

DIMENSIONAMENTO DA REDE BÁSICA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR NO BRASIL

CENÁRIOS INICIAIS

FEVEREIRO DE 2024

FOTO: J.Balta / Unsplash



iema
Instituto de Energia
e Meio Ambiente

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	3
ABRANGÊNCIA ATUAL DO MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR NO BRASIL	6
DIMENSIONAMENTO DAS REDES DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR NOS EUA E NA UE.	8
Estados Unidos da América	9
União Europeia	11
CENÁRIOS INICIAIS PARA UMA REDE BÁSICA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR NO BRASIL	12
Recorte espacial	12
Quantidade de estações requeridas conforme o tamanho da população	13
RESULTADOS	14
CONSIDERAÇÕES FINAIS	23
REFERÊNCIAS	25



Fale conosco:

Rua Artur de Azevedo, 1212, 9º andar, Pinheiros,
São Paulo – SP, CEP 05404-003
Telefone: +55 (11) 3476-2850
energiaeambiente.org.br
energiaeambiente@energiaeambiente.org.br

Acompanhe nossas redes sociais:



Fevereiro de 2024

Equipe técnica:

André Luis Ferreira
David Shiling Tsai
Felipe Barcellos e Silva
Helen Sousa

Comunicação:

Isis Rosa Nóbile Diniz

Projeto gráfico:

Cyntia Fonseca

Imagem capa:

J. Balla Photography/ Unsplash

Apoio:

Instituto Clima e Sociedade (ICS)

Sobre o IEMA:

O Instituto de Energia e Meio Ambiente (IEMA) é uma Organização da Sociedade Civil de Interesse Público (OSCIP) fundada no Brasil em 2006. Ele tem como propósito qualificar os processos decisórios para que os sistemas de transporte e de energia no Brasil assegurem o uso sustentável de recursos naturais com desenvolvimento social e econômico.

Quem somos:

André Luis Ferreira
David Shiling Tsai
Fabio Galdino
Felipe Barcellos e Silva
Gabrielly de Castro Alves
Helen Sousa
Ingrid Graces
Isis Rosa Nóbile Diniz
Mônica Takeda
Raissa Gomes
Ricardo Baitelo
Rodrigo Pimenta
Vinicius Oliveira



Lago das Rosas, em Goiânia (GO).

INTRODUÇÃO

A proteção da saúde humana e do meio ambiente, impactados pelos efeitos prejudiciais da poluição atmosférica, deveria ser prioridade na sociedade atual. Resultante da emissão de poluentes por diversas fontes, sejam elas de origem antropogênica ou naturais, a poluição do ar representa uma ameaça significativa para a qualidade de vida. Estudos científicos relacionam a exposição prolongada aos contaminantes atmosféricos a diversos problemas de saúde, como câncer, doenças respiratórias, cardiovasculares e até mesmo impactos neurodegenerativos.

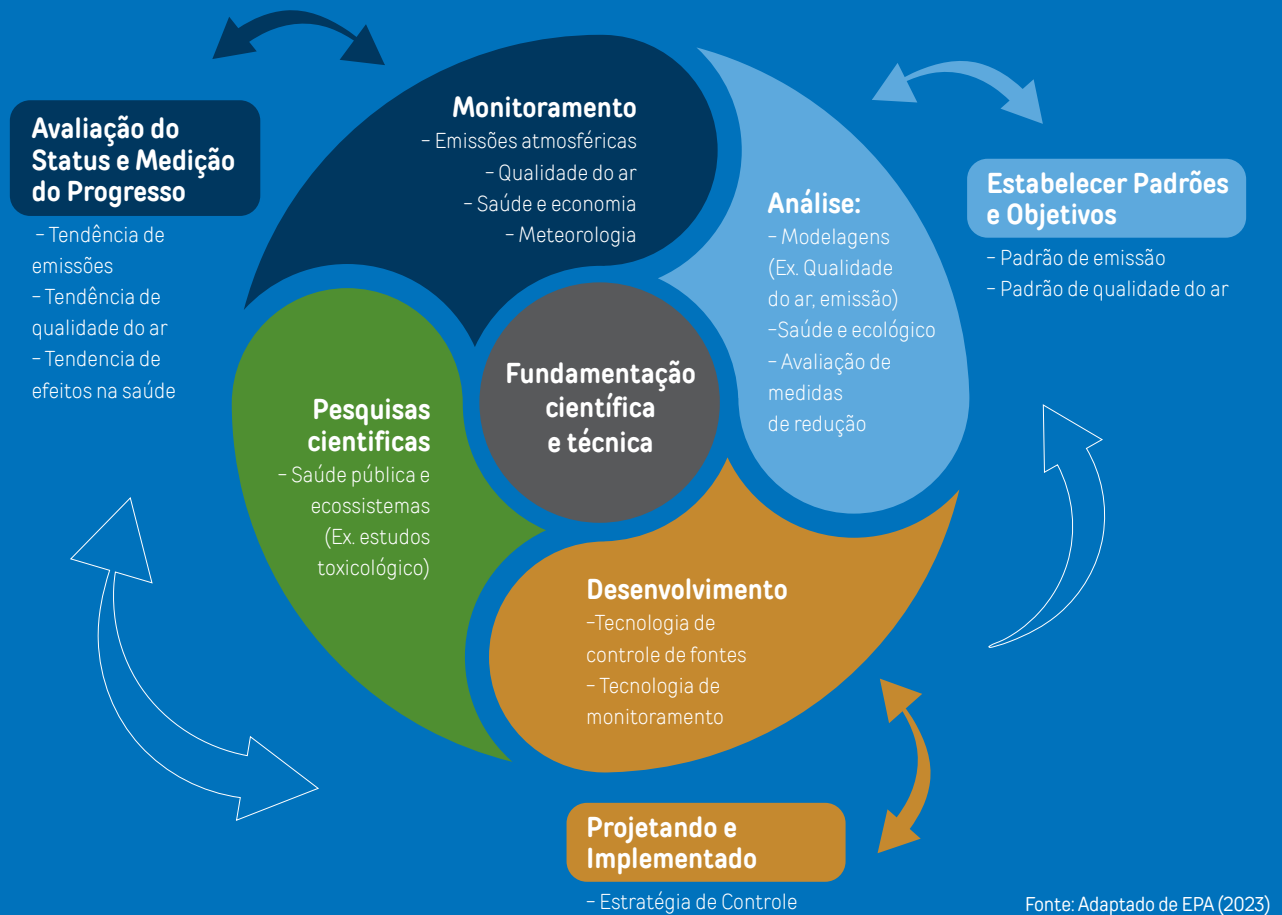
Para conter esses problemas, é essencial a implementação de políticas robustas que visem a redução das emissões de poluentes, sendo necessárias ações articuladas por parte de autoridades reguladoras conforme mostra a Figura 1, podendo o conjunto dessas ações ser denominado de “gestão da qualidade do ar”.

O monitoramento da qualidade do ar é um dos principais pilares dessa gestão. Dados consistentes e confiáveis sobre a concentração de poluentes no ar são essenciais para:

- identificar os riscos à saúde aos quais a população está submetida e os impactos no ecossistema;
- avaliar o atendimento dos padrões de qualidade do ar estabelecidos em legislações e a conformidade com os valores guias recomendados pela Organização Mundial da Saúde (OMS);
- planejar e avaliar os resultados de ações de controle das emissões de poluentes atmosféricos.

Desde 1989, a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 5 indica a necessidade de implementar uma Rede Nacional de Monitoramento da Qualidade do Ar. No entanto, poucos avanços efetivos

Figura 1
Fluxo da gestão da qualidade do ar



foram alcançados tanto em nível nacional quanto na maioria dos estados na implementação efetiva do monitoramento da qualidade do ar.

Reconhecendo a baixa cobertura de monitoramento, o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), com intuito de criar indicadores para o atendimento ao Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 11 da Organização das Nações Unidas (ONU) — que trata de Cidades e Comunidades Sustentáveis e tem como meta a redução dos impactos ambientais negativos nas cidades —, recomendou a adoção de sistemas de monitoramento da

qualidade do ar em todas as cidades com mais de 500 mil habitantes (IPEA, 2019)¹. **Entretanto, menos da metade dos 49 municípios brasileiros com essa população possui estações automáticas de qualidade do ar.**

Além da alocação insuficiente de recursos orçamentários, a expansão das redes de monitoramento da qualidade do ar nos estados é limitada pela ausência de diretrizes e critérios básicos para o planejamento da instalação das estações. Em 2019, o Ministério do Meio Ambiente (MMA) deu um passo importante na direção de reduzir a carência técnica sobre o tema, elaborando o “Guia Técnico de

¹Atualmente não há um sistema de monitoramento em escala nacional integrado. Surgiu a questão de incluir na redação além da meta finalística também uma meta meio que envolveria avançar o fortalecimento de um sistema integrado de monitoramento da qualidade do ar num número maior de cidades. O critério do porte de cidades de 500 mil habitantes foi uma sugestão inicial do grupo tendo em vista que cidades de maior porte populacional tendem a apresentar maiores desafios para melhorar a qualidade do ar devido a intensidade de atividade industrial e de transportes. A adequação desse recorte proposto, no entanto, deveria ser mais bem avaliado e discutido com um número maior de técnicos da área e sociedade civil.” – <https://www.ipea.gov.br/ods/ods11.html>, acesso em 26 de janeiro de 2024.

Monitoramento e Avaliação da Qualidade do Ar” (MMA, 2020a), contendo especificações técnicas sobre métodos de referência para medição de poluentes e escalas de representatividade espacial e temporal de cada estação. Esse material detalha a importância de estabelecer objetivos claros para uma rede de avaliação da qualidade do ar, garantindo que os dados coletados sejam interpretados corretamente. Entretanto, o Guia Técnico não traz orientações para o planejamento de uma rede de monitoramento no tocante ao seu dimensionamento, como número mínimo de estações e monitores ou locais críticos para medir a poluição. **Assim, uma lacuna importante ainda presente na gestão da qualidade do ar no Brasil é a inexistência de uma referência técnica formalizada que guie a definição, o planejamento e a implantação de uma Rede Básica de Monitoramento da Qualidade do Ar.**

Ademais, atualmente, inexistem documentos publicados sobre os critérios adotados por cada estado para a instalação e expansão das suas redes de monitoramento. A decisão de instalar equipamentos de monitoramento é, em geral, tomada com base em oportunidades de recursos disponíveis. A insuficiência de estações de monitora-

mento em operação é fruto da falta de priorização política do problema, da ausência de um claro senso de finalidade dos dados, da carência de recursos humanos e técnicos nos órgãos ambientais, da ausência de fontes consistentes de financiamento para construir e manter uma adequada gestão da qualidade do ar, entre outros, conforme identificados no documento “Recomendações para a Expansão e Continuidade das Redes de Monitoramento da Qualidade do Ar no Brasil”, elaborado pelo Instituto de Energia e Meio Ambiente (IEMA) em 2022².

Esta nota técnica “Dimensionamento da Rede Básica de Monitoramento da Qualidade do Ar no Brasil: Cenários Iniciais” tem como objetivo apresentar um panorama sobre a atual abrangência do monitoramento da qualidade do ar no Brasil, identificando as suas grandes lacunas de cobertura. O estudo tem como base um exercício de aplicar os critérios populacionais com os quais as redes de monitoramento são estabelecidas na União Europeia e nos Estados Unidos da América. Com isso, procurou-se apontar áreas críticas para a realização do monitoramento, configurando cenários de desenvolvimento inicial de uma rede de monitoramento brasileira.



FOTO: Kelly / Pexels

Vista aérea do Teatro Amazonas, em Manaus (AM).

² Esse documento foi elaborado a partir do conhecimento acumulado nas trocas com os técnicos de órgãos ambientais no processo de desenvolvimento da Plataforma da Qualidade do Ar. A Plataforma da Qualidade do Ar é uma iniciativa do IEMA mantida desde 2015, realizada em estreita colaboração com órgãos públicos ambientais. O IEMA coleta, agrega, organiza, analisa e disponibiliza os dados da qualidade do ar em todo o país. A Plataforma pode ser acessada em: www.qualidadedoar.org.br.

ABRANGÊNCIA ATUAL DO MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR NO BRASIL

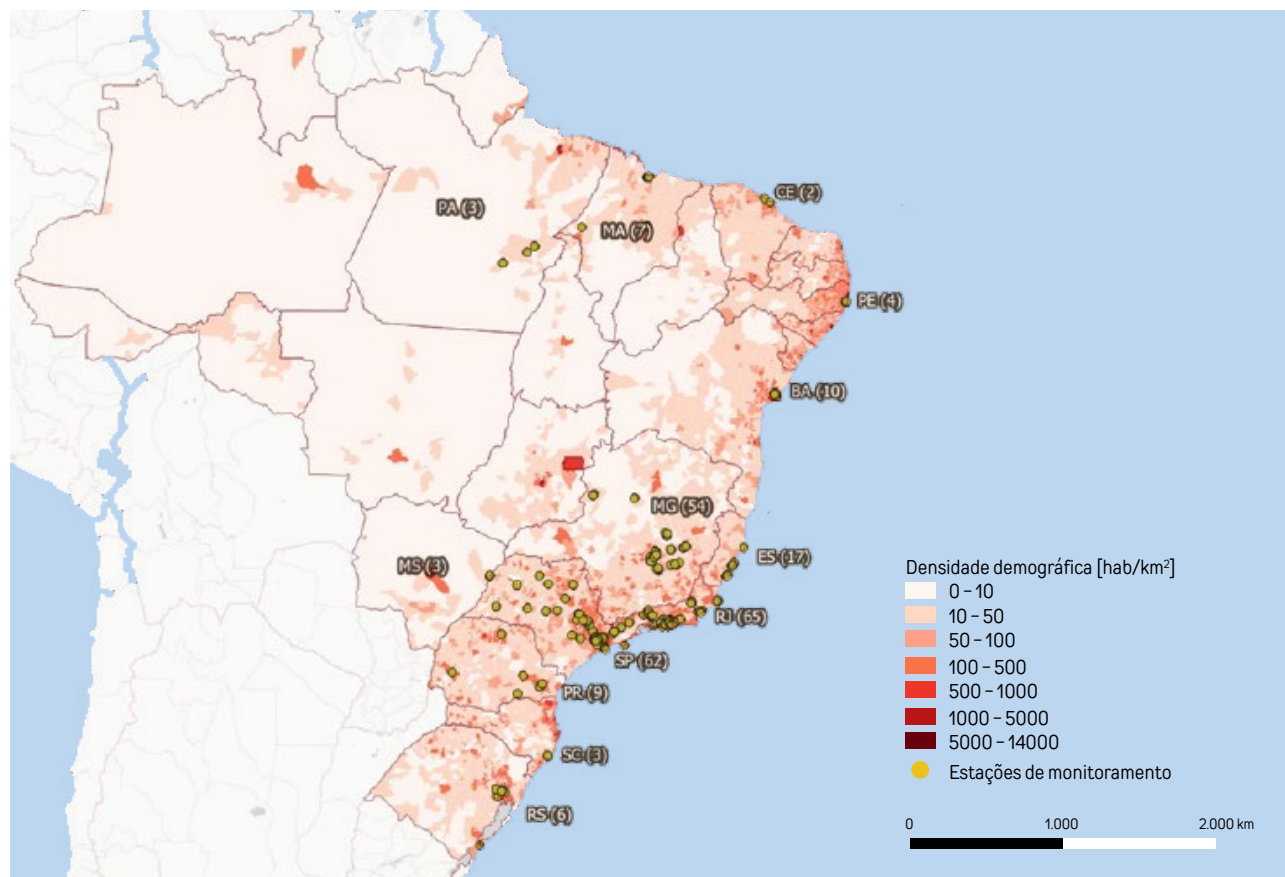
Esta seção apresenta um panorama da abrangência atual do monitoramento da qualidade do ar no Brasil, a partir da identificação das estações automáticas de monitoramento da qualidade do ar que monitoram os seguintes poluentes regulamentados: material particulado inalável (MP_{10}), material particulado fino ($MP_{2,5}$), partículas totais em suspensão (PTS), fumaça (FMC), dióxido de nitrogênio (NO_2), monóxido de carbono (CO), ozônio (O_3), dióxido de enxofre (SO_2) e chumbo (Pb)³. Para tanto, diversas fontes foram consultadas, principalmente, a Plataforma da Qualidade do Ar do IEMA, sites oficiais dos órgãos estaduais de meio ambiente (OEMAs) e o sistema de dados de qualidade do ar do Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMA) – MonitorAr.

Para a análise, foram consideradas apenas as estações automáticas, uma vez que as estações manuais, que geram dados em um intervalo médio de seis dias, não suprem a necessidade de informações em tempo hábil para a população. Além disso, os monitores de baixo custo também foram desconsiderados por serem uma tecnologia ainda não consolidada em termos de monitoramento com vistas ao atendimento aos padrões de qualidade do ar.

No Mapa 1 são apresentadas as quantidades de estações automáticas em operação em cada estado.

Entre as quase 250 estações de monitoramento automático ativas no território brasileiro, mais de 80% estão

Mapa 1
Número de estações automáticas de monitoramento da qualidade do ar nos estados brasileiros



Fonte: Elaboração própria com dados de IEMA (2023) e MMA (2023a).

³No Brasil, as resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) são os principais instrumentos de regulamentação da gestão da qualidade do ar. Dentre elas, a Resolução nº 491 de 2018 estabelece padrões para a concentração de poluentes no ar, além de reforçar a necessidade de divulgar os resultados do monitoramento para acesso da população na forma dos índices de qualidade do ar (IQA). O IQA é uma medida numérica adimensional empregada na avaliação da qualidade do ar, classificando-a em níveis que vão de “boa” a “péssima”. Essa categorização proporciona uma compreensão rápida e clara do estado do ar, destacando os potenciais impactos das concentrações sobre a saúde da população.

concentradas na Região Sudeste, evidenciando a desigualdade da cobertura dessas estações nas diversas partes do país. Ao observar o Mapa 1, destaca-se que essas estações estão instaladas em apenas 13 dos 26 estados brasileiros – tampouco o Distrito Federal conta com estações automáticas. Além disso, apenas sete capitais estaduais contam com esse tipo de monitoramento. Entre os 20 municípios mais populosos do Brasil, apenas nove têm monitoramento automático da qualidade do ar.

A Tabela 1 apresenta o número de monitores automáticos ativos para cada poluente nos estados brasilei-

ros, bem como o total de estações⁴. Ressalta-se que a quantidade de estações em relação à população é apenas um dos critérios relevantes, a efetividade de uma rede de monitoramento é condicionada também pelas informações históricas de concentrações observadas dos poluentes e avaliações considerando o potencial poluidor do entorno.

Além da cobertura territorial insuficiente das estações, também há destacada deficiência na cobertura de poluentes monitorados por elas, como a baixa ou até inexistência, em alguns estados, de monitores para MP_{2,5}.

Tabela 1
Quantidade de monitores e estações automáticas de monitoramento da qualidade do ar nos estados brasileiros

UF	Nº de monitores						Total de estações	População (milhões de habitantes)	Estação / população (milhão de habitantes)
	CO	MP ₁₀	MP _{2,5}	NO ₂	O ₃	SO ₂			
ES	10	13	14	15	6	10	17	4,1	4,1
RJ	30	49	9	38	52	32	65	17,5	3,7
MG	15	53	46	18	15	18	54	21,4	2,5
SP	18	54	32	40	53	12	62	46,7	1,3
MS	3	1	-	3	3	1	3	2,8	1,1
MA	3	7	3	4	4	3	7	7,2	1,0
PR	5	5	-	9	5	5	9	11,6	0,8
BA	4	3	2	7	4	10	10	15,0	0,7
RS	5	6	-	6	6	5	6	11,5	0,5
PE	4	4	1	4	4	4	4	9,7	0,4
SC	1	3	1	3	2	-	3	7,3	0,4
PA	2	3	3	2	2	2	3	8,8	0,3
CE	2	1	1	2	2	2	2	9,2	0,2

Fonte: Elaboração própria com dados de IEMA (2023), MMA (2023a) e IBGE (2023).

⁴ As estações de monitoramento representam os locais de amostragens; por sua vez, os monitores são responsáveis pela mediação de um determinado poluente. Uma estação, em geral, abriga um conjunto de monitores.



Mercado Ver-o-Peso em Belém (PA).

DIMENSIONAMENTO DAS REDES DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR NOS EUA E NA UE

Comparando-se com o Brasil, as redes de monitoramento da qualidade do ar nos países da União Europeia (UE) e nos Estados Unidos da América (EUA) se apresentam mais estruturadas. Tanto a UE quanto os EUA dispõem de diretrizes e critérios técnicos para o dimensionamento de suas redes de monitoramento da qualidade do ar, apresentadas nos documentos “40 CFR Appendix D to Part 58 – Network Design Criteria for Ambient Air Quality Monitoring” (CFR-US, 2006) e “Directive 2008/50/EC of the European Parliament and of the Council of 2008 on Ambient Air Quality and Cleaner Air for Europe” (EUROPE, 2008), respectivamente.

Em ambos os casos, um dos critérios iniciais para determinar a quantidade necessária de pontos de monitoramento de um determinado território é considerar o tamanho de sua população, algo intuitivo dado que o objetivo principal da gestão da qualidade de ar é proteger a saúde humana. Na Tabela 2, é possível observar a relação entre o número de estações em operação e a população de

alguns desses países, permitindo uma comparação com o Brasil. Uma maior quantidade de estações de monitoramento por habitante sugere, a princípio, uma capacidade maior de gerar dados que caracterizam a situação da qualidade do ar com maior precisão e orientem as medidas mais adequadas para controlar as fontes emissoras e proteger a saúde da população em várias regiões do país.

Além do tamanho da população de um determinado território, o dimensionamento de uma rede abrangente de monitoramento da qualidade do ar também deve considerar diversos outros elementos. **Isso inclui tanto a avaliação de locais com histórico de altas concentrações de poluentes como a proximidade de fontes industriais de poluição e vias de tráfego. Assim, os inventários de emissão e informações sobre variáveis ambientais que ditam o comportamento dos poluentes após lançados (direção e intensidade do vento, por exemplo) são instrumentos essenciais no planejamento do monitoramento da qualidade do ar.**

Tabela 2

Quantidade de estações de monitoramento da qualidade do ar e tamanho da população nos cinco países mais populosos da UE, nos EUA e no Brasil

País	Nº de estações automáticas de monitoramento da qualidade do ar	População (milhões de habitantes)	Estação / população (milhão de habitantes)
Espanha	606	47,5	12,77
Itália	700	59,0	11,86
França	532	67,3	7,90
EUA	1927	333,3	5,78
Alemanha	433	83,2	5,21
Reino Unido	170	63,2	2,69
Brasil	246	213,3	1,15

Fonte: Elaboração própria a partir de EPA (2023), EEA (2023), IEMA (2023) e MMA (2023a).

Estados Unidos da América

Nos Estados Unidos, o dimensionamento das redes de monitoramento da qualidade do ar é um processo contínuo e os estados devem conduzir reavaliações a cada 18 meses. Isso envolve determinar a necessidade de novas estações, ajustes na localização dos pontos já monitorados ou mesmo a retirada de estações que já não são mais necessárias. Os critérios mínimos para a implementação de uma rede são descritos no regulamento “40 CFR Appendix D to Part 58 – Network Design Criteria for Ambient Air Quality Monitoring” (CFR-US, 2006).

No material de referência para a formulação de uma rede de monitoramento, destacam-se três objetivos fundamentais:

- (I) A rede deve fornecer informações ao público de maneira ágil;
- (II) A rede deve colaborar no desenvolvimento de estratégias para reduzir as emissões;
- (III) A rede deve apoiar estudos sobre a poluição do ar, avaliando seus impactos na saúde e nos processos atmosféricos.

Para atingir esses objetivos, o regulamento recomenda posicionar as estações de monitoramento em locais estratégicos: áreas de maior concentração de poluentes,

regiões de alta densidade populacional e áreas com fontes potenciais de emissões.

No documento, são detalhados os recortes populacionais e a quantidade mínima de estações necessárias, levando em consideração cada poluente, objetivo do monitoramento, o histórico de concentração de poluentes, proximidade com estradas ou vias de tráfego, fluxo de veículo e valores inventariados.

Para a definição do critério de quantidade de estações de monitoramento em relação à população, os Estados Unidos utilizam as definições de áreas metropolitanas fornecidas pelo *Office of Management and Budget* e pelo *Census Bureau*.

Nas Tabelas 2, 3 e 4, são apresentados alguns dos critérios para instalar os monitores, considerando o tamanho da população e histórico de concentração de poluentes. As delimitações de áreas dos EUA são aqui apresentadas como faixas populacionais, para simplificar a leitura. Áreas com histórico de ultrapassagem dos padrões de qualidade do ar destacam-se como áreas prioritárias para monitoramento, sendo caracterizadas pela exigência de uma quantidade maior de monitores.

Tabela 2

Quantidades requeridas de monitores de MP₁₀ nos EUA segundo o tamanho da população e o nível de poluição

Faixa populacional (nº de habitantes)	Concentrações altas de poluentes (valores que ultrapassam os padrões de qualidade do ar em 20% ou mais)	Concentrações moderadas de poluentes (valores maiores que 80% dos padrões de qualidade do ar)	Concentrações baixas (valores menores que 80% dos padrões de qualidade do ar) ⁵
100 mil a 250 mil	1-2	0-1	0
250 mil a 500 mil	3-4	1-2	0-1
500 mil a 1 milhão	4-8	2-4	1-2
Maior que 1 milhão	6-10	4-8	2-4

Fonte: Adaptado de “Appendix D to Part 58 – Network Design Criteria for Ambient Air Quality Monitoring” (CFR-US, 2006).

Tabela 3

Quantidades requeridas de monitores de MP_{2,5} nos EUA segundo o tamanho da população e o nível de poluição

Faixa populacional (nº de habitantes)	Concentração do poluente nos últimos 3 anos maior ou igual a 85% do padrão de qualidade do ar	Concentração do poluente nos últimos 3 anos menor do que 85% do padrão de qualidade do ar ⁶
50 mil a 500 mil	1	0
500 mil a 1 milhão	2	1
Maior que 1 milhão	3	2

Fonte: Adaptado de “Appendix D to Part 58 – Network Design Criteria for Ambient Air Quality Monitoring” (CFR-US, 2006).

Tabela 4

Quantidades requeridas de monitores de O₃ nos EUA segundo o tamanho da população e o nível de poluição

Faixa populacional (nº de habitantes)	Concentração do poluente nos últimos 3 anos maior ou igual a 85% do padrão de qualidade do ar	Concentração do poluente nos últimos 3 anos menor que 85% do padrão de qualidade do ar ⁷
50 mil a 350 mil	1	0
350 mil a 4 milhões	2	1
4 milhões a 10 milhões	3	1
Maior do que 10 milhões	4	2

Fonte: Adaptado de “Appendix D to Part 58 – Network Design Criteria for Ambient Air Quality Monitoring” (CFR-US, 2006).

⁵Critério também aplicado nos casos de ausência de dados de qualidade do ar.

⁶Critério também aplicado nos casos de ausência de dados de qualidade do ar.

⁷Critério também aplicado nos casos de ausência de dados de qualidade do ar.

União Europeia

Na União Europeia, assim como nos Estados Unidos, há diretrizes com critérios para o dimensionamento das redes de monitoramento da qualidade do ar, sendo a Diretiva 2008/50/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 2008, a principal referência. Essa diretiva estabelece critérios considerando dados históricos de concentração, densidade populacional em áreas urbanas e diferencia a quantidade de pontos monitorados entre materiais particulados e outros poluentes.



Estação de monitoramento de qualidade do ar em São Paulo (SP).

Tabela 5
Quantidades requeridas de monitores a serem instalados em países membros da UE

Faixa populacional (nº de habitantes)	Se as concentrações excederem os limites superiores de avaliação da qualidade do ar ⁸		Se as concentrações excederem os limites inferior de avaliação da qualidade do ar ⁹	
	MP ₁₀ e MP _{2,5}	Outros poluentes	MP ₁₀ e MP _{2,5}	Outros poluentes
0 a 250 mil ¹	2	1	1	1
250 mil a 500 mil	3	2	2	1
500 mil a 750 mil	3	2	2	1
750 mil a 1 milhão	4	3	2	1
1 milhão a 1,5 milhões	6	4	3	2
1,5 milhões a 2 milhões	7	5	3	2
2 milhões a 2,75 milhões	8	6	4	3
2,75 milhões a 3,75 milhões	10	7	4	3
3,75 milhões a 4,75 milhões	11	8	6	3
4,75 milhões a 6 milhões	13	9	6	4
Maior que 6 milhões	15	10	7	4

Fonte: Adaptado de Directive 2008/50/EC of the European Parliament and of the Council of 2008 on Ambient Air Quality and Cleaner Air for Europe (EUROPE, 2008).

⁸ A UE define um limite superior e um limite inferior de avaliação da qualidade do ar para estabelecer o critério de número mínimo de estações para um determinado território. Esses limites variam de acordo com o poluente considerado e com o objetivo de proteção à saúde humana ou ao ecossistema natural. Por exemplo, para o SO₂, com o objetivo de proteção à saúde humana, o limite superior de avaliação é definido como a ultrapassagem por mais de 3 vezes no ano do valor de 60% do seu padrão de qualidade do ar para 24h.

⁹ Para aglomerados populacionais com menos de 250 mil habitantes, a decisão de instalar uma estação de monitoramento depende da densidade populacional específica por quilômetro quadrado, a ser determinada pelo estado-membro.



Ponte Estaiada Mestre João Isidoro França, em Teresina (PI).

CENÁRIOS INICIAIS PARA UMA REDE BÁSICA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR NO BRASIL

Como visto na seção anterior, diversos fatores precisam ser levados em consideração para estabelecer uma rede de monitoramento como: o tamanho da população, os níveis existentes de poluição e as emissões de poluentes que caracterizam cada localidade. **Contudo, por simplificação, esta nota técnica se baseia exclusivamente no fator populacional, de modo que os resultados aqui obtidos são conservadores com relação ao número de estações requeridas.**

A fim de apontar valores iniciais para o dimensionamento de uma Rede Básica de Monitoramento da Qualidade do Ar no Brasil, esta seção apresenta um exercício de construção de dois cenários, aplicando-se ao Brasil os critérios adotados nos EUA e na UE.

Os valores iniciais podem ser modificados posteriormente à medida que informações consolidadas e precisas sejam adicionadas para enriquecer a análise como, por exemplo, os dados de qualidade do ar gerados pelas estações em operação. Uma lacuna de dados importante no Brasil e que deveria ser utilizada para o planejamento de uma rede de monitoramento são os inventários de emissões de poluentes atmosféricos, sobretudo com as fontes de emissão georreferenciadas.

Recorte espacial da análise

Considerando esses pontos citados anteriormente, a

presente análise tomou como base o recorte espacial das Regiões de Influência de Cidades (REGIC), estabelecido pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). O IBGE define arranjos populacionais considerando uma hierarquia dos centros urbanos brasileiros e delimitando suas regiões de influência de acordo com as dinâmicas entre as cidades devido aos bens, serviços e equipamentos que elas oferecem em um determinado aglomerado (IBGE, 2020). Neste estudo, a regionalização foi adotada não apenas para a delimitação de conjuntos populacionais, mas também como uma representação aproximada de aglomerados de atividades poluentes que afetam uma certa região.

Nas REGIC, os centros urbanos são hierarquizados nas seguintes classes: Grandes Metrôpoles Nacionais, Metrôpoles Nacionais, Metrôpoles, Capitais Regionais, Centros Sub-regionais, Centros de Zona e Centros Locais. Tais unidades espaciais foram empregadas para a aplicação dos critérios dos Estados Unidos e da União Europeia. Nesta nota técnica, os dois últimos níveis hierárquicos definidos nas REGIC, ou seja, os Centros de Zonas e os Centros Locais, foram desconsiderados na aplicação dos critérios, uma vez que, além de serem definidos por seu menor nível de atividades econômicas em geral, são caracterizados pelas menores médias populacionais, 30 mil e 12,5 mil habitantes, respectivamente. Portanto, no total foram avaliadas 464 unidades territoriais nesta análise (IBGE, 2020).

Este recorte populacional foi empregado como uma escolha inicial para a indicação de unidades territoriais que precisam de estações de monitoramento da qualidade do ar. Entretanto, como já mencionado, a instalação de estações de monitoramento deve considerar uma avaliação do histórico de qualidade do ar e das condicionantes de potencial poluidor. Um exemplo de como isso ocorre na prática é o fato de que há áreas com menor população, classificadas como Centros Locais ou Zonas de Centro, onde existe monitoramento da qualidade do ar. Este é o caso, por exemplo, do município de Mariana (Minas Gerais), pois a atividade mineradora justifica o monitoramento.

Quantidade de estações requeridas conforme o tamanho da população

Para a aplicação do critério populacional estabelecido pelas regulamentações dos Estados Unidos e da União Europeia, foram considerados sempre os valores inferiores, ou seja, o

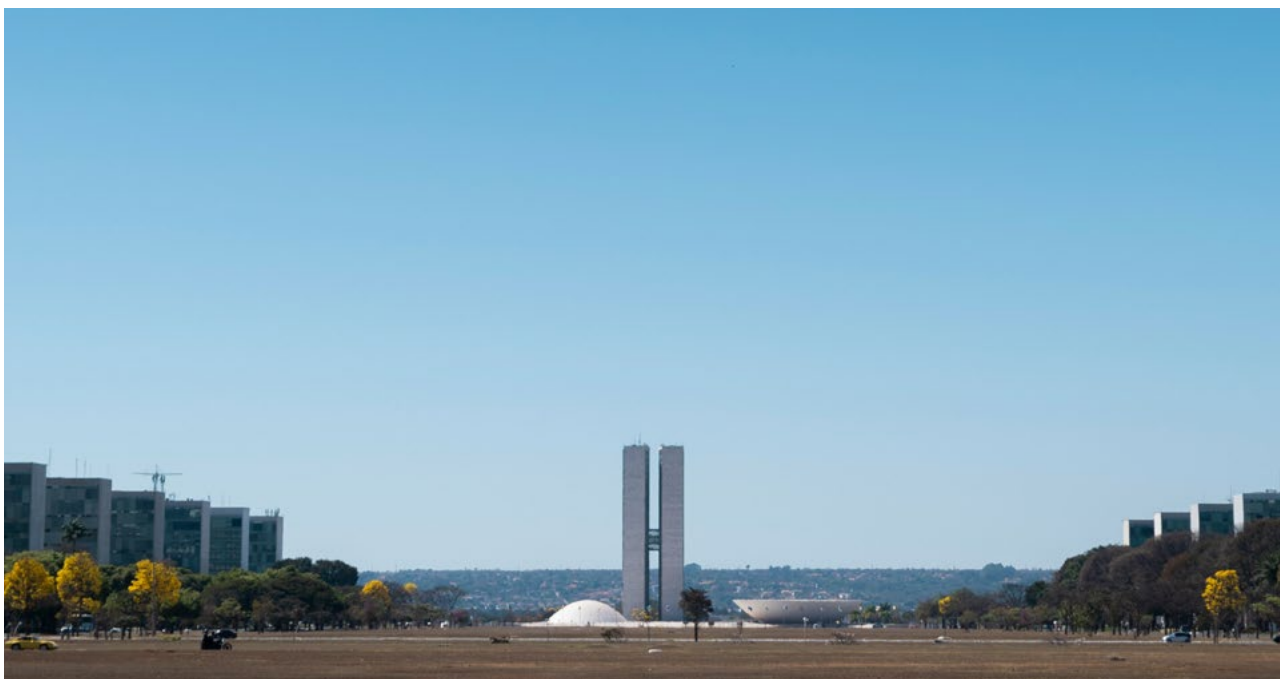
número mínimo de estações apresentados nas Tabelas 2 a 5, conforme o poluente ou grupo de poluentes que exigia o menor número de estações e também considerando o menor nível de poluição. Essas escolhas, novamente, implicam em resultados conservadores, apontando um cenário inicial apenas de Rede Básica de Monitoramento da Qualidade do Ar, de acordo com o objetivo desta análise. Na Tabela 6, são apresentadas as faixas populacionais e a quantidade mínima de estações estabelecidas nas referências dos EUA e da UE.

Para gerar os cenários, as quantidades mínimas de monitores especificadas na Tabela 6 foram aplicadas aos arranjos populacionais brasileiros. Assim, foram usados os valores referentes ao material particulado (MP_{10} e $MP_{2,5}$) para todas as faixas populacionais, exceto no caso da faixa de população de 350 mil a 500 mil habitantes da referência dos EUA, para a qual se aplicou o valor "Outros poluentes". Buscando a facilitação da leitura, os valores da Tabela 6 utilizados para cada cenário foram destacados.

Tabela 6
Quantidades mínimas requeridas de monitores segundo as referências dos EUA e da UE

Faixa populacional	EUA		UE	
	MP_{10} e $MP_{2,5}$	Outros poluentes	MP_{10} e $MP_{2,5}$	Outros poluentes
0 a 250 mil	-	-	-	-
250 mil a 350 mil	-	-	2	1
350 mil a 500 mil	-	1	2	1
500 mil a 1 milhão	1	1	2	1
1 milhão a 2 milhões	2	1	3	2
2 milhões a 3,75 milhões	2	1	4	3
3,75 milhões a 4,75 milhões	2	1	6	3
4,75 milhões a 6 milhões	2	1	6	4
6 milhões a 10 milhões	2	1	7	4
Mais do que 10 milhões	2	2	7	4

Fonte: Elaboração própria a partir de CFR-US (2006) e EU (2008).



Esplanada dos Ministérios, em Brasília (DF).

RESULTADOS

A partir das definições de recorte espacial e quantidade mínima de estações estabelecidas nas referências dos Estados Unidos e da União Europeia, resultam os números totais de estações requeridas por arranjo populacional brasileiro. Considerando a abrangência atual do monitoramento no Brasil, conforme seção apresentada anteriormente, obtém-se o déficit de estações em cada cenário para cada arranjo populacional.

As Tabelas 7 a 10 apresentam os resultados para todos os arranjos populacionais com mais de 250 mil habitantes, nos quais a aplicação dos critérios adotados resulta na quantidade de estações requeridas. A Tabela 11 apresenta os arranjos populacionais menores do que 250 mil habitantes onde há estações de monitoramento operando apesar de não se enquadrarem nos critérios populacionais de requerimento.

Aplicando-se os critérios dos EUA sobre as REGIC, o número resultante é de 63 arranjos populacionais que precisam contar com monitoramento da qualidade do ar. Desse total, 35 arranjos atualmente não têm nenhuma estação de monitoramento, uma conta com metade da quantidade mínima aplicável, 11 com a quantidade coincidente à quantidade mínima aplicável e 16 com mais estações que a quantidade mínima aplicável.

Tomando como base as diretrizes da UE, 84 centros urbanos nas REGIC necessitam de alguma estação de monitoramento. No entanto, 51 delas não têm estação automática

de monitoramento, uma conta com menos da metade da quantidade mínima aplicável, 17 com mais da metade da quantidade mínima aplicável, uma com a quantidade coincidente à quantidade mínima aplicável e oito com mais estações que a quantidade mínima aplicável.

Nos Mapas 2 e 3 são apresentados os arranjos populacionais classificados de acordo com o número de estações de monitoramento da qualidade do ar existentes em relação ao número mínimo de estações requerido a partir do critério populacional dos EUA e da UE, indicando-se a relação entre os números por meio das cores.

No cenário EUA foi identificada a necessidade de haver em operação 86 estações automáticas de monitoramento em 63 arranjos populacionais. Considerando as 245 estações já existentes, o número total adicional de estações seria de 46. Como exemplo, o arranjo populacional de Brasília, com uma população superior a três milhões de habitantes, deveria contar com pelo menos duas estações para a medição de material particulado (entre MP_{10} e $MP_{2,5}$) e outros poluentes.

No cenário da UE, foi identificada a necessidade de distribuir mais 138 estações automáticas de monitoramento no país, adicionalmente às 245 atualmente em operação. Novamente, no caso de Brasília, por ter uma população superior a três milhões de habitantes, ela deveria contar com seis estações para a medição de material particulado (entre MP_{10} e $MP_{2,5}$) e outros poluentes.

Tabela 7
População, estações de monitoramento em operação e quantidades mínimas nos arranjos populacionais com mais de 1 milhão de habitantes

Arranjos populacionais	População (IBGE, 2023)	Nº de estações automáticas de monitoramento da qualidade do ar em operação	Quantidade mínima de estações de monitoramento requeridas no cenário baseado nos EUA	Quantidade mínima de estações de monitoramento requeridas no cenário baseado na UE
Grande Metrôpole Nacional (1A) – Arranjo Populacional de São Paulo/SP	20.673.280	29	2	7
Metrôpole Nacional (1B) – Arranjo Populacional do Rio de Janeiro/RJ	11.760.550	41	2	7
Metrôpole (1C) – Arranjo Populacional de Belo Horizonte/MG	4.963.704	17	2	6
Metrôpole Nacional (1B) – Arranjo Populacional de Brasília/DF	3.858.760	-	2	6
Metrôpole (1C) – Arranjo Populacional do Recife/PE	3.783.639	4	2	6
Metrôpole (1C) – Arranjo Populacional de Porto Alegre/RS	3.679.298	4	2	4
Metrôpole (1C) – Arranjo Populacional de Fortaleza/CE	3.424.978	1	2	4
Metrôpole (1C) – Arranjo Populacional de Curitiba/PR	3.382.210	5	2	4
Metrôpole (1C) – Arranjo Populacional de Salvador/BA	3.320.568	10	2	4
Metrôpole (1C) – Arranjo Populacional de Goiânia/GO	2.481.043	-	2	4
Metrôpole (1C) – Arranjo Populacional de Campinas/SP	2.093.118	5	2	4
Metrôpole (1C) – Município isolado – Manaus/AM	2.063.689	-	2	4
Metrôpole (1C) – Arranjo Populacional de Belém/PA	1.957.533	-	2	3
Metrôpole (1C) – Arranjo Populacional de Vitória/ES	1.756.172	9	2	3
Capital Regional C (2C) – Arranjo Populacional da Baixada Santista/SP	1.672.991	5	2	3
Capital Regional B (2B) – Arranjo Populacional de São José dos Campos/SP	1.589.875	4	2	3
Capital Regional A (2A) – Arranjo Populacional de São Luís/MA	1.458.836	5	2	3
Capital Regional A (2A) – Arranjo Populacional de Natal/RN	1.263.738	-	2	3
Capital Regional A (2A) – Arranjo Populacional de Maceió/AL	1.194.596	-	2	3
Metrôpole (1C) – Arranjo Populacional de Florianópolis/SC	1.183.874	-	2	3
Capital Regional A (2A) – Arranjo Populacional de João Pessoa/PB	1.173.268	-	2	3
Capital Regional A (2A) – Arranjo Populacional de Teresina/PI	1.040.765	-	2	3
Capital Regional A (2A) – Arranjo Populacional de Aracaju/SE	1.019.011	-	2	3

Tabela 8
População, estações de monitoramento em operação e quantidades mínimas nos arranjos populacionais entre 500 mil e 1 milhão de habitantes

Arranjos populacionais	População (IBGE, 2022)	Nº de estações automáticas de monitoramento da qualidade do ar em operação	Quantidade mínima de estações de monitoramento requeridas no cenário baseado nos EUA	Quantidade mínima de estações de monitoramento requeridas no cenário baseado na UE
Capital Regional A (2A) – Arranjo Populacional de Cuiabá/MT	950.955	-	1	2
Capital Regional B (2B) – Arranjo Populacional de Sorocaba/SP	945.097	1	1	2
Capital Regional A (2A) – Município isolado – Campo Grande/MS	898.100	-	1	2
Capital Regional A (2A) – Arranjo Populacional de Ribeirão Preto/SP	861.177	1	1	2
Capital Regional C (2C) – Arranjo Populacional de Jundiá/SP	843.633	1	1	2
Capital Regional B (2B) – Arranjo Populacional de Londrina/PR	726.589	1	1	2
Capital Regional B (2B) – Município isolado – Uberlândia/MG	713.224	-	1	2
Capital Regional B (2B) – Arranjo Populacional de Itajaí – Balneário Camboriú/SC	698.843	-	1	2
Capital Regional B (2B) – Arranjo Populacional de Maringá/PR	676.812	-	1	2
Capital Regional B (2B) – Arranjo Populacional de Joinville/SC	661.600	-	1	2
Capital Regional B (2B) – Arranjo Populacional de São José do Rio Preto/SP	660.744	1	1	2
Capital Regional C (2C) – Arranjo Populacional de Petrolina/PE – Juazeiro/BA	624.612	-	1	2
Capital Regional B (2B) – Município isolado – Feira de Santana/BA	616.272	-	1	2
Capital Regional B (2B) – Arranjo Populacional de Juiz de Fora/MG	564.774	-	1	2
Capital Regional C (2C) – Arranjo Populacional de Macapá/AP	550.551	-	1	2
Capital Regional B (2B) – Arranjo Populacional de Caxias do Sul/RS	539.845	-	1	2
Capital Regional C (2C) – Arranjo Populacional de Campina Grande/PB	523.183	-	1	2
Capital Regional B (2B) – Arranjo Populacional de Blumenau/SC	522.426	-	1	2
Capital Regional C (2C) – Arranjo Populacional de Campos dos Goytacazes/RJ	520.113	3	1	2
Capital Regional C (2C) – Arranjo Populacional de Ipatinga/MG	517.938	9	1	2

Tabela 9
População, estações de monitoramento em operação e quantidades mínimas nos arranjos populacionais entre 300 mil e 500 mil habitantes

Arranjos populacionais	População (IBGE, 2023)	Nº de estações automáticas de monitoramento da qualidade do ar em operação	Quantidade mínima de estações de monitoramento requeridas no cenário baseado nos EUA	Quantidade mínima de estações de monitoramento requeridas no cenário baseado na UE
Capital Regional B (2B) – Arranjo Populacional de Juazeiro do Norte/CE	492.203	-	1	2
Capital Regional C (2C) – Arranjo Populacional de Macaé – Rio das Ostras/RJ	483.943	5	1	2
Capital Regional B (2B) – Arranjo Populacional de Porto Velho/RO	482.744	-	1	2
Capital Regional C (2C) – Arranjo Populacional de Americana – Santa Bárbara d’Oeste/SP	482.606	1	1	2
Capital Regional C (2C) – Arranjo Populacional de Piracicaba/SP	478.347	1	1	2
Capital Regional C (2C) – Arranjo Populacional de Volta Redonda – Barra Mansa/RJ	455.755	8	1	2
Capital Regional B (2B) – Município isolado – Montes Claros/MG	414.240	-	1	2
Capital Regional C (2C) – Município isolado – Boa Vista/RR	413.486	-	1	2
Capital Regional C (2C) – Município isolado – Anápolis/GO	398.869	-	1	2
Capital Regional C (2C) – Arranjo Populacional de Franca/SP	397.769	-	1	2
Capital Regional C (2C) – Arranjo Populacional de Cabo Frio/RJ	397.182	-	1	2
Capital Regional B (2B) – Arranjo Populacional de Criciúma/SC	395.825	-	1	2
Capital Regional B (2B) – Arranjo Populacional de Bauru/SP	394.254	1	1	2
Capital Regional C (2C) – Arranjo Populacional de Ponta Grossa/PR	381.654	1	1	2
Capital Regional B (2B) – Município isolado – Caruaru/PE	377.911	-	1	2
Capital Regional B (2B) – Município isolado – Vitória da Conquista/BA	370.879	-	1	2
Capital Regional C (2C) – Município isolado – Rio Branco/AC	364.756	-	1	2
Capital Regional B (2B) – Arranjo Populacional de Cascavel/PR	361.225	1	1	2
Capital Regional C (2C) – Arranjo Populacional de Presidente Prudente/SP	357.402	1	1	2
Capital Regional C (2C) – Arranjo Populacional de Pelotas/RS	354.771	-	1	2
Centro Sub-Regional B (3B) – Arranjo Populacional de Caraguatatuba – Ubatuba – São Sebastião/SP	344.383	1	-	2
Capital Regional C (2C) – Município isolado – Uberaba/MG	337.836	-	-	2
Capital Regional C (2C) – Município isolado – Santarém/PA	331.942	-	-	2
Capital Regional C (2C) – Arranjo Populacional de Limeira/SP	313.836	1	-	2
Capital Regional C (2C) – Arranjo Pop. Int. de Foz do Iguaçu/Brasil – Ciudad del Este/Paraguai	309.677	-	-	2
Capital Regional B (2B) – Município isolado – Palmas/TO	302.692	-	-	2
Centro Sub-Regional A (3A) – Arranjo Populacional de Itu – Salto/SP	302.559	-	-	2

Tabela 10
População, estações de monitoramento em operação e quantidades mínimas nos arranjos populacionais entre 250 e 300 mil habitantes

Arranjos populacionais	População (IBGE, 2022)	Nº de estações automáticas de monitoramento da qualidade do ar em operação	Quantidade mínima de estações de monitoramento requeridas no cenário baseado nos EUA	Quantidade mínima de estações de monitoramento requeridas no cenário baseado na UE
Capital Regional C (2C) – Arranjo Populacional de Araraquara/SP	296.196	1	-	2
Capital Regional C (2C) – Arranjo Populacional de Petrópolis/RJ	290.709	-	-	2
Capital Regional C (2C) – Arranjo Populacional de Imperatriz/MA	287.514	-	-	2
Capital Regional C (2C) – Arranjo Populacional de São Carlos/SP	287.035	-	-	2
Capital Regional C (2C) – Arranjo Populacional de Santa Maria/RS	277.307	-	-	2
Capital Regional B (2B) – Arranjo Populacional de Chapecó/SC	267.991	-	-	2
Centro Sub-Regional A (3A) – Município isolado – Parauapebas/PA	267.836	1	-	2
Capital Regional C (2C) – Município isolado – Marabá/PA	266.533	-	-	2
Centro Sub-Regional A (3A) – Arranjo Populacional de Jaraguá do Sul/SC	264.699	-	-	2
Capital Regional C (2C) – Município isolado – Mossoró/RN	264.577	-	-	2
Centro Sub-Regional A (3A) – Arranjo Populacional de Mogi Guaçu – Mogi Mirim/SP	257.511	-	-	2
Capital Regional C (2C) – Município isolado – Governador Valadares/MG	257.171	-	-	2
Centro Sub-Regional A (3A) – Município isolado – Indaiatuba/SP	255.748	-	-	2
Capital Regional C (2C) – Arranjo Populacional de Marília/SP	253.888	1	-	2

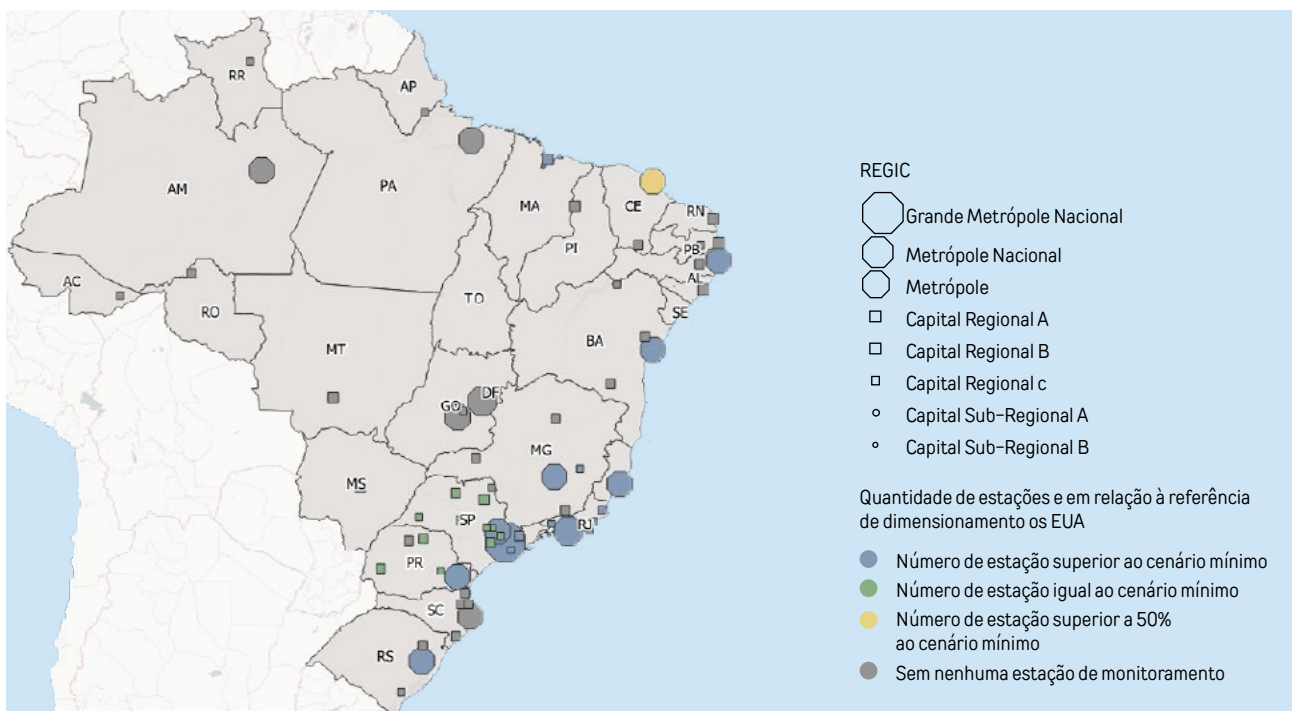
Tabela 11
População, estações de monitoramento em operação em arranjos populacionais com menos de 250 mil habitantes

Arranjos populacionais	População (IBGE, 2023)	Nº de estações automáticas de monitoramento da qualidade do ar em operação	Quantidade mínima de estações de monitoramento requeridas no cenário baseado nos EUA	Quantidade mínima de estações de monitoramento requeridas no cenário baseado na UE
Centro Sub-Regional B (3B) – Arranjo Populacional de Conselheiro Lafaiete/MG	235.191	6	-	-
Centro Sub-Regional A (3A) – Arranjo Populacional de Rio Claro/SP	231.860	2	-	-
Capital Regional C (2C) – Município isolado – Araçatuba/SP	200.124	1	-	-
Centro Sub-Regional A (3A) – Arranjo Populacional de Resende/RJ	194.575	5	-	-
Centro Sub-Regional A (3A) – Município isolado – Rio Grande/RS	191.900	1	-	-
Capital Regional C (2C) – Arranjo Populacional de Tubarão – Laguna/SC	189.283	3	-	-
Capital Regional C (2C) – Arranjo Populacional de Guaratinguetá/SP	181.837	1	-	-
Centro Sub-Regional A (3A) – Município isolado – Linhares/ES	166.786	2	-	-
Capital Regional C (2C) – Arranjo Populacional de Catanduva/SP	150.501	1	-	-
Capital Regional C (2C) – Município isolado – Jaú/SP	133.497	1	-	-
Centro Sub-Regional A (3A) – Município isolado – Três Lagoas/MS	132.152	3	-	-
Centro Sub-Regional B (3B) – Município isolado – Tatuí/SP	123.942	1	-	-
Centro Sub-Regional B (3B) – Município isolado – Itabira/MG	113.343	4	-	-
Centro Sub-Regional B (3B) – Município isolado – Açailândia/MA	106.550	1	-	-
Centro Sub-Regional B (3B) – Município isolado – Paracatu/MG	94.023	5	-	-
Centro Sub-Regional B (3B) – Arranjo Populacional de Charqueadas – Triunfo – São Jerônimo/RS	83.538	1	-	-
Centro Sub-Regional B (3B) – Arranjo Populacional de Pirapora – Buritizeiro/MG	79.516	2	-	-
Centro Local (5) – Município isolado – Canaã dos Carajás/PA	77.079	1	-	-
Centro Sub-Regional B (3B) – Município isolado – Ouro Preto/MG	74.821	1	-	-
Centro Local (5) – Município isolado – São Félix do Xingu/PA	65.418	1	-	-
Centro Local (5) – Município isolado – Mariana/MG	61.387	1	-	-
Centro de Zona A (4A) – Município isolado – São Gonçalo do Amarante/CE	54.143	1	-	-
Centro de Zona A (4A) – Município isolado – São Mateus do Sul/PR	42.366	1	-	-
Centro Local (5) – Arranjo Populacional de Cordeiro – Cantagalo/RJ	40.173	3	-	-
Centro Local (5) – Município isolado – Anchieta/ES	29.984	6	-	-
Centro Local (5) – Município isolado – Conceição do Mato Dentro/MG	23.163	3	-	-
Centro de Zona B (4B) – Município isolado – Santo Antônio dos Lopes/MA	14.304	1	-	-
Centro Local (5) – Município isolado – Barra Longa/MG	5.666	3	-	-
Centro Local (5) – Município isolado – Santa Cruz do Escalvado/MG	4.673	1	-	-
Centro Local (5) – Município isolado – Rio Doce/MG	2.484	2	-	-



Vista aérea de Goiânia (GO).

Mapa 2 Cobertura de monitoramento da qualidade do ar no Brasil com base na referência dos EUA



Fonte: Elaboração própria.

Para fins de uma assimilação geral da insuficiência da cobertura de monitoramento da qualidade do ar por estado brasileiro, na Tabela 12 é apresentado o déficit de estações resultante por estado para cada um dos cenários. É válido lembrar, conforme explicado nas seções anteriores, que esta análise não visa indicar com precisão se cada um dos estados têm um número suficiente de estações e monitores. Para essa avaliação é necessária uma análise mais pormenorizada dos poluentes monitorados e de outros fatores já mencionados anteriormente, como o nível de poluição e as fontes emissoras.

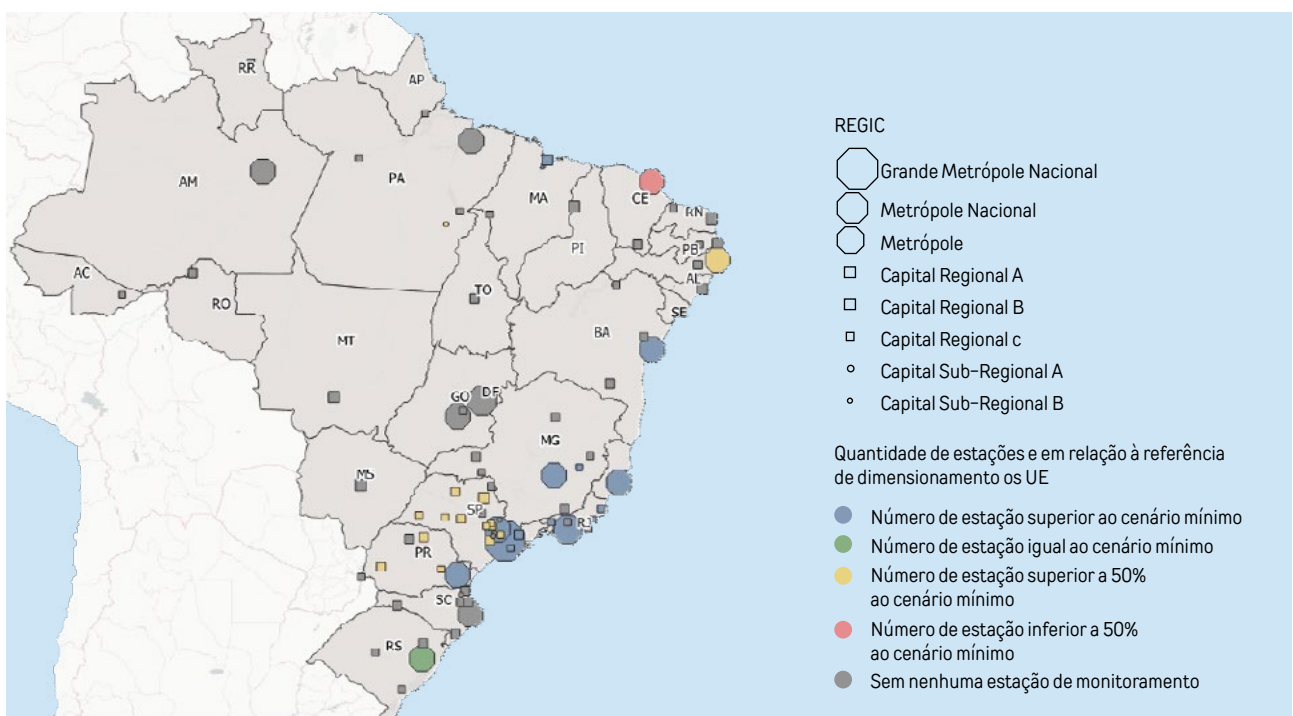
Na aplicação do critério da referência dos EUA, apenas os estados do Espírito Santo e do Maranhão apresentam um número de estações de monitoramento já compatível com a cobertura mínima do cenário, além do Tocantins, que não necessitaria de nenhuma estação. Já na aplicação do critério da referência europeia, quase todos os estados necessitam de mais estações de monitoramento. Apenas o Espírito Santo já possui um número de estações compatível com a cobertura mínima do cenário.”



FOTO: Bruno Curly / Pexels

Avenida Paulista em São Paulo (SP).

Mapa 3 Cobertura de monitoramento da qualidade do ar no Brasil com base na referência da UE



Fonte: Elaboração própria.

Tabela 12

Déficit de estações por estado conforme o critério mínimo populacional dos EUA e da UE

Estados	Cenário EUA	Cenário UE
Acre (AC)	1	2
Alagoas (AL)	2	3
Amazonas (AM)	2	4
Amapá (AP)	1	2
Bahia (BA)	2	4
Ceará (CE)	2	5
Distrito Federal (DF)	2	6
Espirito Santo (ES)	0	0
Goiás (GO)	3	6
Maranhão (MA)	0	2
Minas Gerais (MG)	3	10
Mato Grosso do Sul (MS)	1	2
Mato Grosso (MT)	1	2
Pará (PA)	2	8
Paraíba (PB)	3	5
Pernambuco (PE)	2	6
Piauí (PI)	2	3
Paraná (PR)	1	7
Rio de Janeiro (RJ)	1	4
Rio Grande do Norte (RN)	2	5
Rondônia (RO)	1	2
Roraima (RR)	1	2
Rio Grande do Sul (RS)	2	6
Santa Catarina (SC)	6	15
Sergipe (SE)	2	3
São Paulo (SP)	1	22
Tocantins (TO)	0	2
Brasil	46	138

Fonte: *Elaboração própria.*



Vista aérea da cidade Cuiabá (MT).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), 99% da população mundial respira ar com níveis de poluentes danosos à saúde (OPAS, 2022). Esse é um dos principais fatores ambientais que podem causar doenças cardíacas, pulmonares e outras, sendo responsável pela mortalidade de cerca de 50 mil pessoas por ano no Brasil (WRI, 2021; MS, 2022). Em 2018, o Ministério da Saúde apurou mais de 1,3 bilhão de reais gastos com internações no sistema de saúde devido a problemas respiratórios (MS, 2022).

Esses números destacam a importância de identificar os riscos à saúde aos quais a população está submetida ao respirar ar poluído, sendo a operação adequada de uma rede de monitoramento da qualidade do ar um dos primeiros passos para a gestão ambiental eficiente de forma a proteger as pessoas. Por meio dela seria possível vislumbrar a limitação da poluição aos níveis máximos indicados pela OMS. A falta de um planejamento técnico para o monitoramento da qualidade do ar, à reboque da falta de um reconhecimento político de sua importância, compromete a gestão ambiental com o objetivo de cumprir com os padrões de qualidade do ar e buscar proteger a saúde da população.

Há mais de 30 anos, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) instituiu o Programa Nacional de Controle da Poluição (Pronar)¹⁰ estabelecendo, entre outras ações, a necessidade de uma Rede Nacional de Monitoramento da Qualidade do Ar. No entanto, a própria definição dessa Rede permanece indeterminada, de forma que sua implementação prática enfrenta desafios e limitações até hoje, como evidenciado na segunda seção desta nota técnica (“Abrangência atual do monitoramento da qualidade do ar no Brasil”). Assim, o Brasil segue com uma cobertura de monitoramento largamente insuficiente. Apenas 13 dos 26 estados dispõem de estações automáticas de monitoramento da qualidade do ar em operação. O país também não dispõe de claros e consolidados critérios técnicos que orientem o dimensionamento de uma rede de monitoramento.

Para alcançar a Rede Nacional, é necessário contar com investimentos significativos e, assim, o apoio do governo federal para os estados pode ser chave. Em 2019, o Ministério do Meio Ambiente anunciou a aquisição de novas estações de monitoramento para as capitais que

¹⁰ O Pronar foi instituído pela Resolução do Conama nº 5 de 1989.

ainda não possuíam o serviço (MMA, 2019). Para tanto, o resultado de um pregão eletrônico publicado em 2020 pelo Ministério indicou o custo para aquisição de 34 estações em cerca de 12 milhões de reais, incluindo a operação dessas estações por um ano e considerando apenas a medição de material particulado – MP_{10} e $MP_{2,5}$ (MMA, 2020b e DOU, 2020). Porém, esses planos não foram concretizados e, atualmente, a gestão do Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima prepara uma nova estratégia de gestão da qualidade do ar a partir de uma cooperação técnica com o fundo global *Environmental Defense Fund*. Ela prevê um projeto de monitoramento da qualidade do ar em nível nacional (CETESB, 2023 e MMA, 2023b).

O estabelecimento e o desenvolvimento contínuo de redes de monitoramento é uma tarefa complexa que depende de diversos fatores, incluindo dados populacionais, dados de inventários de emissões atmosféricas, histórico de informações sobre a própria qualidade do ar e a proximidade com zonas industriais e outras fontes emissoras, conforme demonstram as referências técnicas dos Estados Unidos e da União Europeia, sucintamente abordadas nesta nota técnica. Este trabalho procurou contribuir com elementos iniciais para o processo de dimensionamento de uma Rede Nacional de Monitoramento da Qualidade do Ar, a partir de um exercício de aplicação de critérios técnicos iniciais, ainda que relacionados apenas ao tamanho da população,

utilizados por ambas as localidades para o dimensionamento de suas redes de monitoramento.

Dessa maneira, seriam necessárias ao menos 46 novas estações de monitoramento no Brasil, se aplicar o critério adotado nos EUA, e ao menos 138 novas estações, segundo o critério adotado na UE. Atualmente, 245 estações automáticas operam no país. Ou seja, os cenários analisados representam um crescimento necessário de quase 19% e 56% no número de estações em operação. Tomando como base o valor resultante do pregão promovido pelo MMA em 2020, cerca de 350 mil reais por estação (calculado a partir do montante total de aproximadamente 12 milhões de reais para 34 estações), isso significaria um investimento de 16 e 49 milhões de reais para os respectivos cenários.

Em maio de 2022, o Supremo Tribunal Federal determinou a revisão pelo Conama da Resolução nº 491 de 2018, dentro do prazo de 24 meses, estabelecendo que a Resolução deve incluir prazos para o avanço na vigência dos padrões de qualidade do ar cada vez mais protetivos à saúde, além de atualizar os próprios padrões finais de qualidade do ar para valores compatíveis com as mais novas recomendações da OMS. Apenas com a uma Rede Nacional de Monitoramento da Qualidade do Ar será possível avaliar e monitorar o desejável cumprimento progressivo dos padrões e assim assegurarmos uma qualidade ambiental para os cidadãos brasileiros.

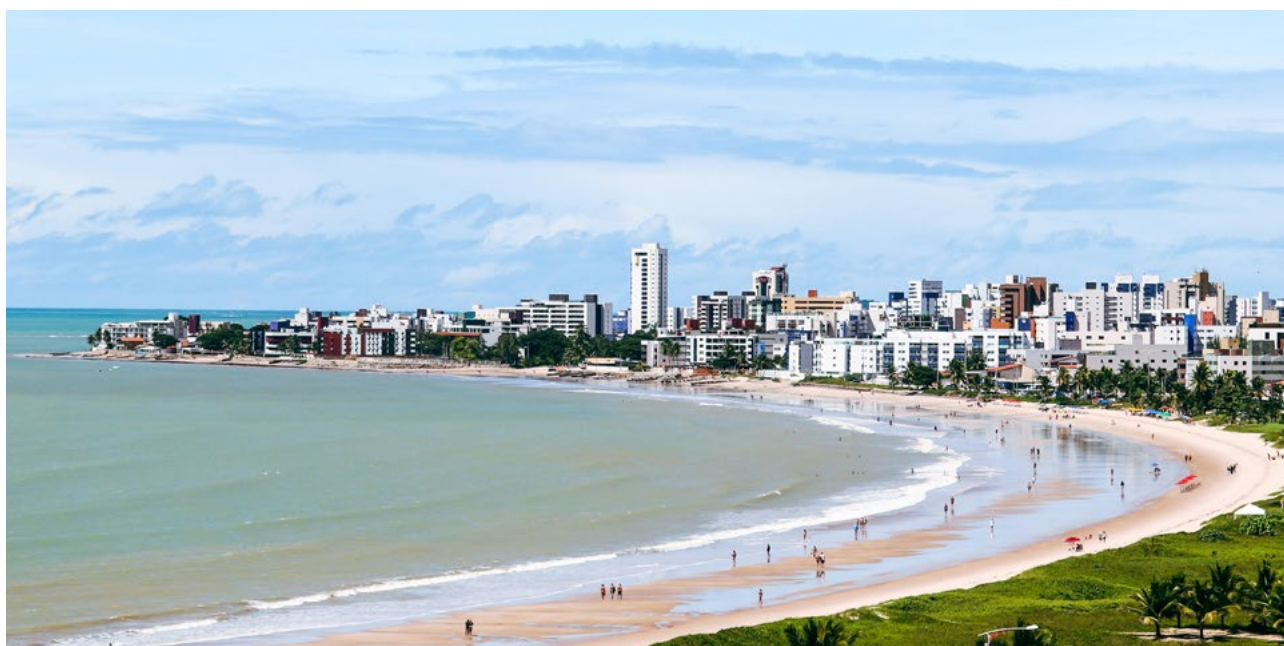


FOTO: Thiago Japysau / Pexels

Litoral em João Pessoa (PB).

Referências

CETESB. **Estudo técnico para avaliar e propor prazo para o início da vigência da meta intermediária etapa 2 (MI2) de acordo com o artigo 8º do decreto estadual nº 59.113/2013, 2021.** Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/ar/wp-content/uploads/sites/28/2021/12/Estudo-Tecnico-para-viabilizar-a-Etapa-MI2-.pdf>>. Acesso em: abr de 2022.

CETESB. **Órgãos ambientais discutem a qualidade do ar. 2023.** Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/blog/2023/08/21/orgaos-ambientais-discutem-qualidade-do-ar/>>. Acesso em: jan de 2024.

CFR. CODE OF FEDERAL REGULATIONS. OFFICE OF THE FEDERAL

REGISTER (US). **Code of Federal Regulations, Volume 40: Protection of Environment, Part 60 (60.1 to End), Revised as of July 1 2006 – 40 CFR Appendix D to Part 58 – Network Design Criteria for Ambient Air Quality Monitoring.** Office of the Federal Register, 2006. Disponível em: <https://www.law.cornell.edu/cfr/text/40/appendix-D_to_part_58>. Acesso em: out de 2023.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA Nº 5, de 15 de junho de 1989.** Dispõe sobre o Programa Nacional de Controle da Poluição do Ar – PRONAR Conselho Nacional do Meio Ambiente. Disponível em: <<https://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/MMA/RE0005-150689.PDF>>. Acesso em: nov de 2022.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA no 491, de 19 de novembro de 2018.** Dispõe sobre qualidade do ar. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 21 nov. 2018. Seção 1, p. 155- 156. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/guest/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/51058895/doi-1-2018-11-21-resolucao-n-491-de-19-de-novembro-de-2018-510588603>. Acesso em: nov de 2023.

EUROPE. European Parliament; Council of the European Union. "Directive 2008/50/EC of the European Parliament and the Council of 21 May 2008 on ambient air quality and cleaner air for Europe". Official Journal of the European Union, v.51, L 152, 11 June 2008, 44p. Disponível em: <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:02008L0050-20080611&from=NL>>.

DOU. Diário Oficial da União. No 187, terça-feira, 29 de setembro de 2020. ISSN 1677-7069. Disponível em: <<https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=530&pagina=99&data=29/09/2020>> Acesso em: jan de 2024.

EEA. European Environment Agency's Air Quality Measurements. 2023. Disponível em: <https://discomap.eea.europa.eu/App/AQViewer/index.html?fq=Airquality_Dissem.b2g.Measurements>. Acesso em: out de 2023

EPA. United States Environmental Protection Agency. **AirData Air Quality Monitors. 2023.** Disponível em: <<https://epa.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=5f239fd3e72f424f98ef3d5def547eb5&extent=-146.2334,13.1913,-46.3896,56.5319>>. Acesso em: out de 2023.

EPA. United States Environmental Protection Agency. **Basics of SIP Requirements. 2023.** Disponível em: <<https://www.epa.gov/ground-level-ozone-pollution/basics-sip-requirements>>. Acesso em: jan de 2024.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas. **Estimativa da População: Tabelas de estimativas para 1º de julho de 2021, atualizadas e enviadas ao TCU após a publicação no DOU.** Portal do Governo Brasileiro, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Brasília, 2023. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html>>. Acesso em: out de 2023.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas. **Regiões de influência das cidades 2018.** IBGE, Coordenação de Geografia. Rio de Janeiro: IBGE, 2020.

IEMA. Instituto de Energia e Meio Ambiente. **Plataforma da Qualidade do Ar.** Disponível em: <<https://energiaambiente.org.br/qualidadedoar/>>. Acesso em: nov de 2023.

IEMA. Instituto de Energia e Meio Ambiente. **Recomendações para a expansão e a continuidade das redes de monitoramento da qualidade do ar no Brasil.** 2022. Disponível em: <<https://energiaambiente.org.br/produto/recomendacoes-para-a-expansao-e-a-continuidade-das-redes-de-monitoramento-da-qualidade-do-ar-no-brasil>>. Acesso em: nov de 2023.

IPEA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Objetivos de desenvolvimento sustentável. 11. Cidades e Comunidades Sustentáveis. 2019.** Disponível em: <<https://www.ipea.gov.br/ods/ods11.html>>. Acesso em: out de 2023.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Brasil vai contar com Rede Nacional de Monitoramento da Qualidade do Ar.** 2019. Disponível em: <<https://antigo.mma.gov.br/mmanoforum/item/15718-brasil-vai-contar-com-rede-nacional-de-monitoramento-da-qualidade-do-ar.html#:~:text=%E2%80%9CNo%20dia%20de%20junho,que%20n%C3%A3o%20tem%20um%20monitoramento.%E2%80%9D>>. Acesso em: out de 2023.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Qualidade Ambiental. **Guia técnico para o monitoramento e avaliação da qualidade do ar / Ministério do Meio Ambiente.** Secretaria de Qualidade Ambiental. Departamento de Qualidade Ambiental e Gestão de Resíduos. – Brasília, DF: MMA, 2020a. Disponível em: <<https://www.gov.br/mma/pt-br/centrais-de-conteudo/mma-guia-tecnico-qualidade-do-ar-pdf>>. Acesso em: out de 2023.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Qualidade Ambiental. **Governo prepara nova estratégia de gestão da qualidade do ar.** 2023b Disponível em: <<https://www.gov.br/mma/pt-br/governo-prepara-nova-estrategia-de-gestao-da-qualidade-do-ar>>. Acesso em: jan de 2024.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Qualidade Ambiental. **Monitorar.** 2023a. Disponível em: <<https://monitorar.mma.gov.br/mapa>>. Acesso em: out de 2023.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Qualidade Ambiental. **TERMO DE REFERÊNCIA. Processo nº 02000.000145/2020-98. 2020b.** Disponível em: <https://sei.mma.gov.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&codigo_verificador=05884988-codigo_crc=BBOE8786&hash_download=e59c906e567c9a86c0f-47413c39af21d1b64cc207ec81f0b9def99f876cf037ab4fe56af87a8be9c535913315c5fecca93039c1727e36b84e0b36136e3b7e81d&visualizacao=1&id_orgao_acesso_externo=0>. Acesso em: out de 2023.

MS. Ministério da Saúde. **Mortes devido à poluição aumentam 14% em dez anos no Brasil.** 2022. Disponível em: <<https://www.gov.br/saude/pt-br/as-suntos/noticias/2019/junho/mortes-devido-a-poluicao-aumentam-14-em-dez-anos-no-brasil>>. Acesso em: jan de 2024.

OPAS. **Organização Pan- Americana da Saúde. Novos dados da OMS revelam que bilhões de pessoas ainda respiram ar insalubre.** 2022. Disponível em: <<https://www.paho.org/pt/noticias/4-4-2022-novos-dados-da-oms-revelam-que-bilhoes-pessoas-ainda-respiram-ar-insalubre#:~:text=Novos%20dados%20da%20OMS%20revelam%20que%20bilhoes%20de%20pessoas%20ainda%20respiram%20ar%20insalubre,-Copied%20to%20clipboard&text=Genebra%2C%204%20de%20abril%20de,que%20amea%C3%A7a%20a%20sa%C3%BAde>>. Acesso em: jan de 2024

SÃO PAULO (Estado). Decreto nº 59.113, de 23 de abril de 2013. **Estabelece novos padrões de qualidade do ar e dá providências correlatas.** Disponível em: <<https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/2013/decreto-59113-23.04.2013.html>>. Acesso em: jun de 2023

SINCA. **Sistema de Información Nacional de Calidad del Aire.** Disponível em: <<https://sinca.mma.gob.cl/>>. Acesso em: out de 2023

WRI. O estado da qualidade do ar no brasil. **Working Paper WRI Brasil**, p. 32, 2021. Disponível em: <<https://repositorio.usp.br/directbitstream/829cc5f-7-0f4f-40c4-9fb5-4689e26c3050/wri-o-estado-da-qualidade-do-ar-no-brasil.pdf>>. Acesso em: jan de 2024.



Rua Artur de Azevedo, 1212, 9º andar, sala 91,
Pinheiros, São Paulo (SP), CEP 05404-003 | Telefone: +55 (11) 3476-2850
energiaeambiente@energiaeambiente.org.br
energiaeambiente.org.br