

QUALIDADE DO AR NA REGIÃO METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE

JULHO DE 2023



PLATAFORMA DA
QUALIDADE
DO AR



FOTO: Claiton Contar/Unsplash



iema
Instituto de Energia
e Meio Ambiente

QUALIDADE DO AR NA REGIÃO METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE

Com mais de cinco milhões de habitantes e composta por 34 municípios, a Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH) é o terceiro maior aglomerado urbano do Brasil, ficando atrás apenas das Regiões Metropolitanas de São Paulo e do Rio de Janeiro (IPEA, 2015 & IBGE, 2021). Como é comum nos grandes centros urbanos, a população na RMBH está exposta à poluição do ar causada pelas atividades humanas. Além das fontes móveis de poluição – como automóveis, veículos comerciais leves, caminhões, ônibus e motocicletas –, diversos municípios da RMBH apresentam atividade industrial com potencial significativo de emissões de poluentes atmosféricos, com destaque para a presença de uma refinaria de petróleo, plantas siderúrgicas e a atividade de mineração, como a de calcário e produção de cal.

Na RMBH, o monitoramento da qualidade do ar é realizado a partir de estações operadas por algumas empresas emissoras de poluentes atmosféricos que transmitem os dados gerados em tempo real para uma central de dados do órgão estadual

de meio ambiente, a Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM), onde são armazenados e processados periodicamente para validação técnica. Os dados são disponibilizados no site oficial do órgão ambiental¹ e no sistema MonitorAr², mantido pelo Ministério do Meio Ambiente e Mudanças Climáticas (MMA). O MonitorAr disponibiliza a avaliação da qualidade do ar nas últimas 24 horas disponíveis, por poluente, segundo o índice da qualidade do ar³. No site da FEAM, são publicados boletins diários também informando o valor do índice da qualidade do ar calculado para cada estação considerando o poluente mais crítico, além de estarem disponíveis dados horários de concentração dos poluentes.

O Instituto de Energia e Meio Ambiente (IEMA) também insere os dados de qualidade do ar disponibilizados pela FEAM em sua Plataforma da Qualidade do Ar⁴. Trata-se de uma ferramenta que reúne e padroniza os dados do monitoramento da qualidade do ar gerados pelos órgãos públicos brasileiros, com o intuito de dar transparência a essas informações ao



FOTO: Luiz Felipe/Pexels

¹ A página sobre qualidade do ar do site oficial FEAM pode ser acessada em: <<http://www.feam.br/qualidade-do-ar>>.

² A plataforma MonitorAr pode ser acessada em: <<https://monitorar.mma.gov.br>>.

³ O Índice de Qualidade do Ar (IQA) foi criado para facilitar a comunicação dos dados de monitoramento da qualidade do ar a curto prazo. Esse índice é calculado por meio de equações matemáticas que convertem os níveis de concentração de poluentes em números adimensionais, ou seja, sem uma unidade física de comparação pré-estabelecida. Isso permite classificar a qualidade do ar nas categorias boa, moderada, ruim, muito ruim e péssima, representadas por cores que indicam a severidade dos efeitos na saúde humana e no meio ambiente. O IQA pode ser apresentado de forma geral, com uma classificação única para cada estação de monitoramento, ou de forma específica, com uma classificação para cada poluente monitorado.

⁴ A Plataforma da Qualidade do Ar, elaborada e mantida pelo IEMA, pode ser acessada em: <www.energiaambiente.org.br/qualidadedoar>.

cidadão, que tem o direito à informação ambiental, e facilitar o estudo e a gestão da qualidade do ar pela ciência e pelo poder público. **A partir dos dados que constam na Plataforma, a presente nota técnica analisa a qualidade do ar na RMBH no período de 2000 a 2021⁵ e discute perspectivas e desafios para o futuro da gestão da qualidade do ar na região.**

Rede de monitoramento da qualidade do ar na RMBH

No Brasil, o monitoramento da qualidade do ar é uma atribuição dos estados e, em Minas Gerais, a Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM) é o órgão responsável por essa atividade. Para realizar esse monitoramento, existem dois modelos principais empregados pelos órgãos ambientais no Brasil: (i) rede e operação própria e (ii) rede e operação por empresas poluidoras⁶. No modelo próprio, o órgão ambiental é responsável por todo o processo, desde a instalação e operação de equipamentos até a gestão dos dados. No modelo realizado pelas empresas poluidoras, adotado integralmente pela FEAM, determinadas empresas poluidoras instalam e operam estações de monitoramento em locais definidos pelo órgão ambiental mediante a Termos de Ajustamento de Conduta (TAC) e/ou licenças ambientais (IEMA, 2022 & FEAM, 2019). Os locais definidos podem objetivar o monitoramento do entorno imediato da fonte poluidora ou de localidades mais povoadas. Nesse caso, a FEAM tem a responsabilidade de validar e divulgar os dados coletados por essas empresas poluidoras.

O modelo de monitoramento realizado por empresas poluidoras é uma estratégia utilizada para viabilizar o monitoramento, especialmente quando não há recursos orçamentários especificamente disponibilizados para essa atividade. Entretanto, esse modelo ainda exige uma atuação consistente do órgão ambiental para validação dos dados e garantia da continuidade do monitoramento sem falhas.

Atualmente, a RMBH conta com 17 estações automáticas⁷ de monitoramento da qualidade do ar em operação, localizadas nos municípios de Belo Horizonte (quatro estações), Betim (duas estações), Brumadinho (três estações), Contagem (uma estação), Ibirité (três estações), São José da Lapa (três estações) e Vespasiano (uma estação). Outras cinco realizaram monitoramento no início dos anos 2000, mas foram desa-



tivadas com o passar dos anos. As empresas responsáveis por realizar o monitoramento por meio dessas estações são a Petrobras (Refinaria Gabriel Passos), V&M do Brasil (siderurgia), a mineradora Vale, a mineradora e fabricante de produtos de cal Belocal e a produtora de cal ICAL. A Figura 1 e a Tabela 1 apresentam a localização dos pontos de monitoramento da qualidade do ar, os poluentes monitorados e as empresas responsáveis por cada estação.

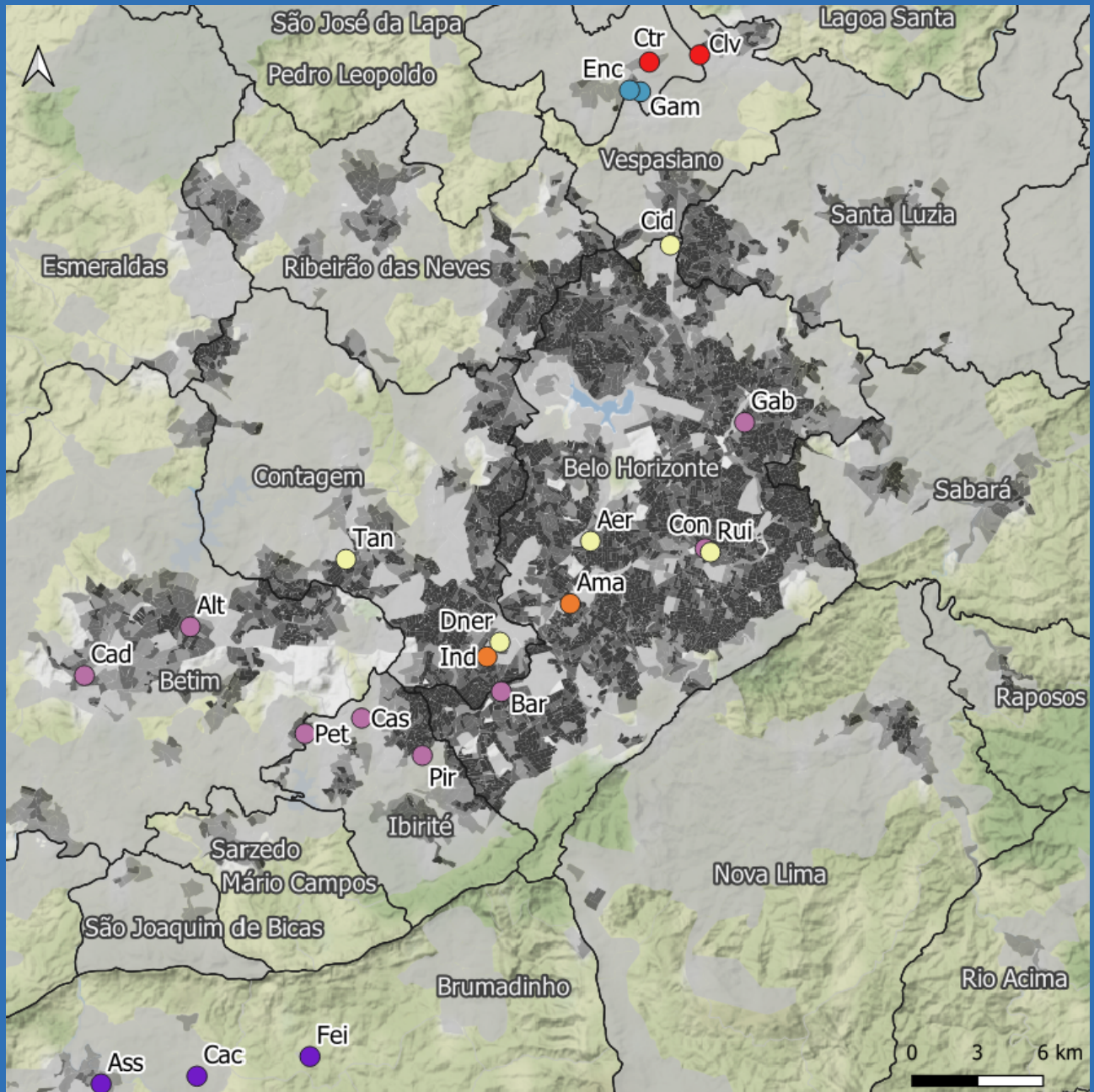
⁵ Os dados referentes a todo o ano de 2022 não foram publicados por completo no site da FEAM até o momento da elaboração da presente nota técnica.

⁶ Além dos modelos mencionados, existem também outros dois modelos de monitoramento ambiental: a rede própria do órgão ambiental com operação terceirizada e a rede e operação terceirizadas. No primeiro modelo, por meio de licitações e/ou colaborações firmadas, uma empresa especializada no assunto é responsável por operar as estações de monitoramento que pertencem ao órgão ambiental. Já no segundo modelo, é a empresa contratada pelo órgão ambiental que assume a responsabilidade pela aquisição, implantação, operação e manutenção da rede de monitoramento.

⁷ Estações automáticas de monitoramento da qualidade do ar são equipamentos que coletam dados em tempo real e os enviam para um sistema central, permitindo uma análise contínua, sem a necessidade de operação humana rotineira.

FIGURA 1

Estações de monitoramento da qualidade do ar na RMBH em operação e desativadas



Área de estudo

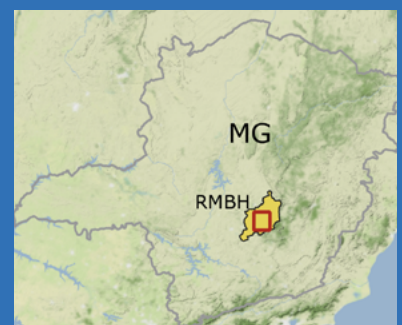
- RMBH
- Área das estações de monitoramento

Estações - empresa responsável

- Belocal
- ICAL
- Refinaria Gabriel Passos
- V & M do Brasil S.A.
- Vale S.A.
- Desativada

Densidade demográfica por setor censitário [mil hab./km²] (IBGE, 2010)

- 0,0 - 0,17
- 0,17 - 15,28
- 15,28 - 46,14
- 46,14 - 89,95
- 89,95 - 4200



A rede de monitoramento na região metropolitana conta, atualmente, com estações que monitoram, em sua maioria, uma boa quantidade de poluentes. Nota-se que a partir do ano de 2015 houve um aumento significativo no número de estações e passou-se a monitorar o material particulado fino (MP_{2,5}) junto com o material particulado inalável (MP₁₀)⁸. A inclusão do MP_{2,5} no monitoramento antecipou-se à exigência nacional, posta pela Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 491 de ano de 2018, que introduziu o MP_{2,5} no rol de poluentes regulamentados.

Apesar dos avanços observados na rede de monitoramento da região nos últimos anos, não está publicada a caracterização da representatividade espacial de cada estação na página oficial da FEAM. A caracterização da representatividade espacial é essencial para entender a influência do entorno na

qualidade do ar e delimita os objetivos de monitoramento de uma determinada estação. Segundo o Guia de Monitoramento da Qualidade do Ar elaborado pelo MMA (MMA, 2019), a representatividade espacial de uma estação da qualidade do ar é determinada por diversas variáveis – como a intensidade de fontes de emissão na proximidade e a topografia – e pode ser classificada em diferentes escalas: micro, média, bairro ou urbana. A de microescala tem o objetivo de refletir a qualidade do ambiente em um raio de até 100 metros, indicando a influência direta de fontes de poluição ou de vias movimentadas de transporte. Por sua vez, as estações de escala urbana têm a maior abrangência espacial e não são afetadas por fontes intensivas de emissão em seu entorno. Seu objetivo é medir a poluição de fundo da cidade, indicando os níveis mínimos de poluição atmosférica aos quais a população está constantemente exposta. As estações de escala média e de bairro são classes intermediárias.

TABELA 1
Estações de monitoramento da qualidade do ar na RMBH⁹

Estação (Sigla)	Município	Empresa responsável	Status	Poluente monitorado							
				CO	MP ₁₀	MP _{2,5}	NO ₂	O ₃	SO ₂	PTS	
Aeroporto Carlos Prates (Aer)	Belo Horizonte	-	Desativada em 2010		x						
Avenida/Delegacia Amazonas (Ama)	Belo Horizonte	V & M do BRASIL S.A.	Ativa	x	x	x	x	x	x		
Centro - Av. do Contorno (Con)	Belo Horizonte	Refinaria Gabriel Passos	Ativa	x	x	x	x	x	x		
Praça Rui Barbosa (Rui)	Belo Horizonte	-	Desativada em 2012		x		x			x	
PUC Barreiro (Bar)	Belo Horizonte	Refinaria Gabriel Passos	Ativa	x	x	x	x	x	x		
PUC São Gabriel (Gab)	Belo Horizonte	Refinaria Gabriel Passos	Ativa	x	x	x	x	x	x		
Cidade Administrativa - CAMG (Cid)	Belo Horizonte	-	Desativada em 2014	x	x	x	x	x	x		
Bairro Jardim das Alterosas (Alt)	Betim	Refinaria Gabriel Passos	Ativa	x	x	x	x	x	x		
Centro Administrativo (Cad)	Betim	Refinaria Gabriel Passos	Ativa	x	x	x	x	x	x		
Comunidade do Feijão (Fei)	Brumadinho	Vale S.A	Ativa		x	x					x
E.M. Pe Vicente Assunção (Ass)	Brumadinho	Vale S.A	Ativa		x	x		x			x
Parque da Cachoeira (Cac)	Brumadinho	Vale S.A	Ativa		x	x	x				x
MG - Cidade Industrial (Ind)	Contagem	V & M do BRASIL S.A.	Ativa	x	x	x	x	x	x		
Praça Tancredo Neves (Tan)	Contagem	-	Desativada em 2010		x		x				
DNER- Praça da CEMIG (Dner)	Contagem	-	Desativada em 2006		x			x	x		
Bairro Cascata (Cas)	Ibirité	Refinaria Gabriel Passos	Ativa	x	x	x	x	x	x		
Bairro Petrovale (Pet)	Ibirité	Refinaria Gabriel Passos	Ativa	x	x	x	x	x	x		
Bairro Piratininga (Pir)	Ibirité	Refinaria Gabriel Passos	Ativa	x	x	x	x	x	x		
Centro - MG (Ctr)	São José da Lapa	Belocal	Ativa		x	x					
Escola Municipal Filhinha Gama (Gam)	São José da Lapa	ICAL	Ativa		x	x					
Jardim Encantado (Enc)	São José da Lapa	ICAL	Ativa		x	x					
Célia (Clv)	Vespasiano	Belocal	Ativa		x	x					

⁸ No Brasil, atualmente, além de Minas Gerais, apenas mais quatro estados realizam o monitoramento do material particulado fino: São Paulo, Rio de Janeiro, Espírito Santo e Pernambuco.

⁹ Os poluentes monitorados e suas respectivas siglas são: Monóxido de Carbono (CO), Material Particulado inalável (MP₁₀), Material Particulado fino (MP_{2,5}), Dióxido de Nitrogênio (NO₂), Ozônio (O₃), Dióxido de Enxofre (SO₂), Partículas Totais em Suspensão (PTS)

Análise dos dados de qualidade do ar

Para analisar os dados de qualidade do ar neste estudo, foram tomadas como base as diretrizes de qualidade do ar da Organização Mundial da Saúde (OMS) e os padrões de qualidade do ar vigentes no Brasil.

A OMS estabelece diretrizes de qualidade do ar com o objetivo de proteger a saúde da população, definindo valores-guia – considerados minimamente seguros – de concentração máxima de poluentes atmosféricos. Esses valores são calculados e revisados periodicamente a partir de análises clínicas e evidências científicas sobre os impactos da poluição na saúde humana. Em 2021, a OMS publicou as suas novas atualizações para as diretrizes de qualidade do ar (DQA), 16 anos depois de suas diretrizes anteriores, de 2005. No entanto, as diretrizes da OMS não são critérios automaticamente adotados pelas leis ambientais nos países. Cada governo aplica estas diretrizes de diferentes maneiras, a depender das suas capacidades técnicas, condição econômica, políticas de gestão da qualidade do ar ou outros fatores políticos e sociais.

Em relação aos poluentes regulamentados por meio de padrões de qualidade do ar, foram analisados: material particulado inalável (MP_{10}), material particulado fino ($MP_{2,5}$), dióxido de enxofre (SO_2), dióxido de nitrogênio (NO_2) e ozônio (O_3). Os padrões de qualidade do ar são valores máximos de concentração dos diversos poluentes atmosféricos. Esses valores servem como referência para acompanhar as variações das concentrações desses poluentes ao longo do tempo e monito-

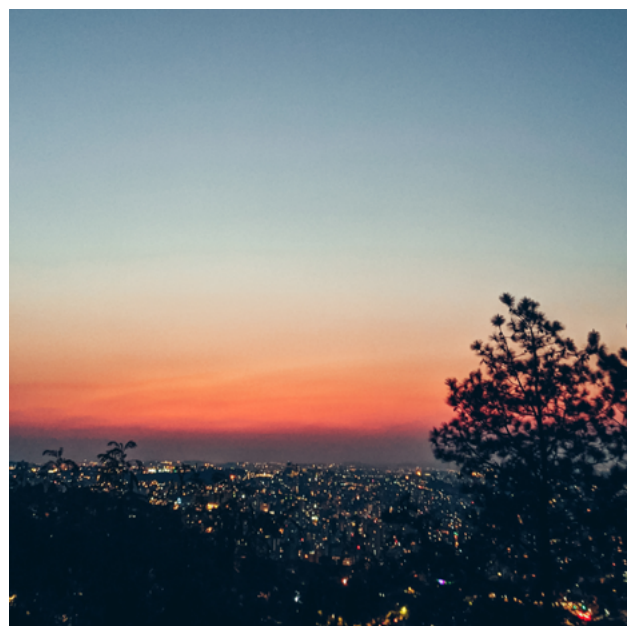


FOTO: Claiton Conto / Unsplash

rar se estão ocorrendo melhorias ou retrocessos na qualidade do ar de um determinado local. No Brasil eles são definidos pela Resolução do CONAMA nº 491 de 2018 e divididos em metas intermediárias e finais, sendo que a última coincide com as diretrizes da OMS de 2005¹⁰. Ou seja, atualmente, as metas finais adotadas no país estão acima das concentrações máximas de poluentes recomendadas pela OMS¹¹.

A Tabela 2 apresenta os valores dos padrões de qualidade do ar brasileiros e das atuais diretrizes da OMS para cada um desses poluentes.

TABELA 2

Padrões de qualidade do ar intermediários (PI) e final (PF) vigentes no Brasil e diretrizes de qualidade do ar (DQA) da OMS, valores em $\mu g/m^3$

Poluente	Período de referência	PI-1	PI-2	PI-3	PF	DQA
MP_{10}	Anual	40	35	30	20	15
	Diária	120	100	75	50	45
$MP_{2,5}$	Anual	20	17	15	10	5
	Diária	60	50	37	25	15
SO_2	Anual	40	30	20	-	-
	Diária	125	50	30	20	40
NO_2	Anual	60	50	45	40	10
O_3	Alta temporada (6 meses)	-	-	-	-	60

Fonte: elaborado a partir da Resolução CONAMA nº 491/2018 e WHO (2021)

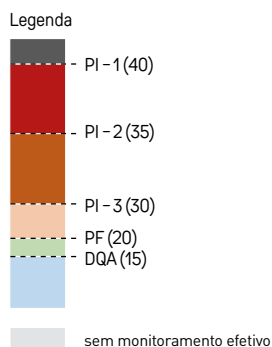
¹⁰ Na Resolução CONAMA, não são estabelecidos prazos para progredir nas metas intermediárias.

¹¹ Em maio de 2022, o Supremo Tribunal Federal (STF) determinou que o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) revise, em até 24 meses, a Resolução nº 491 de 2018. A nova diretriz deverá levar em consideração as diretrizes da Organização Mundial da Saúde (OMS) de 2021.

FIGURA 3

Evolução da concentração média anual de MP₁₀ entre 2000 e 2021, em µg/m³

Município	Estação de monitoramento	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
Belo Horizonte	Aeroporto Carlos Prates (Aer)	-	-	-	25	18	16	19	20	20	25	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Avenida/Delegacia Amazonas (Ama)	-	-	17	18	17	14	17	17	15	15	-	-	-	-	-	31	27	22	22	21	18	-	
	Centro – Av. do Contorno (Con)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22	19	22	30	33	27	30	
	Cidade Administrativa – CAMG (Cid)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24	29	-	-	-	-	-	-	
	Praça Rui Barbosa (Rui)	13	21	26	39	-	22	26	26	28	-	-	-	-	30	-	-	-	-	-	-	-	-	
	PUC Barreiro (Bar)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	27	31	-	-
	PUC São Gabriel (Gab)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28	21	26	
Betim	Bairro Jardim das Alterosas (Alt)	58	47	50	37	-	-	-	-	49	-	-	-	-	37	39	30	42	45	34	36	24	31	
	Centro Administrativo (Cad)	-	-	-	-	-	40	-	-	-	-	-	-	51	50	50	41	42	32	28	31	26	33	
Brumadinho	Comunidade do Feijão (Fei)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	37	41	39	28	-	23	26	
	E.M. Pe Vicente Assunção (Ass)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28	29	
	Parque da Cachoeira (Cac)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22	36	
Contagem	DNER – Praça da CEMIG (Dner)	-	39	-	-	-	40	48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	MG – Cidade Industrial (Ind)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	42	41	39	43	-	-	-	
	Praça Tancredo Neves (Tan)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Ibirité	Bairro Cascata (Cas)	-	-	-	-	13	11	-	19	-	-	31	33	30	-	42	38	28	28	25	22	-	-	
	Bairro Petrovale (Pet)	-	-	-	-	31	-	38	22	-	37	31	-	33	31	29	29	26	25	17	20	-	-	
	Bairro Piratininga (Pir)	-	-	-	-	18	20	-	23	18	-	-	-	-	50	23	42	32	27	39	27	28	-	
São José da Lapa	Centro – MG (Ctr)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	68	60	63	70	59	71	-	
	Escola Municipal Filhinha Gama (Gam)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	45	50	50	-	56	-	-	
	Jardim Encantado (Enc)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	48	-	52	-	-	-	
Vespasiano	Célia (Clv)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26	22	22	27	22	27	-	



Já considerando o MP_{2,5}, as estações localizadas nos municípios de Betim e de São José da Lapa apresentaram as maiores concentrações em 2021 (Figura 4). De acordo com o inventário do município de Betim, mais de 60% da massa de material particulado (MP) emitido no município é proveniente das indústrias, com destaque para as empresas metalúrgicas Metalsider Ltda e Teksid do Brasil Ltda (FEAM; Petrobras, 2018).

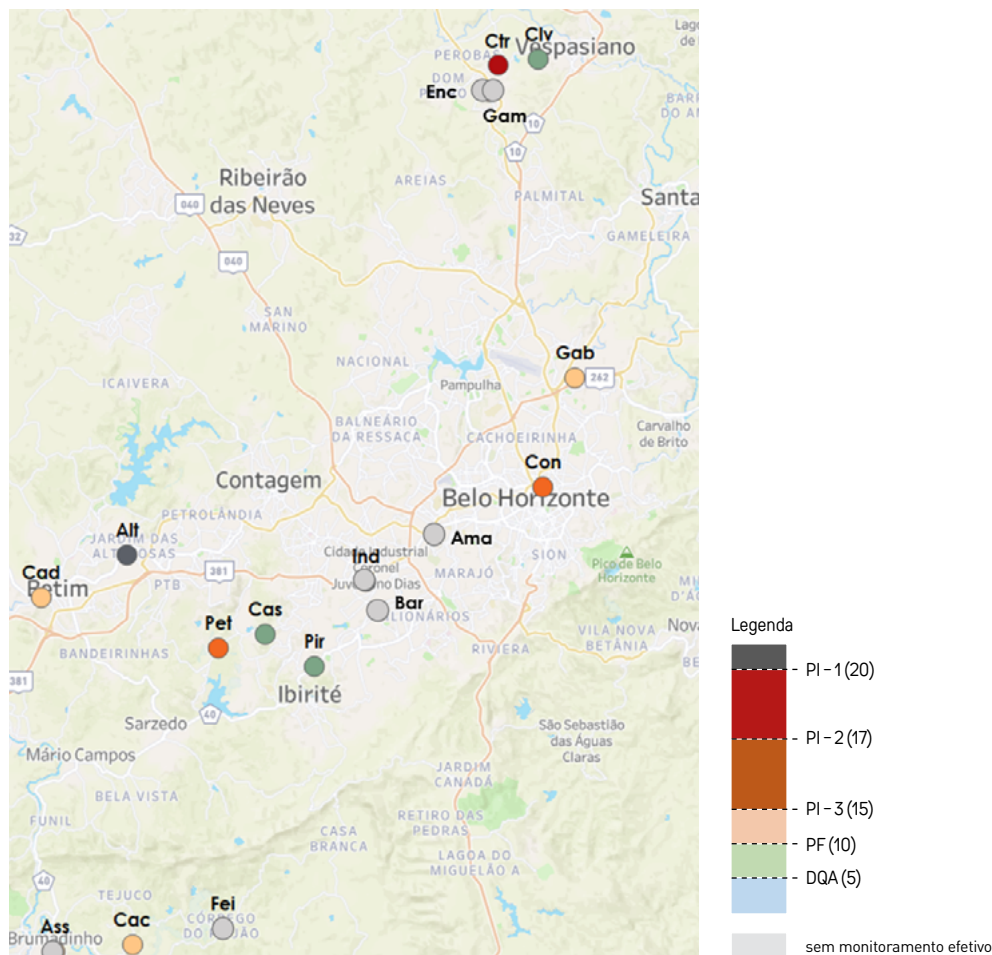
No período analisado (2000 – 2021), de modo geral, não foi possível identificar uma tendência clara de aumento ou redução das concentrações de MP_{10} e $MP_{2,5}$. Para diversas estações observam-se grandes oscilações nas concentrações médias anuais ao longo do tempo, variando-se os padrões atendidos em cada ano. Além disso, foram significativas as falhas que resultaram em médias anuais não representativas nos últimos anos, em especial o ano de 2019, dificultando ainda mais a identificação de tendências (Figuras 3 e 5).

Apesar da instalação de novas estações de monitoramento, é possível observar muitas falhas de representatividade¹² dos dados gerados ao longo do ano. O significativo número de estações com dados não representativos impedem a avaliação adequada do histórico da qualidade do ar e acendem um alerta para a qualidade do monitoramento presente e futuro. No caso das 17 estações que monitoram

MP_{10} e $MP_{2,5}$, cinco não forneceram dados válidos para cálculo da média de concentração de MP_{10} em 2021, e para sete estações não foi possível calcular a média referente ao $MP_{2,5}$. No ano de 2021, destacam-se as estações Amazonas (Ama) e MG – Cidade Industrial (Ind), ambas sob responsabilidade da V&M do Brasil, e Jardim Encantado (Enc), que é de responsabilidade da empresa ICAL, que por mais de 300 dias não geraram dados válidos, indicando que essas estações permaneceram quase o ano todo sem a manutenção adequada para realizar o monitoramento.

O elevado número de estações com dados não representativos nos últimos anos acende um alerta sobre a eficácia do modelo de monitoramento adotado pelo órgão ambiental, especificamente no tocante à efetividade do órgão em garantir a geração de dados suficientes pelas empresas operadoras, tomando medidas corretivas para evitar prejuízos à continuidade do monitoramento.

FIGURA 4
Avaliação anual da qualidade do ar para $MP_{2,5}$ em 2021



¹² O tempo mínimo de amostragem para que os dados anuais sejam considerados válidos é de metade das médias diárias válidas obtidas em cada quadrimestre (jan-abr; mai-ago; e set-dez) (MMA, 2019).

FIGURA 5

Evolução da concentração média anual de MP_{2,5} entre 2013 e 2021, em µg/m³

Município	Estação de monitoramento	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Belo Horizonte	Avenida/Delegacia Amazonas (Ama)	-	-	-	15	-	11	14	12	-
	Centro - Av. do Contorno (Con)	-	-	-	13	11	10	11	8	17
	Cidade Administrativa - CAMG (Cid)	12	14	-	-	-	-	-	-	-
	PUC Barreiro (Bar)	-	-	-	-	-	8	15	-	-
	PUC São Gabriel (Gab)	-	-	-	-	-	-	-	9	12
Betim	Bairro Jardim das Alterosas (Alt)	-	-	-	18	19	20	-	-	21
	Centro Administrativo (Cad)	-	-	-	18	13	15	16	14	15
Brumadinho	Comunidade do Feijão (Fei)	-	-	-	-	-	-	-	10	-
	E.M. Pe Vicente Assunção (Ass)	-	-	-	-	-	-	-	11	-
	Parque da Cachoeira (Cac)	-	-	-	-	-	-	-	9	11
Contagem	MG - Cidade Industrial (Ind)	-	-	-	-	-	20	-	-	-
Ibirité	Bairro Cascata (Cas)	-	-	-	11	12	11	12	11	10
	Bairro Petrovale (Pet)	-	-	-	-	-	-	-	-	17
	Bairro Piratininga (Pir)	-	-	-	10	10	9	11	9	10
São José da Lapa	Centro - MG (Ctr)	-	-	-	16	18	19	21	15	18
	Escola Municipal Filhinha Gama (Gam)	-	-	-	12	16	19	-	16	-
	Jardim Encantado (Enc)	-	-	-	20	18	19	21	13	-
Vespasiano	Célvia (Clv)	-	-	-	11	9	9	11	7	10

Legenda

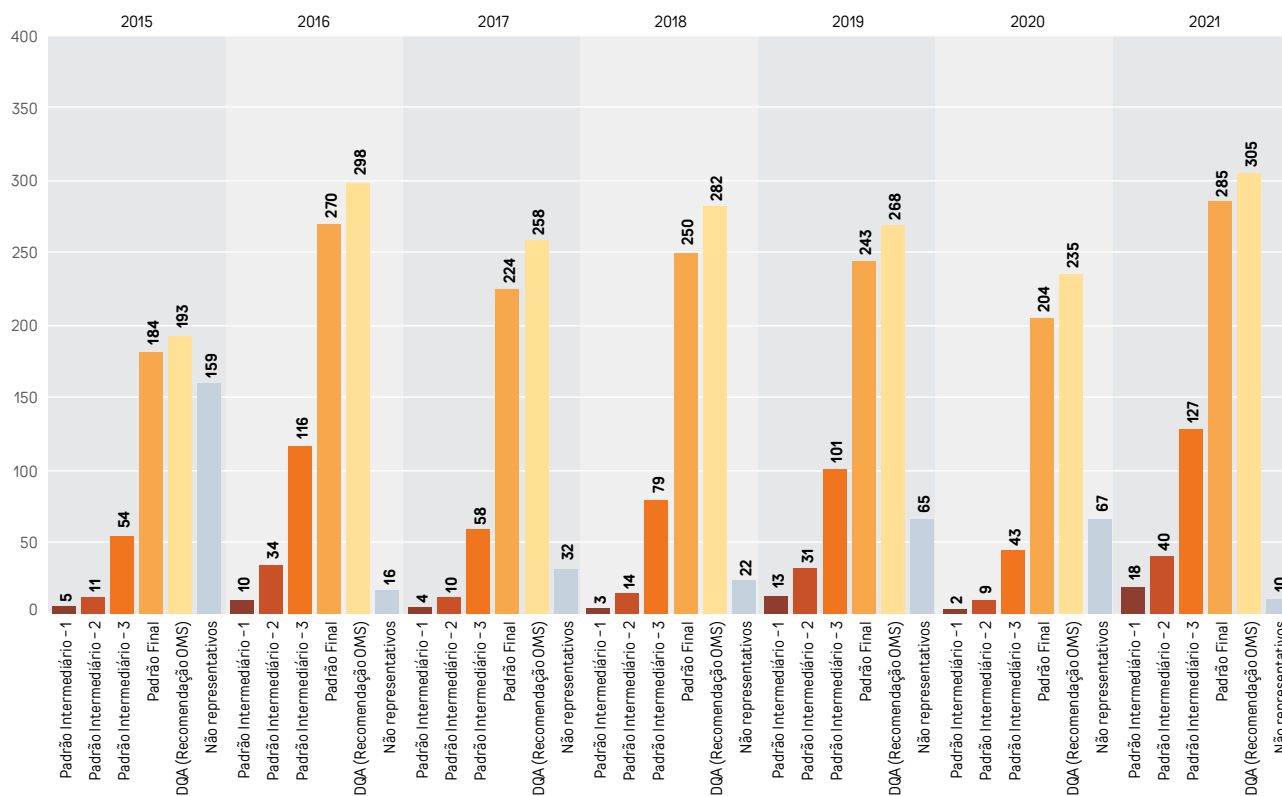
	PI - 1 (20)
	PI - 2 (17)
	PI - 3 (15)
	PF (10)
	DQA (5)
	sem monitoramento efetivo

De acordo com os inventários de fontes de emissão disponibilizados pelo órgão ambiental (EcoSoft, 2014 & FEAM; Petrobras, 2018), os municípios de São José da Lapa e Betim são caracterizados por terem uma grande influência das atividades industriais locais sobre a qualidade do ar. Em São José da Lapa, a intensa atividade produtiva no ramo de cal e calcário¹³ exerce uma influência local e no entorno. Nessa região, destacam-se como principais empreendimentos a Belocal e Ical. Já no município de Betim, destaca-se a presença de metalúrgicas, como a Metalsider Ltda e a Metalúrgica Betim Ltda, além da presença da refinaria de petróleo Gabriel Passos.

¹³ A cal e o calcário têm diversas aplicações, com destaque para a produção de materiais utilizados na construção civil, a aplicação em solos agrícolas para correção de acidez, tratamento de água, produção de aço, produção de vidro, indústria química, dentre outros.

FIGURA 6

Número de dias com ultrapassagem dos padrões de qualidade do ar e da DQA para MP₁₀ entre 2015 e 2021 medidos pela estação Centro-MG



Ozônio (O₃)

O ozônio na troposfera – camada respirável da atmosfera, rente à superfície terrestre – é um poluente que se forma por meio de reações químicas no ar, tendo como ingredientes a presença de compostos orgânicos voláteis (COV), os óxidos de nitrogênio (NO_x) e níveis elevados de radiação solar. Assim, por não ser emitido diretamente pelas fontes poluidoras, o O₃ é um poluente secundário, enquanto poluentes como COV e NO_x, emitidos diretamente pelas fontes poluidoras, são poluentes precursores. O ozônio tem uma formação complexa, com a dependência de vários fatores, como as condições meteorológicas e topográficas. Por conta dessas características, elevadas concentrações do poluente podem ser observadas em locais distantes até centenas de quilômetros das emissões dos precursores.

Enquanto o material particulado (MP) tem no outono-inverno seu período crítico em que as maiores concentrações são observadas, uma vez que a maior estabilidade atmosférica desfavorece a dispersão desse poluente na atmosfera, o ozônio (O₃) tem o período primavera-verão como a época em que as concentrações desse poluente tendem a ser mais preocupantes, uma vez que dias mais quentes e com maior insolação são mais favoráveis para sua formação. A evolução das concentrações de ozônio pode ser analisada a partir da concentração média do poluente nas estações do ano em que ocorrem as maiores concentrações, período chamado de alta temporada¹⁴, conforme sugerido pela OMS no seu mais novo relatório publicado em 2021 (WHO, 2021). Como a primavera e o verão são as estações do ano mais propícias à formação de ozônio troposférico, o período de maior concentração de ozônio em localidades do Hemisfério Sul acaba por ser sec-

¹⁴ Mais precisamente, os valores máximos das médias móveis de 6 meses.

cionado pela mudança do ano-calendário. Assim, de modo a melhor representar a alta temporada de ocorrência do ozônio, é adotado um recorte anual com início no inverno (dia 21 de junho de um ano) e encerramento no outono (dia 20 de junho do ano seguinte).

A Figura 7 indica as concentrações médias de alta temporada do ozônio, para cada uma das estações de monitoramento na RMBH entre 2015/2016 e 2020/2021. As informações utilizadas para calcular essas médias foram baseadas nos dados diários presentes na Plataforma da Qualidade do Ar, que disponibiliza esses dados com início em 2015 e também apresenta o novo cálculo para as médias de alta temporada para o O₃.

Em 2020/2021, nota-se que três estações que monitoram o poluente – a estação Centro Administrativo (Cad) – Betim, a estação Bairro Cascata (Cas) – Ibirité – e a estação Bairro Piratininga (Pir) – Ibirité – apresentaram concentrações compatíveis com as diretrizes da qualidade do ar OMS (DQA), ou seja, abaixo dos 60 µg/m³. Destaca-se a estação do Bairro Cascata, em que as DQA não foram ultrapassadas nos últimos quatro anos. No entanto, nas outras cinco es-



FOTO: Mathews Henrique / Unsplash

tações que apresentaram monitoramento representativo do poluente em 2020/2021, as concentrações ultrapassaram as DQA. Ao longo dos anos e na maioria das estações prevalece um cenário sustentado de não conformidade às DQA. Em cinco das 11 estações que monitoram o O₃, as concentrações médias registradas não atenderam às DQA em nenhuma vez no período analisado.

FIGURA 7
Concentração média de alta temporada de O₃ entre 2015 e 2021, em µg/m³

Município	Estação de monitoramento	2015/2016	2016/2017	2017/2018	2018/2019	2019/2020	2020/2021
Belo Horizonte	Avenida/Delegacia Amazonas (Ama)	105	75	60	73		
	Centro - Av. do Contorno (Con)	51	54	61	60	69	61
	PUC Barreiro (Bar)			78	94	103	
	PUC São Gabriel (Gab)				73	79	78
Betim	Bairro Jardim das Alterosas (Alt)	71	67	80	57	61	68
	Centro Administrativo (Cad)	75	59	62	64	79	59
Brumadinho	E.M. Pe Vicente Assunção (Ass)						85
Contagem	MG - Cidade Industrial (Ind)	92	80	88		92	
Ibirité	Bairro Cascata (Cas)	77	69	57	49	46	57
	Bairro Petrovale (Pet)	83	71	65	64	72	70
	Bairro Piratininga (Pir)	81	68	65	63	61	50

Legenda

DQA (60)

sem monitoramento efetivo

Dióxido de nitrogênio (NO₂) e dióxido de enxofre (SO₂)

Como visto nas seções anteriores, o material particulado e o ozônio na região encontram-se em situação crítica em relação aos padrões de qualidade do ar e às diretrizes de qualidade do ar da OMS. Outros dois poluentes de destaque são o dióxido de nitrogênio (NO₂) e o dióxido de enxofre (SO₂), que também impactam diretamente a saúde humana, além de contribuírem na formação de poluentes secundários. O NO₂ é um componente importante na formação do ozônio, enquanto o SO₂ é tipicamente relevante nas regiões com atividades industriais, como é o caso da RMBH.

No caso do NO₂, embora os valores estejam dentro dos limites dos padrões finais de qualidade do ar brasileiros, em 2021, todas as estações, com exceção da localizada no bairro Cascata do município de Ibirité, apresentaram níveis superiores aos recomendados pela OMS (Figura 8). Nesse contexto, é válido mencionar a influência das indústrias na emissão de óxidos de nitrogênio (NO_x) e dióxido de enxofre (SO₂), como é o caso da refinaria Gabriel Passos, localizada na região de Betim.

Apesar das concentrações de NO₂, como citado no parágrafo anterior, ainda não serem as ideais, vale registrar uma tendência de redução dessas concentrações nos últimos anos nas estações localizadas no município de Ibirité, inclusive com

FIGURA 8
Concentração média anual de NO₂ entre 2001 e 2021, em µg/m³

Município	Estação de monitoramento	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
Belo Horizonte	Avenida/Delegacia Amazonas (Ama)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	27	25	-	25	20	19	24	39	-	
	Centro - Av. do Contorno (Con)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26	21	12	16	15	17	18	
	Cidade Administrativa - CAMG (Cid)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21	19	-	-	-	-	-	-	-	-
	Praça Rui Barbosa (Rui)	-	56	-	-	38	-	-	64	-	-	31	43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	PUC Barreiro (Bar)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19	31	-	-	-
	PUC São Gabriel (Gab)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23	21	26	-
Betim	Bairro Jardim das Alterosas (Alt)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28	31	29	26	27	17	13	34	
	Centro Administrativo (Cad)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30	22	-	28	29	25	25	23	29	27	28	
Brumadinho	Parque da Cachoeira (Cac)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	
Contagem	MG - Cidade Industrial (Ind)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	-	25	-	-	-	
	Praça Tancredo Neves (Tan)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Ibirité	Bairro Cascata (Cas)	-	-	-	-	26	14	-	-	-	-	16	16	-	-	-	15	13	13	18	15	7	
	Bairro Petrovale (Pet)	-	-	-	-	35	-	-	46	19	24	29	22	-	22	22	22	17	17	20	15	13	
	Bairro Piratininga (Pir)	-	-	-	-	-	-	-	40	-	-	-	18	-	15	20	17	9	8	9	12	11	

Legenda

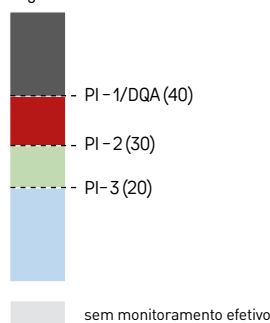
	PI-1 (60)
	PI-2 (50)
	PI-3 (45)
	PF (40)
	DQA (10)
	sem monitoramento efetivo

FIGURA 9

Concentração média anual de SO₂ entre 2001 e 2021, em µg/m³

Município	Estação de monitoramento	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Belo Horizonte	Avenida/Delegacia Amazonas (Ama)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	48	-	13	-	-	-	-	-
	Centro - Av. do Contorno (Con)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	1	1	1	2	2
	Praça Rui Barbosa (Rui)	1	0	0	-	1	1	1	4	-	-	6	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Cidade Administrativa - CAMG (Cid)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	10	-	-	-	-	-	-
	PUC Barreiro (Bar)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	11	-	-
	PUC São Gabriel (Gab)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	5	12
Betim	Bairro Jardim das Alterosas (Alt)	1	0	-	-	-	-	-	-	-	4	3	1	0	1	2	1	1	3	2	2	1
	Centro Administrativo (Cad)	-	-	-	-	-	-	-	4	-	5	4	6	2	2	2	2	3	3	4	5	
Contagem	DNER- Praça da CEMIG (Dner)	1	1	-	-	8	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	MG - Cidade Industrial (Ind)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	
Ibirité	Bairro Cascata (Cas)	-	-	-	-	1	-	-	6	7	-	3	5	-	19	-	1	1	3	3	3	3
	Bairro Petrovale (Pet)	-	-	-	-	8	-	-	5	8	6	13	3	3	5	9	7	5	5	10	10	11
	Bairro Piratininga (Pir)	-	-	-	-	13	6	-	-	3	2	4	2	1	2	2	2	2	2	2	2	3

Legenda



o cumprimento das diretrizes da OMS nos anos de 2017 a 2019 na estação Bairro Piratininga (Pir).

No caso do SO₂, os dados representativos mostram que a qualidade do ar no tocante a esse poluente se encontra em conformidade com a meta final brasileira e as diretrizes da OMS (Figura 9). Na avaliação anual da concentração desse poluente no ar, observam-se valores bastante baixos, sempre abaixo da metade do valor considerado seguro pela OMS (20 µg/m³), com exceção de um episódio em 2014 na estação Avenida/Delegacia Amazonas (Ama), em Belo Horizonte.

Perspectivas e desafios para enfrentar a poluição do ar na RMBH

Nas últimas duas décadas, nota-se que houve avanço em um dos pilares da gestão da qualidade do ar – o monitoramento –, com a expansão no número de estações e abrangência dos poluentes monitorados na RMBH. Entretanto, também se observa que há espaço para que o órgão ambiental exija o aprimoramento da operação e dos processos de validação de dados, realizados por empreendimentos poluidores. Essas melhorias são necessárias para garantir dados confiáveis e representativos, gerando insumos para o adequado controle das fontes de poluição.

O monitoramento adequado da qualidade do ar é essencial para cumprir com a determinação da resolução nº 491 de 2018 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), que prevê que os estados elaborem Relatórios de Avaliação da Qualidade do Ar anualmente. Esses relatórios devem incluir informações básicas sobre a rede de monitoramento, a evolução da qualidade do ar e medidas de gestão implementadas. Contudo, na página web da FEAM, o último relatório disponível diz respeito a apenas até o ano de 2014¹⁵.

¹⁵Até o momento de finalização deste documento, em junho de 2023.



A análise dos dados de qualidade do ar no período analisado não aponta que a RMBH percorre uma trajetória que esteja levando ao atendimento das diretrizes da OMS.

Os dados revelam que há áreas que sequer atendem o primeiro padrão intermediário, o menos restritivo.

Essa conclusão vai ao encontro com a conclusão de Ribeiro (2023), que identificou uma tendência de estabilidade nas concentrações de poluentes na RMBH, sem uma perspectiva de melhora ou piora na qualidade do ar.

Os inventários de emissões atmosféricas da região¹⁶ apontam a grande relevância das emissões industriais, juntamente com as emissões veiculares, na qualidade do ar da Região Metropolitana de Belo Horizonte. Em particular, destaca-se o município de Betim, conhecido por sua intensa atividade industrial, onde empresas metalúrgicas como a Metalsider Ltda e a Teksid do Brasil Ltda, juntamente com a refinaria Gabriel Passos, desempenham um papel significativo como fontes de emissão. Outro destaque é o município de São José da Lapa, onde a mineração de calcário e a fabricação de cal parecem contribuir para que o município desponte dentre aqueles com as mais

elevadas concentrações de material particulado na região metropolitana. **Com as evidências apontando a forte influência da atividade industrial na poluição do ar da região, alcançar uma qualidade do ar adequada depende principalmente do aperfeiçoamento dos programas de controle das emissões industriais existentes, bem como do acompanhamento sistemático do cumprimento das exigências técnicas previstas nas licenças ambientais.**

O licenciamento ambiental desempenha um papel fundamental na gestão da qualidade do ar. Durante esse processo, é crucial que o órgão ambiental responsável avalie e leve em consideração a classificação da qualidade do ar, a fim de que, nas áreas de não atendimento dos padrões, sejam estabelecidos procedimentos específicos, tanto na renovação das licenças existentes, como na concessão de novas licenças. Na RMBH a persistência de ultrapassagens sistemáticas da primeira meta intermediária de qualidade do ar ao longo dos anos pode ser um indicador de que tais procedimentos específicos se fazem necessários. Um mecanismo que poderia ser avaliado para o controle de emissões por fontes industriais é aquele introduzido no estado São Paulo, pelo decreto Nº 59.113/2013, que estabelece um sistema de compensação de emissões em regiões com classificação superior às metas estabelecidas, buscando garantir a redução progressiva das emissões em áreas de não atendimento.

A violação dos padrões de qualidade do ar por muitos anos em determinados locais da RMBH, e sem um indicativo de melhora tendencial, exemplifica um problema recorrente e estrutural em várias cidades brasileiras. As ações governamentais e os mecanismos legislativos têm se mostrado insuficientes para garantir a melhora dos indicadores de qualidade do ar em áreas em desconformidade com os padrões de qualidade do ar, sobretudo naquelas com grande influência de fontes industriais de emissões poluentes. Os processos de licenciamento ambiental de fontes de emissão potencialmente poluidoras devem incluir critérios objetivos relativos à manutenção da adequada qualidade do ar ou da recuperação de áreas em não conformidade. Apenas assim pode-se vislumbrar o cumprimento progressivo das metas intermediárias e final de qualidade do ar estabelecidos pela Resolução do CONAMA nº 491 de 2018. Por ora, não se vislumbra um horizonte em que a população da RMBH respire ar compatível com as recomendações da OMS.

¹⁶ Os inventários das fontes de emissão são segmentados por município ou grupo de municípios. No caso dos municípios de Betim, Belo Horizonte e Contagem, os estudos foram conduzidos pela Petrobras, enquanto o inventário de São José da Lapa foi elaborado pela Ecosoft, com apoio da Belocal e Ical, empreendimentos locais da região de interesse.

Referências bibliográficas

BRASIL. CONAMA. 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/do1-2018-11-21-resolucao-n-491-de-19-de-novembro-de-2018-51058603>. Acesso em: 25 de abr de 2023.

BRASIL. 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, 2020. Disponível em: <<https://www.gov.br/mma/pt-br/centrais-de-conteudo/mma-guia-tecnico-qualidade-do-ar-pdf>>. Acesso em: 26 de abr de 2023.

EcoSoft. Estudo de dispersão atmosférica e revisão da rede de monitoramento da qualidade do ar de são José da lapa – mg. São José da Lapa, MG. 2014. Disponível em: <https://meioambientemg-my.sharepoint.com/personal/priscila_koch_meioambiente_mg_gov_br/_layouts/15/onedrive.aspx?id=%2Fpersonal%2Fpriscila%5Fkoch%5Fmeioambiente%5Fmg%5Fgov%5Fbr%2FDocuments%2FMinutas%20PCEA%2F2%2EInvent%20de%20fontes%5FS%20A3o%20Jose%20da%20Lapa%2Epdf&parent=%2Fpersonal%2Fpriscila%5Fkoch%5Fmeioambiente%5Fmg%5Fgov%5Fbr%2FDocuments%2FMinutas%20PCEA&ga=1>. Acesso em 30 de maio de 2023.

FEAM. Fundação Estadual do Meio Ambiente. RMBH tem nova estação de monitoramento da qualidade do ar. Disponível em: <<http://www.feam.br/banco-de-noticias/1701-rmbh-tem-nova-estacao-de-monitoramento-da-qualidade-do-ar>>. Acesso em: 01 de maio de 2023.

FEAM e Petrobras (Equipe Técnica). Relatório Técnico – Atualização do Inventário das Fontes de Emissão de Poluentes Atmosféricos da Região de Belo Horizonte, Contagem e Betim, MG. 2018. Disponível em: <https://meioambientemg-my.sharepoint.com/personal/priscila_koch_meioambiente_mg_gov_br/_layouts/15/onedrive.aspx?id=%2Fpersonal%2Fpriscila%5Fkoch%5Fmeioambiente%5Fmg%5Fgov%5Fbr%2FDocuments%2FMinutas%20PCEA%2F1%2EInvent%20de%20fontes%5FBH%2DBetim%2DContagem%2Epdf&parent=%2Fpersonal%2Fpriscila%5Fkoch%5Fmeioambiente%5Fmg%5Fgov%5Fbr%2FDocuments%2FMinutas%20PCEA&ga=1>. Acesso em 30 de maio de 2023.

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, 2021. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html>>. Acesso em: 01 de jun de 2023.

IEMA. Instituto de Energia e Meio Ambiente. Plataforma da Qualidade do Ar. Disponível em: <<https://energiaeambiente.org.br/qualidadedoar>>. Acesso em: 12 de maio 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://energiaeambiente.org.br/wp-content/uploads/2022/07/IEMA_policypaper_qualidadedoar.pdf>. Acesso em: 12 de maio de 2023.

IPEA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Governança Metropolitana no Brasil. Relatório de Pesquisa Caracterização e Quadros de Análise Comparativa da Governança Metropolitana no Brasil: arranjos institucionais de gestão metropolitana (Componente 1). Rio de Janeiro, RJ. 2015. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/redeipea/images/pdfs/governanca_metropolitana/rel1_1_rmbh.pdf>. Acesso em: 26 de abr de 2023.

Ribeiro, Amanda Karine Chaves. Qualidade do ar na região metropolitana de Belo Horizonte [recurso eletrônico]: análise de tendência temporal e perspectivas futuras / Amanda Karine Chaves Ribeiro. – 2023.

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.

WHO. World Health Organization. WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. 2021. Disponível em: <<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/345329/9789240034228-eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 20 de abr de 2023.

WHO. World Health Organization. WHO Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide. Global update 2005. Summary of risk assessment. 2006. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/69477/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 20 de abr de 2023.



Expediente

Instituto de Energia e Meio Ambiente (IEMA)
Julho de 2023

Autores

David Shiling Tsai
Helen Sousa

Revisão

André Luis Ferreira
Felipe Barcellos e Silva
Isis Nóbile Diniz

Comunicação

Isis Nóbile Diniz

Projeto gráfico e diagramação

Cyntia Fonseca

Apoio

Instituto Clima e Sociedade (ICS)



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