



# POLUENTES ATMOSFÉRICOS

## Qualidade do ar e Mudança no Clima



Secretaria de  
**Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística**



**SÃO PAULO**  
GOVERNO DO ESTADO

agosto/2025

# Poluente atmosférico

## Definição

“qualquer forma de matéria em quantidade, concentração, tempo ou outras características, que torne ou possa tornar o ar impróprio ou nocivo à saúde, inconveniente ao bem-estar público, danoso aos materiais, à fauna e flora ou prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade ou às atividades normais da comunidade”.

(Resolução CONAMA nº 506/2024)

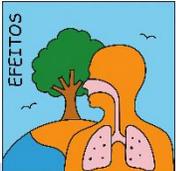
### FONTES MÓVEIS



### FONTES FIXAS



# Quais são os principais poluentes atmosféricos?

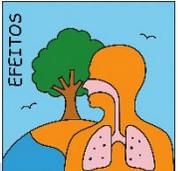
Poluente	Características 	Efeitos 
<b>Monóxido de carbono (CO)</b>	Gás resultante da queima incompleta de combustíveis, principalmente dos veículos motorizados.	Substitui o oxigênio na hemoglobina, dificultando seu transporte. Desconforto, náuseas, dor de cabeça, tontura, alterações nas funções motoras e problemas cardiovasculares.
<b>Material particulado</b>	Partículas de material sólido ou líquido que ficam suspensas no ar devido seu pequeno tamanho. <b>MP<sub>10</sub></b> : tamanho de até 10 µm. <b>MP<sub>2,5</sub></b> : tamanho de até 2,5 µm. Origem - veículos, das chaminés industriais, queimadas, poeira das ruas, aerossóis secundários formados na atmosfera por reação de gases.	Irritação e alteração da função respiratória e cardiovascular. Danos à vegetação e redução de visibilidade.  Partículas mais finas: penetram mais fundo no sistema respiratório, atingindo os alvéolos pulmonares e a corrente sanguínea.



Fonte: Relatório de Metodologia para Avaliação da Qualidade do Ar



# Quais são os principais poluentes atmosféricos?

Poluente	Características 	Efeitos 
<b>Dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>)</b>	Gás formado em todos os processos de combustão. Destaca-se a queima de combustível em veículos pesados, e também proveniente de processos industriais.	Problemas respiratórios principalmente em asmáticos. Forma ácido nítrico componente da chuva ácida, e nitratos secundários, do particulado. Fundamental nos processos fotoquímicos formando o ozônio.
<b>Ozônio (O<sub>3</sub>)</b>	Gás conhecido como o mau ozônio. Não é emitido diretamente para atmosfera. Produzido fotoquimicamente pela reação de óxidos de nitrogênio e compostos orgânicos na presença de luz solar.	Irritação nos olhos e garganta, doenças respiratórias crônicas, doenças cardiovasculares. Redução da visibilidade.
<b>Dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>)</b>	Gás resultante da queima de combustíveis que contêm enxofre (óleo diesel, óleos combustíveis industriais, carvão).	É agressivo ao trato respiratório, sendo um dos componentes da chuva ácida. Reduz a visibilidade ao se transformar em sulfato.



Fonte: Relatório de Metodologia para Avaliação da Qualidade do Ar



# Rede de monitoramento da qualidade do ar da CETESB

84 estações em 42 municípios

**Rede Automática** 64 estações

**Analísadores automáticos**



**Estações fixas**



**Estações Móveis**



**Central de Gerenciamento**



**Aplicativo CETESB  
Divulgação**



# Rede de monitoramento da qualidade do ar da CETESB

**Rede Manual** 21 estações

**Amostradores manuais e semiautomáticos de MP**



**Outros amostradores:**  
SO<sub>2</sub> (passivo)  
Fluoretos  
Fumaça  
Compostos orgânicos voláteis (COVs)



**Laboratório:**  
Diversas análises

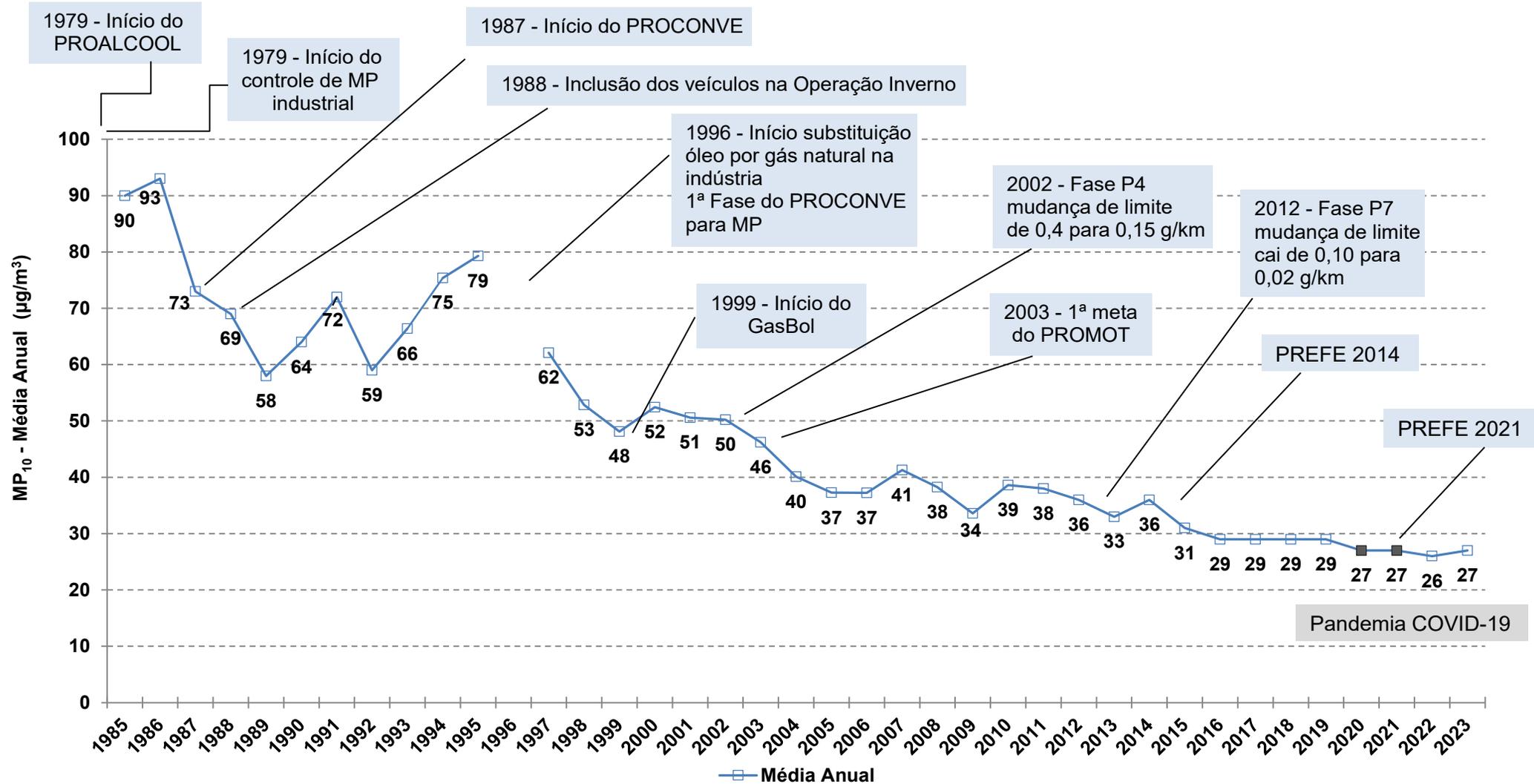


Secretaria de  
**Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística**



**SÃO PAULO**  
GOVERNO DO ESTADO

# Material particulado



Fonte: Relatório Qualidade do Ar - 2024



# Material particulado

Composição química variada

- carbono (orgânico e elementar);
- íons (sulfato, nitrato, amônio);
- minerais de poeira do solo;
- metais;
- outros.



Estudos especiais da CETESB

## Black carbon

- Forma de carbono elementar que absorve luz;
- Cor preta – relacionado ao teor de fuligem na atmosfera;
- Componente da fração fina do material particulado (MP<sub>2,5</sub>);
- Produzido pela combustão incompleta de combustíveis fósseis e biomassa;
- Impactos negativos à saúde: doenças respiratórias e cardiovasculares.

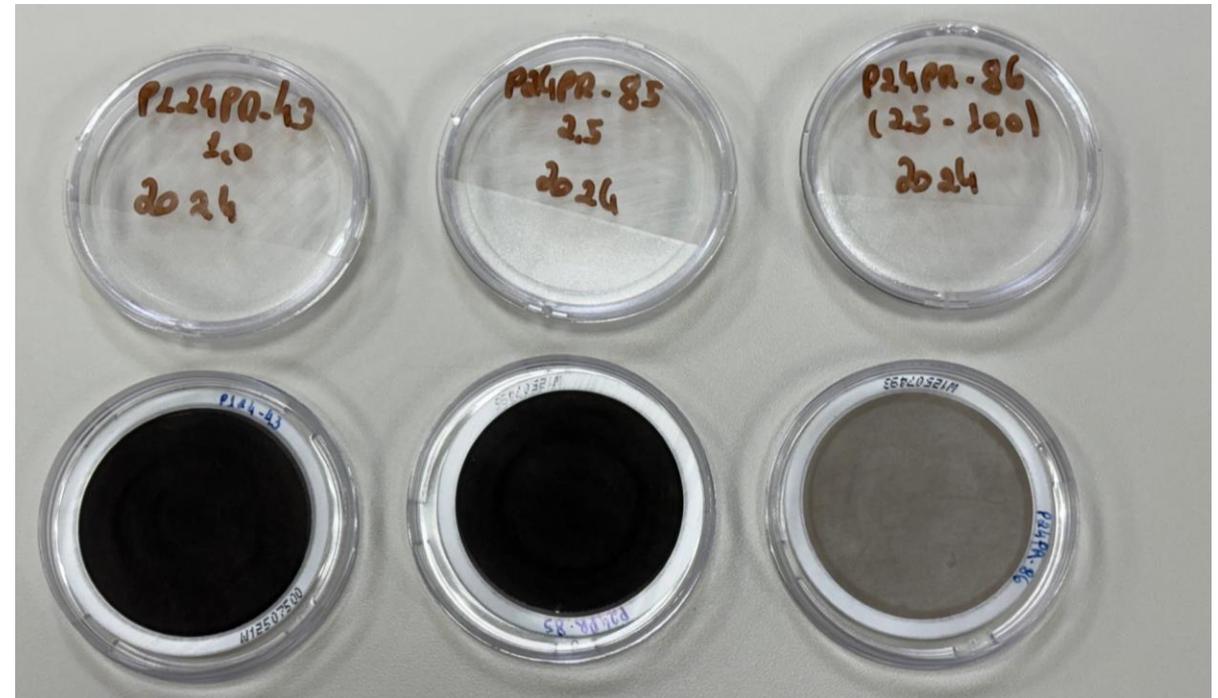


Foto: Setor de Amostragem e Análise do Ar - CETESB



**Black carbon:** Medido por método óptico baseado na sua propriedade de absorção da luz  
Na CETESB, medimos o carbono elementar, pelo método termo-óptico

---

Declarações de boas práticas

---



**BC/EC**

1. Realizar medições sistemáticas de carbono negro e/ou carbono elementar. Tais medições não devem substituir ou reduzir o monitoramento existente dos poluentes para os quais existem diretrizes atualmente.
2. Realizar a produção de inventários de emissões, avaliações de exposição e repartição de fontes para BC/EC.
3. Tomar medidas para reduzir as emissões de BC/EC dentro da jurisdição relevante e, quando apropriado, desenvolver padrões (ou metas) para as concentrações ambientais de BC/EC



Fonte: WHO air quality guidelines 2021

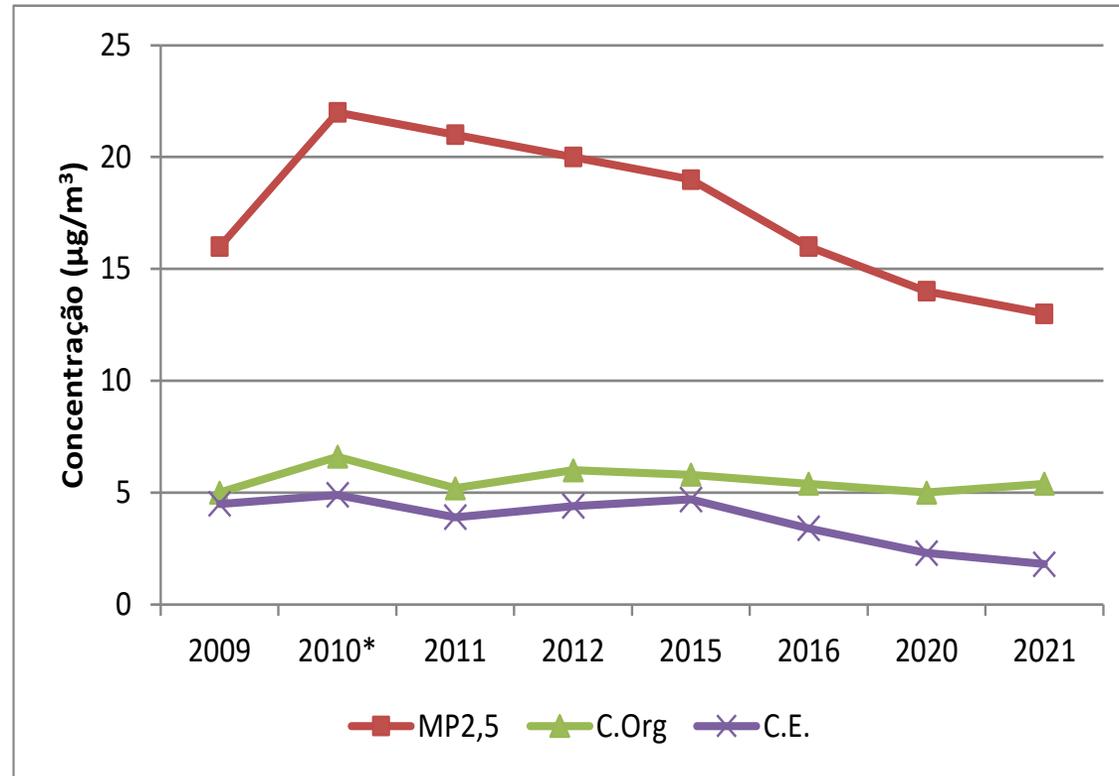


Secretaria de  
**Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística**



**Black carbon:** Medido por método óptico baseado na sua propriedade de absorção da luz  
Na CETESB, medimos o carbono elementar, pelo método termo-óptico

### Estação Cerqueira César na cidade de São Paulo



- Estação de via

- Efeito da renovação da frota veicular (novos requisitos do PROCONVE)



Fonte: Evolução das concentrações de Carbono Orgânico e Elementar no MP<sub>2,5</sub> na Atmosfera de São Paulo (Cerqueira César)

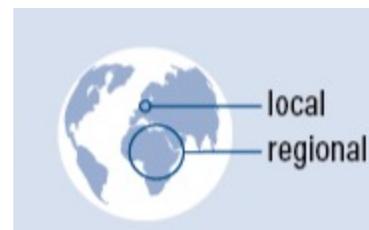


- Black carbon**
- Pode ser transportado em escalas regionais ou continentais (ex.: chuva preta em 2019)
  - Tempo de vida de dias a semanas
  - Capacidade de absorver calor na atmosfera, e quando depositado na neve, reduz o albedo
- exemplo de um poluente climático de vida curta (PCVC)

## PCVC

Gases e partículas com potencial de aquecer a atmosfera em escalas de tempo mais curtas: de dias a anos

se comparados com o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>):  
principal gás de efeito estufa  
efeito climático pode durar décadas, séculos ou mais



Assim, programas para a melhorar a qualidade do ar têm seus impactos nas mudanças do clima

Outro exemplo de PCVC, que é medido pela CETESB, é o **Ozônio**

# Recapitulando...

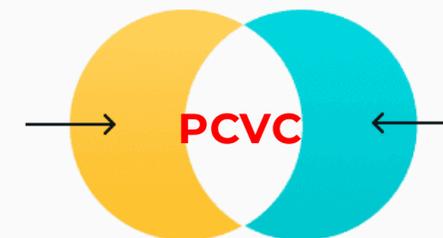
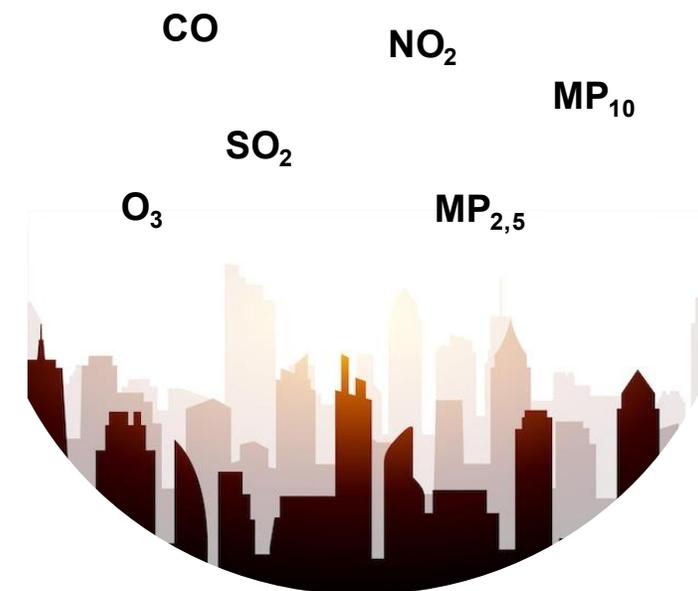
Poluentes atmosféricos: substâncias presentes no ar que dependendo da concentração, podem prejudicar a saúde humana, dos ecossistemas e dos materiais.

**Influenciam, assim a QUALIDADE DO AR**

Legislação: padrões  
Monitoramento contínuo

**Qual a diferença entre esses poluentes e os gases de efeito estufa (GEE?)**

Poluentes Atmosféricos	Gases de Efeito Estufa (GEE)
Afetam diretamente a saúde, qualidade do ar e visibilidade.	Alteram o balanço térmico da Terra, contribuindo para mudanças climáticas.
Tempo de vida geralmente curto (horas a dias)	Tempo de vida longo (anos a séculos)
Escala local ou regional	Global
Afetam a saúde diretamente: doenças respiratórias, cardiovasculares, câncer etc.	Afetam a saúde indiretamente: mudanças no clima impactam saúde, agricultura e desastres naturais.
Regulados por padrões de qualidade do ar (ex.: CONAMA, CETESB)	Regulados por acordos climáticos (ex.: Protocolo de Kyoto, Acordo de Paris)



# Gases de Efeito Estufa (GEE)



(dióxido de carbono)



(metano)



(óxido nitroso)



(hexafluoreto de enxofre)



(trifluoreto de nitrogênio)

**HFCs e PFCs**

(hidrofluorcarbonos)



# Medição de GEE

Usualmente são estimados por meio de fórmulas, especialmente quando se trata das emissões atreladas a combustão

Emissões de CO<sub>2</sub> (kg)=Quantidade de combustível (kg ou L)×Fator de emissão de CO<sub>2</sub> (kg CO<sub>2</sub>/kg ou L)

Emissões de CH<sub>4</sub> (kg)=Quantidade de combustível (kg ou L)×Fator de emissão de CH<sub>4</sub> (kg CH<sub>4</sub> /kg ou L)

Emissões de N<sub>2</sub>O(kg)=Quantidade de combustível (kg ou L)×Fator de emissão de N<sub>2</sub>O (kg N<sub>2</sub>O /kg ou L)

Total kg CO<sub>2</sub>e = Emissões de CO<sub>2</sub> + Emissões de CH<sub>4</sub> \*GWP CH<sub>4</sub> +N<sub>2</sub>O×GWP N<sub>2</sub>O



# Ações da CETESB

- **Roteiros para Geração de Biometano:** CETESB e elaborou procedimentos específicos para apoiar o processo de licenciamento, conferindo-lhe maior transparência e eficiência, com o objetivo de contribuir para a descarbonização do Estado.
- **Decisão de Diretoria (DD) 098/2024/C:** Em novembro de 2024, no contexto do processo de renovação da licença ambiental, foi estabelecido que a instalação de placas solares ou painéis fotovoltaicos, com capacidade de até 5 MW, não será considerada uma ampliação, desde que não se trate de empreendimento voltado à geração de energia elétrica para comercialização.
- **Decisão de Diretoria (DD) 083/2024/A:** Inclusão da possibilidade de reportar, de forma voluntária, as ações de redução de emissões, fornecendo dados valiosos para o mapeamento de práticas de mitigação



# Ações da CETESB

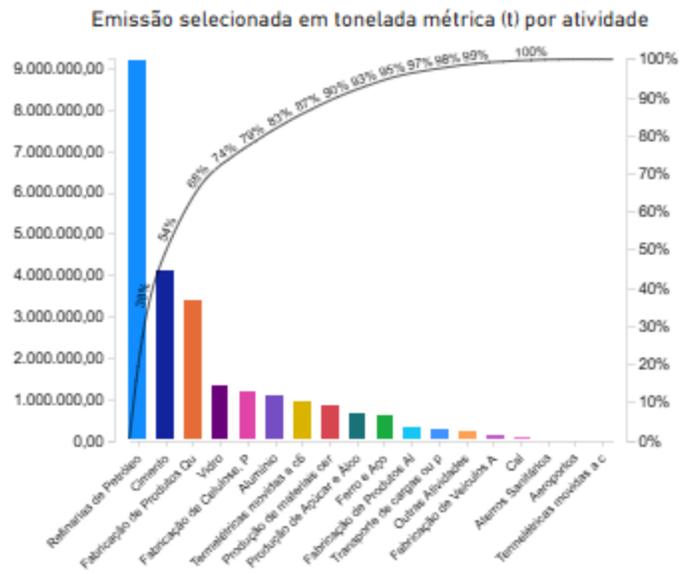
CETESB - GEE - Admi... x Inventá  
 cetesb.sp.gov.br/inven

## RELATÓRIO DINÂMICO Curva de Contribuição



- Introdução
- Curva de Contribuição**
- Emissões de GEE
- Inventários Recabidos
- Inventários verificados
- Emissões por Empreendimento
- Emissões por Município
- Refinaria de Petróleo
- Aterro Sanitário
- Cimento

Ano: 2023  
 Gás: CO<sub>2</sub>  
 Escopo: 1 | 2



Atividade	Total da Emissão (t)
Fabricação de Veículos Automotores, equipamentos de transporte e peças	119.775,61
Aerportos	1.191,15
Alumínio	1.085.651,73
Aterros Sanitários	47.054,66
Cal	90.001,53
Cimento	4.119.347,09
Fabricação de Celulose, Papel e Produtos de Papel	1.179.571,71
Fabricação de Produtos Alimentícios e Bebidas	331.814,36
Fabricação de Produtos Químicos	3.381.060,44
Ferro e Aço	623.204,58
Outras Atividades	237.532,08
Produção de Açúcar e Alcool	642.280,13
Produção de materiais cerâmicos	848.098,29
Refinarias de Petróleo	9.220.056,99
Termelétricas movidas a combustíveis fósseis	927.665,38
Termelétricas movidas a combustíveis renováveis	4,39
Transporte de cargas ou passageiros	277.780,64
Vidro	1.350.260,74
<b>Total</b>	<b>24.482.351,50</b>

Fonte: Relatório de Inventários de Emissões de GEE





Secretaria de  
**Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística**



**SÃO PAULO**  
GOVERNO DO ESTADO

**OBRIGADO**