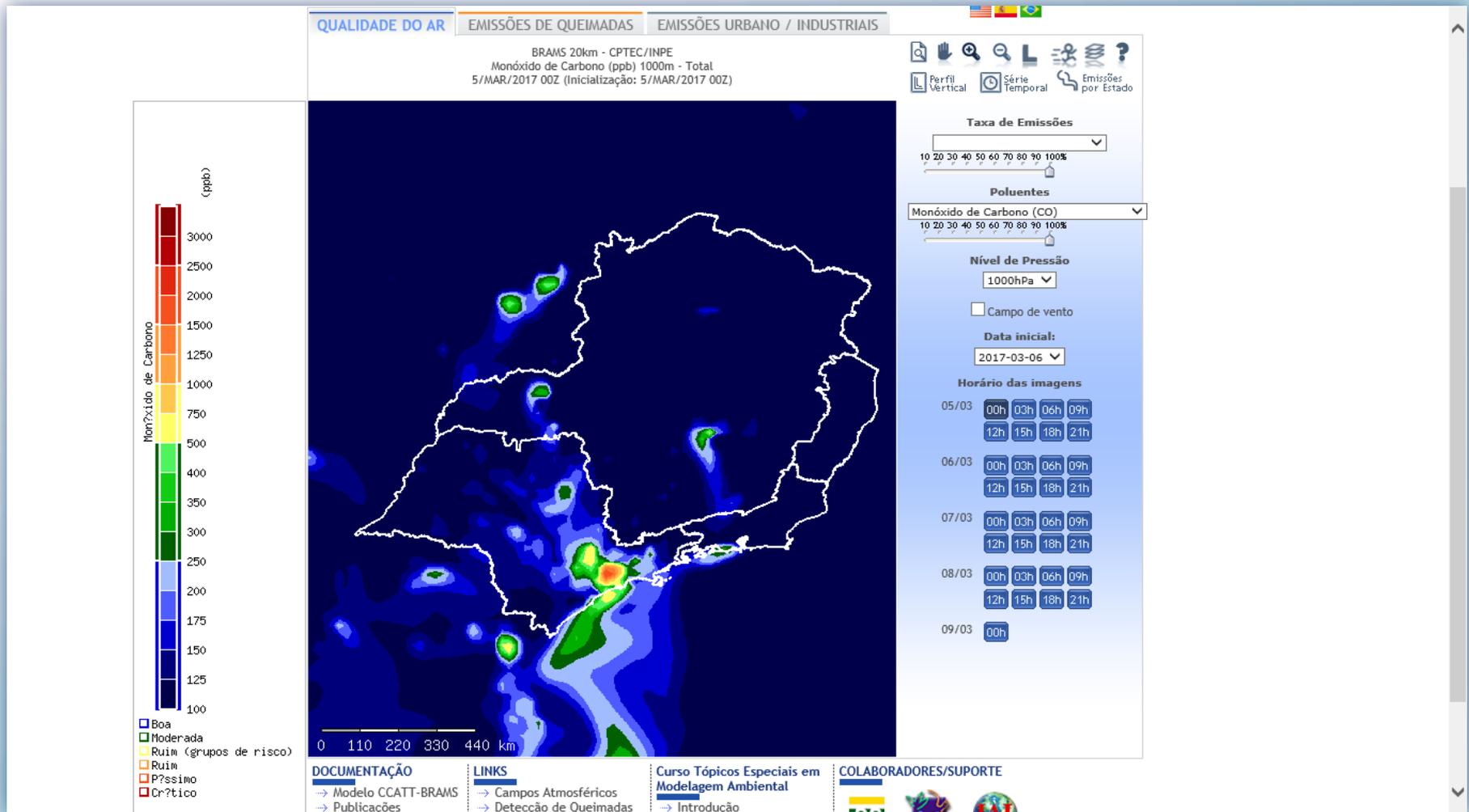
2017-03-06

Horário das imagens

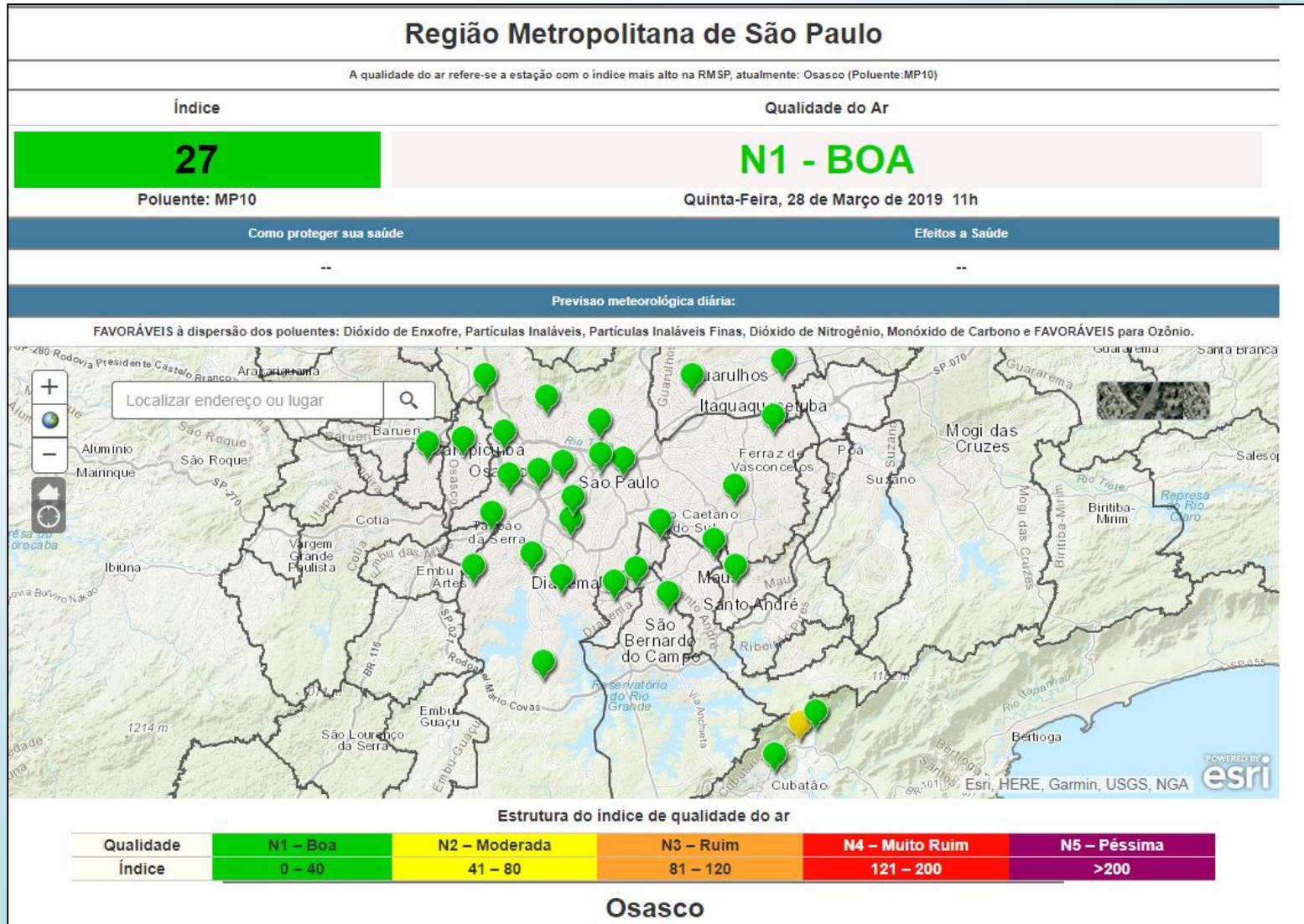
05/03	00h	03h	06h	09h
	12h	15h	18h	21h
06/03	00h	03h	06h	09h
	12h	15h	18h	21h
07/03	00h	03h	06h	09h
	12h	15h	18h	21h
08/03	00h	03h	06h	09h



# O Programa Qualidade do Ar no INPE



# Monitoramento da Qualidade do ar na RMSP



# ***Poluição Atmosférica***

**A poluição atmosférica pode ser definida como qualquer forma de matéria ou energia com intensidade, concentração, tempo ou características que possam tornar o ar impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde, inconveniente ao bem-estar público, danoso aos materiais, à fauna e à flora ou prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade e à qualidade de vida da comunidade**

# *Impactos da Poluição do Ar*



Fonte: <http://noticias.r7.com>

# ***Impactos da Poluição do Ar***



Fonte: [http://www.bbc.com/portuguese/noticias/2016/02/160213\\_poluicao\\_mortes\\_fn](http://www.bbc.com/portuguese/noticias/2016/02/160213_poluicao_mortes_fn)

# ***Impactos da Poluição do Ar***

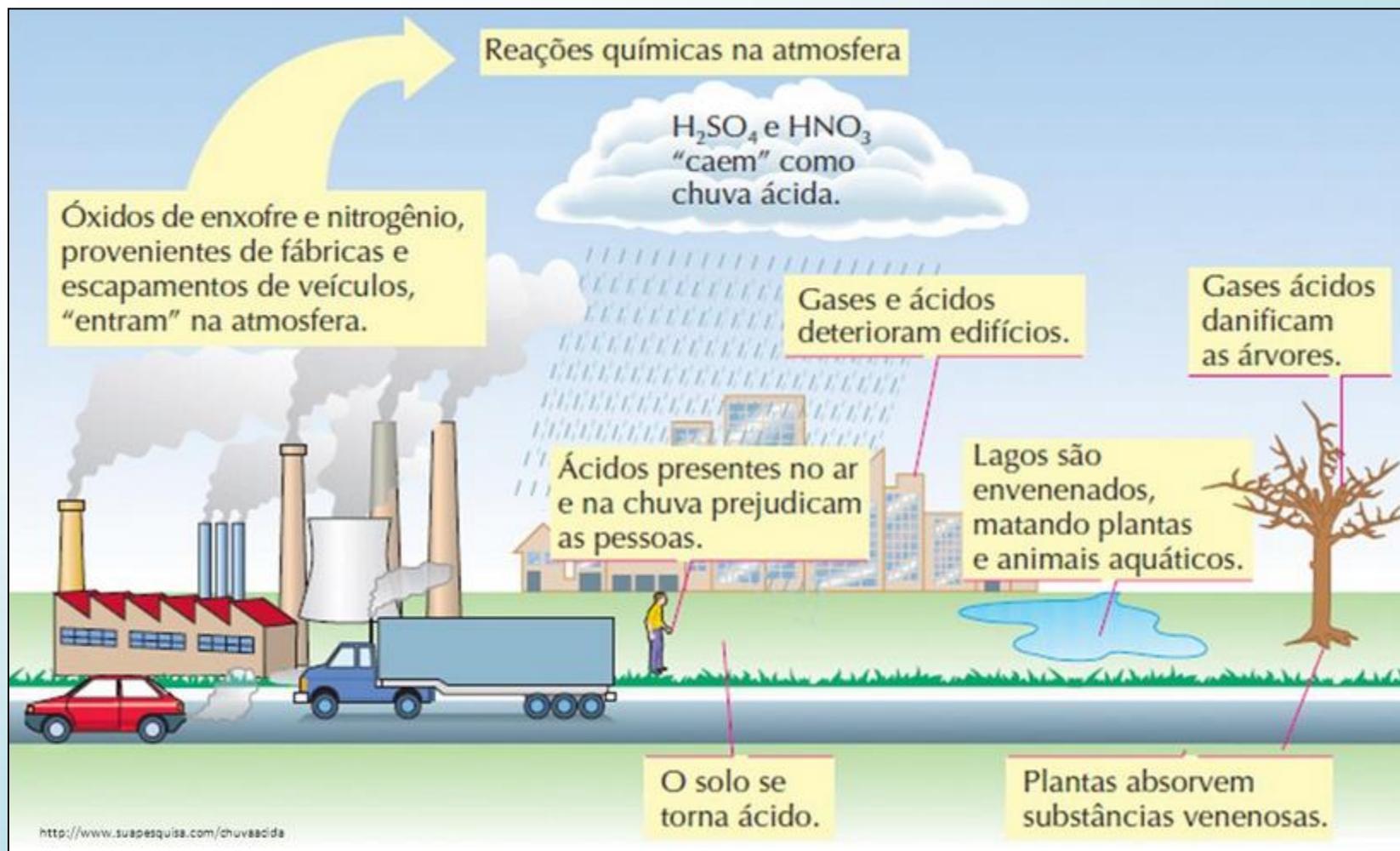
**Cada vez que inspiramos, partículas microscópicas suspensas no ar invadem nosso corpo, chegando até os nossos alvéolos pulmonares.**

**As consequências são graves à saúde, pois as partículas finas de poluição, que são mais dificilmente "filtradas" pelo nosso organismo, são responsáveis por provocar aproximadamente 4,1 milhões de mortes anualmente em todo o mundo, de acordo com a Plataforma da Qualidade do Ar, iniciativa da ONG Instituto de Energia e Meio Ambiente (IEMA).**

**De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS), 90% da população mundial respira ar poluído.**

**No Brasil, a média é de 50 mil óbitos por doenças desencadeadas pela poluição do ar todos os anos.**

# Alteração do Regime da Precipitação



$H_2SO_4$  = Ácido Sulfúrico

$HNO_3$  = Ácido Nítrico

# Relação da poluição do ar com o crescimento da vegetação

## Poluição do ar afeta o crescimento de árvores em São Paulo

12 de abril de 2019



**Elton Alisson | Agência FAPESP** – Além de causar graves efeitos à saúde humana, a poluição do ar também afeta um dos elementos que ajudam a atenuar esse problema ambiental nas cidades: as árvores.

Usando como modelo a tipuana (*Tipuana tipu*) – uma das espécies de árvores mais comuns em São Paulo –, pesquisadores da Universidade de São Paulo (USP) mostraram que os poluentes atmosféricos restringem o desenvolvimento dessas plantas, interferindo também nos serviços ambientais por elas prestados.



Pesquisadores da USP constataram que níveis elevados de metais pesados e de partículas em suspensão na atmosfera restringem o desenvolvimento da tipuana, uma das espécies mais comuns na cidade (foto: Joanbanjo / Wikimedia Commons)

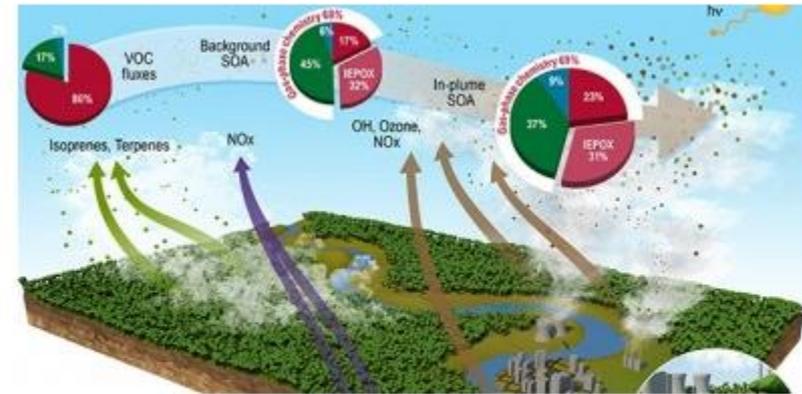
# Poluição aumenta a formação de aerossóis

## Poluição de Manaus aumenta em até 400% a formação de aerossóis pela floresta amazônica

17 de abril de 2019



**Maria Fernanda Ziegler | Agência FAPESP** – Estudo internacional com a participação de pesquisadores brasileiros descobriu que a poluição urbana vinda de Manaus (AM) aumenta – muito mais do que o esperado – a formação dos aerossóis produzidos pela própria floresta amazônica.



Fenômeno impacta a produção de nuvens e de chuva, com consequências para o clima local e global, alertaram pesquisadores em estudo publicado na *Nature Communications* (imagem: *Nature Communications*)

# **Poluição aumenta a formação de aerossóis**

**Aerossóis são partículas (sólidas, líquidas ou gasosas) suspensas no ar.**

**Podem ser produzidos: Naturalmente pela floresta, como partículas primárias; ou**

**Secundariamente na atmosfera por atividades humanas, como a queima de combustíveis fósseis.**

**O aumento de até 400% dos aerossóis orgânicos secundários em virtude da pluma de poluição de Manaus tem um impacto muito significativo no ecossistema.**

**Essas partículas são importantes para a transmissão de radiação solar na atmosfera, para a formação e o desenvolvimento de nuvens.**

# Poluição aumenta a formação de aerossóis

***A Amazônia é uma região extremamente limpa de poluição. Um minúsculo aumento de compostos nitrogenados, por exemplo, provoca um aumento brutal de aerossóis na floresta. A perturbação causada pela emissão antropogênica é muito violenta e tem impactos em todo o clima da região, no sistema hidrológico, assim como no clima global” (SHRIVASTAVA et al., 2019).***

# Poluição aumenta a formação de aerossóis

*Essa alteração tem forte impacto sobretudo na formação das nuvens na Amazônia. “Observamos como, por causa da quantidade de aerossóis ultrafinos nas nuvens, muda a velocidade do ar ascendente. Isso deixa as nuvens mais vigorosas e com mais água precipitável” (SHRIVASTAVA et al., 2019).*

## ***Cidades brasileiras com os piores índices de Qualidade do Ar***

<b>Cidades</b>	<b>Média de microgramas por metro cúbico</b>
<b>São Paulo</b>	<b>28,1</b>
<b>Rio de Janeiro</b>	<b>19,0</b>
<b>Belo Horizonte</b>	<b>16,5</b>
<b>Curitiba</b>	<b>16,5</b>
<b>Porto Alegre</b>	<b>16,3</b>
<b>Recife</b>	<b>11,1</b>

\* O ideal é 10 microgramas por metro cúbico.

# ***Ações para melhorar a Qualidade do Ar***

✓ **Preservação e recuperação dos Rios e Mares**

✓ **Preservação e recuperação das Florestas**

✓ **Reflorestamento e recuperação de Nascentes**

✓ **Não praticar Queimadas**

✓ **Redução de emissões de poluentes pelas indústrias**

✓ **Redução de emissão de poluentes por veículos automotores**

✓ **Não queimar lixo de nenhuma espécie**

✓ **E muitas outras...**

# Referências

SHRIVASTAVA, Manish [1] ; ANDREAE, Meinrat O. [2, 3, 4] ; ARTAXO, Paulo [5] ; BARBOSA, Henrique M. J. [5] ; BERG, Larry K. [1] ; BRITO, Joel [6] ; CHING, Joseph [7] ; EASTER, Richard C. [1] ; FAN, Jiwen [1] ; FAST, Jerome D. [1] ; FENG, Zhe [1] ; FUENTES, Jose D. [8] ; GLASIUS, Marianne [9] ; GOLDSTEIN, Allen H. [10] ; ALVES, Eliane Gomes [11] ; GOMES, Helber [12] ; GU, Dasa [13] ; GUENTHER, Alex [13, 1] ; JATHAR, Shantanu H. [14] ; KIM, Saewung [13] ; LIU, Ying [1] ; LOU, Sijia [1] ; MARTIN, Scot T. [15, 16] ; MCNEILL, V. Faye [17] ; MEDEIROS, Adan [18] ; de SA, Suzane S. [15, 16] ; SHILLING, John E. [1] ; SPRINGSTON, Stephen R. [19] ; SOUZA, R. A. F. [20] ; THORNTON, Joel A. [21] ; ISAACMAN-VANWERTZ, Gabriel [22] ; YEE, Lindsay D. [10] ; YNOUE, Rita [23] ; ZAVERI, Rahul A. [1] ; ZELENYUK, Alla [1] ; ZHAO, Chun [24]. Urban pollution greatly enhances formation of natural aerosols over the Amazon rainforest. **Nature Communications**, v. 10, p. 1046, DOI <https://doi.org/10.1038/s41467-019-08909-4>, 2019.



**Nossos agradecimentos**  
**às Professoras Danúbia e Érica (EEL/USP)**  
**e aos alunos do curso de Engenharia Ambiental**

***Doutorando José Felipe da Silva Farias***

***Universidade de Évora***

***[jfsfarias2000@gmail.com](mailto:jfsfarias2000@gmail.com)***