

POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA COMO FATOR DE RISCO À SAÚDE HUMANA E SEU IMPACTO NA ECONOMIA

ATMOSPHERIC POLLUTION AS A RISK FACTOR FOR HUMAN HEALTH AND ITS IMPACT ON THE ECONOMY

POLUCIÓN ATMOSFÉRICA COMO FACTOR DE RIESGO A LA SALUD Y SU IMPACTO EN LA ECONOMÍA

Carolina Neiva Domingues Vieira de Rezende¹

Resumo

Todos os dias, o ser humano inala mais de 10.000 litros de ar. O que respiramos afeta nossa saúde. Os efeitos danosos da poluição atmosférica têm sido corroborados por evidências científicas. Um dos poluentes com maior efeito sobre a saúde é o material particulado fino (MP_{2,5}). A poluição atmosférica é, hoje, um dos principais fatores de risco de mortalidade no mundo. A cada ano, 4,5 milhões de pessoas morrem por causa do ar poluído. O custo econômico disso também é alto. Por isso, compromissos têm sido firmados e medidas têm sido implementadas com vistas a reduzir os impactos desse mal.

Palavras-chave: Meio ambiente. Poluição atmosférica. Saúde coletiva.

Abstract

Every day, humans inhale more than 10,000 liters of air. What we breathe affects our health. The harmful effects of air pollution have been corroborated by scientific evidence. One of the pollutants with the greatest health effect is fine particulate matter (PM_{2,5}). Air pollution is today one of the main mortality risk factors in the world. Each year, 4.5 million people die from polluted air. The economic cost related to this is also high. Therefore, commitments have been made and measures have been implemented to reduce their impacts.

Keywords: Environment. Atmospheric pollution. Collective health.

Resumen

Todos los días, el ser humano inhala más de 10.000 litros de aire. Lo que respiramos afecta a nuestra salud. Los efectos adversos de la contaminación atmosférica han sido confirmados por evidencias científicas. Uno de los contaminantes con efecto más importante sobre la salud es el material particulado fino (MP_{2,5}). La contaminación atmosférica es, hoy día, uno de los principales factores de riesgo de mortalidad en el mundo. Cada año, 4,5 millones de personas mueren por el aire contaminado. El costo económico de eso también es alto. Por ello, acuerdos han sido firmados y medidas han sido adoptadas con el propósito de reducir los impactos de ese mal.

Palabras-clave: Medio ambiente. Polución atmosférica. Salud colectiva.

1 Introdução

¹ Mestranda em Direitos Humanos com ênfase em Bioética pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP). Pós-graduada em Direito Notarial e Registral, pela Atame-DF e em Direito Empresarial pela Escola Paulista de Direito (EPD). Graduada em Direito pela UniCEUB; em Antropologia pela Universidade de Brasília (UnB) e em Ciências Sociais – licenciatura, também pela UnB. Membro-pesquisadora do Grupo Bios – Bioética, Biodireito e Biopolítica da PUC-SP, credenciado pelo CNPq. Bolsista CAPES. Membro efetiva da Comissão Especial de Direito Médico da OAB-SP. E-mail: cneivarezende@gmail.com.

O nascimento da indústria causou transformações na forma de consumo, na dinâmica de trabalho, no estilo de vida, na economia e até no funcionamento natural do planeta.

Com a Revolução Industrial, período em que houve modificações econômicas e tecnológicas que consolidaram o sistema capitalista e permitiram o surgimento de novas formas de organização da sociedade, a energia produzida pelo trabalho humano foi substituída pela energia produzida pelo carvão e, em um segundo momento, pelo petróleo. Nesse período, a imagem de fumaça saindo pelas indústrias era o símbolo de progresso e desenvolvimento.

A produção, antes artesanal, passou a ser realizada em menor tempo e maior quantidade, favorecendo a distribuição dos bens produzidos e consolidando, assim, a formação do capitalismo industrial. Isso tudo, porém, ocorreu sem um acompanhamento dos possíveis danos que esses poluentes poderiam causar à saúde humana.

Além dos efeitos das atividades industriais não programadas de forma sustentável, o número crescente dos automóveis também contribuiu de forma significativa para a poluição atmosférica.

Àquela altura não parecia necessário pensar na transformação do meio ambiente de forma sustentável, pois a população mundial era menor, as emissões de gases eram ainda irrisórias em quantidades totais e a forma de consumo descartável ainda não era tão ampla e consolidada. Desde então, porém, essas condições em muito se alteraram sem, contudo, ter ocorrido uma equivalente alteração na dinâmica de produção industrial.

Atualmente, estamos consumindo recursos naturais de forma mais rápida do que eles podem ser renovados no meio ambiente. Segundo estudo do *Global Footprint Network*, organização internacional que calcula a pegada ecológica e contabiliza o quanto de recursos naturais são necessários para as necessidades da população mundial, desde 1970 o planeta tem consumido mais do que consegue regenerar e, a cada ano, a data de ponto máximo de uso sustentável dos recursos tem chegado mais cedo. Em 2019, a data-limite se deu em 29 de julho. O que significa que após essa data, o consumo já estava ocorrendo por recursos que comprometeriam a vida de gerações futuras.

A relação com os resíduos industriais (assim como a maneira com que consumimos e a origem da matéria que será transformada em bens) passou a ser uma preocupação em todo o mundo, motivando a produção de acordos internacionais, “Constituições Verdes” e legislações internas impondo limites e condições à ação humana.

Aqui, será discutido o impacto da poluição atmosférica na vida humana, em especial a partir da partícula inalável fina.

2 Poluição atmosférica

Na segunda metade do século XX e, de forma ainda mais enérgica, nas três últimas décadas, o debate acerca das questões socioambientais e as externalidades negativas derivadas das atividades humanas têm se intensificado.

Os discursos políticos e textos jurídicos manifestam a preocupação com as gerações futuras e a necessidade de se assegurar a proteção aos meios naturais em nível mais elevado e duradouro.

A constitucionalização do meio ambiente foi assumida em muitos países, com o meio ambiente ecologicamente equilibrado e a qualidade de vida sadia sendo elevados ao *status* de direito fundamental.

Entre os desequilíbrios ambientais que atingem a saúde humana está a poluição atmosférica. Diversos estudos científicos reforçam que a variação da composição atmosférica pela ação antrópica é responsável pela redução da expectativa de vida e o aumento da incidência de doenças respiratórias, cardíacas e outras, sendo justificadamente chamada de “fumo passivo ao ar livre”.

O nível de poluição atmosférica é determinado pela quantificação das substâncias poluentes presentes no ar. A Resolução CONAMA nº 491 de 2018 (CONAMA, 2018, n. p.), considera poluente atmosférico

qualquer forma de matéria em quantidade, concentração, tempo ou outras características, que tornem ou possam 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.

A Organização Mundial da Saúde (OMS, 2015) lista uma série de componentes tóxicos para a saúde relacionados à poluição do ar.

Um dos poluentes com maior efeito sobre a saúde é o material particulado, que corresponde a uma mistura de componentes sólidos e líquidos que podem variar em tamanho e composição, bem como em relação à fonte de emissão e às condições meteorológicas presentes no ambiente (RODRIGUES *et al.*, 2015).

2.2 Material particulado

O material particulado (aqui, MP; mas também encontrado em documentos e pesquisas com a sigla PM, devido a seu significado em inglês: *particulate matter*) são partículas muito

finas de sólidos ou líquidos suspensos no ar na forma de poeira, neblina, aerossol, fumaça, fuligem etc., sendo considerados como tais aqueles com diâmetros de dimensões de 20 a até 0,05 μm (micrômetros, ou seja, 1×10^{-6} m, o equivalente à milésima parte do milímetro).

Os materiais particulados são provenientes de fontes naturais e antropogênicas. No primeiro grupo, inserem-se as partículas formadas por vulcões ativos, poeiras e incêndios em florestas; no segundo, destacam-se os processos de combustão industrial e de termoelétricas, a queima de combustíveis fósseis em motores de combustão interna de veículos automotores e as poeiras de construção e de áreas onde a vegetação natural foi removida.

O material particulado com diâmetro inferior a 2,5 micrômetros — denominado como material particulado fino ou, simplesmente, por $\text{MP}_{2,5}$ — está presente em quantidades elevadas principalmente nos grandes centros urbanos e é considerado como um dos mais perigosos à saúde humana, já que é pequeno o suficiente para penetrar profundamente nas vias aéreas e pulmões, ao passo que as partículas com diâmetro maior têm uma chance mais elevada de serem retidas nas vias superiores do trato respiratório, reduzindo consideravelmente seus efeitos nocivos.

Ações antrópicas são a principal fonte da fração fina do material particulado, como as emissões industriais e as resultantes da queima de combustíveis, que são onde normalmente estão acumulados metais pesados como níquel, cádmio e outras substâncias tóxicas, agravando ainda mais os riscos potenciais dessa fração de partículas (ESPINOSA *et al.*, 2001). A esse respeito, acrescenta Michael Jerrett (2015, n. p.):

Pouco se sabe sobre como os diferentes componentes contribuem para a toxicidade geral de material particulado. Essas informações podem informar estratégias políticas para reduzir as mortes — por exemplo, estabelecendo rapidamente limites severos para os compostos mais perigosos. Os metais de transição, incluindo ferro e cobre, produzem espécies reativas de oxigênio que estressam o corpo. A fuligem e outros compostos carbonáceos podem ser acompanhados por hidrocarbonetos aromáticos policíclicos que são mutagênicos e cancerígenos. Partículas ultrafinas (com menos de 0,1 μm de diâmetro) podem penetrar nas membranas pulmonares e entrar na corrente sanguínea. [tradução nossa]

Sendo a inalação a principal forma de exposição humana a substâncias químicas presentes no ar, doenças respiratórias e cardíacas relacionadas à presença dessas partículas na atmosfera foram as primeiras a serem conhecidas, mas novos estudos têm demonstrado que não são as únicas.

3 Impactos

Para determinar o grau de concentração de um poluente na atmosfera é medido o grau de exposição dos receptores (seres humanos, outros animais, plantas, materiais) como resultado final do processo de lançamento desse poluente na atmosfera, a partir de suas fontes de emissão e suas interações na atmosfera do ponto de vista físico — diluição — e químico — reações químicas (CETESB, 2018).

Mesmo mantidas as emissões, a qualidade do ar pode mudar em razão das condições meteorológicas que determinam uma maior ou menor diluição dos poluentes. Por essa razão, é possível (e frequente) que a qualidade do ar piore com relação aos parâmetros de material particulado durante os meses de inverno, quando as condições meteorológicas são menos favoráveis à dispersão dos poluentes.

Ao redor do mundo, diferentes iniciativas têm contribuído para a diferenciação dos índices: enquanto nos Estados Unidos da América e na Europa as estimativas apontem, de 1990 a 2009, uma diminuição de 1,5 a 4% ao ano para $MP_{2,5}$, no Oriente Médio, leste e sul da Ásia, América Latina e África, a tendência tem sido de aumento, com concentrações alarmantes na Índia e na China — em janeiro de 2013, no nordeste da China, as concentrações médias diárias médias de $MP_{2,5}$ excederam $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$, o que equivale a um índice 20 vezes superior à diretriz de qualidade do ar da Organização Mundial da Saúde para 24 horas (WEST *et al.*, 2016).

Segundo estudo realizado por Lelieveld e Pöschl (2017), mais de 90% da população mundial está exposta à poluição ao ar livre acima do limite das diretrizes da Organização Mundial da Saúde, que é de 10 microgramas de $MP_{2,5}$ por metro cúbico, em média em um ano.

3.1 Efeitos na saúde humana

Em estudo recente quanto à correlação entre o nível de $MP_{2,5}$ e o desencadeamento de doença cardíaca isquêmica, doença cerebrovascular (acidente vascular cerebral isquêmico e acidente vascular cerebral), câncer de pulmão, doença pulmonar obstrutiva crônica e infecções respiratórias inferiores, identificou-se que as evidências são consistentes em uma relação causal quanto à presença dessas partículas e a incidências das doenças citadas (COHEN *et al.*, 2015).

A Agência Internacional de Investigação em Cancro (IARC), vinculada à Organização Mundial de Saúde, classificou, em 2013, a poluição atmosférica como cancerígena para os seres humanos. Nessa ocasião, anunciou o poluente material particulado como substância carcinogênica do Grupo I², o que significa dizer que o risco de desenvolver câncer é

² O ranking de classificação das substâncias carcinogênicas da Agência Internacional de Pesquisa do Câncer é dividido em cinco grupos: Grupo 1 (há evidências suficientes de que o agente é carcinogênico — ou seja, cancerígeno — para humanos.

significativamente maior em pessoas expostas à poluição atmosférica em relação às não expostas, ou expostas em menor grau (IARC, 2013).

A exposição prolongada ao material particulado também apresenta associação positiva com o declínio cognitivo e maior incidência de demência (SILVA; SUEMOTO; GOUVEIA, 2019).

Um estudo epidemiológico realizado ao longo de onze anos (GATTO *et al.*, 2014) concluiu que viver em cidades com uma exposição às partículas poluentes MP_{2,5} mais elevada do que o limite-padrão definido pelas agências de proteção do ambiente duplica o risco de demência em mulheres idosas. Generalizando a descoberta à população global, o autor chegou ao resultado de que a poluição do ar por material particulado pode ser a causa de 21% dos casos de demência no mundo.

Além disso, resultados de 2015 do *Global Burden of Diseases* demonstram que a poluição atmosférica responde por 3,1% dos anos de vida ajustados pela incapacidade global (tempo gasto em estados de saúde reduzida), sendo o sexto maior responsável no ranking, e o primeiro entre os riscos ambientais ou ocupacionais (GLOBAL..., 2016).

3.2 Estimativas de mortes

Segundo estudo do *Global Burden of Disease* (GLOBAL..., 2016), a poluição atmosférica por material particulado foi identificada como o quinto maior fator de risco de mortalidade no mundo, sendo a segunda principal causa de mortes por doenças não transmissíveis – atrás apenas do consumo de tabaco que, diferentemente da exposição aos poluentes atmosféricos ambientais, pode ser evitado pelo indivíduo. A exposição ao MP_{2,5} causou 4,2 milhões (intervalo de incerteza de 95% [UI] 3,7 milhões a 4,8 milhões) de mortes e 103,1 milhões (90,8 milhões 115,1 milhões) de anos de vida ajustados por incapacidade (DALYs) em 2015, representando 7,6% do total de mortes globais e 4,2% dos DALYs globais (JERRETT, 2015).

Diz-se, então, que o agente *é* carcinogênico em humanos); Grupo 2A (existem evidências suficientes de que o agente *é* carcinogênico para animais e evidências limitadas ou insuficientes de que ele *é* carcinogênico para humanos. Nesse caso, a afirmação *é* de que o agente *provavelmente é* carcinogênico a humanos); Grupo 2B (existem evidências limitadas de que o agente *é* carcinogênico para humanos e evidências suficientes de que ele *é* carcinogênico para animais ou quando não há evidências suficientes em ambos os casos, mas há dados relevantes de que ele possa ser carcinogênico. Aqui, o agente *possivelmente é* carcinogênico a humanos); Grupo 3 (as evidências não são adequadas para afirmar que aquele agente *é* carcinogênico a humanos e animais ou quando o agente não se encaixa em nenhum outro grupo. O agente, então, *não é classificado como* carcinogênico a humanos); e Grupo 4 (faltam evidências de que o agente *é* carcinogênico em humanos ou animais. Entende-se, assim, que o agente *provavelmente não é* carcinogênico).

Essa tendência de aumento se verifica ao observarmos retrospectivamente os índices de mortes atribuíveis ao MP_{2,5}: houve um aumento de 20% de 1990 a 2015, pois o número de mortes saltou de 3,5 milhões para 4,2 milhões (COHEN *et al.*, 2015).

Segundo dados do Saúde Brasil 2018, do Ministério da Saúde (BRASIL, 2018), as mortes em decorrência da poluição atmosférica aumentaram 14% em dez anos.

Estudo realizado por Rodrigues *et al.* (2015), cujo objetivo era obter estimativas do efeito da poluição sobre a saúde no estado de São Paulo, considerou três possíveis cenários de poluição atmosférica por concentração de MP_{2,5} nos vinte anos seguintes à realização do estudo: estacionário, em que se supunha que os níveis de poluição por material particulado fino de 2011 (ano do estudo) se manteriam constantes no futuro; aumento de 5% de MP_{2,5} até 2030 (o equivalente a +0,003% ao ano, entre 2012 e 2030); e redução de 5% de MP_{2,5}.

Os resultados mostram que, entre 2011 e 2030, no estado de São Paulo, no cenário estacionário, o total de mortes atribuíveis à poluição chegaria a mais de 246 mil óbitos e de internações por causas cardiovasculares, respiratórias e neoplasias selecionadas em grupos etários mais suscetíveis seria de 918 mil pessoas. Considerando o cenário de aumento de 5% e de redução de 5% o total de óbitos seria de 256 mil e 236 mil, respectivamente.

As principais fontes de mortes por poluição relacionadas ao material particulado são: uso de combustível sólido, como carvão e biomassa, empregado para aquecimento e cozimento, principalmente em países de baixa renda, que é responsável por cerca de 1,35 milhão de mortes por ano; em segundo lugar, a agricultura – principalmente devido à liberação de amônia pelo uso de esterco e fertilizante (que, combinado com sulfato e nitrato no ar, forma sulfato de amônio e nitrato de amônio e, portanto, MP_{2,5}) e do uso de geradores a diesel –, causa de um quinto das mortes por poluição atmosférica por material particulado; e, em terceiro lugar, a poluição relacionada ao tráfego, que responde por cerca de 20% das mortes por MP_{2,5} nos Estados Unidos, Reino Unido e Alemanha, mas, em termos mundiais, por 5% (JERRET, 2015).

Intervenções regulatórias ocorridas nos Estados Unidos e na Europa favoreceram a diminuição de mortes decorrentes da poluição atmosférica; no entanto, as emissões provenientes do tráfego são a principal fonte de mortes prematuras nos países ocidentais. Preocupa que o crescimento acelerado do tráfego possa levar a um aumento da poluição e a mais mortes prematuras em um futuro próximo – tanto em números absolutos, considerando a tendência de aumento da população, como percentuais, devido ao aumento de veículos emissores de partículas poluentes e à concentração populacional em centros urbanos.

Devido à particularidade de cada país ou região, as políticas de prevenção e controle da emissão de partículas poluentes deve se centrar em um tópico diferente. As políticas de controle

de emissões, portanto, precisam ser adaptadas às condições locais e levar em consideração a química e os fluxos globais de poluentes do ar.

3.3 Efeitos econômicos

De acordo com relatório do Banco Mundial e do Instituto de Métricas e Avaliação em Saúde (THE COST..., 2016), a poluição do ar custou à economia global, no ano de 2013, aproximadamente US\$ 225 bilhões.

O Banco Mundial estimou, ainda, que apenas no ano de 2013, a poluição do ar causou prejuízos sociais no montante de US\$ 5,11 trilhões e, em perda de renda no trabalho, US\$ 225 bilhões.

Em 2018, no Brasil, os gastos com saúde relacionadas à poluição atmosférica ultrapassaram R\$ 1,3 bilhão e a estimativa era de que, entre 2008 e 2019, o gasto relacionado chegasse a R\$ 14 bilhões.

4 Diretrizes globais sobre poluição do ar

Os padrões de qualidade do ar (PQAr), segundo publicação da Organização Mundial da Saúde (OMS), variam de acordo com fatores políticos e sociais de cada país que, por sua vez, dependem do nível de desenvolvimento e da capacidade nacional de gerenciar a qualidade do ar. As diretrizes recomendadas pela OMS procuram levar em consideração essa heterogeneidade e reconhecem que, quando os governos forem formular políticas de qualidade do ar, devem considerar suas circunstâncias locais antes de adotarem os valores propostos como padrões nacionais. Assim, a OMS afirma que o processo de estabelecimento de padrões visa atingir as menores concentrações possíveis no contexto de limitações locais, capacidade técnica e prioridades em termos de saúde pública (OMS, 2015).

Cada país tem sua legislação própria quanto ao tema, podendo estabelecer padrões diferentes do indicado pela OMS. Na União Europeia, por exemplo, o limite atual de 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (o índice será reduzido para até 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ em 2020). No Japão, o limite é de 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, e nos Estados Unidos, 12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Em 1972, a Organização das Nações Unidas (ONU) promoveu em Estocolmo conferência que teve como motriz a discussão acerca da preservação e melhoria ambiental e a necessidade de se estabelecer princípios comuns a respeito; como resultado estabeleceu-se a Declaração Sobre o Meio Ambiente Humano, também conhecida como a Declaração de Estocolmo. O evento contou com a participação de chefes de mais de cem países, entre os quais

o Brasil. Os princípios estabelecidos no referido documento influíram na formulação da legislação nacional, como a Lei da Política Nacional do Meio Ambiente e o próprio texto da Constituição Federal de 1988.

Vinte anos depois, em 1992, outra conferência sobre o meio ambiente foi promovida pela ONU, dessa vez realizada no Rio de Janeiro. O tema central dessa reunião foi o ambiente e o desenvolvimento humano e teve como produto a Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, que proclamou 27 princípios ambientais.

Alguns dos princípios proclamados nos documentos mencionados e que têm relação mais íntima com a temática da poluição atmosférica são o princípio da precaução, consagrado na Declaração do Rio de Janeiro sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, que orienta os Estados a adotar medidas de precaução com vistas a evitar danos irreparáveis ao meio ambiente; o princípio da educação em matérias ambientais, segundo o qual é importante que haja conscientização e estímulo à participação popular no combate à poluição; o princípio da cooperação que, em matéria ambiental se aplica, levando-se em conta que as atividades degradadoras ambientais podem ultrapassar os limites territoriais de um país e repercutir no domínio de outros Estados, uma vez que o meio ambiente é um todo interligado e interdependente. Isso é evidente quando se trata de poluição atmosférica, dada a impossibilidade de contenção da poluição na área onde a mesma foi gerada. Assim, os Estados devem cooperar na defesa do meio ambiente.

5 Legislação nacional sobre poluição do ar

A Constituição brasileira atual, de 1988 (doravante CRFB/88), foi a primeira a tratar expressamente sobre o meio ambiente, dedicando um capítulo exclusivamente ao tema (Capítulo VI, do Título da Ordem Social), além de abordar a matéria em outros artigos do texto constitucional. Assim, a Constituição atribuiu ao direito ao meio ambiente saudável o *status* de direito fundamental.

Segundo dispõe a CRFB/88 em seu art. 23, inciso VI, é competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios a responsabilidade pela proteção do meio ambiente e combate à poluição em qualquer de suas formas. Em seu art. 24, VI, estabelece que compete à União, aos Estados e ao Distrito Federal legislar concorrentemente sobre o controle da poluição.

O art. 225 da CRFB/88, que tutela o direito ao meio ambiente, destaca que todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial

à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

Nos termos constitucionais, portanto, as atividades decorrentes da iniciativa pública e privada devem se sujeitar à proteção do meio ambiente.

Antes mesmo da Constituição de 1988, porém, o resguardo ao meio ambiente vinha sendo estabelecido, como por exemplo na Lei nº 6.803/1980 (BRASIL, 1980), que previa o zoneamento industrial nas áreas críticas de poluição, levando-se em conta o fato de que, com a instalação de uma indústria, há modificação do meio ambiente. Assim, é necessário que haja um planejamento de estudo e análise para que o empreendimento não venha a causar danos futuro à saúde individual e coletiva das pessoas, sendo necessário levar em conta a questão da segurança, do tipo de solo a ser utilizado, os suprimentos mananciais de água, os locais propícios para o destino final dos resíduos (sólido, líquido e gasoso).

Também na década de 80, se aprovou a Lei nº 6.938/81 (BRASIL, 1981) da Política Nacional do Meio Ambiente – PNMA, como instrumento normatizador e controlador das atividades poluidoras do território brasileiro.

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), órgão consultivo e deliberativo do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), foi instituído pela Lei nº 6.938 de 1981 (BRASIL, 1981), também conhecida como Lei de Política Nacional do Meio Ambiente. O CONAMA possui competência, entre outras, de estabelecer normas, critérios e padrões relativos ao controle e à manutenção da qualidade do meio ambiente, com vistas ao uso racional dos recursos ambientais, inclusive o atmosférico.

Entre as resoluções do CONAMA pertinentes, destaca-se a Resolução CONAMA nº 382, de 26 de dezembro de 2006 (CONAMA, 2006), que estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas; a Resolução CONAMA nº 3 de 28 de junho de 1990 (CONAMA, 1990), que institui o Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar (PRONAR).

O PRONAR adota como instrumentos de apoio: limites máximos de emissão, padrões de qualidade do ar, programa de controle da poluição do ar por veículos, programa nacional de controle da poluição industrial, programa nacional de avaliação da qualidade do ar, programa nacional de inventário de fontes poluidoras do ar e programas estaduais de controle da poluição do ar.

Em 1990, o Brasil estabeleceu padrão de qualidade do ar para MP₁₀, por meio da Resolução Conama 03/90 (CONAMA, 1990), de 150 µg/m³ (o preconizado pela OMS era de 50 µg/m³), mas ainda não tinha estabelecido padrão para MP_{2,5} – o que só foi ocorrer em 2013,

no estado de São Paulo, com o Decreto nº 59.113/2013 (SÃO PAULO, 2013); e em 2018, em todo Brasil, por meio da Resolução CONAMA nº 491 (CONAMA, 2018).

A Resolução estabeleceu novos padrões nacionais de qualidade do ar com a implementação em etapas gradativas, tendo como meta os valores recomendados pela Organização Mundial de Saúde. O valor nacional para MP_{2,5} é o mesmo que o estabelecido no Decreto de São Paulo: a Resolução estabeleceu quatro resultados a serem alcançados progressivamente — de 60, 50, 37 e 25 µg/m³ em 24 horas; e de 20, 17, 15 e 10 µg/m³ na média anual.

6 Monitoramento e iniciativas de redução emissão de poluentes em São Paulo

A Resolução CONAMA nº 03/90 (CONAMA, 1990) disciplina ser atribuição dos estados o monitoramento da qualidade do ar. A Resolução CONAMA nº 5/88 (CONAMA, 1988) informa, no mesmo sentido, que aos estados compete o estabelecimento e a implementação dos Programas Estaduais de Controle da Poluição do Ar, sendo possível a adoção de valores mais rígidos em relação aos níveis máximos de emissão. Segundo disciplina a Resolução CONAMA nº 382, de 26 de dezembro de 2006 (CONAMA, 2006), a verificação do atendimento aos limites de emissão deverá ser efetuada conforme métodos de amostragem e análise especificados em normas técnicas cientificamente reconhecidas e aceitas pelo órgão ambiental licenciador.

No estado de São Paulo, apenas 42 municípios (de um total de 645) monitoram a qualidade do ar. Embora sejam poucas estações, são responsáveis por aproximadamente 34% das existentes no país (VORMITTAG *et al.*, 2014). O estado de São Paulo é, portanto, o que tem maior disponibilidade de informações para o desenvolvimento de estudos sobre o efeito da poluição sobre a saúde.

O estado de São Paulo está localizado na região sudeste do Brasil; tem uma área aproximada de 249.000 km², o que corresponde a 3% do território nacional. É a unidade da federação de maior ocupação territorial, maior contingente populacional, em torno de 45,5 milhões de habitantes (IBGE, 2018), maior desenvolvimento econômico (tanto na área agrícola e industrial, como na de serviços) e maior frota automotiva — mais de 15 milhões de veículos circulantes.

A Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), agência do governo do estado responsável pelo controle, fiscalização, monitoramento e licenciamento de atividades

geradoras de poluição, mantém, desde a década de 1970, redes de monitoramento da qualidade do ar para avaliar os níveis de poluição atmosférica em diferentes escalas de abrangência.

Segundo resultados divulgados em 2019, referentes a análises do ano anterior, no estado houve ultrapassagens do padrão diário de $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ em nove das estações consideradas no estudo; e do padrão anual de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ em duas delas.

Mesmo considerando que grande parte não ultrapassou o limite anual, em quase todas as estações (a exceção de duas, em que houve ligeira redução das concentrações médias, e de outras quatro que tiveram concentrações anuais iguais ao ano anterior) houve aumento das concentrações médias em 2018 em relação ao ano anterior.

Segundo o apurado nas médias anuais de 2018, em nenhuma estação o Padrão Final (a última etapa estabelecida pelo Decreto Estadual nº 59.113/2013) foi atendido; em oito locais, não foi ultrapassada a Meta Intermediária 3 (MI3) e outras sete estações atenderam à Meta Intermediária 2 (MI2). Considerando-se as oito estações restantes em que o monitoramento teve representatividade anual, observa-se que a Meta Intermediária 1 (MI1), que corresponde ao padrão vigente, foi excedida em duas estações – conforme já mencionado.

A exemplo do que ocorre em demais cidades e países ocidentais, a Região Metropolitana de São Paulo tem como principal razão de alterações negativas sobre a qualidade do ar os poluentes provenientes dos veículos, motivo pelo qual se enfatiza a importância das medidas de redução das emissões veiculares.

Embora no estado de São Paulo a frota em agosto de 2019 seja de 30,7 milhões de veículos, apresentando crescimento constante no período de 2006 a 2019 (IBGE, 2018; SÃO PAULO, 2019), a emissão dos poluentes continuou decrescendo.

Segundo Lelieveld e Pöschl (2017), cerca de um terço das emissões de diesel de veículos pesados e de mais da metade dos veículos leves violam os limites de certificação globais.

Medidas e programas de controle têm atuado no sentido de promover a diminuição das emissões de partículas poluentes locais por veículos automotores. Essa diminuição se deve a uma multiplicidade de fatores agindo conjuntamente: pela substituição dos veículos antigos e mais poluidores; pela fabricação de veículos com menor consumo de combustível por quilômetro; pelo uso de veículos de uso alternativo de combustível, como o elétrico.

No município de São Paulo, políticas de controle de tráfego têm sido tomadas: limitação de horários e locais em que veículos pesados podem circular; rodízio de veículos (proibição de circular nas ruas e avenidas internas do centro expandido em horários de pico em determinado dia da semana, de acordo com o final da placa do veículo); veículos movidos a hidrogênio,

eletricidade e híbridos desses elementos não estão sujeitos à medida, além de, como forma de incentivo tributário, receber até 50% do IPVA pago de volta.

Outras iniciativas ainda podem ser tomadas com vistas a diminuir as taxas de emissão de material particulado, como a renovação de frotas de transporte público, incluindo a substituição por tecnologias mais limpas; o estímulo à redução do número de viagens motorizadas e dos congestionamentos; maior oferta de transporte público não poluente; o aumento da eficiência do transporte público por ônibus e do transporte de carga; a melhoria da gestão do sistema viário — complementada com ações de planejamento do uso do solo voltado para a redução do impacto da mobilidade e da logística.

7 Medidas adotadas pela Cidade do México

Vivem, na área metropolitana da Cidade do México, 20.886 milhões de pessoas, sendo 8.875 na capital; sua frota veicular é de 5.725 milhões de veículos registrados.

Segundo o relatório do *State of Global Air*, mais de 48 mil pessoas morreram prematuramente em decorrência dos efeitos nocivos da poluição atmosférica no México. No mesmo ano, segundo a organização civil *Semáforo Delictivo*, 19 mil pessoas foram assassinadas no país.

Os números são alarmantes quando considerado o fato de que o México é um dos países mais violentos do mundo³ e, ainda assim, a poluição do ar no país matou, comparativamente, um número 2,5 vezes maior.

No primeiro semestre do ano de 2019, a Cidade do México enfrentou uma crise ambiental que provocou a ativação de planos de contingências ambientais — medidas extraordinárias que são aplicadas quando os níveis de partículas finas ou de ozônio são considerados perigosos para a saúde. A prefeitura suspendeu as aulas até que o ar melhorasse; solicitou a seus cidadãos que evitassem atividades externas e que, em caso de grupos vulneráveis — crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias ou cardiovasculares — permanecessem em casa com as portas e janelas fechadas.

Além de fatores externos não reguláveis, como a ausência de chuvas por período superior ao usual e as correntes de ventos e temperatura desfavoráveis à dispersão das partículas, contribuiu para o índice uma flexibilização feita pelo governo local em relação ao

³ Segundo levantamento feito pela sociedade civil mexicana Segurança, Justiça e Paz, cinco das dez cidades com maior índice de assassinatos por cem mil habitantes estão no México.

controle de emissão de gases poluidores dos carros, que permitiu que quase 200 mil automóveis a mais circulassem pela cidade.

Diante da recorrente visita a hospitais devido à dificuldade de respirar e o aumento de problemas respiratórios de seu filho, um advogado e professor universitário em matéria de Direito Ambiental decidiu processar o governo da Cidade do México por infringir o direito constitucional a um ambiente saudável. Após convocar pela internet pessoas com problemas semelhantes, outros doze cidadãos aderiram à causa.

No início de maio de 2019, os autores conseguiram que o Tribunal Colegiado obrigasse o governo a exigir sistema de controle de poluição em todos os veículos e que aplicasse programas efetivos de diminuição de poluentes no ar, de forma a garantir a seus cidadãos um direito humano, reconhecido em documentos internacionais e, fundamentalmente, albergado por sua Constituição.

O governo da Cidade do México garantiu estar trabalhando em um plano de qualidade do ar para 2021, contando, para tanto, com a assessoria do químico Mario Molina, vencedor de um Prêmio Nobel justamente por seus estudos sobre a atmosfera.

As medidas ora tomadas pelo governo local foram de restringir parcialmente a circulação de carros em dias ordenados na semana; proibição de circulação de veículos de transporte de materiais de construção sem lona de cobertura; redução de 50 a 100% dos veículos oficiais administrativos do governo (local, estadual e federal, o que totalizaria cerca de 300 mil veículos); aumento das sanções pecuniárias a quem descumprisse as determinações; suspensão das atividades e do funcionamento de estabelecimentos que utilizem lenha ou carvão; suspensão dos eventos desportivos e culturais ao ar livre entre as 13 e 19 horas. O governo local ainda adotou como medida a vigilância à queima agrícola, considerada como um dos principais motivos de alta nos níveis de $MP_{2,5}$ no início do ano de 2019.

Juntamente às autoridades do Estado do México e do governo federal, anunciou também medidas em relação à indústria do petróleo: a refinaria de Miguel Hidalgo de Tula não funcionará a mais de 76% de sua capacidade quando a contingência for declarada e isso endureceria para não mais de 46% ao entrar em uma fase 2 de contingência. Além disso, a usina termelétrica de Tula deve reduzir o consumo de combustível em 30% após a declaração da primeira fase do alerta.

Nota-se, diante dos exemplos aqui expressos, como a ação conjunta e integrada de diversos atores da sociedade — e promovida e incentivada por ações públicas — pode contribuir para a redução dos níveis de poluição do ar, que é, hoje, uma das cinco principais causas de mortalidade no mundo.

8 Conclusões

Os seres vivos têm seus pilares básicos de sobrevivência hoje ameaçados: água, solo e ar estão sofrendo as consequências de um crescimento de produção e aumento do consumo de forma não equilibrada. O futuro da humanidade e da existência de vida (animal e vegetal) inclui o futuro da natureza.

O que respiramos afeta nossa saúde. Nos últimos anos, as evidências de efeitos adversos à saúde da poluição do ar ambiente cresceram dramaticamente, de forma que não é mais possível ignorar os efeitos danosos à saúde das pessoas e a consequente diminuição na sua qualidade de vida.

O impacto na saúde da população exposta à poluição atmosférica, ainda mais que a do solo e das águas, é *democrático*, no sentido de que afeta a todos de forma igual, não respeitando as linhas de segregação da desigualdade social.

O custo humano, suficiente por si só, não é o único nessa equação em que o desenvolvimento industrial e produtivo se deu em dissonância com a questão ambiental, revelando-se, hoje, como obstáculo ao desenvolvimento e à qualidade de vida.

As concentrações de poluentes atmosféricos em diferentes partes do mundo podem se alterar (positiva ou negativamente) devido ao desenvolvimento demográfico, societário, econômico e tecnológico, assim como com a implementação de regulamentos de qualidade legal.

Com o reconhecimento pela Constituição da República Federativa do Brasil, de 1988, do meio ambiente não poluído como direito fundamental, a temática aparece como conteúdo e como limitadora às atividades econômicas.

Daí ser importante analisar — ancorado nos princípios da solidariedade intergeracional, da prevenção e da precaução e garantia à vida digna —, o impacto da poluição atmosférica e do material particulado fino como um dos que impactam decisivamente na saúde humana.

O meio ambiente ecologicamente equilibrado e o direito a uma vida digna incluem o direito a respirar ar de boa qualidade, em que a presença de poluentes atmosféricos seja mínima.

Seguindo as recomendações da Organização Mundial da Saúde, diversos países adotaram limites de concentração de poluentes do ar mais rigorosos. Porém, ainda hoje, nove em cada dez pessoas em todo o mundo residem em cidades onde a qualidade do ar excede os limites sugeridos pela OMS. Como consequência, a poluição atmosférica tornou-se uma das cinco maiores causas de morte.

A qualidade do ar é diretamente influenciada pela distribuição e intensidade das emissões de poluentes atmosféricos de origem industrial e veicular, exercendo influência também a topografia e as condições meteorológicas de cada região. As emissões industriais afetam significativamente a qualidade do ar em regiões mais específicas, enquanto nos grandes centros urbanos, a emissão originária principal é a do tráfego veicular.

A relação entre a diminuição dos níveis de poluição do ar e os impactos na saúde, contudo, não é linear, de forma que reduzir pela metade a quantidade de poluição não equivale a uma redução de 50% do número de mortes. No entanto, os benefícios tendem a ser maiores na medida em que o ar é limpo. Prova disso é que, desde que foi implementada a legislação da União Europeia em matéria de qualidade do ar, as taxas de mortalidade por poluição do ar no Reino Unido caíram 30% (entre as décadas de 1970 e 2010).

Mostra-se indispensável, assim, repensar nossos paradigmas de mobilidade, vez que o uso de carros particulares e o formato de cidades motorizadas revelam-se insustentáveis. Para tanto, individualmente é possível tomar medidas como a caminhada e o uso de bicicletas ou patinetes para percursos mais curtos e a adoção preferencial de transportes coletivos para trajetos maiores (metrô, trem ou ônibus); quando inviável a adoção de qualquer dessas medidas, sugere-se evitar o uso individual de automóveis, preferindo o compartilhamento de viagens, quando possível. As políticas governamentais também devem ser planejadas e praticadas visando o desenvolvimento sustentável, o que envolve, além da criação de leis que disciplinem a temática, a fiscalização, controle e efetiva responsabilização dos infratores, assim como a adoção de políticas de educação ambiental com vistas a desenvolver uma cultura com foco em garantir as possibilidades das gerações presentes e futuras.

Referências

BRASIL. **Lei nº 6.803, de 2 de julho de 1980**. Dispõe sobre as diretrizes básicas para o zoneamento industrial nas áreas críticas de poluição, e dá outras providências. Brasília: Presidência da República, 1980.

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Brasília: Presidência da República, 1981.

BRASIL. [**Constituição (1988)**]. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Brasília, DF: Presidência da República, [2020]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 21 maio 2019.

BRASIL. **Saúde Brasil 2018**. Uma análise de situação de saúde e das doenças e agravos crônicos: desafios e perspectivas. Brasília: Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância de Doenças e Agravos não Transmissíveis e Promoção da Saúde, 2019.

CAMPOS, I. Direito ao meio ambiente e o necessário controle da poluição atmosférica: a inovação trazida pelo estado do Espírito Santo. **Revista Jurídica**, Curitiba, v. 2, n. 43, p. 534-558, 2016.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL - CETESB. **Relatório de qualidade do ar no estado de São Paulo**. 2018. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/ar/publicacoes-relatorios/>. Acesso em: fev. 2020.

CIUDAD DE MÉXICO activa un plan de contingencia tras cinco días de alta contaminación. **El País**, México, 15 maio 2019. Disponível em: https://elpais.com/sociedad/2019/05/14/actualidad/1557842830_886507.html. Acesso em: 23 nov. 2019.

COHEN, A.; BRAUER, M.; BURNETT, R.; ANDERSON, R.; FROSTAD, J.; ESTEP, K.; BALAKRISHNAN, K.; BRUNEKREEF, B.; DANDONA, L.; DANDONA, R.; FEIGIN, V.; FREEDMAN, G.; HUBBELL, B.; JOBLING, A.; KAN, H.; KNIBBS, L.; LIU, Y.; MARTIN, R.; MORAWSKA, L.; POPE III, A.; SHIN, H.; STRAIF, K.; SHADDICK, G.; THOMAS, M.; VAN DINGENEN, R.; VAN DONKELAAR, A.; VOS, T.; MURRAY, C.; FOROUZANFAR, M. Estimates and 25-year trends of the global burden of disease attributable to ambient air pollution: an analysis of data from the Global Burden of Diseases Study 2015. In: **The Lancet**, 10 abr. 2017. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)30505-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)30505-6). Acesso em: 11 nov. 2019.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. Resolução nº 5, de 15 de junho de 1988. Dispõe sobre o licenciamento ambiental de obras de saneamento. **D.O.U.**: seção 1, Brasília, DF, p. 22123, 16 nov. 1988.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. Resolução nº 3, de 28 de junho de 1990. Dispõe sobre padrões de qualidade do ar. **D.O.U.**: seção 1, Brasília, DF, p. 15.937-15.939, 22 ago. 1990.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. Resolução Nº 382, de 26 de dezembro de 2006. Estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas. **DOU**: n. 1, Seção 1, Brasília, DF, p. 131-137, 2 jan. 2007.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. Resolução nº 491, de 19 de novembro de 2018. Dispõe sobre padrões de qualidade do ar. **D.O.U.**: ed. 223, seção 1, Brasília, DF, p. 155, 21 nov. 2018.

DAPPER, S.; SPOHR, c.; ZANINI, R. Poluição do ar como fator de risco para a saúde: uma revisão sistemática no estado de São Paulo. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 30, n. 86, p. 83-97, 2016. DOI: 10.1590/S0103-40142016.00100006.

ESPINOSA, A.; RODRÍGUEZ, M.; ROSA, F.; SÁNCHEZ, J. Size distribution of metals in urban aerosols in Seville (Spain). **Atmospheric Environment**, [s. l.], v. 35, n. 2, p. 2595-2601, 2001. DOI: 10.1016/S1352-2310(00)00403-9

GATTO, N.; HENDERSON, V.; HODIS, H.; ST JOHN, J.; LURMANN, F.; CHEN, J.C.; MACK, W. Components of Air Pollution and Cognitive Function in Middle-aged and Older Adults in Los Angeles. **Neurotoxicology**, [s. l.], v. 40, p. 1-7, jan. 2014. DOI: 10.1016/j.neuro.2013.09.004

GLOBAL, REGIONAL, NATIONAL, and selected subnational levels of stillbirths, neonatal, infant, and under-5 mortality, 1980–2015: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study. *In: The Lancet*, 8 out. 2016.

HUPFFER, H.; WEYERMÜLLER, A., ALVES, D. O material particulado e o direito à qualidade do ar das gerações presentes e futuras. **Revista Faculdade de Direito UFG**, Goiânia, n. 40, v. 1, p. 188 - 207, jan./jun. 2016. DOI: 10.5216/RFD.V40I1.31966

INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER. **IARC**: Outdoor air pollution a leading environmental cause of cancer deaths. Lyon: WHO, 2013. Disponível em: http://www.iarc.fr/en/media-centre/iarcnews/pdf/pr221_E.pdf. Acesso em: 15 nov. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Frota de Veículos. 2018**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/pesquisa/22/28120?tipo=grafico>. Acesso em: 23 nov. 2019.

THE COST OF AIR POLLUTION: Strengthening the Economy Case for Action. *In: World Bank, Institute for Health Metrics and Evaluation - IHME*. Washington, DC, 2016. Disponível em: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/25013> Acesso em: 08 dez. 2019.

JERRETT, M. The death toll from air-pollution sources. **Nature**, v. 525, p. 330-331, set. 2015. DOI: 10.1038/525330A

LELIEVELD, J.; PÖSCHL, U. Chemists can help to solve the air-pollution health crisis. **Nature**, v. 551, p. 291-293, 2017. DOI: 10.1038/d41586-017-05906-9

MENDES, A.; COSTA, S.; FERREIRA, J.; LEITÃO, J.; TORRES, P.; SILVEIRA, C.; RELVAS, H; LOPES, M.; MONTEIRO, A.; ROEBELING, P.; MIRANDA, A.I.; TEIXEIRA, J.P. Impactos da poluição atmosférica na saúde: perspectivas do projeto FUTURAR. **Boletim Epidemiológico Observações**, Portugal, v. 6, n. esp. 9, 2017.

MENOS COCHES y una alerta preventiva: el nuevo plan de crisis ambiental de Ciudad de México. **El País**, México, 23 maio 2019. Disponível em: https://elpais.com/sociedad/2019/05/22/actualidad/1558540044_502489.html. Acesso em: 23 nov. 2019.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE/World Health Organization – OMS/WHO. **Reducing global health risks through mitigation of short-lived climate pollutants**. 2015. Disponível em:

https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/189524/9789241565080_eng.pdf;jsessionid=14E36F93DF1D5927C433B8950099AC79?sequence=1. Acesso em: 23 nov. 2019.

PORTELLA, Anna. Mexicanos entram na Justiça por direito a ar limpo e vencem. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 9 jun. 2019. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/mundo/2019/06/mexicanos-entram-na-justica-por-direito-a-ar-limpo-e-vencem.shtml>. Acesso em: 23 nov. 2019.

RODRIGUES, C.; VORMITTAG, E.; CAVALCANTE, J.; SALDIVA, P. Projeção da mortalidade e internações hospitalares na rede pública de saúde atribuíveis à poluição atmosférica no Estado de São Paulo entre 2012 e 2030. **Revista Brasileira de Estudos de População**, Rio de Janeiro, n. 32, v. 3, p. 489-509, set./dez. 2015. DOI: S0102-3098201500000029

SANTOS, H. Relação entre poluentes atmosféricos e doenças neurodegenerativas. **Unisanta Law and Social Science**, Baixada Santista, v. 7, n. 3, p. 413-416, 2018.

SÃO PAULO. **Decreto nº 59.113, de 23 de abril de 2013**. Estabelece novos padrões de qualidade do ar e dá providências correlatas. São Paulo: Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo, 2013.

SÃO PAULO. Frota de Veículos em SP de 2015 a dez. 2019. In: **DETRAN.SP**. Disponível em: <https://www.detran.sp.gov.br/wps/wcm/connect/portaldetran/detran/detran/estatisticatransito/sa-frotaveiculos/d28760f7-8f21-429f-b039-0547c8c46ed1>. Acesso em: 23 nov. 2019.

SILVA, D.; SUEMOTO, C.; GOUVEIA, N. Poluentes do ar como fator de risco para o desempenho cognitivo e demência. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 35, 2019. DOI: 10.1590/0102-311X00085919

VORMITTAG, E.; COSTA, R.; BRAGA, A.; MIRANDA, M.; NASCIMENTO, N.; SALDIVA, P. **Monitoramento da qualidade do ar no Brasil**. São Paulo: Instituto Saúde e Sustentabilidade, 2014. Disponível em: <http://www.saudeesustentabilidade.org.br/site/wp-content/uploads/2014/07/Monitoramento-da-Qualidade-do-Ar-no-Brasil-2014.pdf>. Acesso em: 26 jul. 2015.

WEST, J.; COHEN, A.; DENTENER, F.; BRUNEKREEF, B.; ARMSTRONG, B.; BELL, M.; BRAUER, M.; CARMICHAEL, G.; COSTA, D.; DOCKERY, D.; KLEEMAN, M.; KRZYZANOWSKI, M.; KÜNZLI, N.; LIOUSSE, C.; LUNG, S.C.; MARTIN, R.; PÖSCHL, U.; POPE III, A.; ROBERTS, J.; RUSSELL, A.; WIEDINMYER, C. What We Breathe Impacts Our Health: Improving Understanding of the Link between Air Pollution and Health. **Environ. Sci. Technol**, [s. l.], n. 50, p. 4895-4904, mar. 2016. DOI: 10.1021/acs.est.5b03827