

QUALIDADE DO AR NA REGIÃO DA GRANDE VITÓRIA: IMPACTOS NA SAÚDE E CONTRIBUIÇÕES PARA O ODS 3

*AIR QUALITY IN THE GREATER VITÓRIA REGION: HEALTH IMPACTS AND
CONTRIBUTIONS TO SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOAL 3 (SDG 3)*

*CALIDAD DEL AIRE EN LA REGIÓN DE LA GRAN VITORIA: IMPACTOS EN LA SALUD
Y CONTRIBUCIONES AL ODS 3*

Ana Paula Souza Santos¹
Renata Adriana Garbossa²

Resumo

Este estudo aborda a qualidade do ar na Região da Grande Vitória (RGV) e suas implicações na saúde da população, em diálogo com o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 3 – Saúde e Bem-Estar. A problemática central consiste em compreender de que maneira os poluentes atmosféricos presentes na região contribuem para riscos à saúde pública e desafiam o cumprimento da meta 3.9 da Agenda 2030. A relevância da pesquisa decorre dos impactos socioambientais associados a episódios recorrentes de degradação da qualidade do ar, que afetam de forma mais intensa populações vulneráveis. Nesse contexto, o objetivo do estudo é analisar a qualidade do ar na região e discutir os impactos da poluição atmosférica sobre a saúde humana, considerando suas implicações para o ODS 3. Foram examinadas produções científicas, documentos técnicos e dados de monitoramento ambiental. A análise aborda a dinâmica da poluição atmosférica, considerando a influência das variáveis meteorológicas, a ocorrência de material particulado e a necessidade de políticas públicas preventivas. Os resultados indicam que, embora a qualidade do ar da RGV não esteja entre as mais críticas do país, persistem desafios que demandam monitoramento contínuo e o uso de ferramentas preditivas. Conclui-se que a gestão da qualidade do ar deve integrar monitoramento técnico e políticas ambientais eficazes, em alinhamento com o ODS 3, contribuindo para a promoção da saúde e da qualidade de vida da população.

Palavras-chave: qualidade do ar; material particulado; saúde pública; Região da Grande Vitória; ODS 3.

Abstract

This study addresses air quality in the Greater Vitória Region (GVR) and its implications for public health, in dialogue with Sustainable Development Goal 3 (SDG 3) – Good Health and Well-Being. The central issue is to understand how atmospheric pollutants present in the region contribute to public health risks and challenge the achievement of Target 3.9 of the 2030 Agenda. The relevance of the study stems from the socioeconomic and environmental impacts associated with recurrent episodes of air quality degradation, which disproportionately affect vulnerable populations. In this context, the objective of the study is to analyze air quality in the region and discuss the impacts of air pollution on human health, considering its implications for SDG 3. Scientific publications, technical documents, and environmental monitoring data were examined. The analysis addresses the dynamics of air pollution, considering the influence of meteorological variables, the occurrence of particulate matter, and the need for preventive public policies. The results indicate that, although air quality in the GVR is not among the most critical in the country, challenges remain that require continuous monitoring and the use of predictive tools. It is concluded that air quality management should integrate technical monitoring and effective environmental policies, in alignment with SDG 3, thereby contributing to the promotion of public health and quality of life.

Keywords: air quality; particulate matter; public health; Greater Vitória Region; SDG 3.

Resumen

¹ Bacharelanda em Geografia no Centro Universitário Internacional - UNINTER.

² Docente no Centro Universitário Internacional - UNINTER.

Este estudio aborda la calidad del aire en la Región de la Gran Vitória (RGV) y sus implicaciones para la salud de la población, en diálogo con el Objetivo de Desarrollo Sostenible 3 – Salud y Bienestar. La problemática central consiste en comprender de qué manera los contaminantes atmosféricos presentes en la región contribuyen a generar riesgos para la salud pública y dificultan el cumplimiento de la meta 3.9 de la Agenda 2030. La relevancia de la investigación radica en los impactos socioambientales asociados a episodios recurrentes de degradación de la calidad del aire, que afectan con mayor intensidad a las poblaciones vulnerables. En este contexto, el objetivo del estudio es analizar la calidad del aire en la región y discutir los impactos de la contaminación atmosférica sobre la salud humana, considerando sus implicaciones para el ODS 3. Se examinaron publicaciones científicas, documentos técnicos y datos de monitoreo ambiental. El análisis aborda la dinámica de la contaminación atmosférica, considerando la influencia de las variables meteorológicas, la presencia de material particulado y la necesidad de políticas públicas preventivas. Los resultados indican que, aunque la calidad del aire de la RGV no se encuentra entre las más críticas del país, persisten desafíos que requieren un monitoreo continuo y el uso de herramientas predictivas. Se concluye que la gestión de la calidad del aire debe integrar el monitoreo técnico y políticas ambientales eficaces, en consonancia con el ODS 3, contribuyendo a la promoción de la salud y la calidad de vida de la población.

Palabras clave: calidad del aire; material particulado; salud pública; Región de la Gran Vitória; ODS 3.

1 Introdução

A qualidade do ar em áreas urbanas e industrializadas configura-se como um dos principais desafios ambientais contemporâneos. Em razão dos efeitos da poluição atmosférica sobre os ecossistemas urbanos, a saúde da população e os compromissos globais relacionados ao desenvolvimento sustentável. Conforme apontam Braga, Pereira e Saldiva (2001), a intensificação das atividades industriais, associada ao crescimento do tráfego veicular e ao adensamento das áreas urbanas, contribui para o aumento das emissões atmosféricas e para a exposição coletiva a contaminantes nocivos. Esse cenário tem sido amplamente debatido na literatura recente, que destaca a poluição do ar como um dos principais problemas ambientais da atualidade (Wassall, 2019).

Na Região da Grande Vitória (RGV), considerada neste estudo como o conjunto formado pelos municípios de Vitória, Vila Velha, Serra, Cariacica e Viana, a poluição atmosférica assume relevância particular em razão da elevada densidade populacional, da intensa atividade industrial e portuária e do expressivo tráfego veicular. Esses fatores antrópicos, aliados às características meteorológicas locais, influenciam diretamente a dispersão e a concentração de poluentes atmosféricos. Variáveis como o regime de ventos, a umidade relativa, a radiação solar e a pluviosidade determinam a variabilidade da qualidade do ar, favorecendo, em determinados períodos, especialmente durante o inverno, o acúmulo de contaminantes próximos à superfície, aumentando a exposição da população (Monte; Albuquerque; Reisen, 2016; Belem; Januário, 2023).

Embora Guarapari e Fundão integrem formalmente a Região Metropolitana da Grande Vitória, esses municípios não foram incluídos no estudo por estarem fora da área de cobertura da Rede Automática de Monitoramento da Qualidade do Ar (RAMQAr).

A poluição atmosférica na região apresenta implicações relevantes para a saúde da população. A literatura científica indica que a exposição contínua a poluentes atmosféricos, particularmente ao material particulado ($MP_{2,5}$ e MP_{10}), está associada ao agravamento de doenças respiratórias e cardiovasculares, afetando principalmente grupos populacionais vulneráveis, como crianças, idosos e indivíduos com doenças preexistentes (Brabo; Miyagawa, 2014; Ribeiro; Pesquero, 2010).

Além das evidências científicas, a percepção social sobre a poluição atmosférica na RGV evidencia a relevância do tema. Episódios recorrentes de deposição de partículas sedimentáveis, popularmente conhecidas na região como “pó preto”, mobilizam a população e reforçam o debate público sobre os impactos ambientais e sanitários associados às emissões industriais e ao tráfego veicular. Das Neves, Silva e Knupp (2018) destacam que, embora essas partículas não representem isoladamente o maior risco respiratório, sua recorrência indica ambientes com elevada carga de emissões, frequentemente associadas a partículas inaláveis com maior potencial de danos à saúde, como discutido por Gonçalves (2024).

Embora a qualidade do ar da RGV não esteja entre as mais críticas do país, persistem episódios de deterioração atmosférica, principalmente em áreas próximas a fontes emissoras e em períodos com condições meteorológicas desfavoráveis. Pinto, Reisen e Monte (2018) ressaltam que tais episódios evidenciam a necessidade de monitoramento contínuo e de aprimoramento das políticas públicas de controle de emissões. Nesse sentido, torna-se fundamental integrar ações de gestão ambiental, planejamento urbano e saúde pública, conforme reforçado por estudos sobre índices e instrumentos de monitoramento da qualidade atmosférica (Seibert; Pinto; Monte, 2022).

No contexto das agendas internacionais voltadas ao desenvolvimento sustentável, destaca-se o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 3 (ODS 3) – Saúde e Bem-Estar, integrante da Agenda 2030 das Nações Unidas, que busca assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos em todas as idades. Entre suas metas, sobressai a meta 3.9, que prevê a redução até 2030 do número de mortes e doenças associadas a produtos químicos perigosos e à poluição e contaminação do ar, da água e do solo, evidenciando a importância da qualidade do ar como fator determinante para a saúde pública.

Diante desse cenário, este estudo tem como objetivo geral analisar a qualidade do ar na Região da Grande Vitória e sua relação com a saúde da população. Como objetivos específicos,

busca-se identificar os principais poluentes atmosféricos na região, com foco no material particulado inalável (MP_{2,5} e MP₁₀); discutir seus impactos sobre a saúde humana; e apresentar um panorama da qualidade do ar na região com base em dados de monitoramento ambiental disponíveis.

2 Metodologia

A presente pesquisa caracteriza-se por uma abordagem qualitativa, de natureza bibliográfica, com caráter exploratório e descritivo, conforme os pressupostos metodológicos indicados para esse tipo de estudo. O objetivo central consistiu em reunir e analisar produções científicas e documentos técnicos relacionados à qualidade do ar na Região da Grande Vitória (RGV), com ênfase nos impactos da poluição atmosférica sobre a saúde da população e sua relação com o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 3 – Saúde e Bem-Estar.

A seleção do material bibliográfico contemplou artigos científicos disponíveis em bases acadêmicas reconhecidas, como SciELO, Google Scholar, Periódicos CAPES e ScienceDirect, além de dissertações, teses e relatórios institucionais elaborados por pesquisadores da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES) e de órgãos ambientais. Também foram analisados documentos oficiais disponibilizados pela Prefeitura Municipal de Vitória (PMV) e pelo Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA), assegurando diversidade, atualidade e confiabilidade das fontes consultadas.

As buscas foram realizadas a partir das palavras-chave “qualidade do ar”, “poluição atmosférica”, “material particulado”, “saúde pública”, “ODS 3” e “Grande Vitória”. Priorizaram-se publicações entre 2008 e 2025, sem excluir estudos anteriores relevantes para o embasamento teórico, possibilitando a compreensão da evolução da qualidade do ar na Região da Grande Vitória.

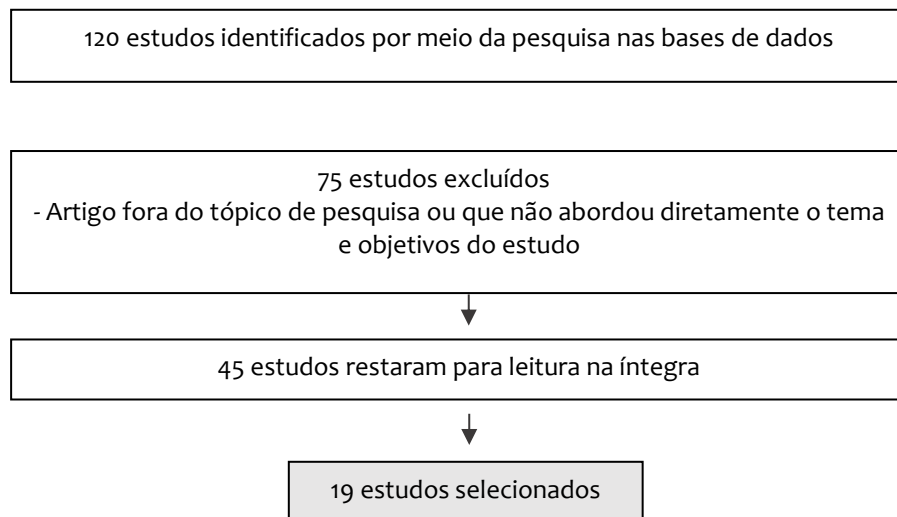
Os critérios de inclusão adotados consideraram a relevância dos estudos para o contexto da RGV, a consistência metodológica dos trabalhos e a presença de análises que relacionassem poluição atmosférica e saúde pública. Documentos de caráter opinativo, materiais sem respaldo técnico-científico e estudos sem vínculo direto com a temática foram excluídos.

O tratamento dos dados baseou-se em uma análise interpretativa e crítica da literatura, com o objetivo de identificar convergências e divergências entre os autores,

reconhecer os principais poluentes atmosféricos e suas fontes emissoras e relacionar os efeitos da poluição às condições meteorológicas e aos impactos na saúde humana. Essa abordagem possibilitou a sistematização do conhecimento produzido, a identificação de lacunas para pesquisas futuras e o subsídio à formulação de políticas públicas voltadas à melhoria da qualidade do ar na RGV.

Para explicar o processo de seleção dos estudos, inicialmente, foram identificados 120 estudos nas bases selecionadas. Após a remoção de 75 estudos que não abordavam os objetivos do estudo, que estavam duplicados ou que não atenderam aos critérios de inclusão estabelecidos, 45 estudos foram analisados na íntegra, resultando em 19 produções científicas selecionadas para compor a análise final. A Figura 1 apresenta o fluxograma simplificado do processo de seleção.

Figura 1: Fluxograma do processo de seleção dos artigos utilizados na pesquisa



Fonte: Elaborado pela autora, 2025.

Os estudos selecionados fundamentaram a análise desenvolvida nas seções seguintes, contribuindo para a compreensão dos principais poluentes atmosféricos presentes na região, de suas fontes emissoras e de seus impactos sobre a saúde da população. Assim, a metodologia adotada possibilitou a construção de uma análise sistemática e crítica, assegurando transparência, rigor metodológico e confiabilidade, princípios essenciais para uma pesquisa bibliográfica de cunho científico.

3 Revisão da literatura

3.1 Poluição atmosférica e impactos à saúde humana

A poluição atmosférica configura-se como um dos principais problemas ambientais contemporâneos, sobretudo em áreas urbanas e industrializadas, onde a intensificação das atividades produtivas e do tráfego veicular contribui para o aumento das emissões de poluentes. A literatura científica reconhece que a degradação da qualidade do ar ultrapassa a dimensão ambiental, consolidando-se como uma relevante questão de saúde pública, uma vez que a exposição contínua a contaminantes atmosféricos está associada ao agravamento de doenças respiratórias e cardiovasculares, bem como ao aumento da morbimortalidade (Braga; Pereira; Saldiva, 2001; Wassall, 2019).

De acordo com a Resolução CONAMA nº 506, de 5 de julho de 2024, (art. 2º, § 1º), poluente atmosférico é definido como:

Qualquer forma de matéria em quantidade, concentração, tempo ou outras características que torne ou possa tornar o ar impróprio ou nocivo à saúde, inconveniente ao bem-estar público, danoso aos materiais, à fauna e flora ou prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade ou às atividades normais da comunidade.

Ainda segundo a mesma Resolução (art. 2º, § 2º), padrão de qualidade do ar é compreendido como:

Um dos instrumentos de gestão da qualidade do ar, determinado como valor de concentração de um poluente específico na atmosfera, associado a um intervalo de tempo de exposição, para que o meio ambiente e a saúde da população sejam preservados em relação aos riscos de danos causados pela poluição atmosférica.

Essas definições são fundamentais para a compreensão dos limites legais e técnicos que norteiam as políticas de controle da poluição atmosférica e a avaliação da exposição da população aos contaminantes do ar. A referida Resolução fixa os limites máximos de concentração para diversos poluentes atmosféricos, considerando diferentes períodos de exposição, com o objetivo de proteger a saúde humana e o meio ambiente.

Em ambientes urbanos, a coexistência de fontes móveis, fixas e difusas intensifica a exposição da população, sendo os poluentes primários emitidos diretamente pelas fontes de poluição atmosférica, enquanto os secundários resultam de reações químicas na atmosfera entre os poluentes (Brasil, 2024b).

Fenômenos meteorológicos, como inversão térmica, ventos fracos e baixos índices de precipitação, favorecem o acúmulo de poluentes próximos à superfície, aumentando a exposição da população e explicando episódios críticos de deterioração da qualidade do ar (Monte; Albuquerque; Reisen, 2016).

Diversos estudos indicam que os impactos da poluição atmosférica sobre a saúde humana podem ocorrer tanto de forma aguda quanto crônica. Observa-se um aumento de internações hospitalares por doenças respiratórias e cardiovasculares em períodos de maior concentração de poluentes, sobretudo entre crianças, idosos e indivíduos com doenças preexistentes (Ribeiro; Pesquero, 2010). A exposição prolongada também tem sido associada ao desenvolvimento de câncer de pulmão, à redução da expectativa de vida e à diminuição da qualidade de vida da população (Braga; Pereira; Saldiva, 2001).

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), a poluição atmosférica é um dos principais fatores de risco ambiental à saúde humana, responsável por milhões de mortes prematuras a cada ano. Esse cenário reforça a necessidade de políticas públicas eficazes, do monitoramento contínuo da qualidade do ar e da integração entre gestão ambiental e saúde pública, como estratégias fundamentais para a mitigação dos impactos associados à exposição aos poluentes atmosféricos.

O tema ganha ainda maior relevância quando articulado às metas dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, especialmente às do ODS 3, que busca assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos, de acordo com a Organização das Nações Unidas (ONU, 2015). Nesse contexto, a redução da poluição do ar configura-se como elemento central para o alcance das metas globais relacionadas à saúde e à sustentabilidade.

No âmbito nacional, essas diretrizes internacionais encontram respaldo em estudos epidemiológicos desenvolvidos em diferentes regiões do país. No Brasil, pesquisas realizadas em distintas áreas geográficas evidenciam padrões semelhantes de associação entre poluição atmosférica e morbimortalidade. Em regiões metropolitanas, como São Paulo e Belo Horizonte, a correlação entre picos de concentração de poluentes e o aumento de internações hospitalares tem sido amplamente documentada (Braga; Pereira; Saldiva, 2001).

Em escala local, Andreon (2017) analisou a relação entre poluição atmosférica e doenças respiratórias na cidade de Vitória, no período posterior aos anos 2000, evidenciando a associação entre a variabilidade das concentrações de poluentes atmosféricos e o aumento de atendimentos por enfermidades do sistema respiratório.

Na Região da Grande Vitória (RGV), estudos recentes têm aprofundado a compreensão da dinâmica temporal dos poluentes atmosféricos como subsídio a análises epidemiológicas mais robustas. Espírito Santo e Pinto (2022), ao aplicarem análise espectral às séries temporais de $MP_{2,5}$ e MP_{10} monitoradas pela RAMQAr entre 2016 e 2020, identificaram sazonalidade significativa do material particulado, com periodicidade semanal associada ao fluxo veicular.

Os autores observaram concentrações mais elevadas nos dias úteis e redução nos fins de semana, indicando ciclos regulares de maior exposição populacional, capazes de potencializar efeitos agudos, como exacerbações de doenças respiratórias e aumento de atendimentos hospitalares, em consonância com a literatura epidemiológica nacional (Silva. et al. 2006).

O estudo também identificou uma redução das concentrações médias em 2020, período marcado pelo isolamento social decorrente da pandemia de COVID-19, o que reforça a relação entre mobilidade urbana, emissões veiculares e qualidade do ar. Nesse contexto, a regularidade temporal dos picos de material particulado na RGV configura um padrão recorrente de exposição ambiental.

A identificação desses ciclos permite a adoção de ações preventivas direcionadas aos períodos de maior risco, especialmente quando se considera a interação entre diferentes poluentes atmosféricos. Evidências científicas indicam que a exposição simultânea a partículas finas e ozônio, por exemplo, pode agravar sintomas respiratórios de forma mais intensa do que a soma de seus efeitos individuais. Essa complexidade reforça a necessidade de abordagens integradas de avaliação da qualidade do ar e de seus impactos à saúde (Braga; Pereira; Saldiva, 2001).

3.2. Qualidade do ar na Região da Grande Vitória (RGV)

Diante da necessidade de avaliar e controlar os impactos da poluição atmosférica, os padrões nacionais de qualidade do ar, recentemente atualizados pela Resolução CONAMA nº 506/2024, constituem referências fundamentais para o monitoramento dos níveis de poluição e para o estabelecimento de metas de melhoria contínua da qualidade ambiental. A normativa define limites máximos de concentração para diferentes poluentes e adota uma estratégia progressiva de implementação, por meio de padrões intermediários (PI-1, PI-2 e PI-3), até a adoção do padrão final (PF), alinhado às diretrizes da OMS (2021).

A Figura 2 apresenta os valores estabelecidos para os principais poluentes atmosféricos, conforme o anexo da Resolução CONAMA nº 506/2024, aplicáveis ao monitoramento e à gestão da qualidade do ar em todo o território nacional.

Figura 2. Padrões nacionais de qualidade do ar – Resolução CONAMA nº 506/2024.

MARINA SILVA Presidente do Conselho							
ANEXO I							
PADRÕES DE QUALIDADE DO AR							
Poluente Atmosférico	Período de Referência	PI-1	PI-2	PI-3	PI-4	PF	
		µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	ppm
Material Particulado - MP10	24 horas	120	100	75	50	45	-
	Anual ¹	40	35	30	20	15	-
Material Particulado - MP2,5	24 horas	60	50	37	25	15	-
	Anual ¹	20	17	15	10	5	-
Dióxido de Enxofre - SO ₂	24 horas	125	50	40	40	40	-
	Anual ¹	40	30	20	20	20	-
Dióxido de Nitrogênio - NO ₂	1 hora ²	260	240	220	200	200	-
	Anual ¹	60	50	45	40	10	-
Ozônio - O ₃	8 horas ³	140	130	120	100	100	-
Fumaça	24 horas	120	100	75	50	45	-
	Anual ¹	40	35	30	20	15	-
Monóxido de Carbono - CO	8 horas ³	-	-	-	-	-	9
Partículas Totais em Suspensão - PTS	24 horas	-	-	-	-	240	-
	Anual ⁴	-	-	-	-	80	-
Chumbo - Pb ⁵	Anual ¹	-	-	-	-	0,5	-
1 - média aritmética anual							
2 - máxima média horária obtida no dia							
3 - máxima média móvel obtida no dia							
4 - média geométrica anual							
5 - medido nas partículas totais em suspensão							

Fonte: BRASIL (2024b).

No que se refere ao monitoramento da qualidade do ar, a Região da Grande Vitória conta com a Rede Automática de Monitoramento da Qualidade do Ar (RAMQAr). Implantada no ano de 2000 e administrada pelo IEMA, essa rede é atualmente composta por oito estações automáticas distribuídas nos municípios da região. A RAMQAr realiza o monitoramento em tempo real, com dados tecnicamente validados, sendo uma das redes mais completas do Brasil. As estações efetuam medições contínuas das concentrações dos principais poluentes atmosféricos, como material particulado (PTS, MP₁₀ e MP_{2,5}), ozônio (O₃), dióxido de enxofre (SO₂), óxidos de nitrogênio (NO_x) e monóxido de carbono (CO), além do registro de parâmetros meteorológicos.

Os dados obtidos são transmitidos em tempo real para o site do IEMA, onde são convertidos em Índices de Qualidade do Ar (IQA), permitindo que a população visualize de forma acessível se o ar está com qualidade boa, moderada, ruim, muito ruim ou péssima. As informações são enviadas automaticamente à Plataforma Nacional de Monitoramento da Qualidade do Ar, integrando o sistema nacional de gestão ambiental.

No âmbito normativo, a Lei Federal nº 14.850/2024 e a Resolução CONAMA nº 506/2024 estabeleceram novos referenciais para o controle da poluição atmosférica no Brasil, alinhados às diretrizes da OMS (2021). Em consonância, o Estado do Espírito Santo instituiu a Política Estadual de Qualidade do Ar por meio da Lei nº 12.059/2024, regulamentada pelo Decreto Estadual nº 6.076-R, de 11 de junho de 2025, que define os padrões estaduais de qualidade do ar e os valores-limite de concentração dos poluentes.

Entre os principais poluentes atmosféricos de interesse na região, destaca-se o material particulado, cuja relevância decorre tanto de sua elevada frequência quanto de seus impactos à saúde humana. O material particulado $MP_{2,5}$ é constituído por partículas sólidas ou líquidas suspensas no ar, como poeira, aerossóis, fuligem e neblina, com diâmetro aerodinâmico inferior a $2,5\ \mu m$, sendo capaz de atingir as regiões mais profundas do sistema respiratório.

Já o MP_{10} é composto por partículas com diâmetro inferior a $10\ \mu m$, que tendem a se depositar nas vias aéreas superiores. As partículas totais em suspensão (PTS) englobam partículas com diâmetro de até $50\ \mu m$, abrangendo diferentes frações do material particulado. Com o tempo, essas partículas tendem a se depositar nas superfícies (partículas sedimentáveis), popularmente conhecidas na RGV como “pó preto” (BRASIL, 2024b; Espírito Santo, 2024; Espírito Santo, 2025a; OMS, 2021).

O material particulado é um poluente onipresente na atmosfera e, na RGV, possui diversas fontes emissoras, incluindo vias de tráfego, indústrias de grande, médio e pequeno porte, atividades da construção civil, fontes domésticas e aerossóis marinhos. Essas emissões podem provocar alterações significativas na qualidade do ar, o que torna necessário o monitoramento contínuo das concentrações de poluentes atmosféricos, de modo a subsidiar a gestão ambiental e a adoção de medidas de controle adequadas.

Estudos realizados entre 2014 e 2016 indicaram concentrações elevadas de material particulado registradas nas estações de monitoramento da região, frequentemente superiores às recomendações da OMS (2021), embora compatíveis com os limites legais nacionais vigentes à época. Esses resultados evidenciaram a influência das atividades industriais e portuárias, bem como do tráfego veicular, sobre a qualidade do ar, além da necessidade de atualização dos

padrões normativos e de fortalecimento das políticas de controle de emissões atmosféricas (Das Neves; Silva; Knupp, 2018).

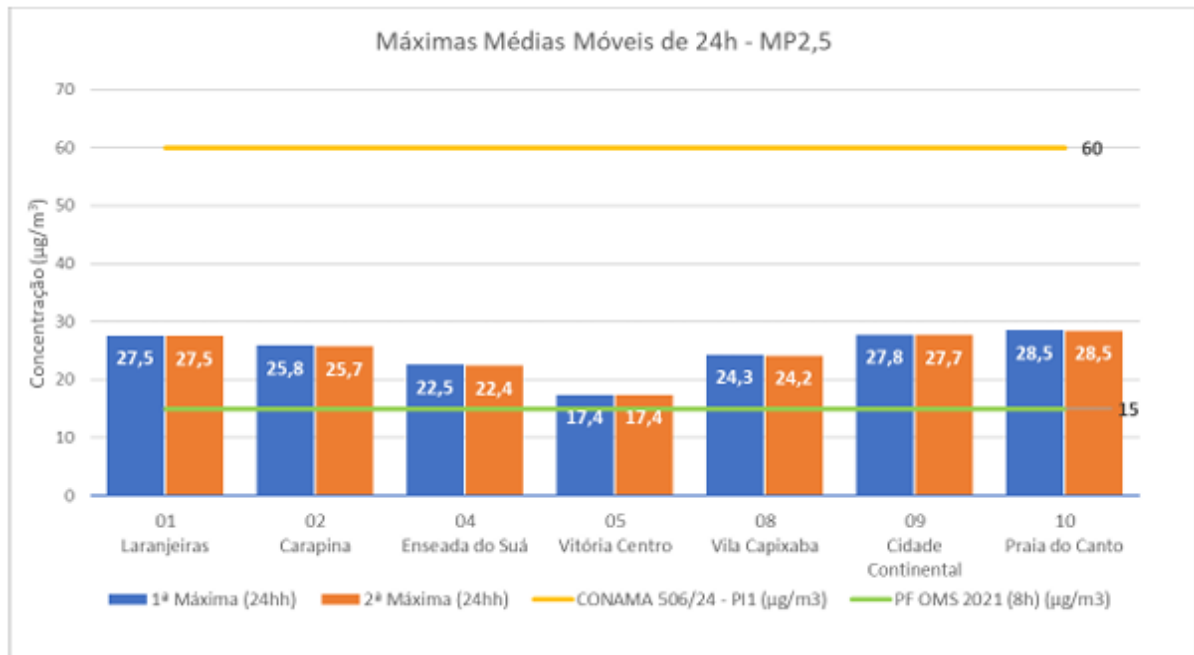
No âmbito institucional, a Comissão Parlamentar de Inquérito sobre o Pó Preto, instaurada pela Assembleia Legislativa do Espírito Santo no ano de 2015, identificou concentrações elevadas de material particulado na região, com registros superiores aos limites legais vigentes à época, recomendando a adoção de padrões internacionais de qualidade do ar, o fortalecimento da fiscalização ambiental e a ampliação dos sistemas de monitoramento.

Passados quase dez anos, a persistência do problema motivou a instauração da CPI nº 01/2024, no âmbito da Câmara Municipal de Vitória, cujo relatório final reiterou a centralidade do material particulado como principal poluente e apontou limitações na efetividade das medidas anteriormente adotadas, reforçando a necessidade de aprimoramento contínuo das políticas públicas de controle da poluição atmosférica (Espírito Santo, 2015; Vitória, 2024).

O Relatório Simplificado da Qualidade do Ar da Região da Grande Vitória de 2024, publicado pelo IEMA, aponta avanços na infraestrutura e na transparência das informações. Observa-se também o fortalecimento institucional das ações de acompanhamento da poluição atmosférica, evidenciado pela implantação de estações automáticas para o monitoramento de partículas sedimentáveis, em caráter complementar ao monitoramento manual já existente. Essa iniciativa recente resulta de acordos de cooperação técnica entre o poder público e empresas da região (Espírito Santo, 2025b; Espírito Santo, 2025c).

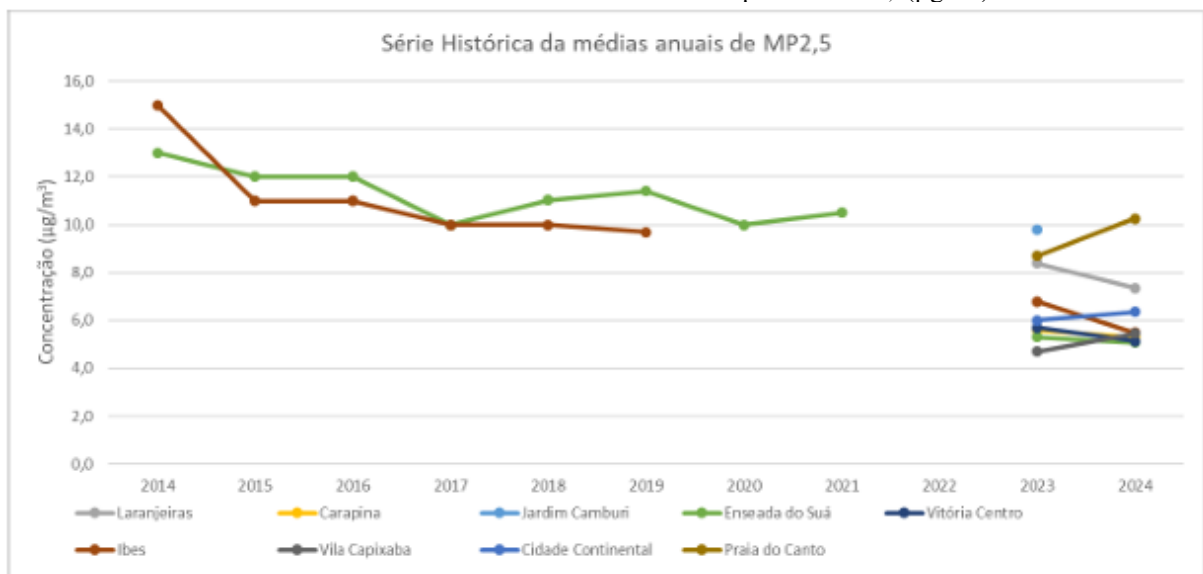
A fim de apresentar um panorama da qualidade do ar na RGV, são analisados dados da RAMQAr. A seguir, apresentam-se os Gráficos 1 a 4 referentes ao ano de 2024 para o material particulado (MP_{2,5} e MP₁₀), com base nas informações disponibilizadas pelo IEMA.

Gráfico 1: Máximas médias móveis de 24 horas para o poluente $MP_{2,5}$ ($\mu g/m^3$) no ano de 2024 e comparação com o limite legal vigente (CONAMA 506/2024) e à recomendação da OMS (2021).



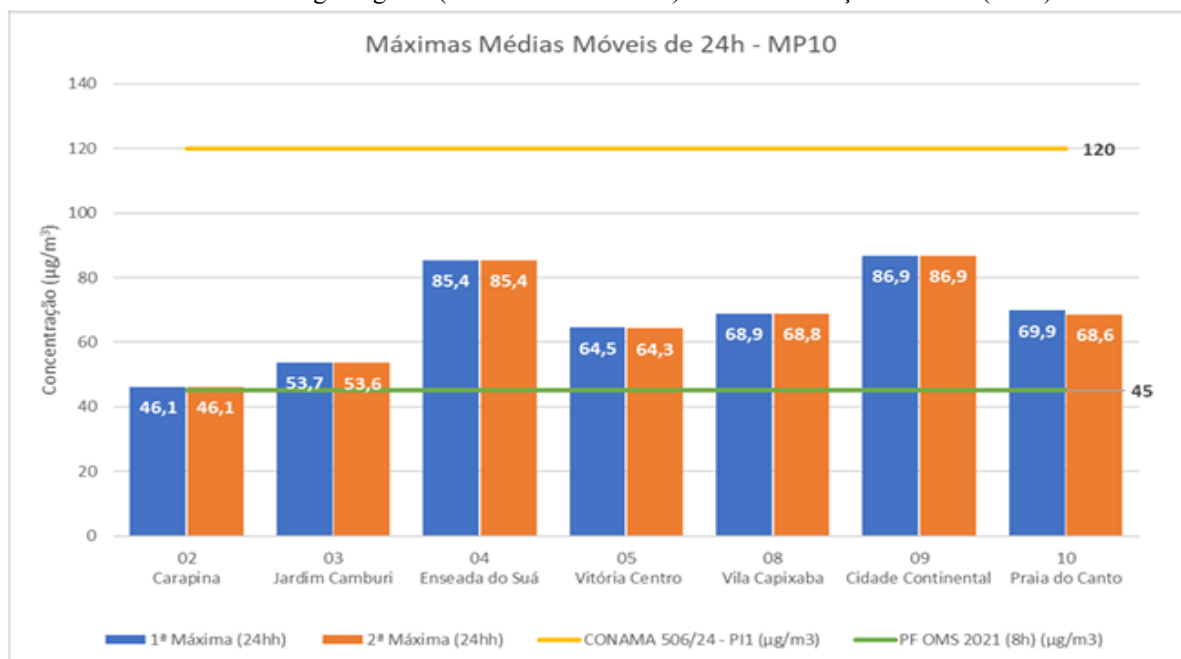
Fonte: IEMA (2025b).

Gráfico 2: Série histórica das médias anuais do poluente $MP_{2,5}$ ($\mu g/m^3$)



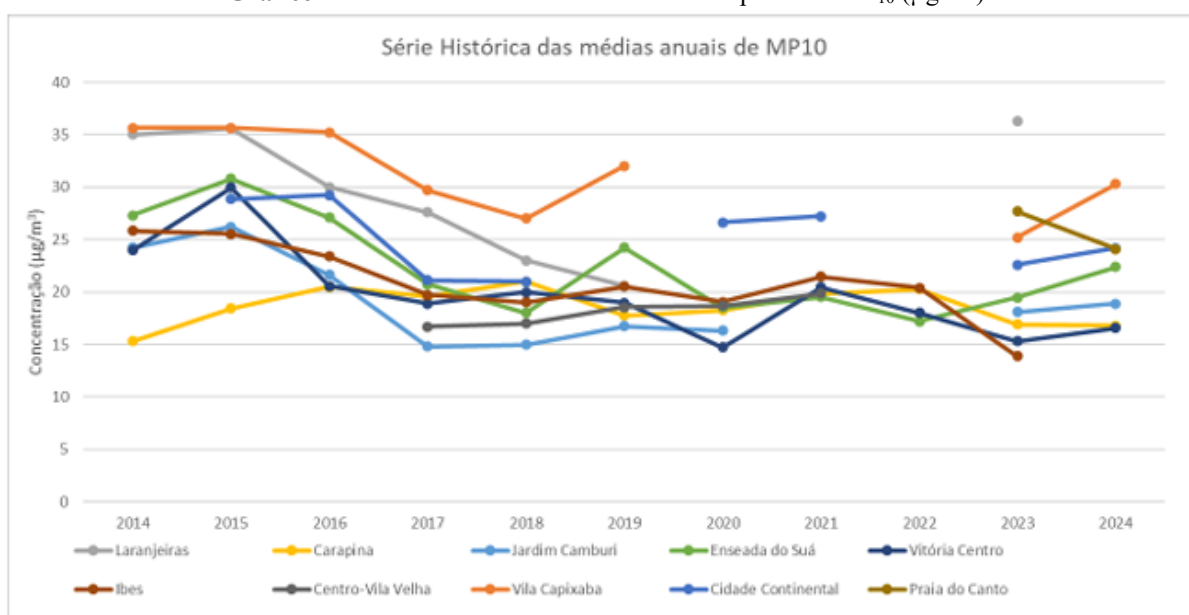
Fonte: IEMA (2025b).

Gráfico 3. Máximas médias móveis de 24 horas para o poluente MP₁₀ (µg/m³) no ano de 2024 e comparação com o limite legal vigente (CONAMA 506/2024) e à recomendação da OMS (2021)



Fonte: IEMA (2025b).

Gráfico 4. Série histórica das médias anuais do poluente MP₁₀ (µg/m³)



Fonte: IEMA (2025b).

As máximas das médias móveis de 24 horas evidenciam episódios de maior exposição da população e, embora permaneçam dentro dos limites legais nacionais estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 506/2024, apresentam valores superiores aos níveis de referência recomendados pela Organização Mundial da Saúde (OMS, 2021).

A análise das séries históricas indica tendência de redução e posterior estabilização das concentrações ao longo dos anos, ainda insuficiente para o atendimento às diretrizes internacionais mais restritivas. De modo geral, os resultados apontam avanços na qualidade do ar na Região da Grande Vitória, mas a persistência de concentrações de $MP_{2,5}$ e MP_{10} acima das recomendações da OMS reforça a necessidade de políticas contínuas de controle de emissões, monitoramento ambiental e planejamento urbano sustentável.

3.3 Modelagem atmosférica e ferramentas de previsão

Complementarmente ao monitoramento da qualidade do ar, a modelagem atmosférica é um instrumento essencial para compreender os processos de dispersão de poluentes na atmosfera, especialmente em regiões urbanas e industrializadas, como a Região da Grande Vitória. Ao integrar dados meteorológicos, características das fontes emissoras e informações sobre o uso do solo, esses modelos permitem interpretar a variabilidade espacial e temporal da qualidade do ar, apoiando pesquisas acadêmicas e ações de gestão ambiental (Monte; Albuquerque; Reisen, 2016).

Entre as abordagens mais utilizadas, destacam-se os modelos determinísticos de dispersão, como a modelagem gaussiana, empregados na estimativa do transporte de partículas e gases a partir de fontes fixas de emissão. Esses modelos complementam as redes de monitoramento ao possibilitar a identificação de áreas mais suscetíveis à degradação da qualidade do ar, subsidiando decisões relacionadas ao controle de emissões e à proteção da saúde pública (Furieri *et al.*, 2017).

A integração entre resultados de modelagem e dados observacionais permite identificar poluentes prioritários, áreas críticas e a recorrência de episódios com concentrações acima dos valores recomendados, reforçando a importância de estratégias articuladas entre ciência, monitoramento e gestão pública (Seibert; Pinto; Monte, 2022). Estudos indicam que a RGV apresenta episódios recorrentes de concentrações elevadas de material particulado, frequentemente acima dos valores recomendados pela OMS (2021), como apontado por Das Neves; Silva; Knupp (2018).

Pesquisas desenvolvidas pelo Instituto Federal do Espírito Santo evidenciam avanços na aplicação dessas técnicas. Gonçalves (2024), ao investigar a emissão de “pó preto” na região, utilizou atividades experimentais associadas a modelos simplificados de dispersão, destacando a relevância da articulação entre observação empírica e ferramentas computacionais para a compreensão de fontes específicas de poluição.

De forma complementar, Silva e Neto (2009) analisaram a dispersão de poluentes na RGV, demonstrando que a topografia acidentada e a proximidade entre áreas industriais e residenciais favorecem o acúmulo de contaminantes, evidenciando a necessidade de ajustes contínuos às especificidades geográficas da região.

O uso de ferramentas preditivas contribui ainda para a formulação de políticas de saúde pública, permitindo prever episódios de poluição intensa a partir da relação entre variáveis meteorológicas e concentrações de poluentes, o que possibilita ações preventivas, como alertas à população e restrições temporárias a atividades emissoras (Monte; Albuquerque; Reisen, 2016).

Embora o presente estudo não aplique diretamente modelos atmosféricos, a discussão dessas ferramentas contextualiza os dados analisados, reforçando que a modelagem constitui uma ferramenta essencial para compreender os processos de poluição, apoiar a tomada de decisão e orientar políticas públicas voltadas à mitigação, ao planejamento urbano e à proteção da saúde (Pinto; Reisen; Monte, 2018).

3.4 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS)

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) representam um marco no debate internacional, integrando sistematicamente as dimensões ambiental, social, econômica e institucional. Propostos pela Organização das Nações Unidas em 2015, os ODS compõem a Agenda 2030 e sucedem os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM), ampliando seu escopo ao incorporar desafios contemporâneos relacionados à saúde pública, sustentabilidade ambiental e governança (Roma, 2019).

Diferentemente dos ODM, os ODS adotam uma abordagem multidimensional e interdependente, cujo alcance depende de ações coordenadas. Sua formulação foi impulsionada por megatendências globais, como mudanças climáticas, urbanização acelerada e desigualdades socioambientais, exigindo novas estratégias de planejamento e gestão pública (Okado; Quinelli, 2016).

A efetividade da Agenda 2030 depende da articulação entre governos, setor privado, sociedade civil e comunidade científica, condição essencial para implementar políticas públicas integradas e com impactos duradouros (Seixas *et al.*, 2020).

A estrutura dessa agenda global compreende 17 objetivos e 169 metas, que abrangem desde a erradicação da pobreza e da fome até temas emergentes, como mudanças climáticas, cidades sustentáveis, igualdade de gênero e padrões responsáveis de produção e consumo. Essa

abrangência reflete o entendimento de que os desafios do século XXI são interdependentes e requerem soluções integradas, coletivas e fundamentadas em compromissos multilaterais (Okado; Quinelli, 2016).

Para fins de contextualização, o Quadro 1 apresenta os 17 ODS, que estruturam a Agenda 2030 e estabelecem diretrizes globais para ações em diferentes escalas territoriais.

Quadro 1. Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS)

Nº	Objetivo	Definição
1	Erradicação da Pobreza	Acabar com a pobreza em todas as suas formas, em todos os lugares.
2	Fome Zero e Agricultura Sustentável	Garantir segurança alimentar, nutrição adequada e agricultura sustentável.
3	Saúde e Bem-Estar	Assegurar vida saudável e promover o bem-estar em todas as idades.
4	Educação de Qualidade	Garantir educação inclusiva, equitativa e de qualidade para todos.
5	Igualdade de Gênero	Alcançar a igualdade entre os gêneros e empoderar mulheres e meninas.
6	Água Potável e Saneamento	Garantir disponibilidade e manejo sustentável da água e saneamento.
7	Energia Acessível e Limpa	Assegurar acesso à energia confiável, sustentável e renovável.
8	Trabalho Decente e Crescimento Econômico	Promover crescimento econômico inclusivo, emprego pleno e trabalho digno.
9	Indústria, Inovação e Infraestrutura	Construir infraestrutura resiliente e fomentar inovação e industrialização sustentável.
10	Redução das Desigualdades	Reduzir desigualdades dentro dos países e entre eles.
11	Cidades e Comunidades Sustentáveis	Tornar cidades inclusivas, seguras, resilientes e sustentáveis.
12	Consumo e Produção Responsáveis	Garantir padrões sustentáveis de produção e consumo.
13	Ação contra a Mudança Global do Clima	Tomar medidas urgentes contra as mudanças climáticas.
14	Vida na Água	Conservar e usar de forma sustentável oceanos e recursos marinhos.
15	Vida Terrestre	Proteger ecossistemas terrestres, florestas e biodiversidade.
16	Paz, Justiça e Instituições Eficazes	Promover sociedades pacíficas, justas e instituições eficazes.
17	Parcerias e Meios de Implementação	Fortalecer parcerias globais para o desenvolvimento sustentável.

Fonte: Adaptado da Organização das Nações Unidas (ONU, 2015).

O caráter transversal dos ODS evidencia que a discussão sobre qualidade do ar ultrapassa o campo estritamente ambiental. Embora a poluição atmosférica se relacione com diferentes objetivos, como cidades sustentáveis (ODS 11) e enfrentamento das mudanças climáticas (ODS 13), este estudo concentra-se especialmente na promoção da saúde e do bem-estar (ODS 3), com destaque para a meta 3.9, que prevê a redução de mortes e doenças associadas à poluição ambiental e à exposição a produtos químicos perigosos. Nesse sentido, a

avaliação da qualidade do ar na RGV e de seus impactos sobre a saúde humana insere-se no contexto da Agenda 2030, reforçando os ODS como referencial para a formulação de políticas públicas em escala regional.

3.5 Resultados e Discussão: implicações para o ODS 3 na Região da Grande Vitória

A análise desenvolvida a partir da revisão da literatura e dos dados de monitoramento ambiental evidencia que a qualidade do ar na Região da Grande Vitória apresenta avanços importantes na estrutura de monitoramento e na produção de conhecimento científico sobre o tema. A existência da RAMQAr, aliada à produção acadêmica regional, contribui para ampliar a compreensão da dinâmica da poluição atmosférica e de seus possíveis impactos sobre a saúde da população.

No que se refere à dinâmica da poluição atmosférica, estudos indicam que variáveis meteorológicas influenciam diretamente a dispersão dos poluentes atmosféricos na região. O uso de indicadores de qualidade do ar e de ferramentas analíticas, como modelagem atmosférica e análise de séries temporais, constitui um importante subsídio para a formulação de políticas públicas preventivas, cuja efetividade depende da integração entre conhecimento científico, gestão pública e participação social.

A análise dos dados de monitoramento referentes ao material particulado ($MP_{2,5}$ e MP_{10}) em 2024, apresentados nos Gráficos 1 e 3, baseia-se nas máximas das médias móveis de 24 horas registradas nas estações, por indicarem períodos de maior concentração de poluentes e, conseqüentemente, de maior exposição da população. Embora esses valores permaneçam, em grande parte, dentro dos limites estabelecidos pela legislação brasileira, ultrapassam os níveis de referência recomendados pela OMS, o que reforça a importância do monitoramento contínuo e do aprimoramento das estratégias de controle de emissões.

Nesse contexto, a relação entre qualidade do ar e saúde pública torna-se evidente, uma vez que a literatura científica aponta associação entre a exposição ao material particulado e o aumento da incidência de doenças respiratórias e cardiovasculares. A identificação de episódios recorrentes de poluição atmosférica, associados às características urbanas e industriais da região, indica a necessidade de políticas públicas integradas voltadas à gestão ambiental, ao planejamento urbano e à proteção da saúde.

A articulação desses resultados com a Agenda 2030 permite ampliar a compreensão do problema em uma perspectiva global. O Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 3 – Saúde e Bem-Estar – estabelece, em sua meta 3.9, a redução substancial de mortes e doenças causadas

pela poluição do ar, da água e do solo. Dessa forma, a melhoria da qualidade do ar na Região da Grande Vitória constitui um elemento relevante para o avanço das metas relacionadas à promoção da saúde e à sustentabilidade ambiental.

Além do ODS 3, outros objetivos da Agenda 2030 apresentam relação com a temática estudada. O ODS 11 – Cidades e Comunidades Sustentáveis reforça a importância do planejamento urbano e da mobilidade sustentável, enquanto o ODS 13 – Ação contra a Mudança Global do Clima evidencia a necessidade de estratégias voltadas à redução de emissões e à adaptação aos impactos ambientais. Esses objetivos demonstram que a gestão da qualidade do ar constitui um desafio transversal, envolvendo simultaneamente dimensões ambientais, urbanísticas e de saúde pública.

No contexto regional, a análise dos estudos e dados disponíveis aponta para a necessidade de fortalecimento das políticas de monitoramento, de controle de emissões e de planejamento urbano sustentável na Região da Grande Vitória. A integração entre produção científica, gestão ambiental e instrumentos de planejamento territorial mostra-se fundamental para ampliar a efetividade das ações voltadas à melhoria da qualidade do ar e à promoção da saúde da população.

4. Considerações Finais

O presente estudo analisou a qualidade do ar na Região da Grande Vitória e suas implicações para a saúde da população, com base na revisão da literatura e na análise de dados de monitoramento ambiental. Os resultados evidenciaram que, embora a região apresente avanços importantes na estrutura de monitoramento e na produção de conhecimento científico sobre o tema, persistem desafios relacionados à exposição da população a episódios recorrentes de deterioração da qualidade do ar.

A análise demonstrou que a poluição atmosférica na RGV deve ser compreendida como um problema que ultrapassa a dimensão estritamente ambiental, uma vez que seus efeitos incidem diretamente sobre a saúde pública e dialogam com compromissos mais amplos de desenvolvimento sustentável. Nesse sentido, a permanência de concentrações de MP_{2,5} e MP₁₀ acima dos níveis recomendados pela Organização Mundial da Saúde indica a necessidade de atenção contínua por parte do poder público e dos demais atores envolvidos na gestão ambiental.

Sob a perspectiva da Agenda 2030, os resultados reforçam a relevância do ODS 3, especialmente da meta 3.9, ao evidenciar que a melhoria da qualidade do ar constitui condição

importante para a promoção da saúde e do bem-estar. Ao mesmo tempo, o estudo confirma o caráter transversal do tema, que também se relaciona ao planejamento urbano e à sustentabilidade ambiental em escala regional.

Como desdobramento das evidências analisadas, destacam-se algumas diretrizes estratégicas para a Região da Grande Vitória, alinhadas à meta 3.9 do ODS 3:

- Fortalecimento do monitoramento da qualidade do ar, com manutenção e ampliação da rede de estações e garantia de acesso público aos dados, favorecendo a formulação de políticas baseadas em evidências.
- Ampliação do uso de modelos atmosféricos e indicadores de qualidade do ar como ferramentas analíticas e preditivas para subsidiar a gestão ambiental e orientar ações preventivas.
- Promoção de educação ambiental e fortalecimento da participação social, ampliando o acesso da população a informações sobre qualidade do ar e seus impactos à saúde.
- Adoção de tecnologias limpas e controle das fontes emissoras, reduzindo as emissões provenientes de atividades industriais, portuárias e veiculares e contribuindo para a diminuição dos impactos sobre a saúde.

Diante desse cenário, conclui-se que a qualidade do ar na Região da Grande Vitória deve ser tratada como um tema estratégico e permanente nas políticas públicas. O principal desafio consiste em transformar conhecimento técnico, monitoramento ambiental e compromissos institucionais em ações efetivas de prevenção e controle, capazes de reduzir riscos à saúde e contribuir para a construção de um território mais saudável e sustentável. Assim, o estudo contribui para ampliar a compreensão da relação entre qualidade do ar, dinâmica atmosférica e saúde pública, subsidiando pesquisas futuras e o aprimoramento de políticas ambientais e urbanas alinhadas à Agenda 2030, especialmente ao Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 3 – Saúde e Bem-Estar.

Referências

ANDREON, I. M. **Doenças respiratórias e poluição atmosférica, pós anos 2000, na cidade de Vitória, Espírito Santo, Brasil**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2017. Disponível em: <http://repositorio.ufes.br/handle/10/20160>. Acesso em: 29 jun. 2025.

BELEM, J.; JANUÁRIO, L. **Poluição atmosférica na Região da Grande Vitória e sua relação com a influência meteorológica sazonal**. 2023. Dissertação (Mestrado em Química

Industrial) – Instituto Federal do Espírito Santo, 2023. Disponível em:
<https://repositorio.ifes.edu.br/handle/123456789/3604>. Acesso em: 29 jun. 2025.

BRABO, L.; MIYAGAWA, L. Avaliação da poluição e qualidade do ar e seus possíveis efeitos sobre a saúde humana na cidade de Belém. *In: Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental*, 5, 2014. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/331235390>. Acesso em: 12 jan. 2025.

BRAGA, A. L. F.; PEREIRA, L. A. A.; SALDIVA, P. H. N. Poluição atmosférica e saúde humana. *Revista USP*, São Paulo, n. 51, p. 58–71, 2001. Disponível em:
<https://www.revistas.usp.br/revusp/article/view/35099>. Acesso em: 02 jan. 2025.

BRASIL. Lei nº 14.850, de 26 de junho de 2024. Institui a Política Nacional de Qualidade do Ar. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 27 jun. 2024a. Disponível em:
<https://www.planalto.gov.br>. Acesso em: 2 out. 2025.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 506, de 5 de julho de 2024. Estabelece padrões nacionais de qualidade do ar e fornece diretrizes para sua aplicação. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 9 jul. 2024b. Disponível em:
https://conama.mma.gov.br/index.php?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=827. Acesso em: 2 out. 2025.

DAS NEVES, A. M.; SILVA, T. C. R.; KNUPP, A. M. Análise da qualidade do ar da Região Metropolitana da Grande Vitória tendo como referência os anos de 2014 a 2016. *Revista Esfera*, 2018. Disponível em: <https://multivix.edu.br/wp-content/uploads/2019/06/revista-esfera-tecnologia-v03-n02-artigo03.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2025.

ESPÍRITO SANTO, G.; PINTO, W. P. Análise espectral de séries temporais: uma aplicação para a poluição do ar na cidade de Vitória, Espírito Santo, Brasil. *The Journal of Engineering and Exact Sciences*, Viçosa, v. 8, n. 2, 2022. Disponível em:
<https://periodicos.ufv.br/jcec/article/view/13892>. Acesso em: 2 fev. 2026.

ESPÍRITO SANTO (Estado). **Relatório final da Comissão Parlamentar de Inquérito do Pó Preto**. Vitória: Assembleia Legislativa do Estado do Espírito Santo, 2015. Disponível em:
https://www.al.es.gov.br/appdata/anexos_internet/comissoes_legislativas/relatorios/Relatorio_Final_CPI_do_Po_Preto_107.pdf. Acesso em: 2 fev. 2026.

ESPÍRITO SANTO (Estado). Lei nº 12.059, de 27 de março de 2024. Institui a Política Estadual de Qualidade do Ar. **Diário Oficial do Estado do Espírito Santo**, Vitória, 2024.

ESPÍRITO SANTO (Estado). Decreto nº 6.076-R, de 11 de junho de 2025. Regulamenta a Lei nº 12.059/2024 e estabelece padrões e procedimentos para monitoramento da qualidade do ar. **Diário Oficial do Estado do Espírito Santo**, Vitória, 2025a.

ESPÍRITO SANTO (Estado). Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA). **Relatório simplificado da qualidade do ar da Região da Grande Vitória – 2024**. Cariacica: IEMA, 2025b. Disponível em:
https://iema.es.gov.br/Media/iema/CQAI/Relatorios_anuais/Relat%C3%B3rio%202024%20-%20Qualidade%20do%20Ar.pdf. Acesso em: 02 out. 2025.

ESPÍRITO SANTO (Estado). **Estado firma acordos para ampliar o monitoramento da qualidade do ar na Grande Vitória**. Vitória: Governo do Estado do Espírito Santo, 2025c. Disponível em: <https://www.es.gov.br/Noticia/estado-firma-acordos-com-empresas-para-aprimorar-o-monitoramento-da-qualidade-do-ar>. Acesso em: 28 jun. 2025.

FURIERI, B. *et al.* Modelagem matemática gaussiana da dispersão atmosférica de material particulado e gases: estudos de caso aplicados a fontes poluidoras na Região Metropolitana da Grande Vitória. **Revista Ifes Ciência**, v. 3, n. 1, 2017. Disponível em: <https://ojs.ifes.edu.br/index.php/ric/article/download/292/261/1115>. Acesso em: 28 jun. 2025.

GONÇALVES, O. M. **Investigando a qualidade do ar com a atividade experimental problematizada: um estudo da emissão de pó preto na Grande Vitória (ES)**. 2024. Dissertação (Mestrado em Química Ambiental e Energia) – Instituto Federal do Espírito Santo, 2024. Disponível em: <https://repositorio.ifes.edu.br/handle/123456789/4851>. Acesso em: 22 abr. 2025.

MONTE, E. Z.; ALBUQUERQUE, T. T. A.; REISEN, V. A. Impactos das variáveis meteorológicas na qualidade do ar da Região da Grande Vitória. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 31, n. 4, p. 546–554, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbmet/a/DHYFSsLh5Z6YKPWsNKNXNBr/>. Acesso em: 20 abr. 2025.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 21 ago. 2025.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). **Diretrizes globais da OMS sobre qualidade do ar**. Genebra: WHO, 2021. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240034228>. Acesso em: 21 ago. 2025.

OKADO, G. H. C.; QUINELLI, L. Megatendências mundiais 2030 e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. **Revista Barú**, v. 2, n. 2, p. 111–129, 2016. Disponível em: <https://seer.pucgoias.edu.br/index.php/baru/article/view/5266>. Acesso em: 21 ago. 2025.

PINTO, W. P.; REISEN, V. A.; MONTE, E. Z. Picos de concentração de poluição atmosférica na Região da Grande Vitória: aplicação da regressão logística. **Sociedade & Natureza**, v. 30, n. 3, p. 159–184, 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sn/a/q4y4Y7pGrxxmxPzT9nfXQjt/>. Acesso em: 27 abr. 2025.

RIBEIRO, H.; PESQUERO, C. Queimadas de cana-de-açúcar: avaliação de efeitos na qualidade do ar e na saúde respiratória de crianças. **Estudos Avançados**, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/JmV7cPdWmfssJVwdhKC6w5L>. Acesso em: 12 jan. 2025.

ROMA, J. C. Os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio e sua transição para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. **Ciência e Cultura**, v. 71, n. 1, p. 33–39, 2019. Disponível em: <http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?pid=S0009-67252019000100011>. Acesso em: 20 ago. 2025.

SEIBERT, O. G.; PINTO, W. P.; MONTE, E. Z. Índice de poluição atmosférica: uma proposta baseada em dados secundários para avaliação da qualidade do ar. **Engenharia**

Sanitária e Ambiental, v. 27, n. 6, p. 1209–1219, 2022. Disponível em:
<https://www.researchgate.net/publication/365811529>. Acesso em: 15 jun. 2025.

SEIXAS, C. S. et al. Governança ambiental no Brasil: rumo aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável. **Cadernos Gestão Pública e Cidadania**, v. 25, n. 81, 2020. Disponível em: <https://periodicos.fgv.br/cgpc/article/view/81404>. Acesso em: 20 jun. 2025.

SILVA, E. N. et al. Qualidade do ar na favela Paraisópolis, SP, e possíveis implicações à saúde. **Revista do Departamento de Geografia**, 2006. Disponível em:
<https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/47265>. Acesso em: 10 jan. 2025.

SILVA, T. B.; NETO, A. A. B. **Modelagem da dispersão de poluentes atmosféricos na Região Metropolitana da Grande Vitória**. Instituto Federal do Espírito Santo, 2009. Disponível em: <https://jic.ifes.edu.br>. Acesso em: 27 jun. 2025.

VITÓRIA (ES). **Relatório final da Comissão Parlamentar de Inquérito nº 01/2024 – CPI do Pó Preto**. Vitória: Câmara Municipal de Vitória, 2024.

WASSALL, A. Poluição do ar: a vilã da pós-modernidade. **Ciência e Cultura**, 2019. Disponível em: <http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php>. Acesso em: 12 jan. 2025.

Data de submissão: 17/08/2026

Data de aceite: 03/09/202