ipea Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

Título do capítulo	CAPÍTULO 2 **QUALIDADE DO AR**
Autor(es)	Larissa Basso
DOI	DOI: http://dx.doi.org/10.38116/9786556350752cap2

Título do livro	**Indicadores Quantitativos da OCDE e o Brasil: meio ambiente**
Organizador	Renato Baumann
Volume	5
Série	-
Cidade	Rio de Janeiro
Editora	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea)
Ano	2024
Edição	1a
ISBN	9786556350752
DOI	DOI: http://dx.doi.org/10.38116/9786556350752

© Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – ipea 2024
© Nações Unidas 2024
LC/BRS/TS.2024/9

As publicações do Ipea estão disponíveis para *download* gratuito nos formatos PDF (todas) e EPUB (livros e periódicos).

Acesse: https://repositorio.ipea.gov.br/ e https://www.cepal.org/es/publications

As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e inteira responsabilidade dos autores, não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada ou do Ministério do Planejamento e Orçamento e da Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL) ou as dos países que representa.

É permitida a reprodução deste texto e dos dados nele contidos, desde que citada a fonte. Reproduções para fins comerciais são proibidas. Os Estados-membros das Nações Unidas e suas instituições governamentais podem reproduzir este estudo sem autorização prévia. É solicitado, apenas, que mencionem a fonte e informem à CEPAL sobre essa reprodução.

Este estudo foi elaborado no âmbito do Programa Executivo de Cooperação entre a CEPAL e o Ipea.

CAPÍTULO 2

QUALIDADE DO AR

Larissa Basso[1]

1 INTRODUÇÃO

Em seu estado original, a atmosfera é composta por 78% de nitrogênio, 21% de oxigênio e 1% de argônio; outros gases, como o gás carbônico e o vapor de água, também estão presentes, mas em concentrações baixas, que não chegam a 0,1%. As atividades humanas, em especial desde a Revolução Industrial, liberam na atmosfera inúmeras substâncias que modificam a composição do ar. Entre elas estão: compostos de nitrogênio, de enxofre e halogenados; monóxido de carbono (CO); fumaça; chumbo; material particulado; metais pesados; e ozônio (O_3). Essa alteração afeta as trocas entre sistemas biogeoquímicos planetários (Steffen *et al.,* 2015). A poluição do ar é a maior causa de problemas de saúde e um dos grandes fatores de degradação ambiental global (OECD, 2020, p. 25).

A preocupação com a qualidade do ar é central dentro do tema da proteção ao meio ambiente. Na Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE), a preocupação surge antes da criação do Comitê Ambiental, já nas primeiras reuniões, nos anos 1960, da Diretoria de Assuntos Científicos, primeiro em uma análise de métodos para mensurar a poluição do ar, em 1964, depois, na criação de grupo de estudo sobre gerenciamento do ar, em 1966 (Long, 2000, p. 29-31). Nos anos 1970, foram publicadas as primeiras recomendações do Conselho da OCDE sobre a necessidade de monitorar as emissões de poluentes derivados da queima de combustíveis fósseis por fontes fixas e veículos.[2] Em 1985, a OCDE especificou a importância de controlar a concentração no ar de hidrocarbonetos, óxidos de nitrogênio (NO_X), óxidos de enxofre (SO_X) e material particulado.[3]

---

1. Bolsista do Subprograma de Pesquisa para o Desenvolvimento Nacional (PNPD) na Diretoria de Estudos Internacionais do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Dinte/Ipea); pesquisadora do Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo (IEA/USP); e doutora em relações internacionais pela Universidade de Brasília (UnB). *E-mail*: larissabasso@gmail.com.

2. São exemplos: *Recommendation of the Council on Guidelines for Action to Reduce Emissions of Sulphur Oxides and Particulate Matter from Fuel Combustion in Stationary Sources* (1974); *Recommendation of the Council Concerning the Reduction of Environmental Impacts from Energy Production and Use* (1976); e *Recommendation of the Council on Coal and the Environment* (1979).

3. *Recommendation of the Council on the Control of Air Pollution from Fossil Fuel Combustion* (1985).

Na avaliação de 2021 sobre o alinhamento da regulação ambiental brasileira com a normativa da OCDE, a instituição considerou que o Brasil tem tido progresso no controle da poluição do ar. Destacou a instituição de novos padrões para a qualidade do ar – no entanto, muito menos rigorosos do que as melhores práticas internacionais – e para as emissões de veículos e registrou progresso no estabelecimento de um sistema nacional para o monitoramento da qualidade do ar (OECD, 2021, p. 6). Como o relatório demonstrará, apesar desses avanços, o Brasil tem um caminho importante a percorrer para alinhar suas práticas de monitoramento da qualidade do ar com as recomendações da OCDE e as práticas da maioria dos seus membros.

A qualidade do ar é avaliada nos relatórios de avaliação da *performance* ambiental periódica dos países-membros da OCDE e faz parte de diversos conjuntos de indicadores, como os Indicadores sobre Crescimento Verde (Green Growth Indicators), dentro do grupo Dimensões Ambientais da Qualidade de Vida (Environmental Dimension of Quality of Life).[4] Compõe também os indicadores do relatório *Environment at a Glance*, no qual a OCDE agrupa os indicadores de qualidade do ar em três categorias: emissões de poluentes; qualidade do ar e saúde; e tributação para abater a poluição do ar.

2 INDICADORES PARA A QUALIDADE DO AR

2.1 Indicadores sobre emissões de poluentes

2.1.1 Critérios para seleção

Dos muitos poluentes que prejudicam a qualidade do ar, no relatório *Environment at a Glance*, a OCDE selecionou três, que estão também entre os indicados pela Organização Mundial da Saúde (OMS) como os mais prejudiciais para a saúde humana. São eles: material particulado fino (*particulate matter* 2.5 – PM 2.5), NO_X e SO_X.

> 1) PM 2.5 é um aglomerado de partículas de poluentes – sulfatos, nitratos, cloreto de sódio, carvão etc. – capazes de penetrar organismos vivos e causar alteração em seu funcionamento (WHO, 2022). É geralmente mensurado em dois tamanhos, de acordo com a dimensão das moléculas: material particulado 10 (*particulate matter* 10 – PM 10) e PM 2.5. O PM 2.5 é considerado o mais nocivo à saúde, porque suas moléculas são pequenas o suficiente para adentrar a estrutura dos pulmões e outros órgãos.

4. Mais informações em: https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=GREEN_GROWTH.

> 2) NO_X e SO_X estão entre os poluentes eliminados pela queima de combustíveis fósseis. Tornaram-se conhecidos nos anos de 1950 e 1960, quando a poluição do ar em cidades do hemisfério norte alcançou níveis altíssimos, e os fenômenos do *smog* (névoa misturada com poluição) e das chuvas ácidas passaram a ser frequentes. Além de poluentes finais, essas substâncias são também poluentes intermediários, pois compõem, com outras substâncias, o material particulado (WHO, 2021).

A OCDE monitora cada um dos três poluentes em valores totais de emissão, em emissões *per capita* e em intensidade de emissões em proporção do produto interno bruto (PIB).

2.1.2 Avaliação metodológica

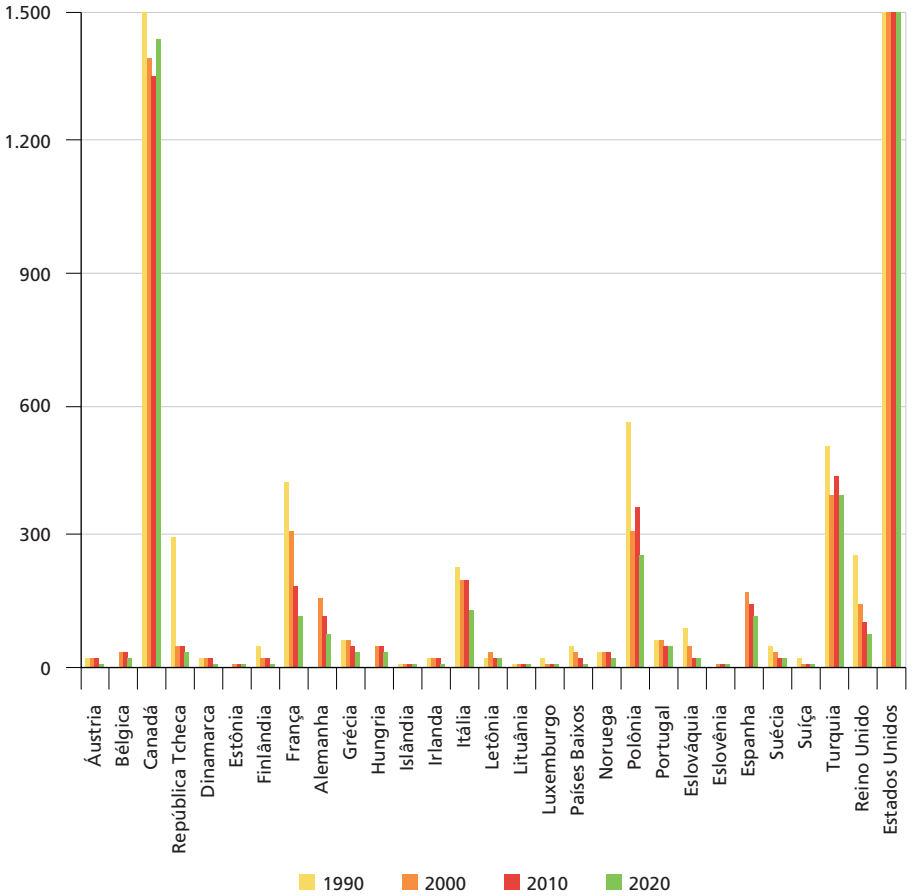
Os indicadores sobre emissões de poluentes detalhados pela OCDE no relatório *Environment at a Glance* estão entre os que a OMS acompanha em suas avaliações. A OMS indica que os poluentes PM 2.5, NO_X e SO_X estão entre os mais prejudiciais para a saúde humana. Portanto, a escolha da OCDE é coerente. Avaliar o desempenho do Brasil em relação a esses indicadores também é coerente, dado que esses poluentes causam danos à saúde dos brasileiros tanto quanto causam à saúde dos cidadãos dos países da OCDE.

2.1.3 Indicadores brasileiros

A primeira observação a ser feita em relação aos indicadores de emissões de poluentes no ar é que o Brasil não consta da base de dados da OCDE para emissões de PM 2.5, NO_X e SO_X. Além disso, o monitoramento desses poluentes no Brasil é heterogêneo e desigual, pois depende de estruturas estaduais e municipais, como veremos na subseção posterior. A ausência de dados torna problemática a avaliação brasileira em relação a esses indicadores.

De acordo com a OCDE, as emissões totais de PM 2.5 têm diminuído na maioria dos seus países-membros. Processos de combustão mais eficientes nas indústrias e para aquecimento residencial, diminuição do uso de carvão para geração de eletricidade e emissões mais baixas nos setores de transporte e agricultura são as principais causas (OECD, 2023). Em países maiores e mais dependentes do modal rodoviário, como os Estados Unidos e o Canadá, as emissões de PM 2.5 seguem mais altas do que na média da OCDE (OECD, 2023). Austrália e Israel não constam da base de dados da OCDE para PM 2.5.

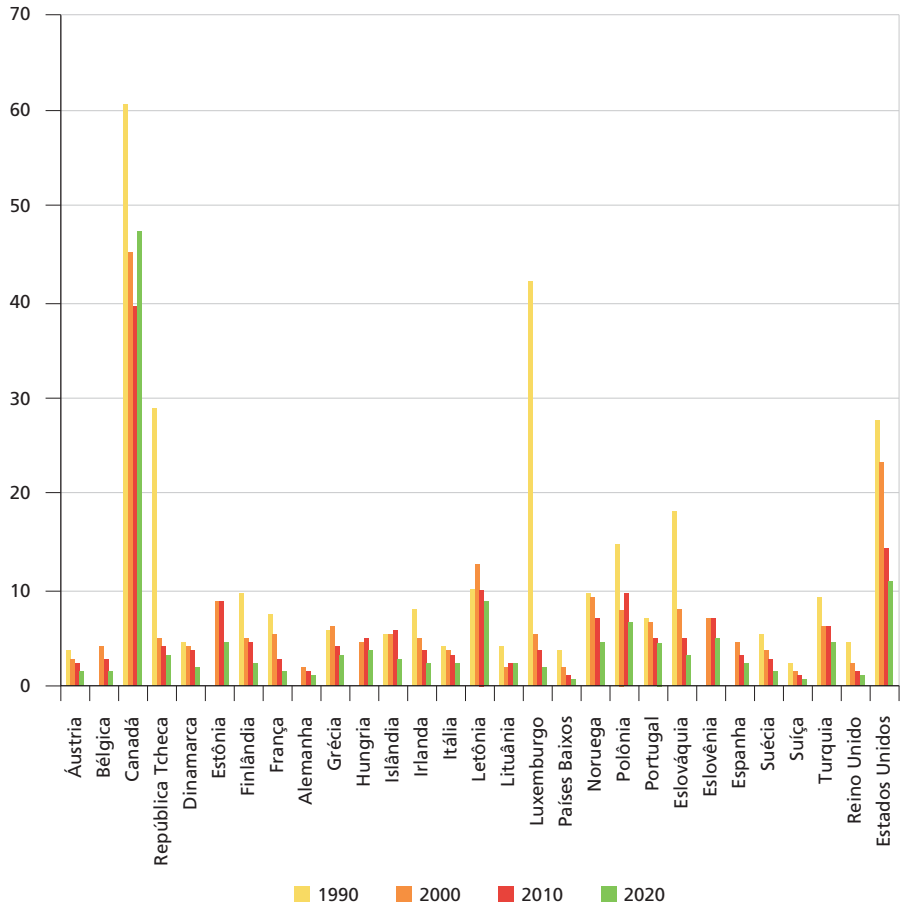
GRÁFICO 1
Emissões de PM 2.5 totais (1990-2020)
(Em milhares de toneladas)



Fonte: OCDE (2023).
Elaboração da autora.
Obs.: 1. O gráfico exclui Chile, Colômbia, Coreia do Sul, Israel e México em razão da ausência de dados.
2. Para os Estados Unidos, os valores ultrapassam os limites do gráfico, sendo: 6.858,43 milhares de toneladas em 1990; 6.611,69 milhares de toneladas em 2000; 4.504,66 milhares de toneladas em 2010; e 3.594,48 milhares de toneladas em 2020.

Também têm diminuído as emissões de PM 2.5 *per capita.* Em todos os países da OCDE que constam da base de dados, a curva de emissões *per capita* de PM 2.5 é descendente. O Canadá, com população relativamente pequena e emissões relativamente altas de PM 2.5, tem emissões *per capita* mais elevadas do que a média da OCDE. Com a maior população entre os países da OCDE, as altas emissões absolutas de PM 2.5 dos Estados Unidos traduzem-se em números *per capita* mais baixos.

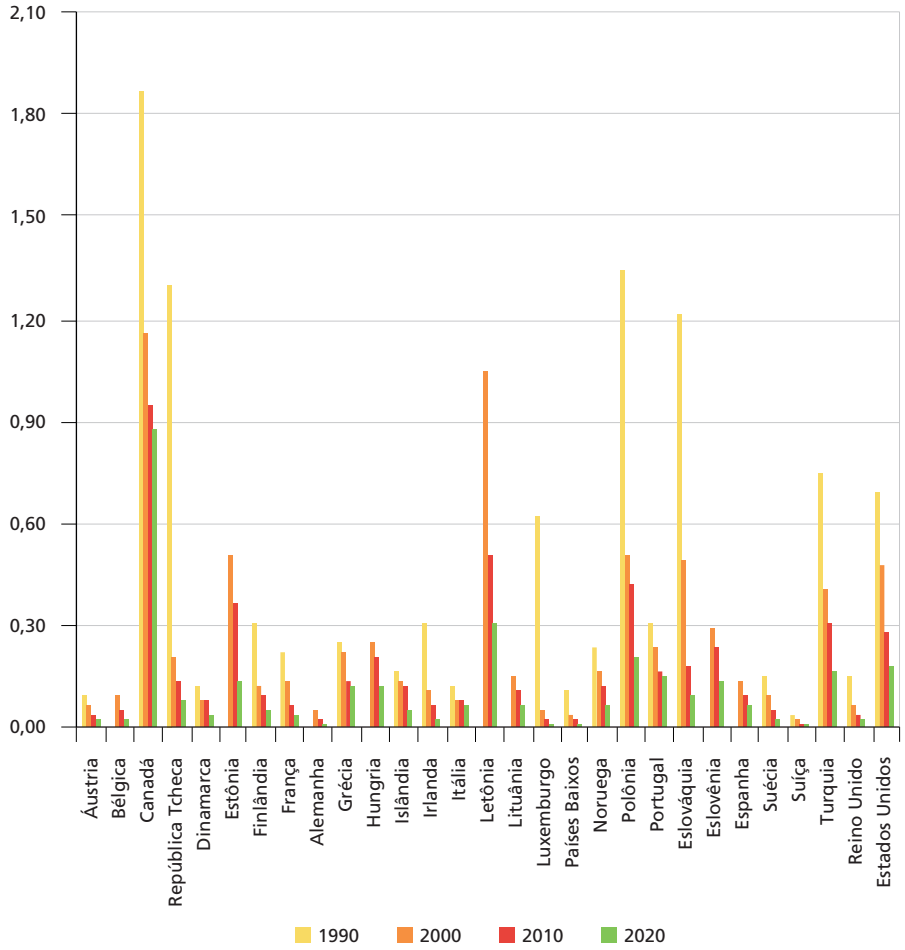
GRÁFICO 2
Emissões de PM 2.5 *per capita* (1990-2020)
(Em PM 2.5 kg/*capita*)



Fonte: OCDE (2023).
Elaboração da autora.
Obs.: O gráfico exclui Chile, Colômbia, Coreia do Sul, Israel e México em razão da ausência de dados.

A intensidade de PM 2.5 do PIB – medida de quanto a geração de riqueza está atrelada ao aumento da poluição – também está caindo em todos os países da OCDE que constam da base de dados. No Canadá, onde há importante participação no PIB de setores que emitem PM 2.5 – por exemplo, a mineração –, a intensidade segue bastante alta e com pouca diminuição desde 2005, em comparação com os demais países.

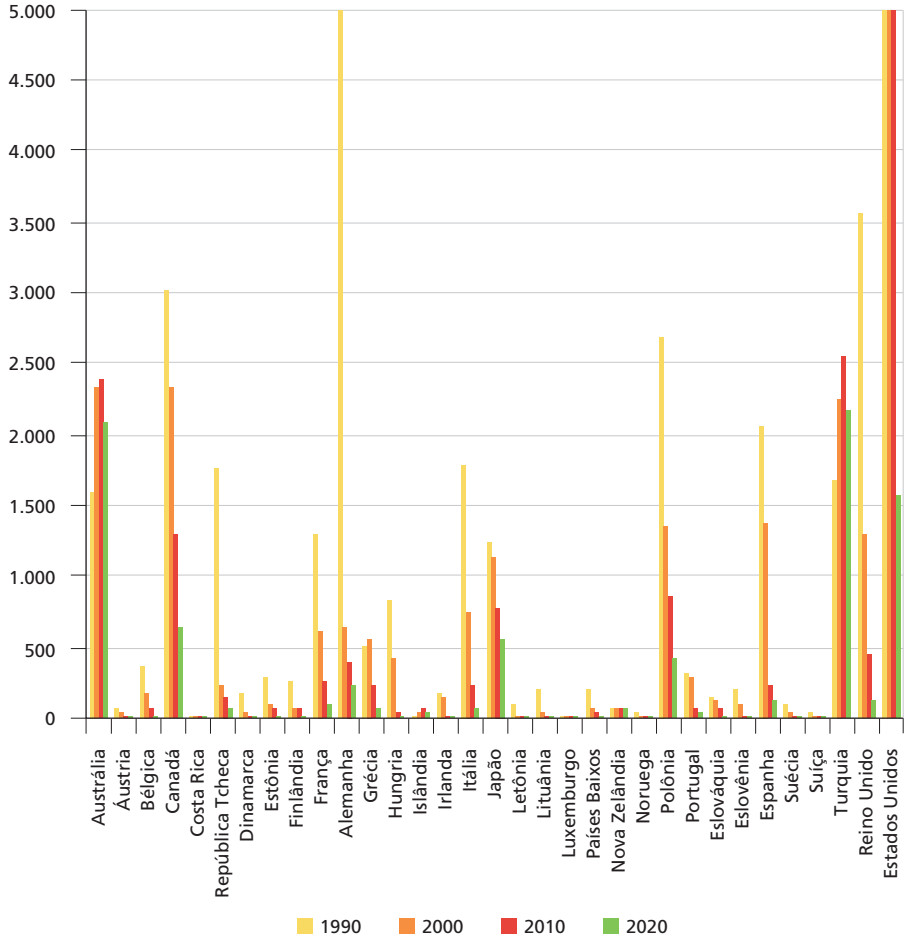
GRÁFICO 3
Intensidade de PM 2.5 do PIB (1990-2020)
(Em PM 2.5 kg/US$ 1 mil)



Fonte: OCDE (2023).
Elaboração da autora.
Obs.: O gráfico exclui Chile, Colômbia, Coreia do Sul, Israel e México em razão da ausência de dados.

Em relação às emissões de SO_X, estas também têm curva decrescente. A redução dessas emissões é resultado de políticas de eficiência energética e conservação da energia, processos produtivos mais eficientes e substituição de fontes de energia – especialmente a redução do uso do carvão na geração de eletricidade (OECD, 2023). A redução nos Estados Unidos é bastante significativa. Em 2020, a Turquia e a Austrália tinham as emissões mais altas de NO_X entre os países da OCDE.

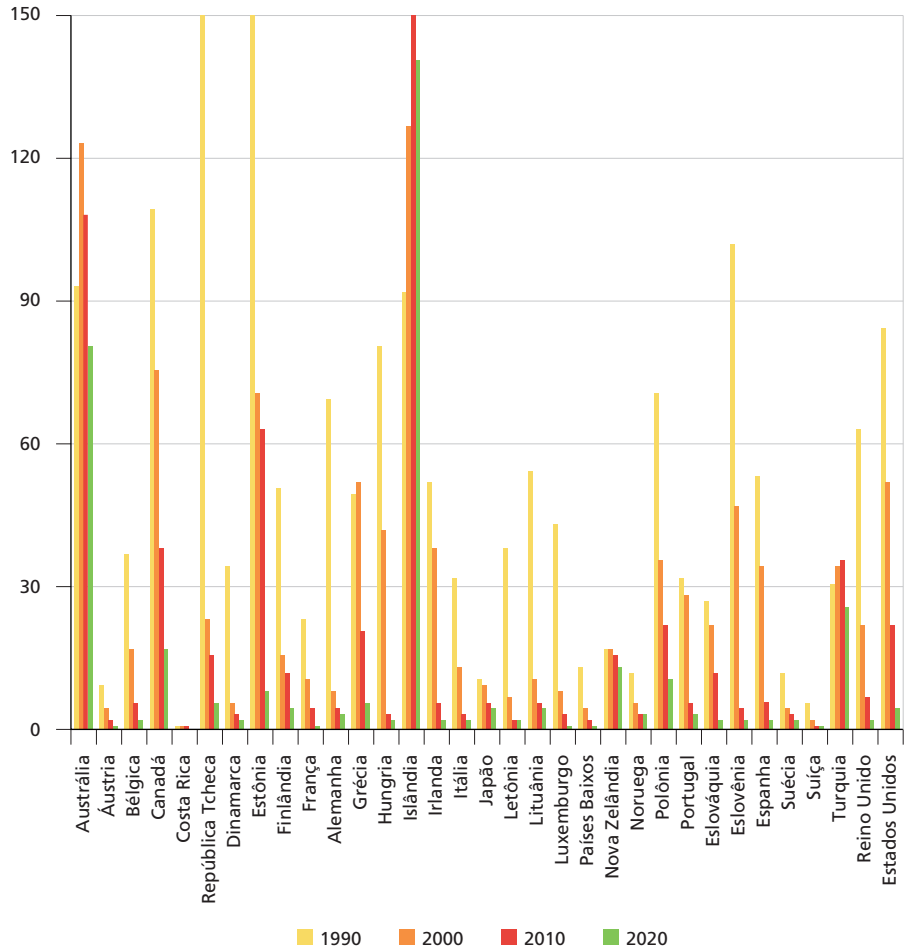
GRÁFICO 4
Emissões totais de SO_x (1990-2020)
(Em milhares de toneladas)



Fonte: OECD (2023).
Elaboração da autora.
Obs.: 1. O gráfico exclui Chile, Colômbia, Coreia do Sul, Israel e México em razão da ausência de dados.
2. Para alguns países, os valores ultrapassam os limites do gráfico, sendo: Alemanha – 5.460,19 milhares de toneladas em 1990; e Estados Unidos – 20.924,70 milhares de toneladas em 1990; 14.767,11 milhares de toneladas em 2000; e 6.951,16 milhares de toneladas em 2010.

As emissões *per capita* de SO_x também têm curva decrescente na maioria dos países da OCDE. As exceções são a Austrália e a Islândia, dois países com população relativamente pequena e emissões *per capita* de SO_x consideravelmente mais altas do que a média da OCDE. A Austrália é um dos grandes produtores e exportadores de carvão, ao passo que, na Islândia, erupções vulcânicas, que liberam grande quantidade de enxofre, são constantes.

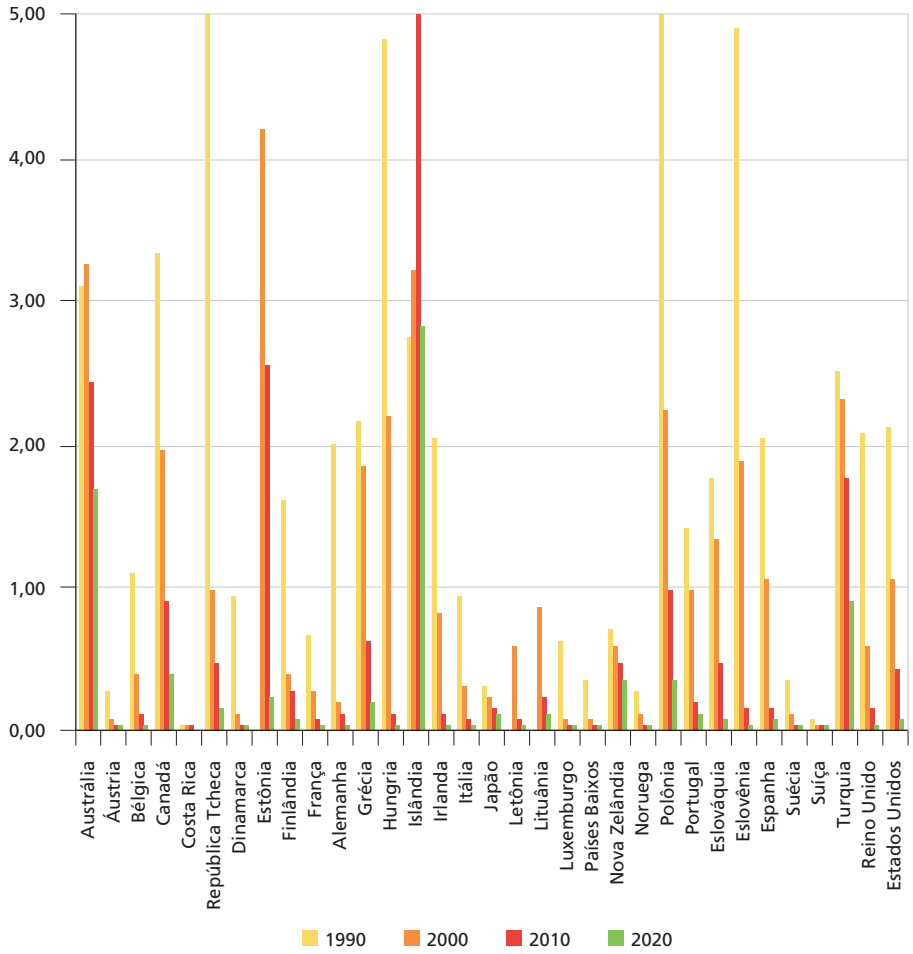
GRÁFICO 5
Emissões de SO_x *per capita* (1990-2020)
(Em SO_x kg/*capita*)



Fonte: OECD (2023).
Elaboração da autora.
Obs.: 1. O gráfico exclui Chile, Colômbia, Coreia do Sul, Israel e México em razão da ausência de dados.
2. Para alguns países, os valores ultrapassam os limites do gráfico, sendo: para República Tcheca, 169,31 kg SO_x/*capita* em 1990; para Estônia, 176,53 kg SO_x/*capita* em 1990; para Islândia, 233,30 kg SO_x/*capita* em 2010.

A intensidade de SO_X do PIB também está caindo nos países da OCDE, indicando que o crescimento econômico está cada vez mais desvinculado do aumento das emissões de SO_X. Novamente, a Austrália e a Islândia destoam: a primeira, em razão do papel das exportações de carvão na economia, e a segunda, da energia geotérmica, amplamente utilizada no país.

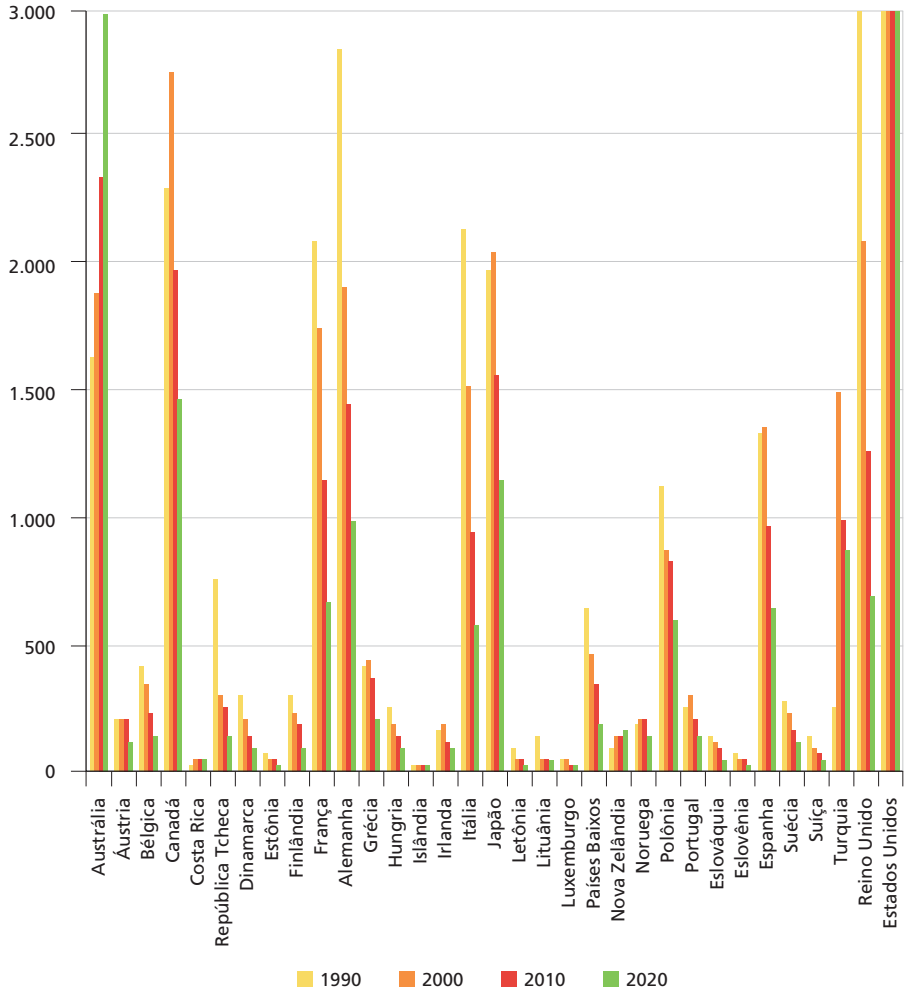
GRÁFICO 6
Intensidade de SO_x do PIB (1990-2020)
(Em SO_x kg/US$ 1 mil)



Fonte: OECD (2023).
Elaboração da autora.
Obs.: O gráfico exclui Chile, Colômbia, Coreia do Sul, Israel e México em razão da ausência de dados.

As emissões de NO_X também são decrescentes na OCDE. Entre os principais motivos estão a produção e o uso mais eficiente de energia e a redução da demanda de energia, especialmente após a crise financeira de 2008 (OECD, 2023). No entanto, em alguns países – como a Austrália –, as emissões cresceram entre 1990 e 2020, em razão do maior uso do modal rodoviário e de combustíveis fósseis em geral, nos transportes e na geração de eletricidade (OECD, 2023).

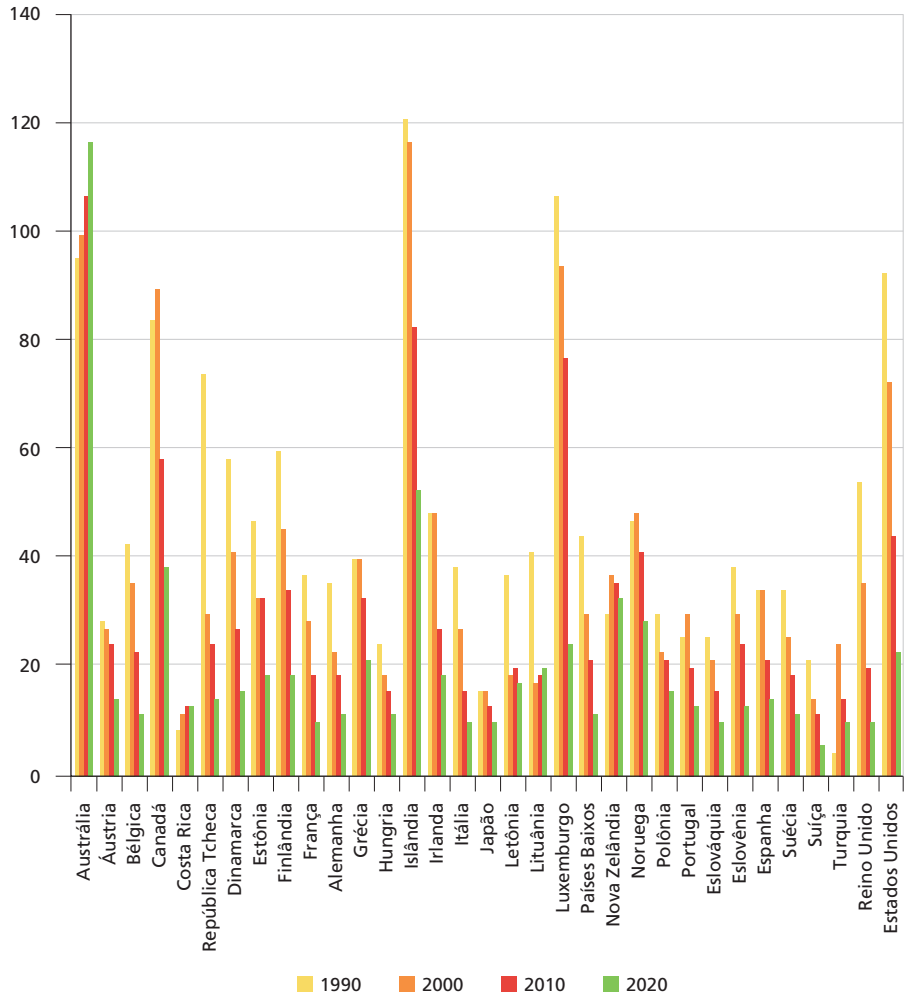
GRÁFICO 7
Emissões de NO_x (1990-2020)
(Em milhares de toneladas)



Fonte: OECD (2023).
Elaboração da autora.
Obs.: 1. O gráfico exclui Chile, Colômbia, Coreia do Sul, Israel e México em razão da ausência de dados.
2. Para alguns países, os valores ultrapassam os limites do gráfico, sendo: Reino Unido – 3.099,12 milhares de toneladas em 1990; Estados Unidos – 20.829,97 milhares de toneladas em 1990; 20.262,52 milhares de toneladas em 2000; 13.381,28 milhares de toneladas em 2010; e 7.243,81 milhares de toneladas em 2020.

Nas emissões *per capita*, países com alta participação de combustíveis fósseis na geração de energia – como a Austrália – e alto consumo de energia *per capita* – como o Canadá e a Islândia, e em menor medida a Noruega – destacam-se da média dos países da OCDE.

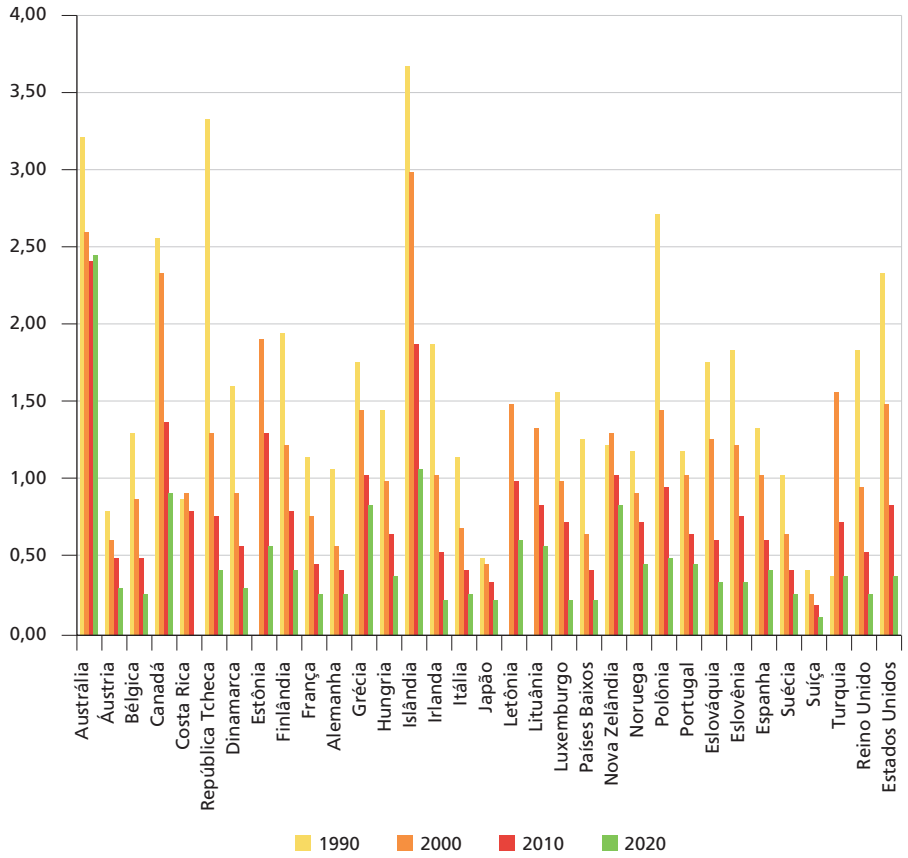
GRÁFICO 8
Emissões de NO_x *per capita* (1990-2020)
(Em NO_x kg/*capita*)



Fonte: OECD (2023).
Elaboração da autora.
Obs.: O gráfico exclui Chile, Colômbia, Coreia do Sul, Israel e México em razão da ausência de dados.

A intensidade de NO_x do PIB é decrescente em todos os países da OCDE. Destaque novamente para a Austrália, com níveis bastante acima da média dos demais países, em razão da dependência de carvão para a geração de energia e da participação das exportações de carvão no PIB.

GRÁFICO 9
Intensidade de NO_x do PIB (1990-2020)
(Em NO_x kg/US$ 1 mil)



Fonte: OECD (2023).
Elaboração da autora.
Obs.: O gráfico exclui Chile, Colômbia, Coreia do Sul, Israel e México em razão da ausência de dados.

2.1.4 Resultados e recomendações

A qualidade do ar tem moldura regulatória complexa no Brasil. O Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar (Pronar) foi instituído em 1989 com os objetivos de melhorar a qualidade do ar, atender aos padrões estabelecidos por órgãos e agências internacionais e não comprometer a qualidade do ar (Brasil, 1989). São instrumentos do Pronar: os limites máximos de emissão; o Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores (Proconve); o Programa Nacional de Controle da Poluição Industrial (Pronacop); o Programa Nacional de Avaliação da Qualidade do Ar; o Programa Nacional de Inventário de Fontes Poluidoras do Ar; e os programas estaduais de controle da poluição do ar (Brasil, 1989).

Padrões de qualidade do ar são limites legais da presença de poluentes atmosféricos durante determinado período de tempo (Milaré, 2021, p. 911). Os poluentes legislados atualmente são: PM 10; PM 2.5; dióxido de enxofre (SO_2); dióxido de nitrogênio (NO_2); O_3; fumaça; CO; partículas totais em suspensão; e chumbo (Brasil, 2018). Os padrões devem ser implementados e monitorados por órgãos ambientais estaduais.

Limites máximos de emissão são as quantidades de poluentes que a regulação autoriza serem lançadas na atmosfera por fontes fixas, como as indústrias, ou móveis, como os veículos. Os limites para fontes fixas são estabelecidos por resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama),[5] e os limites para emissões de veículos, no âmbito do Proconve.[6] A Lei Federal nº 8.723/1993 estabeleceu a obrigatoriedade de redução de emissões de CO, óxido de nitrogênio, hidrocarbonetos, álcoois, aldeídos, fuligem e material particulado dos veículos comercializados no Brasil.[7] O monitoramento dos limites máximos de emissão é feito preponderantemente por órgãos estaduais, no momento do licenciamento de empreendimentos e de veículos, e em inspeções periódicas.

A OCDE considera a moldura regulatória brasileira sobre qualidade do ar alinhada à normativa OCDE, mas a implementação é um desafio (OECD, 2021). Dois são os principais motivos. Primeiro, a ausência de dados. Inventários nacionais de emissões são realizados e publicados esporadicamente no Brasil: foram publicados inventários nacionais de emissões por veículos automotores rodoviários em 2011 e 2013; do transporte ferroviário de cargas, em 2012; e de emissões da aviação civil, em 2014 e 2019.[8] Não há inventários nacionais de emissões por fontes fixas.

Segundo, o monitoramento, sob responsabilidade de órgãos ambientais estaduais, é bastante heterogêneo. Variam entre os estados a qualidade dos planos de controle de emissões atmosféricas, a presença de tecnologia de medição de poluentes e a capacidade técnica e orçamentária de monitoramento e de execução da lei (fiscalização e autuação).

Em 2014, apenas 1,7% dos municípios brasileiros, em onze das 27 Unidades Federativas (UFs), contava com monitoramento da qualidade do ar; eram 252 estações de monitoramento no total, e nem todas acompanhavam todos os

5. Resoluções Conama nºs 382/2006, 436/2011 e 501/2021.

6. As resoluções do Conama nºs 490/2018, 492/2018 e 493/2019 estabelecem os limites atuais de emissões para veículos automotores.

7. No caso dos veículos leves, os limites de emissões de material particulado são aplicáveis apenas a veículos equipados com ignição por centelha com injeção direta de combustível ou motores do ciclo *diesel* (Resolução Conama nº 492/2018).

8. Os inventários rodoviários e ferroviários estão disponíveis no *site* da Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT), e os da aviação civil, no *site* da Agência Nacional de Aviação Civil (Anac). Disponíveis em: https://www.gov.br/anac/pt-br/assuntos/meio-ambiente/qualidade-do-ar; e http://anuario.antt.gov.br/index.php/content/view/5630.html.

poluentes (Vormittag *et al.*, 2021). Em 2019, eram 371 estações de monitoramento da qualidade do ar, divididas em catorze estados brasileiros (Vormittag *et al.*, 2021). Novamente, havia discrepância no monitoramento dos poluentes: o PM 2.5 era monitorado por apenas 96 estações, ou 25,9% do total; o NO_X, por 140 estações, ou 37,7% do total; e o SO_X, por 98 estações, ou 26,4% do total (Vormittag *et al.*, 2021). Para efeitos de comparação, nos Estados Unidos, um país similar ao Brasil em extensão territorial, são ao menos 5 mil estações de monitoramento (Vormittag *et al.*, 2021, p. 17). Além disso, apenas parte dos estados deixa as informações sobre qualidade do ar públicas e acessíveis (Vormittag *et al.*, 2021, p. 9).

Em 2019, de modo a avançar a implementação da Resolução Conama nº 491/2018, o Ministério do Meio Ambiente (MMA) lançou um guia técnico para padronizar o monitoramento da qualidade do ar no Brasil (Brasil, 2020). O objetivo era padronizar o monitoramento e a divulgação de dados sobre qualidade do ar, fomentando a implantação de um sistema nacional que integrasse e divulgasse dados de todas as UFs (Brasil, 2020). Em 2021, foi lançado o Sistema Nacional de Gestão da Qualidade do Ar e, com ele, o portal MonitorAr.[9] Porém, não houve avanços em ampliar o alcance do monitoramento: o portal conta com dados de apenas 168 estações de monitoramento, e nem todas medem e fornecem informações sobre todos os poluentes legislados no Brasil – a maioria mede apenas PM 10, e não PM 2.5.

A seguir, listam-se pontos centrais para o Brasil em relação aos indicadores de emissões de poluentes.

- O Brasil tem moldura regulatória desenvolvida, mas a cobertura de monitoramento é muito desigual entre os Estados, e muitos monitoram poucos poluentes.
- O portal MonitorAr representa um avanço em relação à criação de uma base de dados nacional, porém é necessário ampliar o alcance do monitoramento, com mais estações de coleta de dados.
- Constituem passos relevantes: realizar novas edições de inventários nacionais de emissões atmosféricas de veículos automotores, ferroviários e da aviação civil; iniciar os inventários para fontes estacionárias; e ampliar a cobertura de poluentes nos inventários.
- Sem monitoramento, ficam prejudicadas a fiscalização e a autuação, além do alinhamento em relação aos padrões internacionais.

9. Mais informações disponíveis em: https://dados.gov.br/dados/conjuntos-dados/ar-puro-monitorar; http://portalmonitorar.mma.gov.br/; http://portalmonitorar.mma.gov.br/; e https://antigo.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/qualidade-do-ar.html. Acesso em: 18 mar. 2024.

2.2 Indicadores sobre qualidade do ar e saúde

2.2.1 Critérios para seleção

São muitos os poluentes que prejudicam a qualidade do ar e afetam a saúde humana. Na versão mais atual do documento de diretrizes da OMS sobre qualidade do ar, seis são considerados os principais: PM 2.5, PM 10, O_3, NO_2, SO_2 e CO (WHO, 2021).

Entre esses, a OCDE selecionou o PM 2.5 como *proxy* para monitorar o impacto da qualidade do ar na saúde das populações dos países-membros. A exposição crônica ao PM 2.5, ainda que em níveis moderados, aumenta o risco de doenças cardíacas e infarto – a maior causa de mortalidade nos países da OCDE –, de doenças respiratórias, incluindo câncer de pulmão e infecções respiratórias (OECD, 2020, p. 26).

Para avaliar o impacto da poluição do ar sobre a saúde humana, a OCDE analisa a concentração de material particulado em quatro indicadores: exposição média da população ao PM 2.5; porcentagem da população exposta a concentrações de PM 2.5 acima da indicada pela OMS; taxa de mortalidade por exposição ao PM 2.5; e custo para o bem-estar social da taxa de mortalidade por PM 2.5.

2.2.2 Avaliação metodológica

Os indicadores sobre qualidade do ar e saúde adotados pela OCDE no relatório *Environment at a Glance* são simplificados em relação aos que a OMS acompanha em suas avaliações. Dado que os danos à saúde dos brasileiros em relação a poluentes são tão verdadeiros como para outros países, cabe avaliar o desempenho brasileiro em relação a esses indicadores.

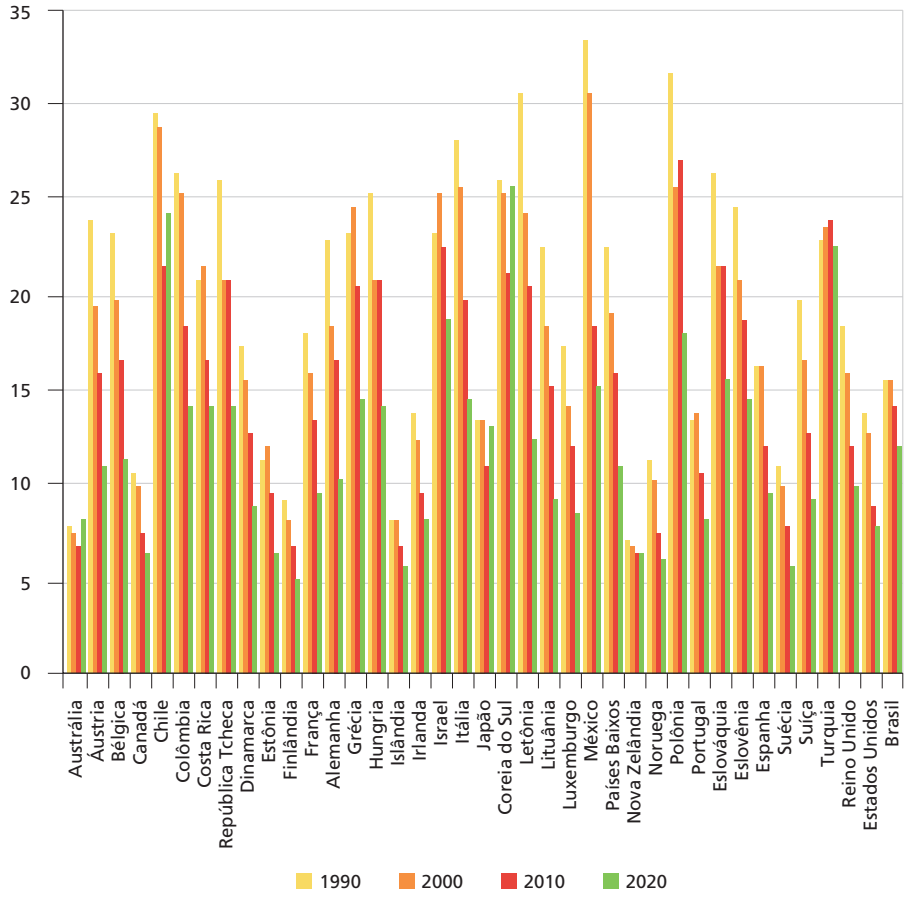
Importante observar que a OCDE trabalha com estimativas para esses indicadores. Por isso, a base de dados utilizada também contempla o Brasil – ainda que, como visto nas subseções 2.1.3 e 2.1.4, a medição real e *in loco* do PM 2.5 no Brasil seja bastante irregular e heterogênea.

2.2.3 Indicadores brasileiros

Em relação ao primeiro indicador da categoria, houve progresso em relação a reduzir a exposição da população ao PM 2.5, porém ela permanece acima da indicada pela OMS em aproximadamente metade dos países-membros (OECD, 2020). O diagnóstico foi formulado tendo em vista o indicado na versão de 2006 das diretrizes sobre qualidade do ar da OMS, em vigor até 2020, que recomendavam que a concentração de material particulado fino PM 2.5 não deveria ultrapassar 25 microgramas por metro cúbico (mcg/m^3) em 24 horas e 10 mcg/m^3 na média anual para que o ar fosse considerado seguro para a saúde humana (WHO, 2006).

Na revisão atualmente em vigor, a OMS recomenda máximos de 15 mcg/m³ em 24 horas e 5 mcg/m³ na média anual (WHO, 2021). O gráfico 10 traz os dados da média anual de exposição da população dos países da OCDE ao PM 2.5 entre 1990 e 2020.

GRÁFICO 10
Exposição média da população ao PM 2.5 (1990-2020)
(Em mcg/m³)

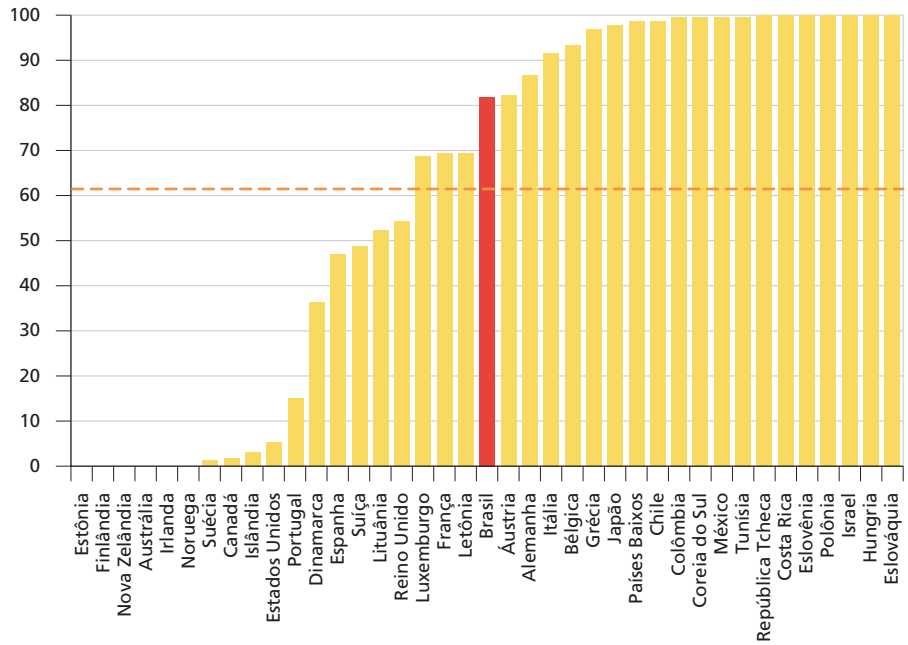


Fonte: OECD (2023).
Elaboração da autora.

O Brasil consta da base de dados da OCDE para o indicador exposição média da população ao PM 2.5 (gráfico 10). Em 2020, o Brasil ocupava uma posição média entre os países da OCDE em relação ao indicador, com 12,1 mcg/m³ de PM 2.5 na média anual de 2020; a Finlândia tinha os índices mais baixos, com 5 mcg/m³, e a Coreia do Sul, os mais altos, com 25,9 mcg/m³.

Em relação ao segundo indicador – porcentagem da população exposta a concentrações de PM 2.5 acima das indicadas pela OMS –, a OCDE publicou dados de 2019 para seus países-membros no relatório *Environment at a Glance*. Esses dados estão baseados nos limites seguros de 10 mcg/m³ indicados nas recomendações de 2006 da OMS.

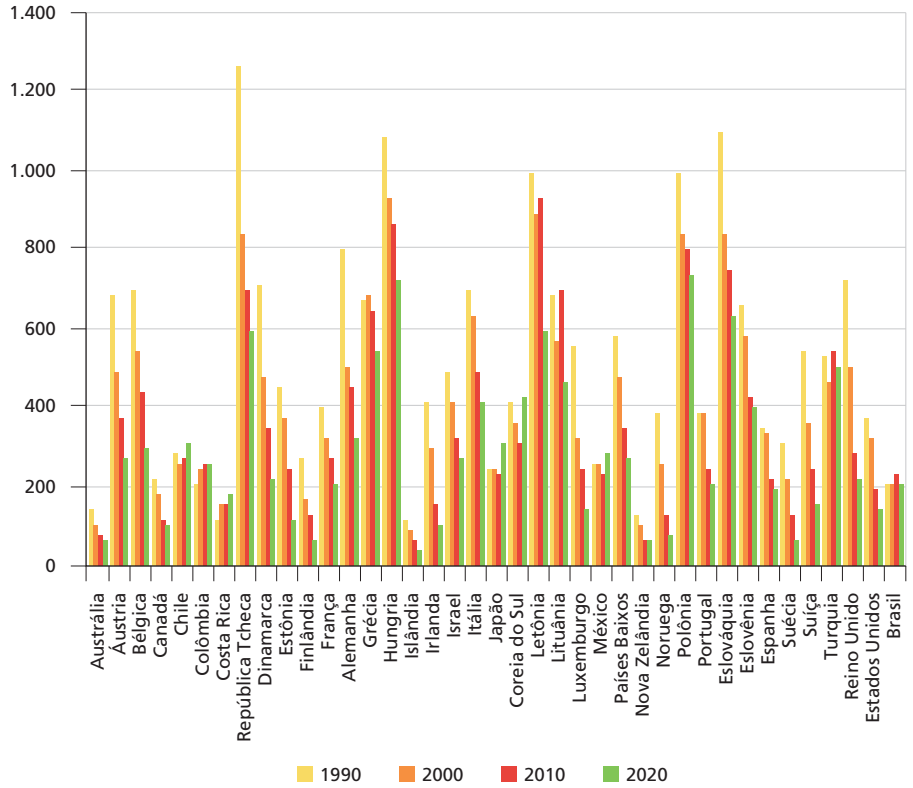
GRÁFICO 11
População exposta a concentrações de PM 2.5 superiores a 10 mcg/m³ (2019)
(Em %)



Fonte: OECD (2023).

O terceiro indicador da categoria é a taxa de mortalidade por exposição ao PM 2.5, medido em mortes prematuras relacionadas à exposição ao PM 2.5 por 1 milhão de habitantes. Os dados mostram, primeiro, que os países da OCDE apresentam taxas bastante diversas para esse indicador. Enquanto Austrália, Islândia e Nova Zelândia, por exemplo, têm taxas de menos de duzentas mortes por 1 milhão de habitantes desde 1990 e em 2019, República Tcheca, Hungria e Polônia, por exemplo, seguem com mortes em torno ou acima de oitocentas pessoas por 1 milhão de habitantes mesmo em 2019. Outra conclusão dos dados é que as mortes por exposição ao PM 2.5 caíram entre 1990 e 2019 na grande maioria dos países da OCDE, mas há exceções, como o Chile, a Colômbia, a Costa Rica, o Japão, a Coreia do Sul e o México.

GRÁFICO 12
Mortes prematuras por exposição ao PM 2.5 (1990-2020)
(Em número de mortes/1 milhão de habitantes)

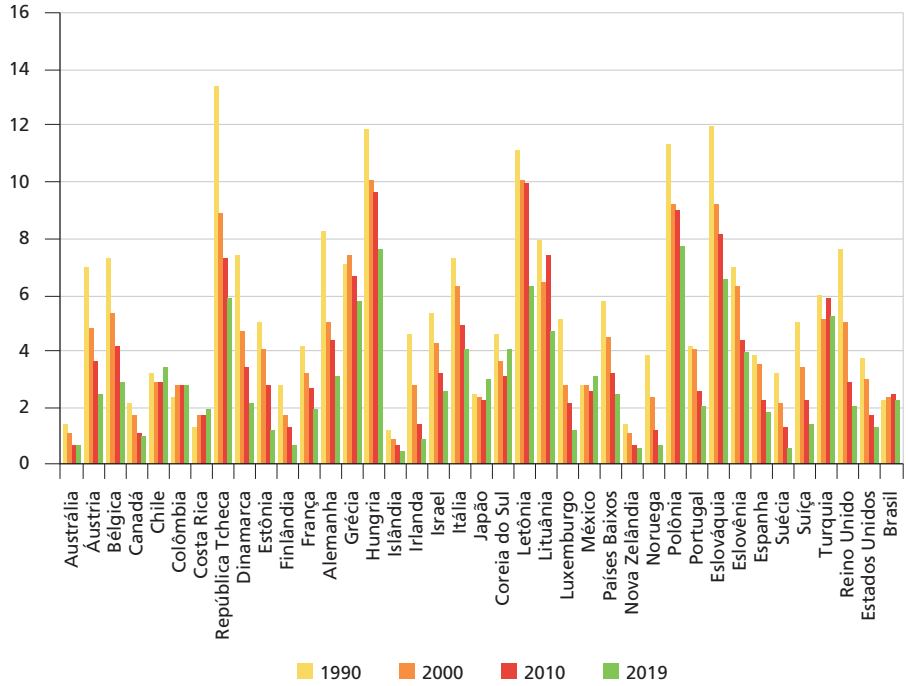


Fonte: OECD (2023).
Elaboração da autora.

O Brasil consta dos dados da OCDE para esse indicador, e os números mostram que o país tem taxas relativamente baixas de mortalidade prematura por exposição ao PM 2.5, comparado com os demais países da OCDE – em 2019, a taxa para o Brasil foi de 206,57 mortes por 1 milhão de habitantes. No entanto, essa taxa está estável desde 1990; portanto, tem curva diferente da maioria dos países da OCDE, que contam com taxas decrescentes ao longo do tempo. Nesse sentido, é interessante observar a similaridade entre as curvas apresentadas para o Brasil e outros países latino-americanos, como o Chile, a Colômbia e o México.

Por fim, o último indicador da categoria – custo para o bem-estar social da taxa de mortalidade por PM 2.5 – é medido em porcentagem do PIB equivalente. O gráfico 13 apresenta os dados para os países da OCDE entre 1990 e 2019, incluindo o Brasil, que consta da base de dados da OCDE para esse indicador.

GRÁFICO 13
Custo da mortalidade por PM 2.5 (1990-2020)
(Em % do PIB equivalente)



Fonte: OECD (2023).
Elaboração da autora.

Os dados sobre custo da mortalidade por PM 2.5 têm formato similar aos dados da taxa de mortalidade prematura por exposição ao PM 2.5, como não poderia deixar de ser. Quanto maior a taxa de mortalidade prematura por exposição ao PM 2.5, mais o PIB é impactado – casos de República Tcheca, Hungria e Polônia, por exemplo. A curva é decrescente entre 1990 e 2019 para a maioria dos países da OCDE, com exceções. O Brasil novamente tem dados relativamente estáveis entre 1990 e 2019; em 2019, a mortalidade prematura por exposição ao PM 2.5 custou ao Brasil 2,26% do PIB, colocando o país em posição média em comparação com os membros da OCDE – no mesmo ano, a Islândia teve a taxa mais baixa, com 0,42% do PIB, e a Polônia, a mais alta, com 7,67% do PIB.

2.2.4 Resultados e recomendações

Os limites atuais de concentração de PM 2.5 no Brasil estão determinados na Resolução Conama nº 491/2018, que segue a edição de 2006 das diretrizes sobre qualidade do ar da OMS: concentração máxima de 25 mcg/m³ de PM 2.5 na

média de 24 horas e de 10 mcg/m³ na média anual. O Brasil ainda não internalizou as melhores práticas internacionais para qualidade do ar e saúde elencadas na edição diretrizes da OMS sobre qualidade do ar de 2021, que recomendam máximos 15 mcg/m³ de concentração de PM 2.5 em 24 horas e 5 mcg/m³ na média anual (WHO, 2021). A OCDE recomendou esse ajuste ao Brasil na avaliação de 2021 (OECD, 2021).

Além disso, os principais desafios para o Brasil em relação aos indicadores da categoria qualidade do ar e saúde são os mesmos relatados para os indicadores da categoria anterior, emissões de poluentes. Primeiro, ausência de dados. As estações de medição de poluentes são insuficientes, em número, para cobrir a extensão territorial brasileira. A ausência de medição resulta em ausência de dados, que prejudica a avaliação real da concentração de poluentes e seu impacto para a saúde da população.

Segundo, monitoramento, fiscalização e autuação. Variam entre os estados a presença de tecnologia de medição de poluentes e a capacidade técnica e orçamentária de monitoramento e de execução da lei (fiscalização e autuação).

Cabem para o Brasil os padrões de qualidade do ar e saúde recomendados pela OMS. Os prejuízos da concentração de poluentes para a saúde humana são os mesmos em qualquer lugar do mundo; por isso, é indicado que todos os países internalizem as melhores práticas internacionais, quais sejam, as diretrizes da OMS da edição de 2021.

Dito isso, os indicadores da OCDE para o tema demonstram que pouquíssimos países têm qualidade do ar dentro dos padrões atuais da OMS: a maioria dos países da OCDE estava alinhada com os padrões recomendados na edição de 2006 das diretrizes da OMS, mas muito longe de alcançar os padrões da edição de 2021. Nesse sentido, tanto o Brasil como a maioria dos países da OCDE precisam melhorar substancialmente.

O desafio brasileiro torna-se mais complexo do que o da maioria dos países da OCDE ante a falta de medição e de dados e a heterogeneidade da aplicação dos padrões no território nacional, conforme já apontado. Dados são a base dos indicadores; sem eles, não há sequer como delimitar o desafio, muito menos como oferecer soluções de políticas públicas – que, para serem efetivas, dependem do diagnóstico dos dados. É necessário investir prioritariamente em mais estações de medição de poluentes espalhadas de maneira ampla no território brasileiro. O avanço da implementação do Sistema Nacional de Gestão da Qualidade do Ar e, com ele, do portal MonitorAr ajudaria o país a progredir nesta política.

Em relação aos indicadores qualidade do ar e saúde, podem-se listar os pontos centrais a seguir.

- De acordo com os dados da OCDE para indicadores de qualidade do ar e saúde, que utilizam estimativas, o Brasil seria classificado na média dos países da OCDE em relação aos níveis de exposição da população à poluição do ar e à proporção de população exposta a concentrações de poluentes superiores ao recomendado pela OMS.
- No Brasil, há estatisticamente menos mortes prematuras em razão da poluição do ar do que na média dos países da OCDE, porém os números são constantes entre 1990 e 2019, enquanto são decrescentes para a média dos países da organização. O mesmo se dá em relação ao custo dessa mortalidade para o bem-estar social.
- Quanto à poluição do ar e à saúde, o Brasil enfrenta os mesmos desafios dos países da OCDE: reduzir a concentração de poluentes para adotar as recomendações de 2021 da OMS, cujos padrões de concentração de poluentes estão alinhados com a pesquisa científica mais avançada em termos de impacto sobre a saúde humana.

2.3 Indicadores sobre tributação para abater a poluição do ar

2.3.1 Critérios para seleção

A terceira categoria de indicadores sobre qualidade do ar trata da tributação para abater a poluição. São chamados instrumentos de controle indireto de condutas, pois não prescrevem ou proíbem diretamente uma conduta, mas incentivam ou desincentivam comportamentos por meio de benefícios ou prêmios (Nusdeo, 2018, p. 103-104). Podem ser subdivididos em instrumentos econômicos precificados – impostos, taxas ou contribuições – ou instrumentos de mercado, que estabelecem direitos transacionáveis entre os agentes, como os mercados de direitos de emissão.

A tributação para abater a poluição pode ser aplicada diretamente sobre emissões, identificando quais os poluentes-alvo; e sobre produtos que emitem – veículos, máquinas etc. –, diferenciando com alíquotas os que emitem mais dos que emitem menos (Mendes e Seroa da Motta, 1997). Para além da tributação, há outras maneiras de diminuir a externalidade da poluição do ar: subsíduos e incentivos fiscais; multas; sistemas de depósito-retorno; e certificados transacionáveis, por exemplo (Mendes e Seroa da Motta, 1997).

A OCDE destaca duas categorias de indicadores. A primeira mede as receitas fiscais obtidas por ações para combater a poluição do ar, tanto em porcentagem do PIB como em porcentagem da receita fiscal relacionada a meio ambiente. A segunda categoria especifica essas receitas fiscais por setor.

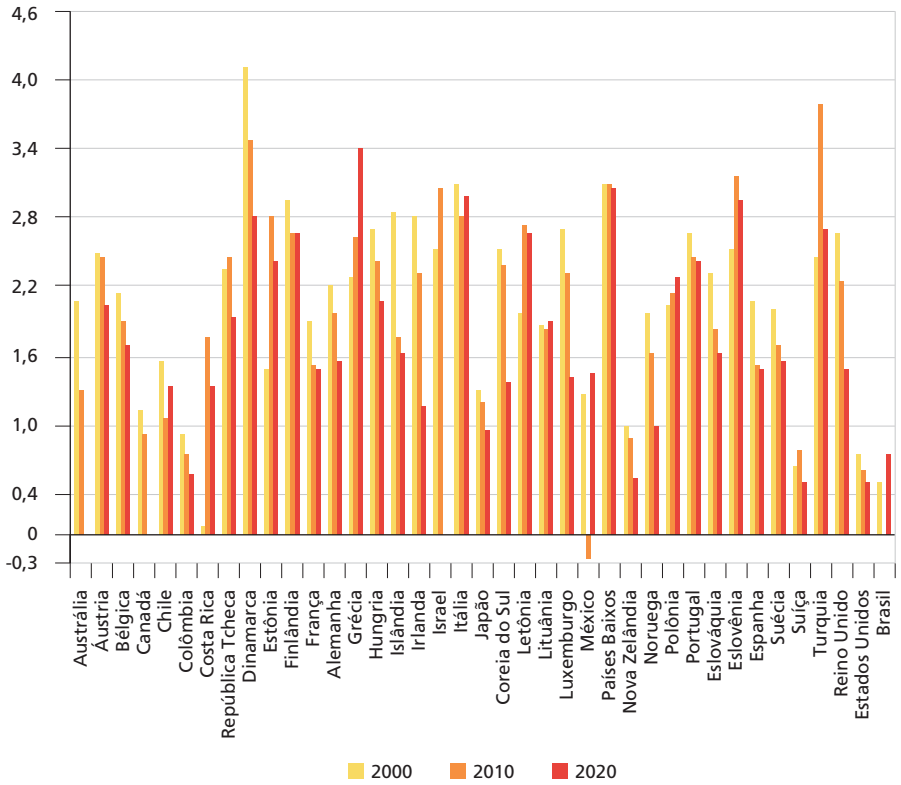
2.3.2 Avaliação metodológica

Não temos observações sobre a aplicação dos indicadores da OCDE sobre tributação para abater a poluição do ar em relação ao Brasil: são tão válidos aqui como para os países da OCDE.

2.3.3 Indicadores brasileiros

A OCDE apresenta as receitas fiscais obtidas por ações para combater a poluição do ar em dois formatos. Primeiro, em relação ao PIB. O gráfico 14 apresenta esses dados e permite concluir que há grande variação entre os países da OCDE na arrecadação relacionada à poluição do ar: em 2020, a Suíça tinha os menores números, 0,43% do PIB, e a Grécia, os maiores, 3,34% do PIB. O Brasil consta da base de dados da OCDE para o indicador e está entre os países com menor receita fiscal da poluição do ar em relação ao PIB, com 0,68% do PIB em 2020.

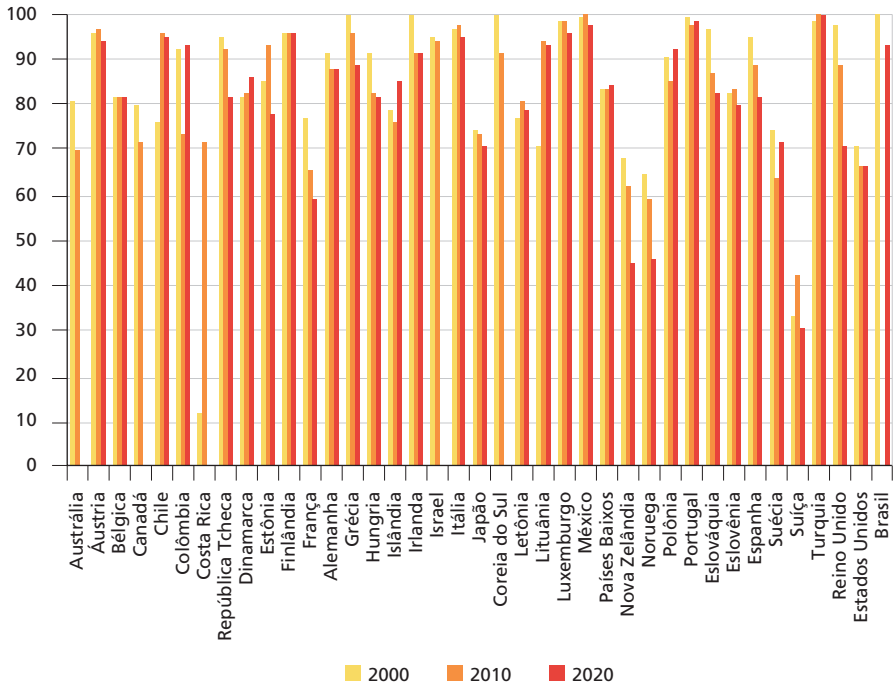
GRÁFICO 14
Receita fiscal da poluição do ar (2000-2020)
(Em % do PIB)



Fonte: OECD (2023).
Elaboração da autora.

A segunda versão do indicador mede a receita fiscal da poluição do ar em relação à receita fiscal total relacionada a meio ambiente. Uma vez que o indicador anterior pode sofrer alteração significativa dependendo do crescimento ou do encolhimento do PIB, essa segunda métrica ajuda a identificar o peso das medidas para abater a poluição do ar nos instrumentos econômicos de política ambiental. O gráfico 15 apresenta os dados para os membros da OCDE e o Brasil entre 1990 e 2020.

GRÁFICO 15
Receita fiscal da poluição do ar (2000-2020)
(Em % da receita fiscal relacionada a meio ambiente)

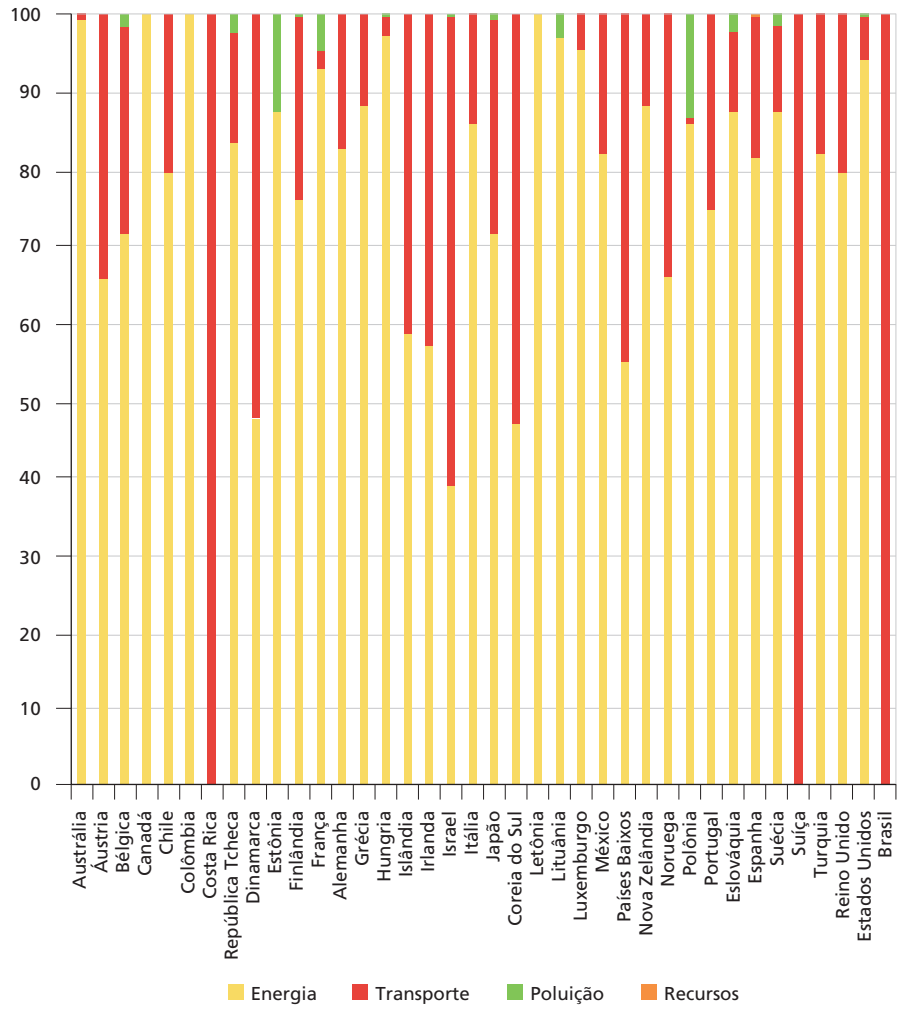


Fonte: OECD (2023).
Elaboração da autora.

Note-se que a poluição do ar ocupa grande parcela da receita fiscal relacionada a meio ambiente para a maioria dos países da OCDE desde 1990 e, em grande parte deles, essa relevância é estável no tempo. Para alguns países, a participação das receitas fiscais advindas da poluição do ar no total das receitas fiscais ambientais diminuiu entre 1990 e 2020 – por exemplo, Austrália, Nova Zelândia e Reino Unido – e, para alguns, aumentou – por exemplo, Lituânia e Polônia. De acordo com os dados da OCDE, a tributação sobre poluição do ar representou 93,27% da receita fiscal relacionada a meio ambiente no Brasil em 2020.

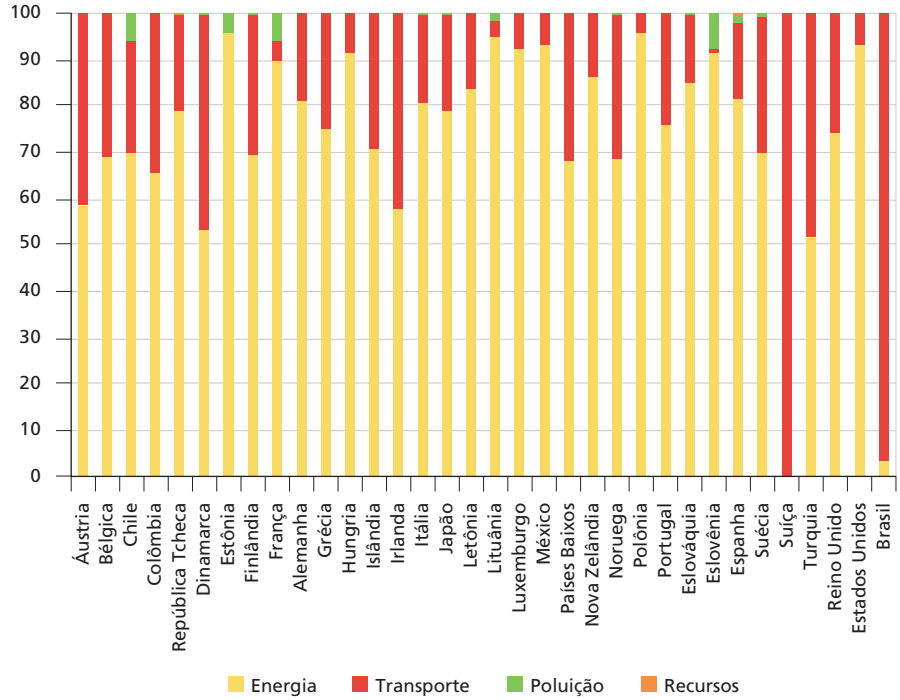
O segundo indicador da categoria especifica as receitas fiscais da poluição do ar por setor. A base de dados OCDE tem os dados dessas receitas para quatro setores – energia, transportes, poluição e recursos – a partir de 1994. Os gráficos 16 e 17 apresentam a comparação da distribuição da receita fiscal da poluição entre esses quatro setores em 1995 e 2020 para os países da OCDE e o Brasil. Há lacuna de dados para alguns países.

GRÁFICO 16
Receita fiscal da poluição do ar, por setor (1995)
(Em % da receita fiscal relacionada a meio ambiente)



Fonte: OECD (2023).
Elaboração da autora.
Obs.: O gráfico exclui a Eslovênia em razão da ausência de dados.

GRÁFICO 17
Receita fiscal da poluição do ar, por setor (2020)
(Em % da receita fiscal relacionada a meio ambiente)



Fonte: OECD (2023).
Elaboração da autora.
Obs.: O gráfico exclui Austrália, Canadá, Costa Rica, Israel e Coreia do Sul em razão da ausência de dados.

Ao menos duas conclusões podem ser tiradas da comparação dos gráficos 16 e 17. Primeiro, a receita fiscal da poluição do ar advém prioritariamente de dois setores, energia e transporte. Segundo, o setor de energia – que significa a transformação de fontes primárias de energia (por exemplo, carvão, petróleo, energia eólica e solar) para fontes secundárias de energia (por exemplo, eletricidade e combustível) – responde pela maior parcela da receita fiscal da poluição do ar para a maioria dos países da OCDE tanto em 1995 como em 2020. Costa Rica, Suíça e Brasil são exceções: nesses países, a maior parcela da receita fiscal da poluição do ar adveio do setor de transportes. No Brasil, em 2020, 89,58% da receita fiscal da poluição do ar advieram do setor de transportes.

2.3.4 Resultados e recomendações

Comparado com os países da OCDE, o Brasil está entre os países com menor receita fiscal da poluição do ar em relação ao PIB (0,68% do PIB em 2020). No entanto, a tributação da poluição do ar é a grande fonte de receita fiscal

relacionada a meio ambiente no Brasil – 93,27% desse total em 2020. Além disso, o setor de transportes responde pela maior parcela dessa receita: 89,58% em 2020.

Como já salientamos no capítulo 1 deste livro, sobre os indicadores da OCDE referentes à mudança do clima, não há, nos metadados sobre cada indicador, descrição de quais tributos, taxas ou outras cobranças são considerados na elaboração dos indicadores. Buscamos essa informação e encontramos apenas o que está disponível na base de dados Policy Instruments for the Environment (Pine), da OCDE. As informações para o Brasil estão atualizadas apenas até 2017. Nossa análise da tributação que consta dessa base de dados indica que talvez tributos sejam considerados ao mesmo tempo para poluição do ar e para mudança do clima.

QUADRO 1
Brasil: tributação considerada na base de dados Pine/OCDE
1A – Poluição do ar

Nome do instrumento	Ano de instituição	Ano de atualização	Descrição ou setor	Categoria
Cobrança de consumo de combustível	1973	2012	Eletricidade	Imposto
Taxa aeroportuária	1974	2017	Taxa de embarque internacional	Imposto
Taxa aeroportuária	1974	2017	Taxa de conexão aplicável ao transporte regular e não regular	Imposto
Taxa aeroportuária	1974	2017	Taxa de desembarque doméstico	Imposto
Taxa aeroportuária	1974	2017	Taxa de permanência na área de estacionamento	Imposto
Taxa aeroportuária	1974	2017	Taxa de desembarque internacional	Imposto

1B – Mudança do clima

Nome do instrumento	Ano de instituição	Ano de atualização	Descrição ou setor	Categoria
Tarifa *feed-in*[1]	2002	2006	Eletricidade proveniente das seguintes fontes: biomassa, energia geotérmica, energia maremotriz e pequenas centrais hidrelétricas	Subsídio (Proinfa)
Cobrança de consumo de combustível	1973	2012	Eletricidade	Imposto
Conta de desenvolvimento energético	2002	2012	Eletricidade	Imposto
Isenção de imposto em combustíveis (Cide)	2001	2012	Gasolina, *diesel*, etanol, nafta, óleo combustível, gás natural e querosene	Imposto
Royalties em petróleo e gás natural	1989	1998	Petróleo e gás natural	Imposto
IPVA	1969	2012	Todos os veículos	Imposto

Fonte: Pine/OCDE. Disponível em: https://oecd-main.shinyapps.io/pinedatabase/.
Elaboração da autora.
Nota: [1] A tarifa *feed-in* é uma estratégia governamental para promover a produção de energia. Esse método envolve a implementação de uma tarifa adicional, com a qual a distribuidora remunera o proprietário do sistema gerador de energia pelo excesso de energia que é enviado à rede elétrica.
Obs.: Proinfa – Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica; Cide – Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico; e IPVA – Imposto sobre Veículos Automotores.

Em nossa análise, identificamos outros instrumentos que poderiam ser classificados dentro da categoria tributação para abater a poluição do ar no Brasil, por exemplo:

- limitação da alíquota de Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços (ICMS) para combustíveis;
- alíquotas diferenciadas de Programa de Integração Social/Programa de Formação do Patrimônio do Servidor Público (PIS/Pasep) para gasolina e etanol;
- alíquotas diferenciadas de Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) para veículos leves dependendo do combustível utilizado; e
- isenção de impostos para painéis solares.

Não fica claro se esses instrumentos não foram considerados pela OCDE em razão da ausência de atualização da base de dados ou por algum outro motivo.

Duas considerações podem ser feitas em relação aos indicadores de tributação para abater a poluição do ar no caso do Brasil. A primeira é que o impacto socioambiental da poluição do ar ainda não está internalizado no Brasil. A poluição tem grande impacto no meio ambiente e na saúde humana, mas as políticas públicas para reduzir esse impacto estão pouco desenvolvidas no país.

A segunda é que a tributação concernente à poluição do ar, geradora de receita fiscal, não é, na maioria das vezes, diretamente desenhada para esse objetivo. Por exemplo, caso o conteúdo de poluentes da queima dos combustíveis fosse um critério preferencial na decisão sobre a alíquota para os impostos sobre veículos e combustíveis, o objetivo de redução da poluição do ar poderia ser mais facilmente atingido. Nesse ponto, o Brasil não é diferente de outros países da OCDE; há grande margem para melhoria, o que pode ser incentivo para alinhar as políticas públicas com a redução da poluição do ar.

Enumeram-se, a seguir, pontos centrais para o Brasil em relação aos indicadores de tributação para abater a poluição do ar.

- Em comparação com os países da OCDE, o Brasil faz pouco uso de instrumentos econômicos para abater a poluição do ar.
- Os instrumentos utilizados concentram-se no setor de transportes.
- A poluição do ar é uma motivação apenas indireta para os instrumentos utilizados: a grande quantidade de exceções autorizadas, mesmo que para motores e combustíveis mais poluentes, faz concluir que o uso desses instrumentos atende a outros objetivos de política pública, como o controle da inflação.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução Conama nº 5, de 15 de junho de 1989. **Diário Oficial da União**, 25 ago. 1989.

_____. Resolução Conama nº 491, de 19 de novembro de 2018. **Diário Oficial da União**, 21 nov. 2018.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Guia técnico para o monitoramento e avaliação da qualidade do ar**. Brasília: MMA, 2020. Disponível em: https://www.gov.br/mma/pt-br/centrais-de-conteudo/mma-guia-tecnico-qualidade-do-ar-pdf.

LONG, Billy L. **International environmental issues and the OECD, 1950-2000**: an historical perspective. Paris: OCDE, 2000. Disponível em: https://www.oecd-ilibrary.org/environment/international-environmental-issues-and-the-oecd-1950-2000_9789264181113-en.

MENDES, Francisco Eduardo; SEROA DA MOTTA, Ronaldo. **Instrumentos econômicos para o controle ambiental do ar e da água**: uma resenha da experiência internacional. Rio de Janeiro: Ipea, maio de 1997. (Texto para Discussão, n. 479). Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/2043/1/td_0479.pdf.

MILARÉ, Edis. **Direito do ambiente**. 12. ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2021.

NUSDEO, Ana Maria de Oliveira. **Direito ambiental e economia**. Curitiba: Juruá, 2018.

OECD – ORGANISATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT. **Environment at a glance**: 2020. Paris: OECD, 2020. Disponível em: https://read.oecd-ilibrary.org/environment/environment-at-a-glance/volume-/issue-_4ea7d35f-en.

_____. **Evaluating Brazil's progress in implementing Environmental Performance Review recommendations and promoting its alignment with OECD core acquis on the environment 2021**. Paris: OECD, 2021. Disponível em: https://www.oecd.org/environment/country-reviews/Brazils-progress-in-implementing-Environmental-Performance-Review-recommendations-and-alignment-with-OECD-environment-acquis.pdf.

_____. **Environment at a glance**: indicators. Paris: OECD, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.1787/ac4b8b89-en.

STEFFEN, Will *et al*. Planetary boundaries: guiding human development on a changing planet. **Science,** v. 347, n. 6.223, 2015.

VORMITTAG, Evangelina da M. P. A. de A. *et al*. Análise do monitoramento da qualidade do ar no Brasil. **Estudos Avançados**, v. 35, n. 102, p. 7-30, 2021.

WHO – WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Air quality guidelines**: global update 2005: particulate matter, ozone, nitrogen dioxide, and sulfur dioxide. Geneva: WHO, 2006. Disponível em: https://www.who.int/publications/i/item/WHO-SDE-PHE-OEH-06.02.

_____. **WHO global air quality guidelines**: particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. Geneva: WHO, 2021. Disponível em: https://apps.who.int/iris/handle/10665/345329.

_____. **Factsheet on ambient (outdoor) air pollution**. Geneva: WHO, 19 Dec. 2022. Disponível em: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health.