



**Qualidade
do ar em
alerta: análise
comparativa
dos níveis
críticos e
planos de
emergência
entre o Brasil
e oito países**



2024

Autoria

Evangelina Araújo
Tailine Corrêa dos Santos

Coordenação de pesquisa

Evangelina Araújo

Coordenação de projeto

João Paulo Amaral

Coordenação editorial

Camila Acosta Camargo
Maria Victória Beligni

Realização

Instituto Alana
Instituto Ar

Apoio

Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima
Instituto Clima e Sociedade
Coalizão Respirar

Projeto gráfico

Agência+

Qualidade do ar em alerta: análise comparativa dos níveis críticos e planos de emergência entre o Brasil e oito países. Evangelina Araújo, Tailine Corrêa dos Santos. São Paulo, 2024.

00
Sumário

1.	Contextualização	3
2.	Objetivos	5
3.	Estratégias Metodológicas	7
3.1.	Países-alvo	7
3.2.	Busca e coleta das informações	8
3.2.1.	Levantamento dos níveis críticos de qualidade do ar	9
3.2.2.	Pesquisa dos planos de episódios críticos	14
4.	Resultados	15
4.1.	Níveis Críticos	15
4.1.1.	Material Particulado: MP _{2.5} e MP ₁₀	15
4.1.2.	Gases – Ozônio (O ₃) e Dióxido de Nitrogênio (NO ₂)	21
4.2.	Planos de episódios críticos	25
4.2.1.	Conteúdo fundamental de um Plano de ação de episódio crítico	27
4.2.2.	Exemplos de ações na infância	29
5.	Referências	37
	Apêndice I: Exemplos de planos: Configuração, níveis e ações	42

Contextualização

A pesquisa **Qualidade do ar em alerta: análise comparativa dos níveis críticos e planos de emergência entre o Brasil e oito países** foi realizada em parceria entre o Instituto Alana e o Instituto Ar, com o intuito de subsidiar a pauta sobre episódios críticos de qualidade do ar durante a revisão da Resolução CONAMA 491/2018 no Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) em 2024.

A rediscussão da Resolução foi determinada pelo Supremo Tribunal Federal em 2022, que se deveu à Ação de Inconstitucionalidade impetrada pela Procuradoria Geral da República em 2019, com o apoio da sociedade civil. Essa decisão foi uma oportunidade única para se revisar esse assunto e, com as melhores evidências, progredir para a mudança necessária, pois quando a Resolução foi aprovada em 2018, os episódios críticos não foram atualizados e permaneceram como definidos em 1990 (Resolução CONAMA 03/1990).

O Guia Global de Qualidade do Ar

publicado pela Organização Mundial da Saúde (OMS) em 2021 (WHO, 2021) não traz recomendações sobre níveis de episódios críticos de qualidade do ar atrelados a impactos sobre a saúde. No entanto, ele demonstra os níveis de concentração de poluentes na atmosfera para a maior segurança da saúde da população e também os efeitos em saúde quando as concentrações os ultrapassam. Os países, portanto, são quem determinam seus padrões de qualidade de ar e os episódios críticos a serem adotados como ferramentas de gestão.

Assim, além dos valores normatizados para os padrões de qualidade do ar nacionais, é importante que a Resolução 491/2018 estabeleça também as concentrações de poluentes para os limiares de alerta, atenção e emergência, ou seja, os episódios críticos de poluição atmosférica de curta duração, com a finalidade de desencadear medidas imediatas para proteção da saúde

da população. Tais medidas devem fazer parte de um plano de ação, os “Planos de Episódios Críticos”, que deflagrem tanto ações de gestão para o controle das emissões e a redução da concentração de poluentes na atmosfera, como para a comunicação dos altos níveis de poluentes no ar. As informações são importantes à população, especialmente sobre os riscos de exposição a elevados níveis de concentração de poluentes e as formas de proteção; e, aos órgãos de saúde, de forma que se preparem para a maior demanda de atendimentos de pacientes com doenças agudas relacionadas ou exacerbação de doenças crônicas, como as de causas respiratórias ou cardiovasculares.

Tanto os limiares dos episódios como os planos de ação são relevantes ferramentas de gestão pública para a garantia à proteção da saúde.

O Brasil possui os mesmos níveis de episódios críticos há 35 anos, sem nenhuma atualização neste período. Assim, os níveis seguem muito altos, raramente atingidos em cidades industriais ou em grandes queimadas, como na Amazônia. E isso não condiz com a realidade para que a população tenha conhecimento sobre altas

concentrações de poluentes que possam causar danos em sua saúde e para que haja medidas imediatas para sua proteção.

O propósito central desta pesquisa é justamente apresentar informações atualizadas e embasamento científico para subsidiar o desenvolvimento de recomendações de estratégias efetivas ou exemplos de políticas para a evolução da definição nacional dos valores críticos de concentração de poluentes na atmosfera, assim como também apresentar o conteúdo principal de um plano de ação com vistas à proteção da saúde da população. A regulamentação deve ocorrer no âmbito estadual e/ou municipal para políticas e protocolos de resposta aos episódios críticos, principalmente porque as ações devem ser estabelecidas de acordo com as características locais.

Em especial, a pesquisa dá ênfase às crianças, um dos grupos populacionais notadamente mais vulneráveis aos efeitos da poluição do ar e com prejuízos em sua saúde, desde os primórdios de sua vida fetal, intrauterina, durante o seu desenvolvimento na infância, e também os prejuízos decorrentes levados para sua vida adulta.

02 Objetivos

O objetivo principal da pesquisa é a investigação dos níveis críticos de qualidade do ar (valores e nomenclatura) adotados para os compostos de poluentes: material particulado (MP_{2.5} e MP₁₀), dióxido de nitrogênio (NO₂) e ozônio (O₃), a partir das normas ou leis nacionais que determinam os seus Padrões de Qualidade do Ar (PQAr), nos seguintes países: Brasil, Chile, Colômbia, Equador, Estados Unidos, México e União Europeia (Espanha, França e Inglaterra).

**Brasil, Chile,
Colômbia, Equador,
EUA, México e
União Europeia
(Espanha, França e
Inglaterra).**

Como objetivos secundários, a partir das normas ou leis nacionais, ou em sites oficiais de qualidade do ar do país ou de cidades:

- a. a busca dos Planos de ação para episódios críticos; e
- b. a descrição das informações do seu conteúdo principal ou mínimo mais importante e da atuação específica para grupos populacionais diferenciados, especialmente as crianças.

E, por fim, a elaboração das principais recomendações apresentadas em reunião para o Grupo de Trabalho da Revisão da Resolução 491/2018 discutida no CONAMA no dia 04/03/2024.



03

Estratégias Metodológicas

3.1_Países-alvo

Para fins comparativos com o Brasil, foram selecionados oito países, com distintas realidades, a fim de se caracterizar um cenário tanto de semelhanças como de discrepâncias no que diz respeito à localização geográfica e às características culturais e de desenvolvimento. São eles: Brasil, Chile, Colômbia, Equador (América do Sul), Estados Unidos e México (América do Norte) e Espanha, França e Inglaterra (União Europeia) (ver Figura 1).

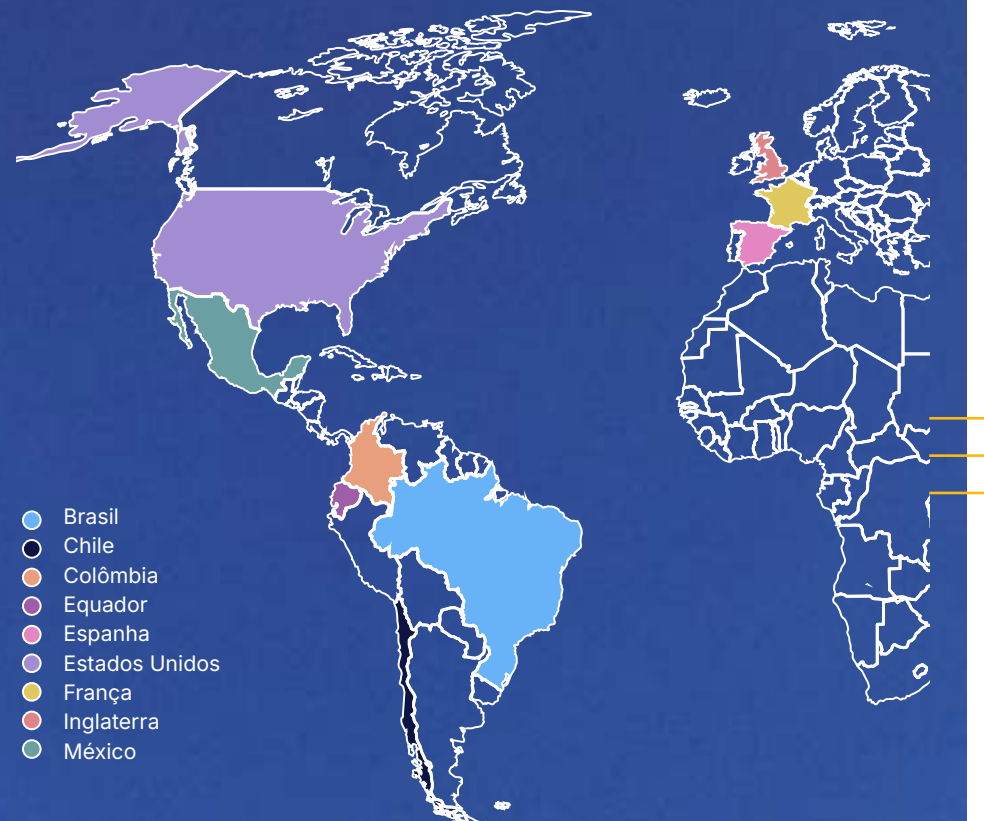


Figura 1. Mapa destacando os nove países avaliados neste estudo.

Fonte: Elaboração própria

3.2_Busca e coleta das informações

Foram adotadas estratégias de busca e de pesquisa estruturada para os níveis e planos de episódios críticos. O processo da estruturação das informações foi determinante no embasamento para o diagnóstico e para as discussões sobre os níveis de qualidade do ar dos episódios críticos dos nove países. Constituiu-se em quatro etapas principais: a busca das informações em repositórios distintos; a extração das informações sobre os níveis e os planos; a análise; e, a exemplificação prática das informações. E foram gerados três produtos principais: 1) níveis críticos para quatro poluentes; 2) conteúdo fundamental ou principal ou mínimo de um Plano de ação; e 3) o foco em ações para primeira infância, conforme o fluxograma a seguir (Figura 2).

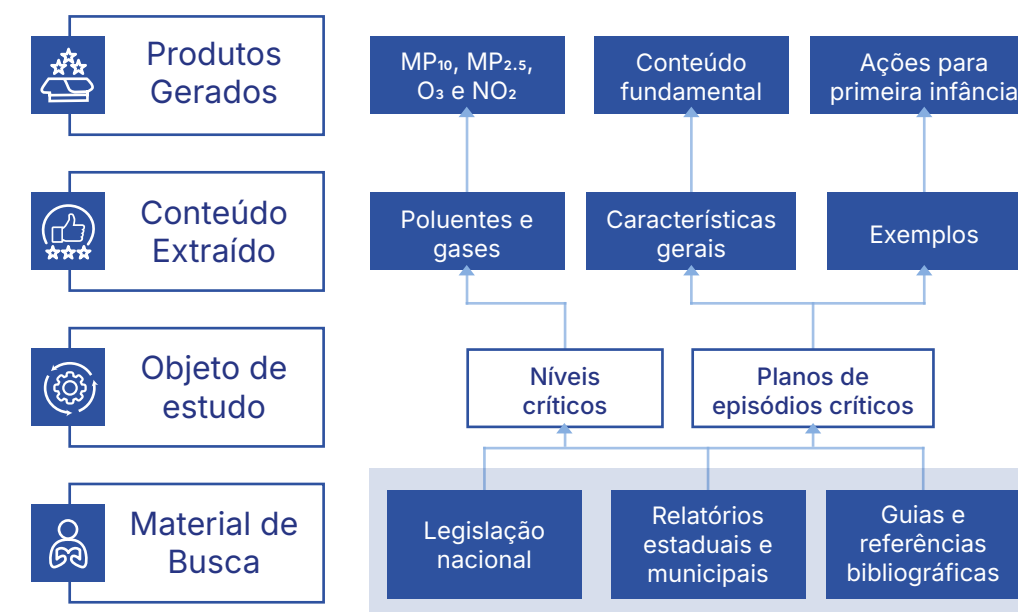


Figura 2. Fluxograma descritivo de etapas e processos envolvidos na extração, gestão e análise da informação.

Fonte: Elaboração própria

3.2.1_ Levantamento dos níveis críticos de qualidade do ar

Inicialmente, a busca em cada país foi fundamentada nas legislações nacionais de qualidade do ar, suas atualizações e modificações, realizada em *webpages* governamentais. Não sendo encontrados os níveis críticos nas legislações, a pesquisa se estendeu para outros documentos como relatórios e planos de gestão ambiental estaduais ou municipais.

Por meio de atentas leituras dos materiais obtidos, extraíram-se os valores dos níveis críticos dos poluentes abordados.



Poluentes

O estudo foi realizado para quatro poluentes: **material particulado fino (MP_{2.5}) e material particulado inalável (MP₁₀), gases ozônio (O₃) e dióxido de nitrogênio (NO₂).**

Material particulado

O material particulado é um poluente de material sólido ou líquido suspenso no ar, na forma de poeira, aerossol ou fumaça, que pode permanecer no ar e percorrer longas distâncias. As partículas com diâmetro de 10 micrômetros ou menos ($< MP_{10}$), chamadas de inaláveis, podem penetrar e se alojar nos pulmões, principalmente porções superiores, brônquios de maior calibre, enquanto partículas com diâmetro de 2.5 micrômetros ou menos ($< MP_{2.5}$), chamadas de finas, são ainda mais prejudiciais à saúde, pois penetram mais profundamente no trato respiratório, causando os maiores danos à saúde humana, como doenças respiratórias e cardiovasculares, uma vez que se instalam nas regiões mais profundas do pulmão, entram na circulação sanguínea, alcançam diversos órgãos e os adoecem (SALDIVA *et al.*, 1994; SEINFELD; PANDIS, 2016; WHO, 2021).

O MP_{10} tem origem nos processos mecânicos, como ressuspensão de poeira de solo, de sal marinho, de cinzas de combustão e de emissões biogênicas naturais (FREITAS; SOLCI, 2009). Já as partículas finas ($< MP_{2.5}$) podem ser geradas por processos de combustão empregados no setor industrial, na frota veicular, além dos processos de formação secundários provenientes de reações atmosféricas,

isto é, da formação de partículas na atmosfera a partir de gases como, por exemplo, a formação de sulfatos a partir de SO₂ (FREITAS; SOLCI, 2009; PEREIRA *et al.*, 2023).

Estudos têm demonstrado que a perda precoce de 3.7 milhões de vidas no mundo deve-se à poluição externa do ar (WHO, 2015) por MP. No Brasil, as primeiras estimativas de efeito da poluição do ar em São Paulo foram realizadas pelo médico Paulo Saldiva e colaboradores (SALDIVA *et al.*, 1994), que mostraram que a mortalidade de idosos está diretamente ligada à variação do material particulado (MP_{10}). Portanto, existe uma estreita relação quantitativa entre a exposição a altas concentrações de MP e o aumento de mortalidade ou morbidade diária e de longo prazo, e, quando as concentrações de MP são reduzidas, a mortalidade associada também diminui, assumindo que todos os outros fatores permanecem inalterados.

Diversos estudos epidemiológicos revelam associações entre níveis elevados de poluição e efeitos adversos à saúde, sobretudo em indivíduos vulneráveis (crianças abaixo de cinco anos, idosos e indivíduos que sofrem de doenças respiratórias e cardiovasculares).

Os índices de segurança de concentração limites de poluentes preconizados pela OMS foram determinados com base em evidências científicas quanto aos efeitos da poluição atmosférica sobre a saúde humana. Dessa forma, em qualquer nível de concentração de poluentes acima dos índices, haverá um prejuízo à saúde que aumentará ou se tornará mais grave a depender do nível de toxicidade do ar ou tempo de exposição e da população exposta.

A poluição por MP tem efeitos na saúde mesmo em concentrações muito baixas; de fato, não foi possível identificar nenhum limiar abaixo do qual não tenham sido observados danos à saúde. Isso se deve especialmente à sensibilidade particular de grupos populacionais ou de indivíduos mais sensíveis à exposição aos poluentes. Portanto, os limites estabelecidos pelas diretrizes da OMS em 2005 (WHO, 2005) e atualizados em 2021 (WHO, 2021) visam refletir as menores concentrações possíveis de material particulado atreladas a danos de saúde (ver Tabela 1). Assim sendo,

é importante ressaltar que, embora tenham sido determinados os valores limites para cada poluente, a OMS esclarece que não há níveis seguros de exposição a quaisquer concentrações de poluentes.

Como se sabe, os padrões de qualidade do ar são ferramentas de gestão, balizadoras para a segurança em saúde da população. Cada país determina os próprios padrões de qualidade do ar. A Tabela 1 apresenta os padrões de qualidade do ar atuais federal (CONAMA) (BRASIL, 2018) e estadual (Estado de São Paulo – Decreto Paulista) (SÃO PAULO, 2021). As duas últimas colunas representam os índices de concentração de poluentes recomendados pela OMS (WHO, 2005; 2021), como a menor concentração para a salvaguarda da saúde da maioria da população.

Observa-se, para MP_{2.5}, valores de padrões adotados no Brasil, com níveis de concentrações do poluente cerca de três vezes maior que o valor recomendado pela OMS.

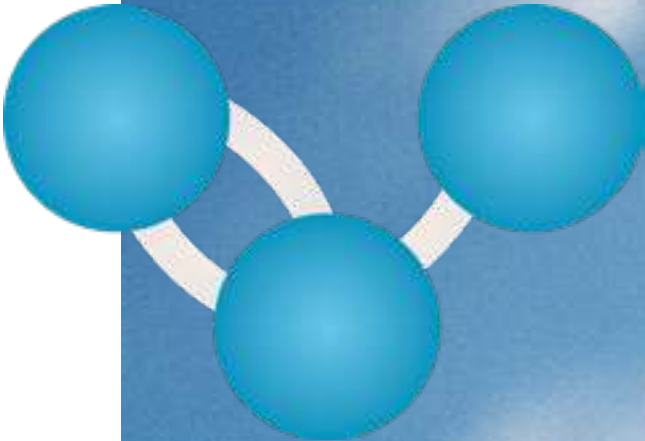
Tabela 1. Valores referência para MP₁₀ e MP_{2.5}, correspondente ao tempo de amostragem de 24 horas e média anual:

Poluentes	Unidade	Tempo de Amostragem	Resolução CONAMA 2018	Decreto Paulista 2021	OMS 2005	OMS 2021
Partículas inaláveis (MP ₁₀)	µg/m³	24 horas	120	100	50	45
		média anual	40	35	20	15
Partículas finas (MP _{2.5})	µg/m³	24 horas	60	50	25	15
		média anual	20	17	10	5

Fonte: Elaboração própria

Com base nisso, os formuladores de políticas podem fazer projeções da melhoria na saúde da população que se pode esperar como resultado da redução da poluição do ar por partículas.

Gases: ozônio (O₃) e dióxido de nitrogênio (NO₂)



Com relação ao O₃, esse gás se encontra presente na atmosfera, tanto na estratosfera (entre 25 e 35 km longe da superfície terrestre) como na troposfera (próximo a superfície); com isso, tem-se o O₃ estratosférico e O₃ troposférico. Além da altitude, os dois se diferenciam pelos mecanismos de formação. O O₃ estratosférico é importante para filtrar a radiação ultravioleta emitida pelo sol; já o troposférico é um poluente nocivo à saúde. Nessa pesquisa abordamos o poluente: ozônio troposférico.

O O₃ na troposfera caracteriza-se como um poluente secundário produzido a partir de reações fotoquímicas, ou seja, que depende da ação da radiação (SEINFELD, 2004). Esse poluente tem sido objeto de grande preocupação. Mecanismos para a sua redução são complexos devido à necessidade de entender e considerar seus precursores. Um exemplo é que,

apesar de consideráveis reduções nas emissões veiculares com programas de melhoria da tecnologia dos motores como o Programa de controle de poluição veicular (PROCONVE), não se observou a mesma redução de O₃ e MP na região metropolitana de São Paulo, com tais poluentes, ainda havendo ultrapassagens nos padrões em algumas regiões da metrópole (ANDRADE *et al.*, 2017; CETESB, 2022). Nas reações, tanto de formação como de destruição do O₃, é possível observar a importância de NO e NO₂. As emissões de NO_x são principalmente provenientes do tráfego de veículos, em geral, formados nos processos de combustão. Entre outras fontes importantes estão os processos de combustão industriais (NOGUEIRA, 2014; SEINFELD, 2004).

Os valores normativos nacional e estadual, assim como os recomendados pela OMS, estão na Tabela 2.

3.2.2_ Pesquisa dos planos de ação de episódios críticos de qualidade do ar

Os planos de ação de episódios críticos de qualidade do ar, em geral, são ferramentas de gestão operacional, sendo importantes para tomadas de decisão e estratégias de ações, sejam em casos específicos ou não.

Assim, para investigação dos planos, foram realizadas pesquisas internas ou regionais para cada país, principalmente em sites governamentais estaduais e municipais. Também foram explorados materiais bibliográficos como guias técnicos elaborados para direcionamentos, a fim de complementar as informações, como o *Guide on Ambient Air Quality Legislation* (UN, 2023).

Compilaram-se as informações que representassem o conteúdo mínimo ou principal para o plano, assim como características gerais. Também foram identificados exemplos de planos, associados a características como:

configuração da gestão, fluxos de ação, apresentação e divulgação dos níveis críticos (comunicação), e ações por níveis de valores dos poluentes e para grupos específicos.

Informações essas que são discutidas neste trabalho para a comparação da legislação nacional com a de outros países, a fim de apresentar o cenário brasileiro frente ao âmbito internacional.

Nesse contexto, empregam-se os níveis críticos e os planos de ação como uma ferramenta de gestão ambiental utilizada por órgãos federais, estaduais e municipais para determinar uma estratégia de proteção da população referente a cada poluente atmosférico, e se ressalta a eficiência da legislação em relação à saúde e ao cenário de planejamento em nove diferentes países.

Tabela 2. Valores referência para O₃ e NO₂, correspondentes ao tempo de amostragem de 24 horas e média anual:

Poluentes	Unidade	Tempo de Amostragem	Resolução CONAMA 2018	Decreto Paulista 2021	OMS 2005	OMS 2021
Ozônio (O ₃)	µg/m³	8 horas	140	130	120	100
Dióxido de Nitrogênio (NO ₂)	µg/m³	1 hora	260	240	200	200
		média anual	60	60	20	10

Fonte: Elaboração própria

04

Resultados

4.1 Níveis críticos

Em relação aos parâmetros de gravidade, a OMS não sugere, no Guia 2021, parâmetros de gravidade para o estabelecimento de medidas emergenciais. No entanto, como citado anteriormente, apresenta o aumento da mortalidade correspondente aos graduais níveis de aumento de concentração de poluentes. Além disso, os índices adotados para precaução da gravidade seguem o conhecimento científico baseado em pesquisas mundiais há mais de 20 anos.

4.1.1_ Material particulado: MP_{2.5} e MP₁₀

Os níveis críticos para MP_{2.5} foram encontrados em leis nacionais no Chile, Colômbia, Equador, Espanha e França (no Brasil são tratados na Resolução CONAMA 491/2018, um dispositivo infralegal). No México, os episódios críticos não foram estabelecidos a nível nacional, mas por regiões, assim como ocorre nos Estados Unidos (ver Tabela 3).

A Tabela 3 apresenta os valores dos níveis críticos para esse poluente e as nomenclaturas utilizadas em cada país (para o México segue o exemplo da Cidade do México). A Inglaterra/EU não apresenta níveis críticos para MP na legislação.

As nomenclaturas, em geral, seguem um padrão semelhante, com estabelecimento de níveis de Atenção, Alerta e Emergência ou outros termos similares. Os países europeus têm a nomenclatura diferente, iniciando em nível de "ativação", seguido de "informação" e "alerta". Estes nomes estão associados à ativação do plano de acordo com cada uma das fases.

Com relação aos valores, observa-se

que o Brasil tem níveis de MP_{2.5} um pouco melhores (mais restritivos) que o Equador. Um próximo grupo - Chile, Cidade do México e Colômbia - apresenta valores inferiores, com a. São seguidos pelos países europeus, Espanha e França. A França apresenta apenas um episódio crítico, denominado Alerta.

Assim, é importante destacar que o nível de Atenção no Brasil se inicia com concentrações de 125 µg/m³, enquanto, na Colômbia, de 38 µg/m³ e na Espanha e França de 25 µg/m³, ou seja, o plano de ação para controle das emissões e salvaguarda da saúde nesses países são deflagrados em um nível 5 vezes menor do que no Brasil.

Tabela 3. Níveis críticos de material particulado – MP_{2.5}

País	Período	Níveis (MP _{2.5}) - µg/m ³			Documento
Brasil	média de 24 horas	Atenção	Alerta	Emergência	Resolução n 491-2018 (BRASIL, 2018)
		125	210	250	
Chile	média de 24 horas	Alerta	Preemergencia	Emergencia	Normas Primarias de Calidad del Aire (CHILE, 2022)
		80-109	110-169	>170	
Colômbia	média de 24 horas	Prevenção	Alerta	Emergencia	Resolucion n 2254 de 2017 (COLOMBIA, 2017)
		38-55	56-150	≥151	
Equador	média de 24 horas	Alerta	Alarma	Emergencia	LIBRO VI ANEXO 4 (EQUADOR, 2017)
		150	250	350	
Espanha	média móvel de 24 horas	Umbral de activación	Umbral de información	Umbral de alerta	Real Decreto 34/2023 (ESPAÑA, 2023)
		25	35	50	
França	média de 24 horas	Information and recommendation threshold	Alert threshold		Code de l'environnement (FRANÇA, 2024)
			25		
Cidade do México - México	média móvel de 24 horas	Precontingencia	FASE I	FASE II	Programa para Prevenir y Responder a Contingencias Ambientales Atmosféricas en la Ciudad de México (CIDADE DO MÉXICO, 2019)
			>97,4	>150,4	

Fonte: Elaboração própria

Os níveis críticos para MP₁₀ também estão presentes na legislação nacional no Chile, Colômbia, Equador, Espanha e França, e, no México, regionalmente (ver Tabela 4).

As nomenclaturas, em geral, seguem o mesmo padrão para todos os poluentes, repetindo o que foi dito acima para MP_{2.5}. A Espanha tem como primeiro nível o nome da ativação da ação envolvida no plano e abrange três níveis até “Alerta”. Com relação aos valores, observa-se que o Brasil tem níveis similares novamente aos do Equador. Em seguida, com valores menores estão Chile, Cidade do México e, também, a Colômbia. Os menores níveis são para os países europeus, Espanha e França, que iniciam em 40 e 50 µg/m³, respectivamente. Nesse caso, também as ações se iniciam em um nível 5 vezes menor do que no Brasil.

Tabela 4. Níveis críticos de material particulado – MP₁₀

País	Tempo	Níveis (MP ₁₀) - µg/m ³			Documento
Brasil	média de 24h	Atenção	Alerta	Emergência	Resolução n 491-2018 (BRASIL, 2018)
		250	420	500	
Chile	média de 24h	Alerta	Preemergencia	Emergencia	Plan Operacional GEC (SANTIAGO, 2022)
		180 - 229	230 - 329	≥ 330	
Colômbia	média de 24h	Prevencao	Alerta	Emergencia	Resolucion n 2254 de 2017 (COLOMBIA, 2017)
		15 5 - 254	255 - 354	≥ 355	
Equador	média de 24h	Alerta	Alarma	Emergencia	LIBRO VI ANEXO 4 (EQUADOR, 2017)
		250	400	500	
Espanha	média móvel de 24h	Umbral de activación	Umbral de información	Umbral de alerta	Real Decreto 34/2023 (ESPAÑHA, 2023)
		40	50	80	
França	média de 24h	Information and recommendation threshold	Alert threshold		Code de l'environnement (FRANÇA, 2024)
		50	80		
Cidade do México - México	média móvel de 24h	Precontingencia	FASE I	FASE II	Programa para Prevenir y Responder a Contingencias Ambientales Atmosféricas en la Ciudad de México (CIDADE DO MÉXICO, 2019)
			> 214	> 354	

Fonte: Elaboração própria

Os níveis de Atenção, Alerta e Emergência estabelecidos pelo Decreto Paulista 59.113/2013 (SÃO PAULO, 2013) e pela Res. 491/2018 (BRASIL, 2018) são os mesmos, respectivamente, 250, 420 e 500 µg/m³ – não sofreram alteração na revisão da Resolução 491/2018 (exceção para o O₃) e são altíssimos. Por isso, dificilmente são alcançados para tomada imediata de medidas protetivas à população. Os níveis propostos estão muito aquém dos níveis de qualidade do ar mais seguros, e portanto deveriam ser mais restritivos.

Os parâmetros adotados em vários países diferem-se entre si, porém o Brasil e o estado de São Paulo seguem um dos mais altos níveis no mundo. Os países mais atualizados são os europeus. Países da América do Sul, como Chile, Colômbia e Cidade do México, possuem níveis críticos mais atualizados que o Brasil.

Estudando os dados disponíveis na literatura sobre os episódios críticos de poluição de ar, percebeu-se que há uma tendência, pelos órgãos ambientais, Environmental Protection Agency (EPA), European Environment Agency (EEA) e a própria OMS, em não se determinar níveis de episódios críticos e, sim, o relato dos efeitos de saúde para cada nível de poluição atingido. Na prática, buscando os dados de episódios críticos em sites de informação sobre a poluição do ar, verifica-se a consideração de informações ao público em dois níveis: Atenção, apenas como informação, ou medidas paliativas; e, Emergência (ou Alerta para alguns casos), com um plano de emergência caracterizado por tomada de ações e iniciativas para diminuição de emissão de poluentes e/ou salvaguarda da população à exposição dos poluentes. No caso da Atenção, o nível considerado para informar a população sobre o estado de Atenção à poluição refere-se ao próprio padrão de qualidade do ar para cada poluente, determinados para intervalos de 24 horas (diários). Os níveis determinados para o estado de Emergência geralmente são os níveis correspondentes ao menor efeito em saúde antes de torná-lo grave, geralmente acometendo a população de risco, inclusive início de risco de mortes.

A França e outros países da UE adotaram para MP_{10} , como episódio crítico de Atenção, o próprio índice de concentração diário recomendado como mais seguro para a população, em 2005, pela OMS e que corresponde a $50 \mu g/m^3$ e, como “Alerta” o valor de $80 \mu g/m^3$. (OMS, 2005). E o nível de Emergência, acima deste limite. O racional é o que segue:

O nível de Atenção equivale ao valor máximo tolerável para redução de risco de impacto em saúde para a maior parte da população. Ou seja, exato o índice recomendado pela OMS (2005). Sabe-se que, a esses níveis, indivíduos mais sensíveis podem adoecer, como, por exemplo, os mais vulneráveis, crianças, gestantes e idosos, e aqueles que sofrem de doenças de base. Assim, entende-se que, para uma melhor defesa ou salvaguarda, ao ultrapassar o valor de menor risco, já é deflagrado

o nível de Atenção, de forma que a própria população e gestores estejam atentos e possam tomar algumas medidas para sua melhor proteção ou redução de emissão de poluentes. O nível de Alerta, no caso do exemplo, refere-se a um nível, como mencionado, correspondente ao menor efeito em saúde antes de torná-lo grave, geralmente acometendo a população de maior risco, idosos e crianças, e um nível anterior à possibilidade de mortes. São valores bem restritivos comparados aos dos demais países.

As tabelas simplificadas a seguir trazem, de forma simplificada, os níveis de Atenção e Alerta para o $MP_{2.5}$ de acordo com as evidências científicas compiladas pela França – Airparif (para MP_{10} , seriam os valores de 50 e $80 \mu g/m^3$), e os níveis críticos no Brasil e Decreto em São Paulo, ambas com referência aos efeitos em saúde.

Tabela 5: Níveis de atenção e (alerta) emergência para $MP_{2.5}$ e correlação para saúde para França e Brasil e São Paulo.

Níveis	Concentração ($\mu g/m^3$)	Justificativa
Atenção	25	Nível que, caso ultrapassado, pode ocasionar efeitos respiratórios adversos à população sensível (principalmente pessoas com problemas respiratórios preexistentes).
Emergência	40	Aumento de sintomas respiratórios em indivíduos sensíveis, agravamento de doenças pulmonares e cardíacas e morte prematura em pessoas com doenças cardiopulmonares e idosos (cerca de 1,2% de aumento).

Fonte: elaboração própria

Níveis	Concentração ($\mu g/m^3$)	Justificativa
Atenção	125	Não encontrados efeitos para a saúde na OMS. Para o EPA, esse nível significa aumento significativo de doenças pulmonares e cardíacas, morte prematura de pessoas com doenças cardiopulmonares e idosos e aumento de efeitos respiratórios na população em geral.
Emergência	250	Não encontrados efeitos para a saúde na OMS. Para o EPA, sérios agravos de doenças cardíacas e pulmonares e morte prematura em pessoas com doenças cardiopulmonares e idosos: sérios riscos de efeitos respiratórios na população em geral.

Fonte: elaboração própria

Importante salientar que o estado de Atenção apresenta valores 5 vezes maiores que os níveis recomendados pela OMS e, para Emergência, 10 vezes maiores, com sérios riscos para a saúde.

4.1.2_ Gases – ozônio (O3) e dióxido de nitrogênio (NO2)

Os níveis críticos para ozônio estão presentes na legislação nacional, além do Brasil, no Chile, Colômbia, Equador, Espanha, França, Inglaterra e União Europeia. E, no México, regionalmente (ver Tabela 6).

As nomenclaturas, em geral, também seguem um padrão semelhante, com estabelecimento de três níveis críticos, Atenção, Alerta e Emergência. Com relação aos valores altos, o Chile tem valores maiores, seguido pelo Equador, Colômbia e Cidade do México. Porém é importante destacar a dificuldade na comparação com o Brasil, uma vez que os valores são calculados em períodos diferentes. No Brasil é considerada a média móvel de 8h para o O3, assim como o primeiro nível da Espanha – nos demais países os níveis são referentes à média de 1h. Vale salientar que as médias se referem a um determinado período. Quando o período é menor, como uma hora, a medida é mais exigente; na medida de 24 horas há mais medidas para se calcular a média, podendo abrandar os valores.



Tabela 6. Níveis críticos de ozônio - O3

País	Unidade	Período	Níveis de Ozônio (O3)			Documento
			Atenção	Alerta	Emergência	
Brasil	µg/m³	média móvel de 8 horas	200	400	600	Resolução n 491-2018 (BRASIL, 2018)
Chile	µg/m³	média de 1 hora	Alerta	Preemergencia	Emergencia	Normas Primarias de Calidad del Aire (CHILE, 2022)
			400 - 799	800 - 999	≥1000	
Colômbia	µg/m³	média de 1 hora	Prevenção	Alerta	Emergencia	Resolucion n 2254 de 2017 (COLOMBIA, 2017)
			139 - 167	168 - 207	≥208	
Equador	µg/m³	média de 1 hora	Alerta	Alarma	Emergencia	LIBRO VI ANEXO 4 (EQUADOR, 2017)
			200	400	600	
Espanha	µg/m³	1ª: média móvel de 8 horas, 2ª e 3ª média horária	Umbral de activación	Umbral de información	Umbral de alerta	Real Decreto 34/2023 (ESPAÑA, 2023)
			120	180	240	
França	µg/m³	média de 1 hora	Information and recommendation threshold	Alert threshold		Code de l'environnement (FRANÇA, 2024)
			180	1ª: 240 (horário), 2ª: 300 (3h consecutivas), 3ª: 360 (horário)		
Inglaterra e UE	µg/m³	média de 1 hora	Information	Alert		DIRECTIVE 2008/50/EC (EU, 2015)
			180	240		
Cidade do México - México	ppb	média de 1 hora	Precontingência	FASE I	FASE II	Programa para Prevenir y Responder a Contingencias Ambientales Atmosféricas en la Ciudad de México (CIDADE DO MÉXICO, 2019)
				>154 ppb	>204 ppb	

Os níveis críticos para dióxido de nitrogênio (NO2) estão presentes em legislação nacional, além do Brasil, no Chile, Colômbia, Equador, Espanha, França, Inglaterra e União Europeia (ver Tabela 7).

As nomenclaturas, em geral, também seguem um padrão semelhante, com estabelecimento de níveis de Atenção, Alerta e Emergência. E, demais nomes, como relatado anteriormente.

Observa-se que o Chile e o Brasil têm os valores mais altos, seguido pela Colômbia. Porém, embora os níveis sejam similares, Brasil e Equador não devem ser comparáveis, pois consideram períodos diferentes, sendo no Brasil os níveis associados à média de 1h enquanto no Equador a média é de 24h. Espanha e França possuem os menores valores. A Cidade do México não tem valores críticos para o NO2. É importante destacar a dificuldade na comparação, uma vez que os valores têm específicas determinações de períodos, como já comentado acima.

Fonte: Elaboração própria

Tabela 7. Níveis críticos de dióxido de nitrogênio - NO₂.

País	Unidade	Período	Níveis de Dióxido de Nitrogênio (NO ₂)			Documento
Brasil	µg/m³	média de 1 hora	Atenção	Alerta	Emergência	Resolução n 491-2018 (BRASIL, 2018)
			1130	2260	3000	
Chile	µg/m³	média de 1 hora	Alerta	Preemergencia	Emergencia	LIBRO VI ANEXO 4 (EQUADOR, 2017)
			1130-2259	2260-2999	≥3000	
Colômbia	µg/m³	média de 1 hora	Prevencao	Alerta	Emergencia	Resolucion n 2254 de 2017 (COLOMBIA, 2017)
			190-677	678-1221	≥1222	
Equador	µg/m³	média de 24 horas	Alerta	Alarma	Emergencia	Norma Ecuato Calidad - Indice
			1000	2000	3000	
Espanha	µg/m3	1ª: média móvel de 8 horas, 2ª e 3ª média horária	Umbral de activación	Umbral de información	Umbral de alerta	Real Decreto 34/2023 (ESPANHA, 2023)
			180	200	400	
França	µg/m³	média de 1 hora	Information and recommendation threshold	Alert threshold		Code de l'environnement (FRANÇA, 2024)
				400 (3 h consecutivas) ou 200 (Se o nível 1 de informação foi ativado no dia anterior, no mesmo dia e há previsões para o dia seguinte)		
Inglaterra e UE	µg/m³	3h consecutivas: área de pelo menos 100 km² ou área de zona ou aglomeração	Information	Alert		DIRECTIVE 2008/50/EC (EU, 2015)
				400		

Fonte: Elaboração própria

Estados Unidos

Os EUA procuraram resolver a questão dos episódios críticos pela ferramenta qualitativa de comunicação: o Índice de Qualidade do Ar – IQAr. Assim cobririam com a mesma ferramenta – a comunicação – o que de fato facilita a compreensão da população.

O país norte-americano apresenta os três níveis de valores de episódios críticos habituais de forma regional e adota os planos de ação atrelados ao Índice de Qualidade do Ar dos poluentes.

Em geral, o nível “moderado” de IQAr já orienta o alerta, principalmente para grupos sensíveis, enquanto as ações de atenção estão associadas aos níveis de *unhealthy* e o nível de emergência ao nível mais crítico como *hazardous*. Como exemplo, tem-se o *Emergency Episode Plan for the District of Columbia* (COLUMBIA, 2014).

Existem planos de ação específicos da EPA e de governos locais para situações de atenção, alerta e emergência relacionados aos índices (ver Figura 3):



Figura 3. Concentrações dos poluentes referentes aos Índices de Qualidade do Ar nos Estados Unidos.

Fonte: EPA & Air Now, 2014. Disponível em: airnow.gov. Acesso em: 13 ago. 2024.

4.2. Planos de ação de episódios críticos

Os Planos de episódios críticos são elaborados com o intuito de se determinar mecanismos de gestão para ações imediatas no enfrentamento aos altos níveis de poluição atmosférica e que certamente afetam a saúde da população, para sua proteção. Um resumo das principais características gerais e fundamentais desses planos é abordado a seguir (ver Figura 4).

Convém ressaltar que dentro de um país existem diferenças significativas regionais, relacionadas a parâmetros importantes a serem considerados no plano como: densidade populacional, atividade econômica, níveis de concentração de poluição atmosférica, fontes de poluição etc. Portanto, geralmente, os planos são regionais e ainda podem ter separação por zonas.

Outra característica geral encontrada nesses planos é que os níveis de episódios críticos de concentração de poluentes estão atrelados aos Índices de Qualidade do Ar, o que facilita a comunicação para a população.

Os planos podem ser de dois perfis diferentes, de acordo com o tempo proposto para as ações: planos de curto e longo prazos.

Como as ações são a raiz do plano, elas direcionam a sua elaboração, e por isso é comum observar essa distinção, muitas vezes abordadas como dois planos distintos.

As ações podem também ser setorizadas por tipo de emissão, por exemplo: transporte, industriais etc.

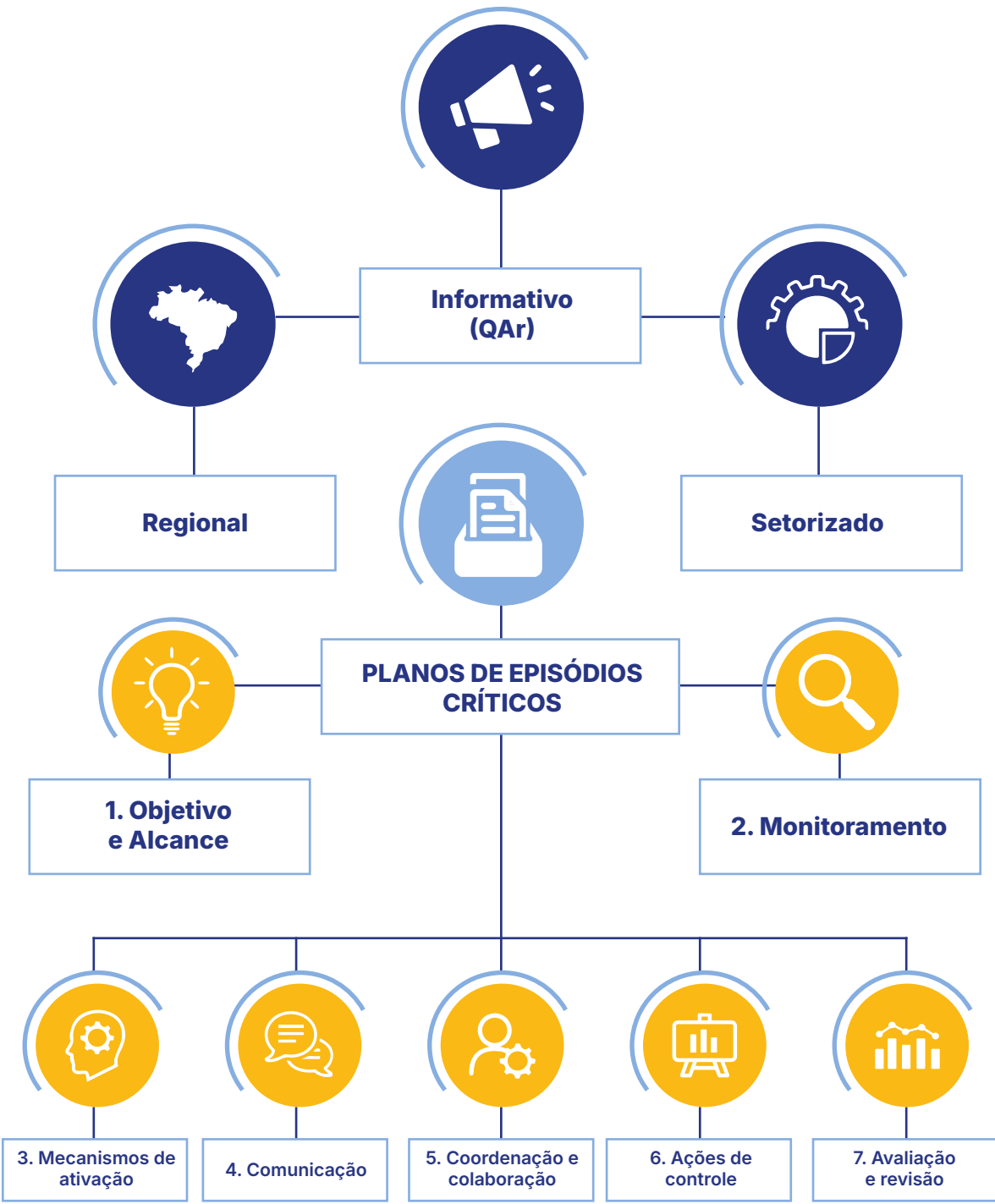


Figura 4. Diagrama ilustrativo descritivo das características gerais e conteúdos fundamentais do Plano de Episódio Crítico.

Fonte: Elaboração própria

4.2.1_ Conteúdo fundamental de um Plano de ação de episódio crítico

Encontramos para o Brasil um único Plano de ação para episódio crítico para o município de São Paulo, publicado pela Cetesb em 1978 (CETESB, 1978), desde então sem atualização.

O estado do Rio de Janeiro não possui plano, e, recentemente, foi publicado o decreto n. 48.668, de 1 de setembro de 2023 (RIO DE JANEIRO, 2023), Art. 9º: *“o INEA proporá, no prazo de 18 (dezoito) meses da publicação deste Decreto, a instituição de Planos dos níveis de Atenção, de Alerta e de Emergência para episódios críticos de poluição do ar, visando coordenar o conjunto de medidas preventivas a cargo do Estado, dos Municípios, das entidades privadas e da comunidade, com vistas a se evitar graves e iminentes riscos à saúde da população”*, que prevê a elaboração do plano para 2024.

O estudo dos planos e dos guias levantados nos demais países demonstrou sete tópicos fundamentais (Figura 4 também exemplifica os tópicos do conteúdo essencial, na última linha) para o conteúdo de um plano de episódio crítico, sendo esses:

1. Objetivo e Alcance:

Descrição da finalidade do plano e da área geográfica abrangida.

Condições específicas que ativam o plano, tais como níveis elevados de poluentes atmosféricos e a referência da área.

2. Monitoramento da qualidade do ar:

Detalhes sobre a rede de monitoramento da qualidade do ar, incluindo localização das estações de monitoramento e parâmetros medidos.

Procedimentos para coleta, análise e divulgação de dados sobre a qualidade do ar durante episódios críticos.

3. Mecanismos de ativação:

Critérios e limites usados para determinar quando um episódio crítico é declarado.

Limites baseados em índices de poluição atmosférica e valores limites nacionais e internacionais.

4. Comunicação e difusão:

Protocolos de comunicação para informar o público, as autoridades relevantes e as partes interessadas quando o plano for ativado. Isso inclui especificar as autoridades responsáveis pela emissão de alertas e divulgação de informações por meio de vários canais, como sites, redes sociais e meios de comunicação tradicionais.

5. Coordenação e colaboração:

Especifica as funções e responsabilidades das autoridades, agências e partes interessadas relevantes envolvidas na implementação do plano. Isso inclui mecanismos de coordenação entre agências ambientais, autoridades de saúde, departamentos de transporte e outros órgãos relevantes.

6. Ações de controle:

Ações e medidas específicas a serem implementadas durante um episódio de poluição do ar crítico para **reduzir as emissões e mitigar a exposição à poluição atmosférica**. Essas ações podem incluir:



- Implementar restrições temporárias de tráfego, tais como limites de velocidade, encaminhamento de tráfego ou proibições de veículos em áreas altamente afetadas.
- Aplicar medidas para reduzir as emissões de fontes industriais, tais como paralisações temporárias ou requisitos de redução de emissões.
- Aconselhar grupos populacionais mais vulneráveis, que incluem as crianças a reduzir as atividades ao ar livre e outras para sua proteção e fornecer orientação sobre medidas de melhoria da qualidade do ar interior.
- Melhorar os serviços de transporte público e promover o uso de modos de transporte alternativos para reduzir as emissões dos veículos.
- Fornecer conselhos e recomendações de saúde ao público sobre a redução da exposição à poluição do ar.

Em Paris, quando o episódio crítico de alerta por materiais particulados é alcançado, a prefeitura determina:

1) a tomada de uma série de medidas de restrição ou suspensão de atividades que contribuem para a emissão de poluentes (indústria e transportes e proteção à população (proibição de tráfego de veículos no centro da

cidade, gratuidade de passagens de metrô, feriado escolar, entre outros); e

2) a comunicação em mídia expressiva que oriente a população para a adoção de medidas protetivas (não realizar exercícios físicos ao ar livre, entre outros).

7. Avaliação e revisão:

Inclui disposições para avaliar a eficácia das medidas implementadas e realizar revisões pós-episódio para identificar lições aprendidas e áreas para melhoria. Isso pode envolver a avaliação de dados sobre a qualidade do ar, a monitorização dos impactos na saúde pública e a recolha de feedback das partes interessadas.

4.2.2_ Exemplos de ações na infância

Diante da preocupação com o impacto na saúde é importante ressaltar que a poluição do ar não afeta igualmente todos e nem todas as faixas etárias. Existem grupos mais sensíveis e vulneráveis à exposição ao ar tóxico e que cursam com impactos mais abrangentes e graves na saúde. Por isso, a importância de que as ações determinadas nos Planos de Episódios Críticos considerem a distinção por grupos populacionais e contemplem ações mais rigorosas ou restritivas

àqueles mais sensíveis, como crianças, idosos, gestantes, pessoas com doenças respiratórias e trabalhadores que efetuam atividades de exposição intensa.

Nesta pesquisa focamos em ações para proteção de crianças e estudantes em geral. As crianças em fase de desenvolvimento, ou a primeira infância, estão mais suscetíveis a diversas doenças associadas à poluição do ar. Assim, trazemos aqui alguns exemplos de ações a curto e longo prazo de plano para proteção das crianças a níveis críticos de poluição atmosférica.

Na **Colômbia** dentro do *Plan para la atención de episodios de contaminación del aire de la área metropolitana de Bucaramanga (CDBM)* existem ações específicas associadas a cada um dos níveis críticos, caracterizadas como de curto prazo, ou seja, ações imediatas tomadas no momento do episódio. Para proteção das crianças as ações são tomadas a partir do nível de "Alerta". Quando a declaração se refere a níveis de material particulado e/ou dióxido de enxofre, a ação é ordenar a suspensão das aulas em toda a área que está dentro deste nível específico de concentração de poluentes. No caso do nível de "Emergência", a ordem é a mesma, de suspensão das atividades de todas as instituições de educação, e em alguns casos, até a evacuação da população exposta, aplicada a toda a população (ver Figura 5).



Nível	Medidas
Prevenção	1. Cuando la declaración se deba a monóxido de carbono y/o a ozono: - Se suspenderá la circulación de vehículos a gasolina particulares y públicos de modelos anteriores a diez (10) años. 2. Cuando la declaración se deba a material particulado y/o dióxido de azufre: - Se restringe la operación de incineradores a los horarios que determine la autoridad ambiental competente. - Se restringe todo tipo de quema controlada a los horarios que establezca la autoridad ambiental competente. - Se restringirá la operación de las industrias que operan calderas y equipos a base de carbón. - Se restringirá la circulación de vehículos diésel, públicos y particulares, de modelos anteriores a diez (10) años.
Alerta	1. Cuando la declaración se deba a monóxido de carbono y/o a ozono: - Se suspenderá la circulación de vehículos a gasolina particulares y públicos de modelos anteriores a cinco (5) años, y si fuera del caso, se prohibirá la circulación de todo vehículo a gasolina. 2. Cuando la declaración se deba a material particulado y/o dióxido de azufre: - Se prohíbe la operación de incineradores. - Se suspende todo tipo de quema controlada. - Se restringirá la operación de las industrias que operan calderas y equipos a base de carbón, fuel oil, motores pesados o aceites usados. - Se restringirá la circulación de vehículos diésel, públicos y particulares, de modelos anteriores a cinco (5) años. - Ordenar la suspensión de clases en centros de todo nivel educativo.
Emergencia	1. Cuando la declaración se deba a monóxido de carbono y/o a ozono: - Se suspenderá la circulación de todo vehículo a gasolina y a gas, excepto aquellos que estén destinados a la evacuación de la población o a la atención de la emergencia. 2. Cuando la declaración se deba a material particulado y/o dióxido de azufre: - Restringir o prohibir, de acuerdo con el desarrollo del episodio, el funcionamiento de toda fuente fija de emisión, incluyendo las quemas controladas. - Restringir o prohibir, según el desarrollo del episodio, la circulación de toda fuente móvil o vehículos, excepto aquellos que estén destinados a la evacuación de la población o a la atención de emergencia. - Ordenar la suspensión de actividades de toda institución de educación. - Ordenar, si fuera del caso, la evacuación de la población expuesta.

Fuente: Elaboración propia a partir del Decreto 1076 de 2015.

Figura 5. Ações associadas aos níveis críticos no *Plan para la atención de episodios de contaminación del aires de la área metropolitana de Bucaramanga (CDMB)*

Fonte: CDMB, 2022. Disponível em: http://caracoli.cdm-b.gov.co/cai/cai2/docs/planes/2.PL_EPISODIOS. Acesso em: 13 ago. 2024.

Nos **Estados Unidos**, pelas indicações do **Air Now**, existem diretrizes voltadas a ações gerais e outras específicas para as escolas, também a exemplo de curto prazo, associadas aos episódios críticos. Do ponto de vista de exposição, as ações se voltam às atividades físicas externas, onde ocorre maior exposição à poluição. Nas ações gerais as recomendações são divididas em grupos mais sensíveis e gerais, ressaltando que crianças se encaixam nesses grupos de maior sensibilidade.

As recomendações e atenções se iniciam no nível do Índice de Qualidade do Ar (IQA) “Moderado”, em que são necessários cuidados e precauções como a diminuição do tempo e a intensidade da atividade ao ar livre. Nesse nível, para as escolas, também já há a recomendação e atenção a possíveis sintomas em estudantes que são usualmente mais propensos às consequências da poluição. Nos níveis seguintes de IQA, as recomendações de ações são a diminuição gradativa

das atividades externas e mais leves até, nos últimos níveis, evitar ou não realizá-las tanto em ambientes externos e controlá-las em atividades em ambientes fechados. Também identificam ações para estudantes que tenham asma ou outras doenças respiratórias (ver Figura 6). As escolas seguem essas recomendações.

Air Quality Index	Who Needs to be Concerned?	What Should I Do?
Good (0-50)		It's a good day to be active outside.
Moderate (51-100)	Some people who may be unusually sensitive to particulate pollution.	Unusually sensitive people: Consider making outdoor activities shorter and less intense. Watch for symptoms such as coughing or shortness of breath. These are signs to take it easy. Everyone else: It's a good day to be active outside.
Unhealthy for Sensitive Groups (101-150)	Sensitive groups include people with heart or lung disease, older adults, children and teenagers, pregnant people, asthmatic populations, and outdoor workers.	Sensitive groups: Make outdoor activities shorter and less intense. It's OK to be active outside, but take more breaks. Watch for symptoms such as coughing or shortness of breath. People with asthma: Follow your asthma action plan and keep quick relief medicine handy. People with heart disease: Symptoms such as palpitations, shortness of breath, or unusual fatigue may indicate a serious problem. If you have any of these, contact your health care provider.
Unhealthy (151-200)	Everyone	Sensitive groups: Avoid long or intense outdoor activities. Consider rescheduling or moving activities indoors. Everyone else: Reduce long or intense activities. Take more breaks during outdoor activities.
Very Unhealthy (201-300)	Everyone	Sensitive groups: Avoid all physical activity outdoors. Restrict to a time when air quality is better or move activities indoors. Everyone else: Avoid long or intense activities. Consider rescheduling or moving activities indoors.
Hazardous (301-500)	Everyone	Everyone: Avoid all physical activity outdoors. Sensitive groups: Remain indoors and keep activity levels low. Follow tips for keeping particulate levels low indoors.

Figura 6. *Air Now – USA*: ações gerais e específicas para as escolas.

Fonte: AIR NOW, 2014. Disponível em: <https://www.airnow.gov/publications/air-quality-index/air-quality-and-outdoor-activity-guidance-for-schools>. Acesso em: 13 ago. 2024.

Air Quality and Outdoor Activity Guidance for Schools	
Regular physical activity -- at least 60 minutes each day -- promotes health and fitness. The table below shows when and how to modify outdoor physical activity based on the Air Quality Index. The guidance can help protect the health of all children, including teenagers, who are more sensitive than adults to air pollution. Check the air quality daily at www.airnow.gov .	
Air Quality Index	Outdoor Activity Guidance
Good (0-50)	Great day to be active outside!
Moderate (51-100)	Good day to be active outside. Students who are unusually sensitive to air pollution could have symptoms.*
Unhealthy for Sensitive Groups (101-150)	It's OK to be active outside, especially for short activities such as sports and physical education (PE). For longer activities such as athletic practices, take more breaks and do less intense activities. Watch for symptoms and take action as needed.*
Unhealthy (151-200)	For all outdoor activities , take more breaks and do less intense activities. Consider moving longer or more intense activities indoors or rescheduling them to another day or time. Watch for symptoms and take action as needed.*
Very Unhealthy (201-300)	Students with asthma should follow their asthma action plans and keep their quick relief medicine handy.
Hazardous (301-500)	Avoid all activities outdoors or reschedule them to another day.



Os programas estratégicos a longo prazo, em geral, exploram ações considerando a redução de episódios de níveis críticos em uma determinada região. Um exemplo disso são os “Programas estratégicos horizontais” em Asturias na **Espanha**. Estes são planejamientos normativos estratégicos para a melhoria da qualidade do ar a longo prazo e não apenas no episódio de crise. Uma ação voltada para a proteção de grupos sensíveis ocorre dentro da sessão de “conhecimento, informação e divulgação” – apontam, como medida, a realização de pesquisas epidemiológicas para áreas prioritárias. Detectam os efeitos sobre a saúde e estabelecem um sistema específico de vigilância epidemiológica em zonas de alta sensibilidade, que englobam áreas de escolas, para assim determinarem os planos de modo mais assertivo. Como parte do plano, por exemplo, ressaltam medidas nas “zonas de alta sensibilidade”, como a delimitação das áreas para implementação de determinadas atividades e centros educativos, sanitários e socioassistenciais (ver Figura 7).

PROGRAMA HORIZONTAL

PH-CID. CONOCIMIENTO, INFORMACIÓN Y DIVULGACIÓN

Línea de actuación

LA21. Fomentar la investigación y aprovechar el conocimiento sobre la calidad del aire en Asturias

El conocimiento sobre la contaminación atmosférica y sus efectos en la salud es una importante palanca estratégica para la toma de decisiones y planificación en materia de calidad del aire. Así, en esta Línea de Actuación se programa un conjunto de medias orientadas a fomentar la investigación en Asturias sobre la contaminación del aire y sus efectos.

Tipos sensibles

MEDIDAS

M1. Caracterización de la contaminación de ozono en Asturias con el objetivo de evaluar la viabilidad de establecer medidas regionales para la reducción de los niveles de este contaminante.

M2. Diseño y realización de estudios epidemiológicos específicos para las zonas consideradas como prioritarias, y que cuentan con planes específicos de actuación, sobre los efectos de la contaminación en la población, principalmente en sectores especialmente sensibles de la misma.

M3. Establecer un sistema específico de vigilancia epidemiológica de enfermedades relacionadas con la contaminación del aire en Asturias en las Zonas de Alta Sensibilidad según se definen en el PASYMA (zonas con presencia continuada de poblaciones vulnerables tales como colegios, hospitales o residencias de ancianos), que permita detectar precozmente efectos sobre la salud.

M4. Implantar un sistema global de vigilancia epidemiológica de enfermedades relacionadas con la contaminación del aire en todo el territorio de Asturias, basado en datos de exposición provenientes de estaciones de medición de calidad del aire y de imágenes satelitales, con el objetivo de generar conocimiento sobre los impactos sanitarios y ayudar en la toma de decisiones en materia de calidad del aire.

M5. Evaluación de los efectos que puede suponer el cambio climático en los niveles de contaminación en Asturias.

M6. Apoyo del Principado de Asturias a proyectos de investigación sobre la calidad del aire en Asturias y/o los efectos de la contaminación en la salud y el medio natural.

Estimación coste económico

Estimación contribución a objetivos

Principales contaminantes a reducir

Organismos implicados

☐ Muy bajo
☐ Bajo
☐ Medio
☐ Alto
☒ Muy alto

NO APLICA

☐ NOx
☐ PM
☐ CO

☐ SO₂
☐ COVNM
☐ Ozono

☐ NH₃
☐ Metales
☐ BAP

☒ Instituciones del Principado
☐ Ayuntamientos
☒ Instituciones del Estado
☐ Industria
☒ Otros (empresas, ciudadanía, etc)

Indicadores

- Elaboración del estudio de caracterización de la contaminación de ozono en Asturias.
- Puesta en marcha de los estudios epidemiológicos específicos en las Zonas de Actuación Prioritaria.
- Puesta en marcha del sistema específico de vigilancia epidemiológica en las Zonas de Alta Sensibilidad según se definen en el PASYMA.
- Puesta en marcha del sistema global de vigilancia epidemiológica de enfermedades relacionadas con la contaminación del aire en todo el territorio de Asturias.
- Elaboración del estudio sobre los efectos que puede suponer el cambio climático en los niveles de contaminación en Asturias.
- Presupuesto para financiación de investigación sobre proyectos de investigación sobre la calidad del aire en Asturias y/o sus efectos.

Grupos sensíveis

MEDIDAS

Grupos sensíveis

PROGRAMA HORIZONTAL		PH-PDN. PLANIFICACIÓN Y DESARROLLO NORMATIVO	
Línea de actuación		LA22. Integración de la calidad del aire en los procesos de planificación	
Entre otros aspectos, la Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera busca promover que las Administraciones públicas incorporen las consideraciones relativas a la calidad del aire y la protección de la atmósfera en la planificación, definición, ejecución y desarrollo de las distintas políticas sectoriales y que se esfuercen en procurar un desarrollo sostenible, fomentando todas aquellas iniciativas que contribuyan a la conservación del ambiente atmosférico y evitando, en la medida de lo posible, actuaciones contrarias a dicho objetivo.			
En este sentido, en esta Línea de Actuación se plantean medidas orientadas a impulsar la integración de criterios de calidad del aire en los instrumentos de planificación y ordenación de las Administraciones públicas en el ámbito de sus competencias.			
MEDIDAS		M1. Incorporación de criterios de calidad del aire en la elaboración y aprobación de la planificación del tráfico rodado y sus infraestructuras, adecuando las intensidades del tráfico y velocidades en función de los niveles de contaminación.	
		M2. Integración del concepto de "Zonas de Alta Sensibilidad" -según se definen en el PASYMA- en la planificación de la ordenación del territorio en materia de calidad del aire al objeto de delimitar las áreas más apropiadas para el emplazamiento de actividades especialmente vulnerables tales como centros educativos, sanitarios y sociosanitarios.	
Estimación coste económico	Estimación contribución a objetivos	Principales contaminantes a reducir	
☐ Muy bajo ☐ Bajo ☐ Medio ☐ Alto ☐ Muy alto	☒ Muy alta ☐ Alta ☐ Media ☐ Baja ☐ Muy baja	☒ NOx ☒ PM ☒ CO ☐ SO ₂ ☒ COVNM ☒ Ozono ☐ NH ₃ ☐ Metales ☐ BAP	
		Organismos implicados	
		☒ Instituciones del Principado ☒ Ayuntamientos ☒ Instituciones del Estado ☐ Industria ☐ Otros (empresas, ciudadanía, etc)	
Indicadores		- Publicación de la normativa que regule la incorporación de criterios de calidad del aire en la planificación sobre tráfico rodado y sus infraestructuras. - Publicación de la normativa que regule la incorporación del concepto de "Zonas de Alta Sensibilidad" en materia de calidad del aire en los instrumentos de ordenación del territorio.	

Figura 7. Plan Estratégico de calidad del aire del Principado de Asturias 2023 – 2030, Asturias na Espanha.

Fonte: PECAPA, 2023. Disponível em: https://descargas.asturias.es/medioambiente/PECAPA/PECAPA_2023.03.22.pdf. Acesso em: 13 ago. 2024.

Outro exemplo de ação a longo prazo ocorre em Londres, na Inglaterra. Dentro do Plano de Ação de Qualidade do Ar de 2019 a 2024, foi elaborada uma estratégia para as escolas, o programa é chamado *Health School Street*. A estratégia é reduzir a poluição do ar dentro e no entorno das escolas, com a implementação de sensores para monitorar a qualidade do ar e de uma série de ações como diminuição do tráfego veicular, implementação de ciclofaixas, áreas verdes, parques etc. (Ver Figura 8).



Figura 8. Air Quality Action Plan 2019 – 2024, em Londres, Inglaterra

Fonte: NEWHAM LONDON, 2019. Disponível em: <https://www.newham.gov.uk/downloads/file/166/air-quality-action-plan>. Acesso em: 13 ago. 2024.

Uma das estratégias de ação: Programa "Healthy School Streets"

2.5 | Reducing pollution in and around schools, and extending school audits

Head Road Closure, Latham Junior School

Poor air quality can affect a child's lifelong health and cognitive impacts. Any improvement focused around this demographic is significant.

In partnership with the Mayor of London we will do more to protect Newham's school children by reducing their exposure to poor air quality.

We are implementing the recommendations in the Mayor of London's schools and nurseries air quality audits for Lee Road and Salisbury School, i.e. 'green screening' playgrounds and relocating a nursery play area, away from the main road to reduce exposure from traffic emissions.

Newham Council is the first in London to expand the audits to all of its ninety six schools and we are leading the country by installing an air quality monitor at each school to inform targeted clean air initiatives.

Our 'Healthy School Streets' programme aims to improve the street environment outside our selected schools by:

- Introducing timed road closures near school entrances at pick-up and drop-off times.

Referências

ANDRADE, M. DE F. *et al.* Air quality in the megacity of São Paulo: Evolution over the last 30 years and future perspectives. *Atmospheric Environment*, v. 159, p. 66-82, 2017.

AIR NOW. *Air Quality and Outdoor Activity Guidance for Schools*. 2014. Disponível em: <<https://www.airnow.gov/publications/air-quality-index/air-quality-and-outdoor-activity-guidance-for-schools/>>. Acesso em: 13 ago. 2024.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. *Resolução CONAMA nº. 491, de 19 de novembro de 2018*. Dispõe sobre os padrões de qualidade do ar. Diário Oficial da União. Brasília, DF: Imprensa Oficial. 2018. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/CONAMA/legiabre.cfm?codlegi=740>>. Acesso em: 13 ago. 2024.

CETESB. *Operação inverno 1979: plano de ação de emergência*. 1979. Disponível em: <<https://repositorio.cetesb.sp.gov.br/handle/123456789/3129>>. Acesso em: 13 ago. 2024.

CETESB. *Informações básicas (portal)*. Tema: Padrões e Índices. 2021. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/ar/padroes-de-qualidade-do-ar/>>. Acesso em: 13 ago. 2024.

CETESB. *Qualidade do ar no Estado de São Paulo 2022*. São Paulo - SP: Série de Relatórios, 2023. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/ar/publicacoes-relatorios/>>. Acesso em: 13 ago. 2024.

CDMB. Corporación Autónoma para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga. *Plan para la atención de episodios de contaminación del aire de la CDMB*. Convenio Especial de Cooperación para Actividades de Ciencia y Tecnología

13364-17. Informe Final. 2022. Disponível em: <http://caracoli.cdmb.gov.co/cai/cai2/docs/planes/2.PL_EPISODIOS.pdf>. Acesso em: 13 ago. 2024.

CHILE. Ministerio Secretaría General de la Presidencia (2022). *Decreto 12 e Ley 19300* - Aprueba ley sobre bases generales del medio ambiente. Disponível em: <<https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=30667>>. Acesso em: 13 ago. 2024.

CHILE. Santiago. Seremi del medio ambiente. Plan Operacional De Gestión De Episodios Críticos (Gec). Región Metropolitana De Santiago. 2022. Disponível em: <<https://airerm.mma.gob.cl/plan-operacional-gec/>>. Acesso em: 13 ago. 2024.

CIDADE DO MÉXICO. Governo de la Ciudad de México. *Programa para Prevenir y Responder a Contingencias Ambientales Atmosféricas en la Ciudad de México*. 2019. Disponível em: <<http://www.aire.cdmx.gob.mx/default.php?opc=%27YqBhmU=%27>>. Acesso em: 13 ago. 2024.

COLOMBIA. Ministerio de Meio Ambiente e Desarrollo Sostenible. Resolución 2254 - 2017: "Por la cual se adopta la norma de calidad del aire ambiente y se dictan otras disposiciones". 2017. Disponível em: <<http://www.ideam.gov.co/documents/51310/527391/2.+Resoluci%C3%B3n+2254+de+2017+-+Niveles+Calidad+del+Aire..pdf/c22a285e-058e-42b6-aa88-2745fafad39f>>. Acesso em: 13 ago. 2024.

COLUMBIA. Monitoring and Assessment Branch, Air Quality Division, District Department of the Environment, Washington, DC. *Revised Air Quality Emergency Episode Plan for the District of Columbia*. mar. 2014. Disponível em: <https://doee.dc.gov/sites/default/files/dc/sites/ddoe/service_content/attachments/ATTACHMENT%20D_EEP%20for%20DC_FINAL.pdf>. Acesso em: 13 ago. 2024.

EQUADOR. Secretaría de Ambiente. Libro VI Anexo 4. *Decreto 3516* - Norma Ecuatoriana de la Calidad del Aire. 2017. Disponível em: <<http://www.ideam.gov.co/documents/51310/527391/2.+Resoluci%C3%B3n+2254+de+2017+-+Niveles+Calidad+del+Aire..pdf/c22a285e-058e-42b6-aa88-2745fafad39f>>. Acesso em: 13 ago. 2024.

EPA. United States Environmental Protection Agency. AQI – Air Quality Index. *A Guide to Air Quality and Your Health*. fev. 2014. EPA-456/F-14-002. Disponível em: <<https://nepis.epa.gov/Exe/ZyNET.exe/P100BZIZ.TXT?ZyActionD=ZyDocum>

ent&Client=EPA&Index=2006+Thru+2010&Docs=&Query=&Time=&EndTime=&SearchMethod=1&TocRestrict=n&Toc=&TocEntry=&QField=&QFieldYear=&QFieldMonth=&QFieldDay=&IntQFieldOp=0&ExtQFieldOp=0&XmlQuery=&File=D%3A%5Czyfiles%5CIndex%20Data%5C06thru10%5CTxt%5C00000029%5CP100BZIZ.txt&User=ANONYMOUS&Password=anonymous&SortMethod=h%7C-&MaximumDocuments=1&FuzzyDegree=0&ImageQuality=r75g8/r75g8/x150y150g16/i425&Display=hpfr&DefSeekPage=x&SearchBack=ZyActionL&Back=ZyActionS&BackDesc=Results%20page&MaximumPages=1&ZyEntry=1&SeekPage=x&ZyPURL>. Acesso em: 13 ago. 2024.

ESPAÑA. Ministerio de la Presidencia, Relaciones con las Cortes y Memoria Democrática. Boletín oficial del estado. Real Decreto 34/2023. núm. 21, de 25 de enero de 2023, pp. 10326-10348. 2023. Disponível em: <<https://www.boe.es/eli/es/rd/2023/01/24/34>>. Acesso em: 13 ago. 2024.

FRANÇA. République Française. Code de l'environnement. *Titre II : Air et atmosphère* (Articles L220-1 à L229-69).

Chapitre Ier: Surveillance de la qualité de l'air et information du public (Articles L221-1 à L221-10). Section 1 : Surveillance de la qualité de l'air (Articles L221-1 à L221-5). 2024. Disponível em: <https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI0000229645390>. Acesso em: 13 ago. 2024.

FREITAS, A. DE M.; SOLCI, M. C. Caracterização do MP10 e MP2.5 e distribuição por tamanho de cloreto, nitrato e sulfato em atmosfera urbana e rural de Londrina. *Química Nova*, v. 32, n. 7, p. 1750-1754, 2009.

MÉXICO. Secretaría de Gobernación. *Norma 025-SSA1-2021 - NORMA Oficial Mexicana NOM-025-SSA1-2021, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto a las partículas suspendidas PM10 y PM2.5. Valores normados para la concentración de partículas suspendidas PM10 y PM2.5 en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población.* 2021. Disponível em: <https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5633855&fecha=27/10/2021#gsc.tab=0>. Acesso em: 13 ago. 2024.

NEWHAM LONDON. People at the heart of everything we do. *Air Quality Action Plan 2019 – 2024*.

18th November 2019. 49 p. Disponível em: <<https://www.newham.gov.uk/downloads/file/166/air-quality-action-plan>>. Acesso em: 13 ago. 2024.

NOGUEIRA, T. *et al.* Formaldehyde and acetaldehyde measurements in urban atmosphere impacted by the use of ethanol biofuel: Metropolitan Area of Sao Paulo (MASP), 2012-2013. *Fuel*, v. 134, p. 505–513, 2014.

PECAPA. Gobierno del Principado de Asturias. Plan Estratégico de calidad del aire del Principado de Asturias 2023 – 2030. 2023. 290 p. Disponível em: <https://descargas.asturias.es/medioambiente/PECAPA/PECAPA_2023.03.22.pdf>. Acesso em: 13 ago. 2024.

PEREIRA, G. M. *et al.* Particulate matter fingerprints in biofuel impacted tunnels in South America's largest metropolitan area. *Science of the Total Environment*, v. 856, n. January 2022, 2023.

SALDIVA, P. H. N. *et al.* Association between Air Pollution and Mortality Due to Respiratory Diseases in Children in São Paulo, Brazil: A Preliminary Report. *Environmental Research*, 1994.

RIO DE JANEIRO. Governo do Estado do Rio de Janeiro. *Decreto n. 48.668, de 1 de setembro de 2023*: Regulamenta os padrões de qualidade do ar no Estado do Rio de Janeiro, tendo por base padrões nacionais e as diretrizes e recomendações da organização mundial de saúde, e dá outras providências. 2023. Disponível em: <<https://www.saesadvogados.com.br/2023/09/05/novidades-ambito-estadual-rio-de-janeiro-56/>>. Acesso em: 13 ago. 2024.

SÃO PAULO. Governo do Estado de São Paul. *Decreto n. 59.113, de 23 de abril de 2013*: Estabelece novos padrões de qualidade do ar e dá providências correlatas. 2013. Disponível em: <<https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/2013/decreto-59113-23.04.2013.html>>. Acesso em: 13 ago. 2024.

SÃO PAULO. Governo do Estado de São Paulo. Deliberação CONSEMA nº 04/2021: Convalida o Estudo Técnico da CETESB para avaliação e proposta de início de vigência da Meta Intermediária Etapa 2 (MI2). 2021. Disponível em: <https://smastr16.blob.core.windows.net/consema/sites/15/2021/05/del-04_2021-meta-intermediaria-etapa-2-mi2.pdf>. Acesso em: 13 ago. 2024.

SEINFELD, J. H. Air pollution: A half century of progress. *AIChE Journal*, v. 50, n. 6, p. 1096-1108, 2004.

SEINFELD, J. H.; PANDIS, S. N. *Atmospheric Chemistry and Physics: from Air*

Pollution to Climate Change. 3. ed. Nova York.: Wiley-Interscience publication, 2016.

UE. European Union. *Directive 2008/50/EC of the European Parliament and of the Council of 21 May 2008 on ambient air quality and cleaner air for Europe*. 2015. Disponível em: <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/ALL/?uri=CELEX%3A32008L0050>>. Acesso em: 13 ago. 2024.

UN. United Nations Environment Programme. *Air Pollution Series: Guide on Ambient Air Quality Legislation*. ISBN : 978-92-807-4029-5. DEL/2527/NA. Nairobi: UNEP. 2023. Disponível em: <<https://wedocs.unep.org/20.500.11822/42536>>. Acesso em: 13 ago. 2024.

USA. United States Code. *USC Chapter. 85: Air pollution prevention and control - From Title 42: The public health and welfare*. 2020. Disponível em: <<https://uscode.house.gov/view.xhtml?path=/prelim@title42/chapter85&edition=prelim>>. Acesso em: 13 ago. 2024.

WHO. World Health Organization. *Air Quality Guidelines*. Global update 2005. Geneva, 2005. Disponível em: <<https://www.who.int/publications/i/item/WHO-SDE-PHE-OEH-06.02>>. Acesso em: 13 ago. 2024.

WHO. Word Health Organization. Resolution WHA68.8. Health and the environment: addressing the health impact of air pollution. *In: Sixty-eighth World Health Assembly*, Geneva, 18-26 May 2015. Disponível em: <<https://apps.who.int/iris/handle/10665/253237>>. Acesso em: 13 ago. 2024.

WHO. World Health Organization. *WHO global air quality guidelines*. Particulate matter (PM_{2.5} and PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. Executive summary. Geneva: World Health Organization; 2021. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. Disponível em: <<https://apps.who.int/iris/handle/10665/345334>>. Acesso em: 13 ago. 2024.

Apêndice I

Exemplos de planos:
Configuração, níveis e ações

Alguns exemplos de Planos de Episódios Críticos de algumas localidades abordadas neste relatório, sendo destacadas suas configurações, níveis críticos e algumas ações gerais:

● México – Cidade do México



Figura I.1. Legislação da Cidade do México.

Fonte: <http://www.aire.cdmx.gob.mx/default.php?opc=%27YqBhnmU=%27>

● Espanha – 2019

ANEXO III. RECOMENDACIONES SANITARIAS

					Recomendaciones para la salud		
NO ₂ (µg/m ³) ^a	PM ₁₀ (µg/m ³) ^a	PM _{2,5} (µg/m ³) ^a	O ₃ (µg/m ³) ^a	SO ₂ (µg/m ³) ^a	Mensajes para la salud		
99-120	43-50	21-25	101-130	201-350	La calidad del aire probablemente no afecte a la población general pero puede presentar un riesgo moderado para los grupos de riesgo.	Considera reducir las actividades prolongadas y energicas al aire libre. Las personas con asma o enfermedades respiratorias deben seguir cuidadosamente su plan de medicación. Las personas con problemas del corazón pueden experimentar palpitaciones, dificultad en la respiración o fatiga inusual.	Disfruta de tus actividades al aire libre de manera normal. Sin embargo, vigila la aparición de síntomas como tos, irritación de garganta, falta de aire, fatiga excesiva o palpitaciones.
121-230	51-100	26-50	131-240	351-500	Toda la población puede experimentar efectos negativos sobre la salud y los grupos de riesgo efectos mucho más serios.	Considera reducir las actividades al aire libre, y realizarlas en el interior o posponerlas para cuando la calidad del aire sea buena o razonablemente buena. Sigue el plan de tratamiento médico meticulosamente.	Considera reducir las actividades prolongadas y energicas al aire libre, especialmente si experimentas tos, falta de aire o irritación de garganta.
231-340	101-150	51-75	241-380	501-750	Condiciones de emergencia para la salud pública, la población entera puede verse seriamente afectada.	Reduce toda actividad al aire libre, y considera realizar las actividades en el interior o posponerlas para cuando la calidad del aire sea buena o razonablemente buena. Sigue el plan de tratamiento médico meticulosamente.	Considera reducir las actividades al aire libre, y realizarlas en el interior o posponerlas para cuando la calidad del aire sea buena o razonablemente buena.
341-1.000	151-1.200	76-800	381-800	751-1250	Condiciones de emergencia para la salud pública, la población entera puede verse gravemente afectada.	Evita la estancia prolongada al aire libre. Sigue el plan de tratamiento médico, en su caso, meticulosamente, y acude a un servicio de urgencias si tu estado de salud empeora.	Reduce toda actividad al aire libre y considera realizar las actividades en el interior o posponerlas para cuando la calidad del aire sea buena o razonablemente buena. Utiliza la protección adecuada para los trabajos que deban ser realizados al aire libre.

Figura I.2. Plan marco de acción a corto plazo en caso de episodios de contaminación del aire ambiente por partículas inferiores a 10 micras (PM₁₀), partículas inferiores a 2,5 micras (PM_{2.5}) dióxido de nitrógeno (NO₂), ozono (O₃) y dióxido de azufre (SO₂).

Fonte: <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/calidad-del-aire/planes-mejora.html>.

● Chile – Região de Araucanía



Figura I.3. Região de Araucanía: Prognóstico de qualidade do ar – Report com a Informação e Ações.

Fonte: Fonte: <https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2023/03/PLAN-OPERACIONAL-GEC-TCO-Y-PLC-2023.pdf>

● Espanha – 2023 – Principado de Asturias



Figura I.4. Plan Estratégico de calidad del aires del Principado de Asturias – 2023 – 2030.

Fonte: <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/calidad-del-aire/planes-mejora.html>

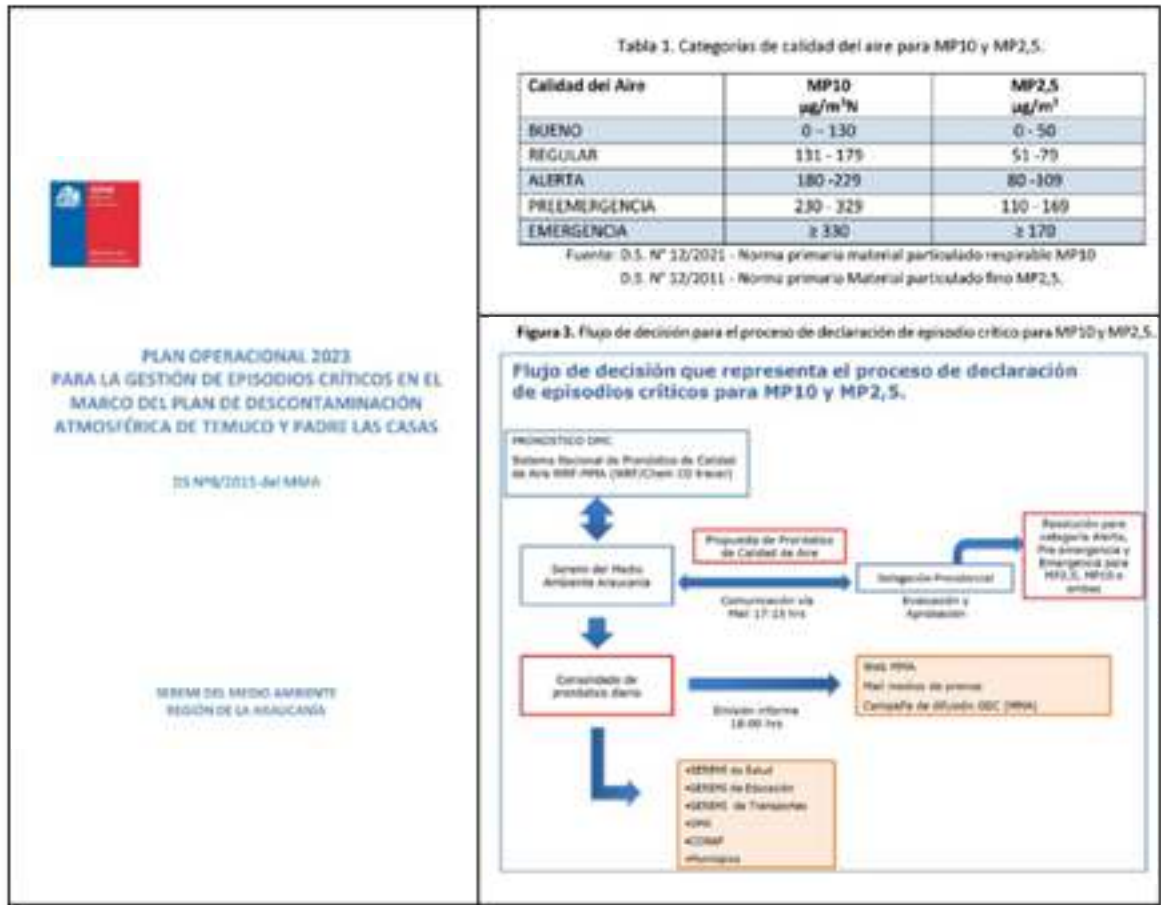


Figura I.5. Plan Operacional 2023 Para La Gestión De Episodios Críticos En El Marco Del Plan De Descontaminación Atmosférica De Temuco Y Padre Las Casas.

Fonte: <https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2023/03/PLAN-OPERACIONAL-GEC-TCO-Y-PLC-2023.pdf>

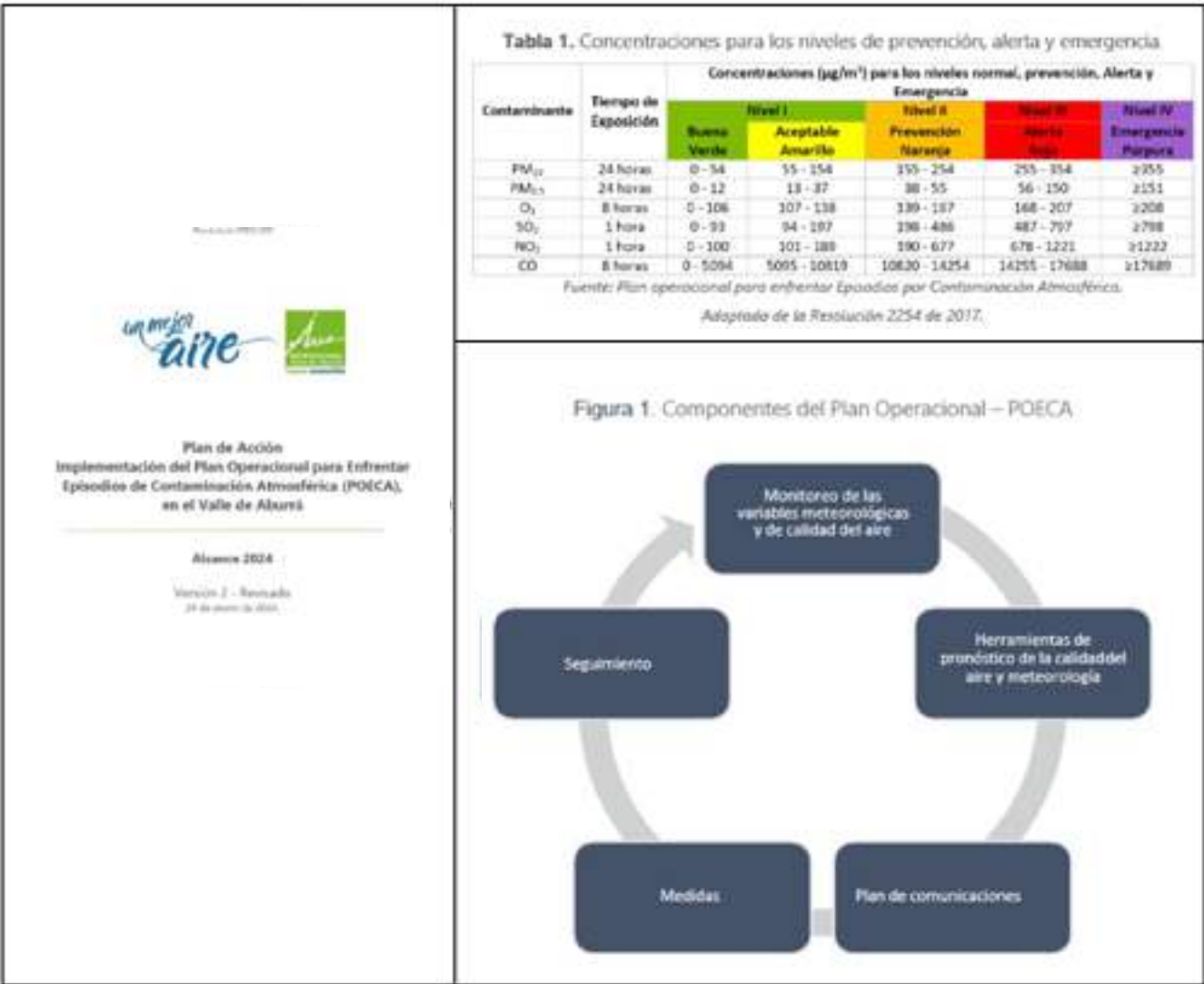


Figura I.6. Protocolo del Plan Operacional para Enfrentar Episodios de Contaminación Atmosférica en el Valle de Aburrá.

Fonte: <https://www.metropol.gov.co/ambiental/calidad-del-aire/Paginas/Gestion-integral/POECA.aspx>

