

RELATÓRIO DA QUALIDADE DO AR DO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL

2022 - 2023



SEMADESC
Secretaria de Estado
de Meio Ambiente,
Desenvolvimento, Ciência,
Tecnologia e Inovação



GOVERNO DE
**Mato
Grosso
do Sul**

RELATÓRIO DA QUALIDADE DO AR DO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL 2022 - 2023

GOVERNO DO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL
SEMADESC - Secretaria de Estado de Meio Ambiente, Desenvolvimento,
Ciência, Tecnologia e Inovação
IMASUL – Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul

2024



SEMADESC
Secretaria de Estado
de Meio Ambiente,
Desenvolvimento, Ciência,
Tecnologia e Inovação





© IMASUL/MS 2024

IMASUL/MS, Diretoria de Licenciamento

Gerência de Controle e Fiscalização

Unidade de Monitoramento

Rua Desembargador Leão Neto do Carmo, s/n

Parque dos Poderes – Campo Grande, MS

CEP 79031-902

Telefone: (67) 3318-6000

Capa: Marlon Cezar Cominetti

MATO GROSSO DO SUL. Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul/IMASUL. Diretoria de Licenciamento. Relatório da Qualidade do Ar do Estado de Mato Grosso do Sul, MS, 2022 - 2023 / Campo Grande, MS, 2024.

1. Monitoramento da Qualidade do Ar – Mato Grosso do Sul – Relatório. I. Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul – MS. II. Título.



GOVERNO DO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL

Eduardo Corrêa Riedel

Governador

José Carlos Barbosa

Vice-Governador

Jaime Elias Verruck

Secretário de Estado de Meio Ambiente, Desenvolvimento, Ciência,
Tecnologia e Inovação

André Borges Barros de Araújo

Diretor – Presidente do Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul

Luiz Mário Ferreira

Diretor de Licenciamento do Instituto de Meio Ambiente do Mato Grosso do
Sul

Thais Barbosa de Azambuja Caramori

Diretora de Desenvolvimento do Instituto de Meio Ambiente do Mato Grosso
do Sul

Leandro Camilo de Lelles

Gerente de Controle e Fiscalização do Instituto de Meio Ambiente do Mato
Grosso do Sul

Marcia Cristina de Alcântara Silva

Chefe da Unidade de Monitoramento do Instituto de Meio Ambiente do Mato
Grosso do Sul



EQUIPE TÉCNICA

Unidade de Monitoramento

Bióloga: Marcia Cristina de Alcântara Silva

Biólogo: Marlon Cezar Cominetti



APRESENTAÇÃO

Esta é a divulgação ao público das informações relativas ao monitoramento da qualidade do ar do estado de Mato Grosso do Sul (MS) entre os anos de 2022 e 2023. O objetivo é dar transparência ao banco de dados do Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul (Imasul) e auxiliar na tomada de políticas públicas que visem a melhoria da qualidade do ar em MS.

A publicação deste primeiro relatório anual é a oportunidade de apresentar as informações de forma consolidada, com a análise das evoluções temporais dos poluentes atmosféricos monitorados em MS, bem como para discutir medidas de controle e estratégias de monitoramento.

As informações diárias sobre o monitoramento da qualidade do ar estão disponíveis no portal do Ministério do Meio Ambiente (MMA) no site <https://monitorar.mma.gov.br/onboarding>.

O compromisso do Imasul é disponibilizar informações confiáveis e de fácil entendimento. Visando manter esse compromisso e ampliar as possibilidades de divulgação dos dados, estamos trabalhando para refinar e ampliar o monitoramento da qualidade do ar no estado e garantir o acesso e a apresentação dessas informações.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Municípios de Mato Grosso do Sul com estações de monitoramento da qualidade do ar automáticas ou semiautomáticas.....	22
Figura 2.	Estações automáticas de monitoramento da qualidade do ar no município de Três Lagoas, MS.....	23
Figura 3.	Estações semiautomáticas de monitoramento da qualidade do ar no município de Ribas do Rio Pardo, MS.....	23
Figura 4.	Estações semiautomáticas de monitoramento da qualidade do ar nos municípios de Corumbá e Ladário, MS.....	24
Figura 5.	Representação esquemática da captação, envio, tratamento de disponibilidade dos dados gerados pelas Estações de Medição da Qualidade do Ar (EMQAr).....	25
Figura 6.	Temperaturas médias e extremas da EMQAr da Petrobrás.....	33
Figura 7.	Umidade Relativa - médias mensais e valores extremos - das estações analisadas.....	34
Figura 8.	Máximos volumes mensais de precipitação obtidos pela EMQAr da Eldorado.....	34
Figura 9.	Rosa dos ventos para o ano de 2022 da EMQAr da Eldorado.....	35
Figura 10.	Rosa dos ventos para o ano de 2023 da EMQAr da Eldorado.....	36
Figura 11.	Rosa dos ventos para o ano de 2022 da EMQAr da Petrobrás.....	37
Figura 12.	Rosa dos ventos para o ano de 2023 da EMQAr da Petrobrás.....	38
Figura 13.	Rosa dos ventos para o ano de 2022 da EMQAr da Suzano.....	39
Figura 14.	Rosa dos ventos para o ano de 2023 da EMQAr da Suzano.....	40
Figura 15.	Máximas concentrações médias diárias (curto período) de PTS monitoradas na EMQAr Eldorado para os anos de 2022 e 2023.....	41
Figura 16.	Máximas concentrações médias anuais (longo período) de PTS monitoradas na EMQAr Eldorado para os anos de 2022 e 2023.....	42
Figura 17.	Máximas concentrações médias diárias (curto período) de PM ₁₀ monitoradas na EMQAr Eldorado para os anos de 2022 e 2023.....	43
Figura 18.	Máximas concentrações médias anuais (longo período) de PM ₁₀ monitoradas na EMQAr Eldorado para os anos de 2022 e 2023.....	44
Figura 19.	Máximas concentrações médias diárias (curto período) de SO ₂ monitoradas na EMQAr Eldorado para os anos de 2022 e 2023.....	45

Figura 20.	Máximas concentrações médias anuais (longo período) de SO ₂ monitoradas na EMQAr Eldorado para os anos de 2022 e 2023.....	46
Figura 21.	Máximas concentrações médias diárias (curto período) de NO ₂ monitoradas na EMQAr Eldorado para os anos de 2022 e 2023.....	47
Figura 22.	Máximas concentrações médias anuais (longo período) de NO ₂ monitoradas na EMQAr Eldorado para os anos de 2022 e 2023.....	48
Figura 23.	Máximas concentrações médias de 08 horas de O ₃ monitoradas na EMQAr Eldorado para os anos de 2022 e 2023.....	49
Figura 24.	Máximas concentrações médias de 08 horas de CO monitoradas na EMQAr Eldorado para os anos de 2022 e 2023.....	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 01.	Parâmetros e localização das estações automáticas.....	26
Tabela 02.	Parâmetros de qualidade do ar monitorados e métodos de detecção.....	26
Tabela 03.	Parâmetros meteorológicos e instrumentos de medição.....	26
Tabela 04.	Ângulo e abreviatura dos principais pontos cardeais...	27
Tabela 05.	Parâmetros e localização das Estações semiautomáticas de monitoramento da qualidade do ar.....	27
Tabela 06.	Padrões de qualidade do ar estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 491/2018.....	29
Tabela 07.	Critério de Validação dos dados das redes automática e semiautomática.....	30

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
2	DESCRIÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DO ESTADO.....	15
2.1	Condições Meteorológicas.....	16
2.2	Uso e Ocupação do Solo.....	17
3	DESCRIÇÃO DAS FONTES DE POLUIÇÃO DO AR.....	18
4	DESCRIÇÃO DA REDE E POLUENTES ATMOSFÉRICOS MONITORADOS.....	20
5	REPRESENTAÇÃO ESPACIAL DA ESTAÇÕES.....	22
6	TIPOS DE REDE E PARÂMETROS MONITORADOS.....	25
6.1	Rede Automática.....	25
6.2	Rede Semiautomática.....	27
7	METODOLOGIA DE MONITORAMENTO.....	28
8	METODOLOGIA DE TRATAMENTO DOS DADOS.....	29
9	REPRESENTAÇÃO DE DADOS.....	30
10	APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS QUANTO AOS POLUENTES.....	31
11	RESULTADOS.....	32
11.1	Meteorologia.....	32
11.1.1	Temperatura do ar.....	32
11.1.2	Umidade relativa.....	33
11.1.3	Precipitação.....	34
11.1.4	Direção e velocidade do vento – rosa dos ventos.....	35
11.2	Qualidade do Ar.....	40
11.2.1	Partículas totais em suspensão (PTS).....	40

11.2.1.1	Exposição de curto período.....	40
11.2.1.2	Exposição de longo período.....	41
11.2.2	Material particulado (PM ₁₀).....	42
11.2.2.1	Exposição de curto período.....	42
11.2.2.2	Exposição de longo período.....	43
11.2.3	Material particulado (PM _{2,5}).....	44
11.2.4	Dióxido de enxofre (SO ₂).....	44
11.2.4.1	Exposição de curto período.....	44
11.2.4.2	Exposição de longo período.....	45
11.2.5	Dióxido de nitrogênio (NO ₂).....	46
11.2.5.1	Exposição de curto período.....	46
11.2.5.2	Exposição de longo período.....	47
11.2.6	Ozônio (O ₃).....	48
11.2.6.1	Exposição de curto período.....	48
11.2.7	Monóxido de carbono (CO).....	49
11.2.7.1	Exposição de curto período.....	49
12	PONDERAÇÕES GERAIS.....	51
13	MEDIDAS DE GESTÃO IMPLEMENTADAS.....	52
14	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53

1. INTRODUÇÃO

Os efeitos da poluição atmosférica caracterizam-se tanto pela alteração de condições consideradas normais, como pelo aumento de problemas preexistentes. Os efeitos dos poluentes atmosféricos variam em função do tempo de exposição e de suas concentrações. De maneira geral, os efeitos podem ser classificados como: (a) agudos - de caráter temporário, relacionada a exposição a altas concentrações de poluentes e os efeitos são imediatos; e (b) crônicos - de caráter permanente, relacionada a exposição a baixas concentrações de poluentes e os efeitos são a longo prazo.

A poluição atmosférica tem vários efeitos prejudiciais, diretos ou indiretos, sobre as plantas, os materiais, o meio ambiente e a saúde de seres humanos e dos animais. Esses efeitos causam perdas econômicas pelo aumento da ocorrência de algumas doenças (aumentando o consumo de medicamentos), diminuem a produção agrícola, aceleram a taxa de corrosão dos metais, aumentam o custo de sua proteção e diminuem o tempo de vida dos edifícios, construções e monumentos históricos, entre outros (LIU; LIPTAK, 1999).

A diminuição da poluição do ar pode reduzir a morbidade atribuível a acidentes vasculares cerebrais, câncer de pulmão e pneumonias crônicas e agudas (WHO, 2016). Para garantir uma qualidade do ar aceitável, existem instrumentos de gestão, que são formalizados legislativamente pelos governos responsáveis. As leis que regulam as emissões à atmosfera, podem considerar: padrões de qualidade, inventários das emissões, tecnologias para evitar poluir, sistemas de informação, planejamento territorial, modelamentos das emissões, fiscalização, punição e monitoramentos (IEMA, 2014).

Os padrões de qualidade do ar definem legalmente o limite máximo aceitável da concentração de um poluente na atmosfera para um determinado período. Podem, também, definir métodos de medição e análise, metodologias de controle de qualidade dos dados etc.

Além disso, um determinado poluente pode ter mais de um padrão para períodos de exposição (amostragem) distintos.

Os monitoramentos são quantificados em concentrações de MP₁₀ e MP_{2,5} mensuradas em µg/m³. Os números 10 e 2,5 correspondem ao tamanho das partículas, inaláveis e/ou respiráveis, expressado em micrômetros (1×10^{-6} metros) (DAVIS, CORNWELL, 2008).

Os padrões nacionais de qualidade do ar foram estabelecidos pelo Instituto Brasileiro de Meio Ambiente (Ibama) e aprovados pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente (Conama), por meio da Resolução Conama 03/90, alterada pela Resolução Conama 491/2018. Essa Resolução define padrões de qualidade do ar como aquelas concentrações de poluentes atmosféricos que, ultrapassadas, poderão afetar a saúde, a segurança e o bem-estar da população, bem como ocasionar danos à flora e à fauna, aos materiais e ao meio ambiente em geral.

A Resolução Conama 491/2018 estabelece dois tipos de padrões de qualidade do ar:

- os padrões primários de qualidade do ar, que são as concentrações de poluentes que, ultrapassadas, poderão afetar a saúde da população. Podem ser entendidos como níveis máximos toleráveis de concentração de poluentes atmosféricos, constituindo-se em metas de curto e médio prazo.
- os padrões secundários de qualidade do ar, que são as concentrações de poluentes atmosféricos abaixo das quais se prevê o mínimo efeito adverso sobre o bem-estar da população, assim como o mínimo dano à fauna e à flora, aos materiais e ao meio ambiente em geral. Podem ser entendidos como níveis desejados de concentração de poluentes, constituindo-se em meta de longo prazo.

O objetivo do estabelecimento de padrões secundários é criar um mecanismo legal para políticas de prevenção da degradação da qualidade do ar. Devem ser aplicados às áreas de preservação, tais como: parques nacionais, áreas de proteção ambiental etc. Não se aplicam, pelo menos em curto prazo, às áreas de desenvolvimento, onde devem ser aplicados os padrões primários. Os poluentes e seus padrões de qualidade do ar, bem como o tempo de amostragem e os métodos de medição, fixados pela Resolução Conama 491/2018.

Todos os valores dos padrões de qualidade do ar são médias baseadas no período de amostragem. No caso dos métodos de medição, a Resolução Conama 491/2018 estabelece os procedimentos citados como métodos de referência, podendo ser utilizados processos equivalentes, desde que aprovados pelo Ibama. A Resolução Conama 491/2018 estabelece,

ainda, níveis de qualidade do ar para a elaboração do Plano de Emergência para Episódios Críticos de Poluição do Ar, visando a providências dos Governos dos Estados e dos Municípios, assim como de entidades privadas e da comunidade geral, com o objetivo de prevenir grave e iminente risco à saúde da população. Episódio crítico de poluição do ar é definido na mesma Resolução, como sendo a presença de altas concentrações de poluentes na atmosfera em curto período, resultante da ocorrência de condições meteorológicas desfavoráveis à sua dispersão.

A qualidade do ar de uma cidade pode ser monitorada em função de qualquer poluente legalmente regulamentado (SO₂, NO₂, CO, O₃, PTS ou MP₁₀). A escolha do nível e da política de controle a serem adotados requer a comparação dos custos e benefícios das várias alternativas para que o impacto total seja o mínimo possível. A avaliação da qualidade do ar em uma determinada região depende da obtenção de dados confiáveis que descrevam as condições existentes e sejam representativos de redes razoavelmente amplas e uniformes.

Em MS, a Lei nº 90, de 02 de junho de 1980, estabelece que o Instituto de Preservação e Controle Ambiental de Mato Grosso do Sul (INAMB), artigo 12, “exercerá o controle de toda e qualquer substância lançada ao ar, considerada incômoda ou nociva à saúde, de acordo com os limites de tolerância estabelecidos em Lei” e as devidas penalidades no Capítulo VII, regulamentada posteriormente pelo Decreto nº 4.625, de 07 de junho de 1988, estabelecendo as devidas penalidades legais aos infratores.

Já a Resolução Semade (Secretaria de Estado de Meio Ambiente e do Desenvolvimento Econômico) n. 9, de 13 de maio de 2015, consolidada com a Resolução Semade n. 17 de 28 de agosto de 2015, Resolução Semagro (Secretaria de Estado de Meio Ambiente, Desenvolvimento Econômico, Produção e Agricultura Familiar) n. 642, de 11 de maio de 2017, a Resolução Semagro n. 651, de 29 de setembro de 2017, Resolução Semagro n. 679 de 09 de setembro de 2019, Resolução Semagro n. 687 de 23 de dezembro de 2019 e Resolução Semagro n. 689 de 28 de fevereiro de 2020, estabelece normas e procedimentos para o licenciamento ambiental Estadual e estipula a criação de Plano de Auto Monitoramento (PAM) que deve apresentar uma síntese do desempenho e dos resultados ambientais da atividade durante sua instalação e/ou operação. Dependendo do tipo de atividade, o PAM poderá prever monitoramento dos seguintes itens: [...] *qualidade do ar; emissões atmosféricas*; [...], contendo localização dos pontos de monitoramento ou amostragem, parâmetros amostrados nestes pontos, descrição dos procedimentos de amostragem e monitoramento, cronograma identificando a periodicidade das amostragens e geração de relatórios, incluindo também a periodicidade das ações e geração de relatórios (SEMADE, 2015).

2. DESCRIÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DO ESTADO

Localizado na região centro-oeste do Brasil, situado entre as coordenadas 17° 09' 59'' e 18° 02' 30'' S e 50° 55' 22'' e 58° 10' 07'' W, o estado de Mato Grosso do Sul (MS) é constituído por uma área territorial que atinge uma extensão de 357.142,082 km² (IBGE, 2022) - é o sexto maior estado do país - que se estende até as fronteiras internacionais com as Repúblicas do Paraguai e da Bolívia na sua parte sul e sudoeste do Estado, onde é banhado pela bacia do Rio Paraguai. Na fronteira leste e norte/nordeste é banhado pela bacia do Rio Paraná e seus afluentes, fazendo aí divisa com cinco estados brasileiros: Paraná, São Paulo, Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso. Apresenta em toda a sua área os biomas Cerrado, Pantanal e Mata Atlântica, com distribuição das formações vegetais Cerrado (Savana), Floresta Estacional Semidecidual e Savana-estépica, além das áreas de formações pioneiras (IBGE, 2012).

O território sul-mato-grossense encontra-se entre as duas bacias hidrográficas: a do Rio Paraguai e do Rio Paraná. É constituído por duas faixas geográficas contínuas, formadas pela planície pantaneira (grande área alagadiça com predomínio de vegetação natural por aproximadamente 89 mil km²), contrastando-se com a parte do planalto (com elevada antropização e predomínio de grandes áreas mecanizadas para a exploração da pecuária de corte e da agricultura).

A sua organização político-administrativa é constituída pela existência de 79 municípios com seus centros urbanos administrativos e 85 distritos. MS detinha em 2022, segundo o IBGE, aproximadamente 2.757.013 habitantes, significando uma densidade demográfica de 7,72 hab/km², 85,64% da população estadual residem na zona urbana. IDH de 0,742 (9ª posição no ranking nacional). Área urbanizada de 841,85 km². Veículos 1.824.708. Renda per-capita de R\$ 1.839 (7ª posição no ranking nacional) (IBGE, 2022).

2.1 Condições Meteorológicas

MS apresenta baixos níveis de altitude nas regiões do pantanal sul-mato-grossense, oeste do estado, enquanto as demais apresentam altitudes médias que oscilam de 300 a 600 m, com exceção de uma pequena região no extremo norte do estado, com picos de altitude ultrapassando esses níveis (ZAVATTINI, 2009).

Grande parte do estado possui clima tropical úmido, de estação seca no inverno, com totais pluviométricos oscilando de 1.000 a 2.000 mm (ALVARES *et al.*, 2013). Além disso, é dividido em quatro tipos de classificação: Am (clima tropical de monção), Aw (clima tropical de savana), Cfa (clima temperado subtropical) e Af (clima equatorial). Segundo classificação de Köppen, o clima Am apresenta temperatura média do mês mais frio superior a 18°C e estação seca de pequena duração, enquanto Aw apresenta estação chuvosa no verão (novembro a abril) e estação seca no inverno (maio a outubro), com temperatura média do mês mais frio superior a 18°C e precipitação do mês mais seco menor que 60mm (SOARES; BATISTA; TETTO, 2015). Já o clima Cfa apresenta verões quentes, geadas pouco frequentes, chuvas mais concentradas no verão, diferindo, porém, por não apresentar estação seca definida, com temperatura média no mês mais frio inferior a 18°C e no mês mais quente superior a 22°C. Af também não apresenta estação seca definida, com temperatura média do mês mais frio superior a 18°C, precipitações concentradas de março a agosto, com 1.500 mm anuais e temperatura média nos meses mais quentes de 24°C a 25°C (EMBRAPA, 2016).

Assim, possui uma divisão bem característica entre as formações vegetais mais secas na faixa norte, com predomínio da vegetação de savana, compreendida entre os biomas do cerrado e pantanal e a vegetação úmida, concentrada na região sul, com destaque da floresta estacional semidecidual, localizada sob uma área correspondente ao bioma Mata Atlântica. Além disso, a distribuição da biotemperatura é mais elevada na região norte do estado, na mesma área correspondente a vegetação mais seca de savana e do pantanal, com médias mensais de temperatura acima de 22°C e precipitação anual superior a 1.500mm (IVASKO JÚNIOR *et al.*, 2021).

Segundo a classificação de Holdridge, MS se enquadra na zona de vida floresta úmida tropical premontana - porção centro-leste, floresta úmida subtropical basal - oeste, correspondente ao pantanal sul-mato-grossense, e sul do estado (38,99% da área do estado) - e pequena área de transição entre a floresta úmida subtropical basal e a floresta seca - noroeste do estado, o que pode ser explicado por meio do comportamento dos valores de biotemperatura e precipitação relativamente elevados (IVASKO JÚNIOR *et al.*, 2021).

2.2 Uso e ocupação do solo

O estado tem elevada concentração demográfica em seu território, mais de 63% do seu contingente populacional reside em apenas 11 municípios (com mais de 40.000 habitantes), ocupando extensão territorial de 133.269 km² e residindo, 1.740.849 pessoas (13,06 hab/km²). Por outro lado, 47 municípios têm população residente inferior a 20.000 pessoas, com uma área total de 140.987 km² (39,48% da área territorial do Estado), com 460.209 habitantes, ou seja, 17% da população estadual (3,26 hab/km²). Com posição intermediária quanto ao tamanho populacional – superior a 20.000 e inferior a 40.000 habitantes -, em 21 municípios de Mato Grosso do Sul (82.884 km² ou 23,21% do território estadual) reside 20% da sua população, ou 555.955 habitantes (6,71 hab/km²) (IBGE, 2022).

Além da elevada concentração populacional em poucos municípios, apresenta grandes vazios demográficos ao longo de seu espaço geográfico, principalmente se considerar que 63% do seu território tem ocupação demográfica abaixo de 4,55 hab/km² (IBGE, 2022).

Ademais, considerando a participação na formação do Produto Interno Bruto (PIB) dos municípios no estado, as cinco maiores economias municipais, em 2020, detinham 49% da riqueza gerada e 51% da população (IBGE, 2022).

3. DESCRIÇÃO DAS FONTES DE POLUIÇÃO DO AR

As fontes de poluição atmosférica são entendidas como qualquer processo natural ou antropogênico que possa liberar ou emitir matéria ou energia para a atmosfera, tornando-a contaminada ou poluída. Temos, assim:

- *Emissões naturais* - spray marinho, erupções vulcânicas (ex: um vulcão em erupção emite particulado e gases, como H_2S , SO_2 e metano, que podem impactar o ambiente, mesmo a distâncias consideráveis da fonte vulcânica), ação do vento, causando ressuspensão de poeira do solo e de areia, ação biológica de microrganismos no solo, formação de metano principalmente nos pântanos, aerossóis marinhos, descargas elétricas na atmosfera, dando origem ao ozônio, incêndios florestais naturais que lançam grandes quantidades de material particulado (fumaça e cinzas), dióxido de carbono (CO_2), monóxido de carbono (CO), hidrocarbonetos (HC) e óxidos de nitrogênio (NO_x) (BOUBEL *et al.*, 1994).
- *Emissões antropogênicas* - diversos processos e operações industriais, a queima de combustível na indústria e para fins de transporte nos veículos a gasolina, a álcool, a diesel ou a qualquer outro tipo de combustível e para aquecimento em geral e cozimento de alimentos, queimadas, queima de lixo ao ar livre, incineração de lixo, limpeza de roupas a seco, poeiras provocadas pela movimentação de veículos, principalmente em vias sem pavimentação, poeiras provenientes de demolições na construção civil e de movimentações de terra em geral, comercialização e armazenamento de produtos voláteis como gasolina e solventes, equipamentos de refrigeração e ar condicionado e embalagens tipo “aerossol”, pintura em geral, estações de tratamento de esgotos domésticos e industriais e aterros de resíduos (BOUBEL *et al.*, 1994).

Dentre as diversas fontes antropogênicas, os veículos automotores e os processos industriais destacam-se como as principais fontes de poluição atmosférica, principalmente nos grandes centros urbanos. As fontes veiculares são as de mais difícil controle devido à sua grande dispersão. Os processos industriais podem apresentar grande relevância e resultar em maior impacto ambiental localizado. Entretanto, pode-se prevenir ou controlar tais fontes com mais facilidade e eficácia do que as emissões dos veículos automotores.

Cada fonte industrial de poluição atmosférica apresenta características específicas, pois a quantidade e o tipo de poluente emitido dependem de vários fatores, entre os quais podem ser citados: as matérias-primas e combustíveis utilizados no processo, os produtos fabricados, o próprio processo e suas operações, a eficiência do processo e as medidas de controle adotadas (DERÍSIO, 2007). Entretanto, em um veículo automotor, tem-se a emissão de gases e partículas pelo sistema de escape e de partículas originadas do desgaste de pneus e freios. As emissões desses poluentes variam em função de um número elevado de fatores, com destaque para:

- as características de frota: composição, ano/modelo;
- o tipo e composição do combustível, poluente e tecnologia de alimentação;
- as características do sistema de tráfego local;
- a densidade do fluxo de tráfego;
- o modo de operação/velocidade de tráfego;
- a regulagem e manutenção;
- o traçado da via.

Outro tipo de emissão, que está diretamente associado com o uso de veículos, é a emissão de vapores de combustíveis, que ocorre por ocasião do abastecimento do veículo, devido à saída para a atmosfera dos vapores formados no tanque de combustível (COSTA, 2002).

4. DESCRIÇÃO DA REDE E POLUENTES ATMOSFÉRICOS MONITORADOS

Entre 2022 e 2023, a Rede de Monitoramento da Qualidade do Ar do Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul (Imasul) era composta por redes automáticas e semiautomáticas de monitoramento por amostrador de grandes volumes (Hi-Vol). Todas as estações são operadas e mantidas pelos empreendimentos privados e transmitem os dados em tempo real à central de telemetria ou com envio mensal e/ou semestral de planilhas eletrônicas para alimentar o banco de dados do Imasul, responsável por acompanhar e gerenciar os resultados.

A rede automática é composta por três estações que realizam medições contínuas (horárias) das concentrações dos poluentes dispersos no ar e dos parâmetros meteorológicos. Os valores obtidos são transmitidos on-line para a central de telemetria do Imasul e armazenados no *database* do próprio instituto. Todos os dados são oriundos de estações privadas pertencentes aos principais empreendimentos industriais e de infraestrutura com potencial poluidor significativo, definidas e implantadas por exigência do licenciamento ambiental. As estações pertencem aos empreendimentos da Eldorado Brasil, Petrobrás e Suzano S.A..

A rede semiautomática (Hi-Vol) é composta por nove estações que monitoram a concentração do material particulado em suspensão na atmosfera. As estações dessa rede são visitadas regularmente pelos técnicos das empresas, mas em períodos distintos para cada empreendimento, que fazem a aferição, programação e troca dos filtros amostrados. Os filtros são pesados, a concentração de material particulado é calculada, e os resultados encaminhados para o Imasul em formato de planilha eletrônica.

A gestão do monitoramento da qualidade do ar está ligada às áreas de influência direta e indireta de empreendimentos de grande potencial poluidor, sendo, assim, direcionadas para o

monitoramento de locais cuja qualidade do ar é impactada pelas emissões de poluentes atmosféricos proveniente dessas operações.

A localização das estações que compõem a rede de monitoramento é definida de acordo com condições logísticas. Esse posicionamento segue critérios mínimos de acordo com as características físicas de cada região, visto que a área de abrangência da informação gerada dependerá de uma adequada localização do ponto de amostragem.

A apresentação dos dados coletados e validados são disponibilizados pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) por meio do site <https://monitorar.mma.gov.br/onboarding>. Entretanto, apenas os dados das estações automáticas estão disponibilizados em tempo real para a população.

5. REPRESENTAÇÃO ESPACIAL DAS ESTAÇÕES

Para melhor compreensão da disposição e localização da Rede de Monitoramento da Qualidade do Ar de MS, as estações são apresentadas em forma de mapas com suas localizações dentro dos limites municipais. Vale destacar que os municípios de Corumbá e Ladário são muito próximos e podem gerar certa dúvida com uma leitura rápida. Entretanto, apenas a estação da empresa Granha Ligas encontra-se no município de Ladário (Figura 04). As coordenadas geográficas das estações estão descritas nas Tabelas 01 e 05, bem como os parâmetros analisados.

Figura 01. Municípios de Mato Grosso do Sul com estações de monitoramento da qualidade do ar automáticas ou semiautomáticas.

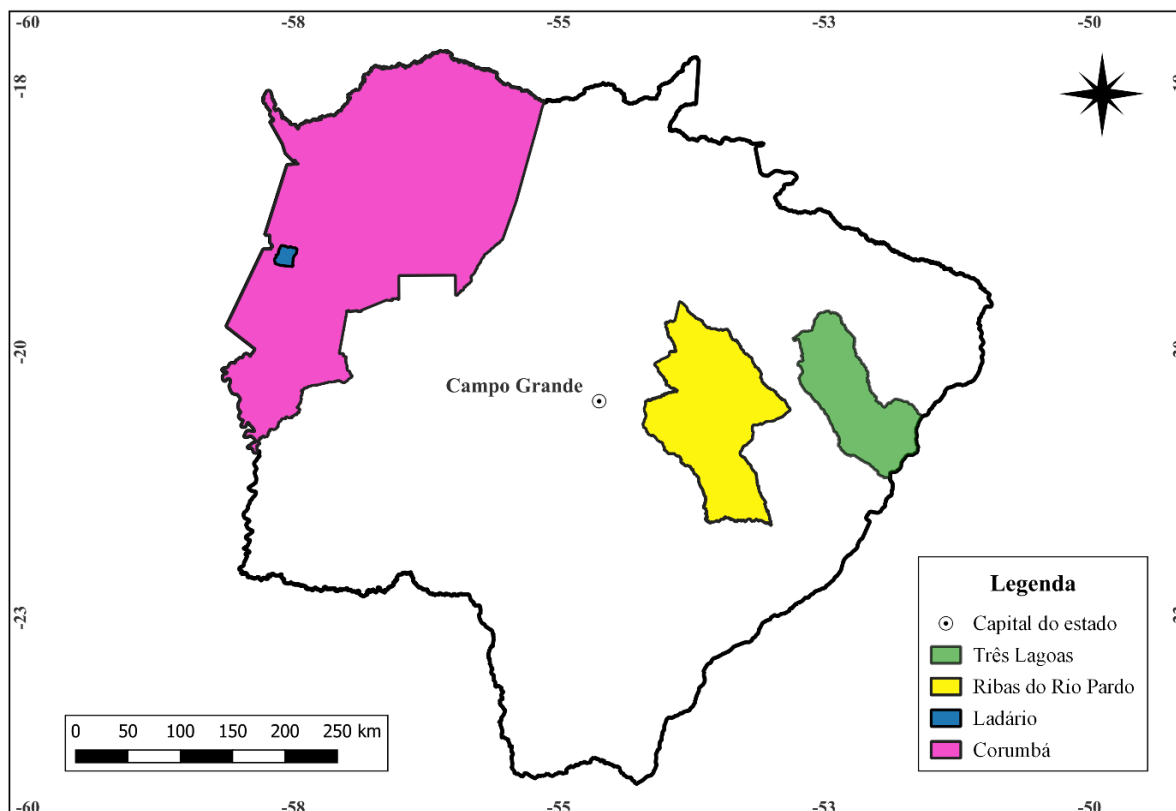


Figura 02. Estações automáticas de monitoramento da qualidade do ar no município de Três Lagoas, MS.

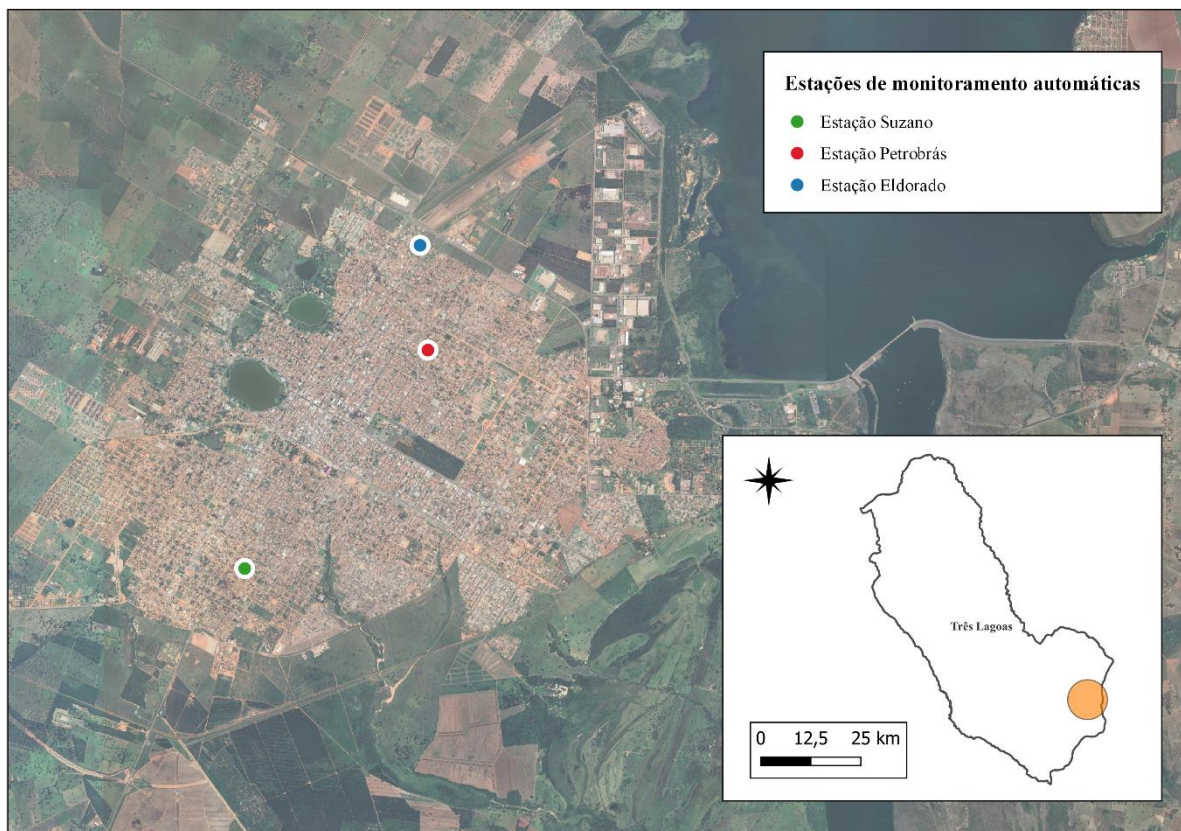


Figura 03. Estações semiautomáticas de monitoramento da qualidade do ar no município de Ribas do Rio Pardo, MS.

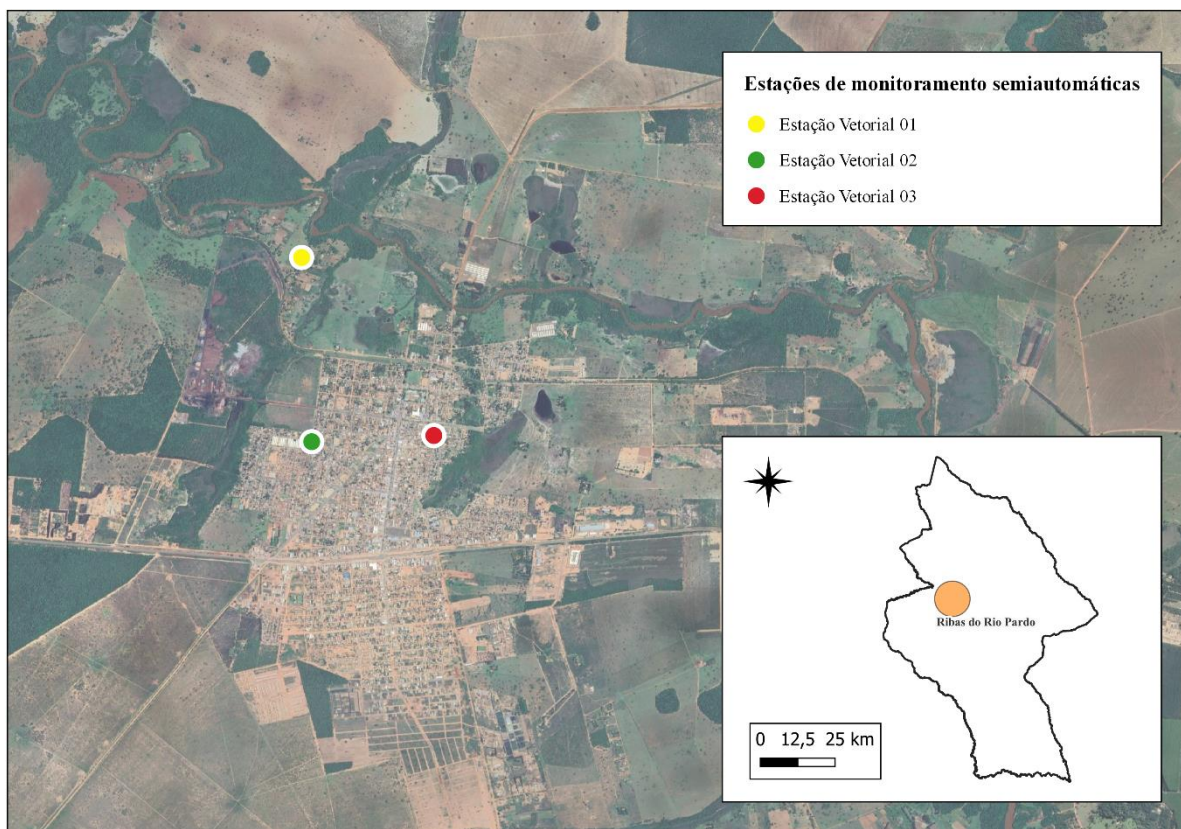
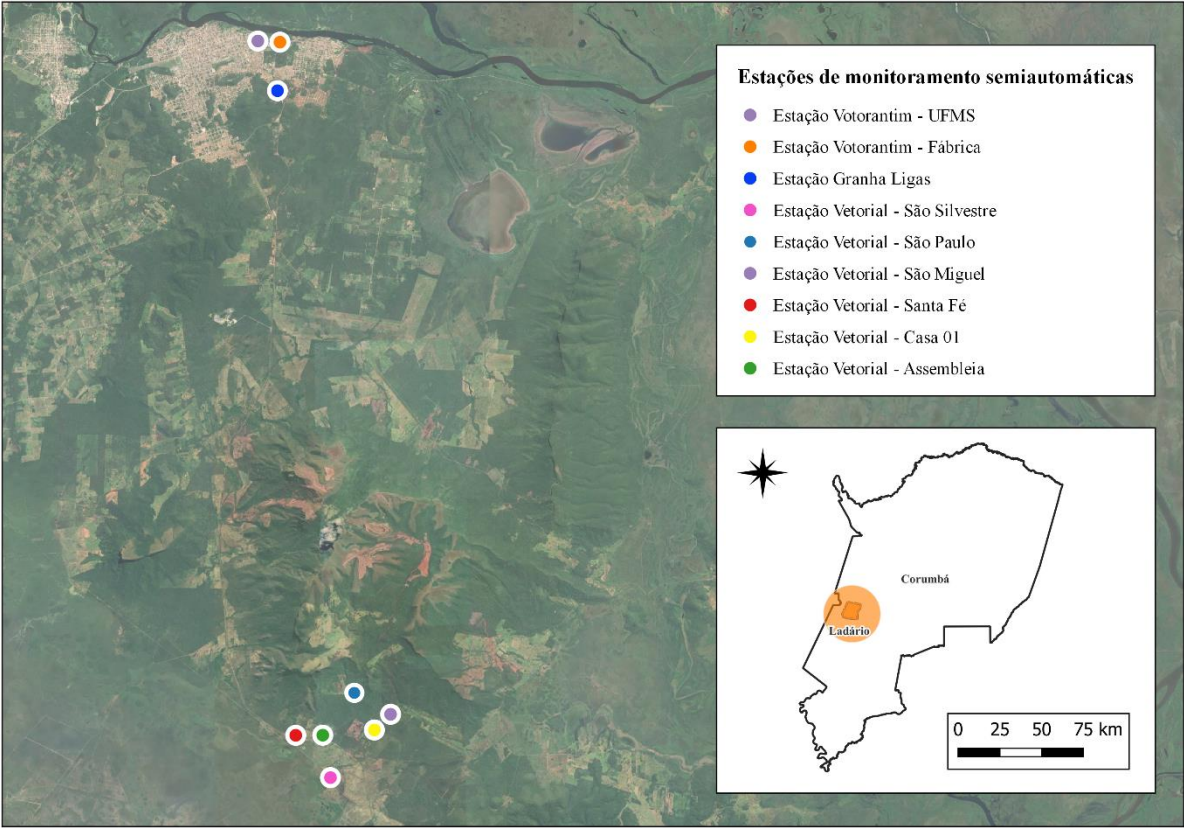


Figura 04. Estações semiautomáticas de monitoramento da qualidade do ar nos municípios de Corumbá e Ladário, MS.



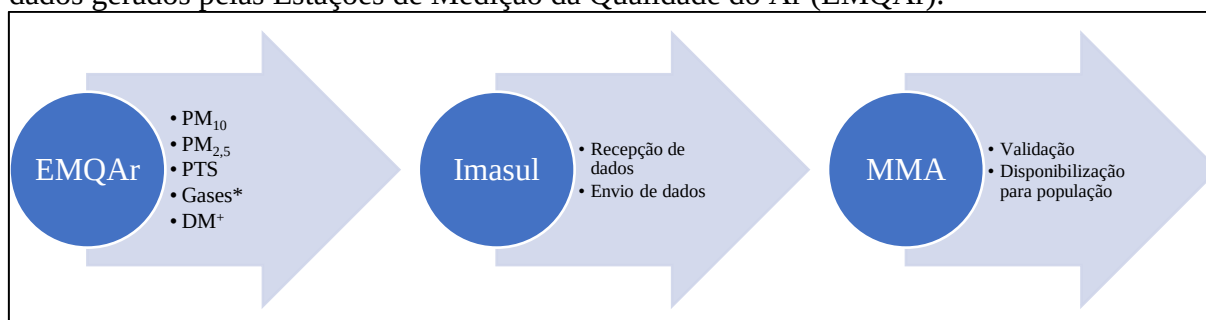
6. TIPOS DE REDE E PARÂMETROS MONITORADOS

6.1 Rede Automática

A rede automática de monitoramento da qualidade do ar no período de 2022 a 2023 operou três estações automáticas (todas privadas) distribuídas na cidade de Três Lagoas, MS.

As estações da rede automática têm como características a capacidade de processar na forma de médias horárias, no próprio local, on-line e em tempo real, a concentração dos parâmetros de qualidade do ar e meteorológicos. Essas médias são transmitidas para a central de telemetria e armazenadas em servidor de banco de dados. Posteriormente e de forma automática, os dados são enviados para o Ministério do Meio Ambiente (MMA) e disponibilizados para população (<https://monitorar.mma.gov.br/onboarding>). A Figura 05 apresenta de forma simplificada o processo.

Figura 05. Representação esquemática da captação, envio, tratamento de disponibilidade dos dados gerados pelas Estações de Medição da Qualidade do Ar (EMQAr).



*SO₂, H₂S, NO₂, NO, NO_x, CO, O₃, TRS. *Dados meteorológicos (Temperatura; Umidade Relativa; Velocidade Escalar do Vento; Direção Escalar do Vento; Precipitação; Pressão Atmosférica)

As estações da rede automática dessas regiões monitoram os parâmetros de qualidade do ar e meteorológicos descritos na Tabela 01. Os parâmetros de qualidade do ar analisados e

suas respectivas técnicas de análise estão descritos na Tabela 02, enquanto os parâmetros meteorológicos e os instrumentos utilizados para medição estão listados na Tabela 03.

Tabela 01. Parâmetros e localização das estações automáticas.

Município	Estação	Coordenadas	Parâmetros Monitorados	
			Poluentes*	Meteorológicos [#]
Três Lagoas	Eldorado	-20.763459° -51.693204°	PTS, PM ₁₀ , PM _{2,5} , SO ₂ , H ₂ S, NO ₂ , NO, NO _x , CO, O ₃	VV, P, DV, PA
	Petrobrás	-20.777988° -51.69212°	O ₃ , CO, NO _x , NO ₂ , NO	T, UR, VV, DV
	Suzano	-20.808282° -51.71752°	CO, SO ₂ , NO ₂ , O ₃ , TRS, PTS, PM ₁₀	VV, P, DV

* PTS: Partículas totais em suspensão; PM₁₀: Material particulado (menor que 10 µm); PM_{2,5}: Material particulado (menor que 2,5 µm); TRS: Compostos reduzidos de enxofre (Total Reduced Sulphur); CO: Monóxido de carbono; SO₂: Dióxido de enxofre; NO₂: Dióxido de nitrogênio; O₃: Ozônio; NO: Monóxido de nitrogênio; NO_x: Óxido de nitrogênio; H₂S: Sulfeto de hidrogênio.

[#] T: Temperatura; UR: Umidade Relativa; VV: Velocidade Escalar do Vento; DV: Direção Escalar do Vento; P: Precipitação; PA: Pressão Atmosférica.

Tabela 02. Parâmetros de qualidade do ar monitorados e métodos de detecção.

Rede	Parâmetro	Método
Rede automática	Partículas Totais em Suspensão - PTS	Absorção de raios beta
	Material Particulado - MP10*	Absorção de raios beta
	Dióxido de enxofre	Fluorescência de pulso (ultravioleta)
	Óxidos de nitrogênio	Quimiluminescência
	Monóxido de carbono	Infravermelho não dispersivo (GFC)
	Ozônio	Fotometria de ultravioleta
	Hidrocarbonetos	Ionização de chama

*Menor que 10 µm.

Tabela 03. Parâmetros meteorológicos e instrumentos de medição.

Rede	Parâmetro	Instrumento
Rede automática	Precipitação	Pluviômetro de balança
	Pressão atmosférica	Barômetro digital
	Radiação Solar	Piranômetro (termopilha)
	Temperatura e umidade	Termohigrômetro (termistor)
	Velocidade e direção do vento	Anemômetros de conchas e hélice são admitidos

Nos anemômetros, os dados de direção do vento estão expressos em graus (°), com a direção do vento observada sempre indicando a origem dos ventos. A Tabela 04 indica os

ângulos e abreviaturas dos principais pontos cardeais utilizados para analisar as direções e quadrantes do vento.

Tabela 04. Ângulo e abreviatura dos principais pontos cardeais.

DIREÇÃO DO VENTO	ABREVIATURA	ÂNGULO (°)
Norte	N	0* ou 360
Nordeste	NE	45
Leste	E	90
Sudeste	SE	135
Sul	S	180
Sudoeste	SWI	225
Oeste	W	270
Nordeste	NW	315

6.2 Rede Semiautomática

A rede semiautomática de monitoramento da qualidade do ar operou 12 estações (todas privadas), nos municípios de Ladário, Corumbá e Ribas do Rio Pardo entre os anos de 2022 e 2023. Essas estações monitoram os parâmetros de qualidade do ar descritos na Tabela 05.

As amostras de material particulado coletadas em Amostradores de Grande Volume (AGVs ou Hi-Vol) são analisadas pelas empresas responsáveis pelo equipamento. Os dados da rede semiautomática ainda não são publicados on-line e não estão disponíveis nesse relatório.

Tabela 05. Parâmetros e localização das Estações semiautomáticas de monitoramento da qualidade do ar.

Município	Estação	Coordenadas	Parâmetros*
Ladário	Granha Ligas	-19.022828° -57.620922°	PTS, PM ₁₀
Corumbá	Votorantim	-19.001990° -57.629138° ¹	PTS
		-19.002482° -57.619886° ²	PTS
	Vetorial	-19.283932° -57.573523° ³	PTS
		-19.292669° -57.601945° ⁴	PTS
		-19.310456° -57.598707° ⁵	PTS
		-19.274955° -57.588719° ⁶	PTS
		-19.292731° -57.613252° ⁷	PTS
		-19.290498° -57.580313° ⁸	PTS
Ribas do Rio Pardo	Vetorial	-20.433155° -53.767198° ⁹	PTS
		-20.447981° -53.766387° ¹⁰	PTS
		-20.447483° -53.756565° ¹¹	PTS

*PTS: Partículas Totais em Suspensão; MP₁₀: Material particulado menor que 10 µm.

1. Estação Votorantim - UFMS; 2. Estação Votorantim - Fábrica; 3. Estação São Miguel; 4. Estação Assembleia; 5. Estação São Silvestre; 6. Estação São Paulo; 7. Estação Santa Fé; 8. Estação Casa 1; 9. Estação Vetorial 01; 10. Estação Vetorial 02; 11. Estação Vetorial 03.

7. METODOLOGIA DE MONITORAMENTO

Com o objetivo de caracterizar a qualidade do ar nas áreas de cobertura das estações para os anos de 2022 e 2023, foram avaliados os resultados de concentração dos poluentes monitorados e as características meteorológicas das regiões nesse período.

As avaliações sobre as concentrações de poluentes atmosféricos são apresentadas separadamente para cada estação, incluindo as características climatológicas e condições meteorológicas obtidas nos anos de 2022 e 2023.

As condições meteorológicas foram avaliadas a partir dos dados gerados pela rede de estações automáticas. As variáveis de temperatura e umidade relativa do ar são apresentadas em forma de máximas e mínimas extremas, e de médias mensais. Para a direção e velocidade do vento, elas são expressas por meio da rosa-dos-ventos sazonais.

8. METODOLOGIA DE TRATAMENTO DOS DADOS

A análise da qualidade do ar objeto deste Relatório foi realizada a partir da comparação dos dados de concentração monitorados com os padrões de qualidade do ar estabelecidos pela Resolução Conama nº 491/ 2018.

Os padrões são divididos de acordo com o tempo de exposição a cada poluente e seu risco potencial à saúde da população, podendo ser caracterizados como indicadores de curto período e de longo período de exposição (Tabela 06). Os resultados do monitoramento são apresentados individualmente, por estação, tempo de exposição e poluente.

Tabela 06: Padrões de qualidade do ar estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 491/2018.

POLUENTE	Período de Referência	PI - 1	PI-2	PI-3	PF	
		(µg/m3)	(µg/m3)	(µg/m3)	(µg/m3)	ppm
Partículas Totais em Suspensão	24 horas	-	-	-	240	-
	Anual ⁴	-	-	-	80	-
Partículas Inaláveis - MP ₁₀	24 horas	120	100	75	50	-
	Anual ¹	40	35	30	20	-
Partículas Inaláveis - MP _{2,5}	24 horas	60	50	37	25	-
	Anual ¹	20	17	15	10	-
Dióxido de Enxofre	24 horas	125	50	30	20	-
	Anual ¹	40	30	20	-	-
Dióxido de Nitrogênio	1 hora ²	260	240	220	200	-
	Anual ¹	60	50	45	40	-
Monóxido de Carbono	8 horas ³	-	-	-	-	9
Ozônio	8 horas ³	140	130	100	100	-

1: Média aritmética anual; 2: Média horária; 3: Máxima média móvel obtida no dia; 4: Média geométrica anual. PI: Padrão de qualidade do ar intermediário; PF: Padrão de qualidade do ar final.

9. REPRESENTAÇÃO DE DADOS

A representatividade dos dados é calculada para as médias horárias, diárias, mensais e anuais. O não atendimento a esses critérios para uma determinada estação ou período significa que as falhas de medição ocorridas comprometem a interpretação do resultado obtido. Os critérios de representatividade de dados utilizados e considerados para a elaboração deste relatório são apresentados na Tabelas 07 para todas as redes (automáticas e semiautomáticas).

Tabela 07: Critério de Validação dos dados das redes automática e semiautomática.

Representatividade dos dados	
Média anual	$\frac{1}{2}$ das médias diárias válidas para os quadrimestres janeiro-abril, maio-agosto e setembro-dezembro.
Média mensal	$\frac{2}{3}$ das médias diárias válidas no mês.
Média diária	$\frac{2}{3}$ das médias horárias válidas no dia.
Média horária	$\frac{3}{4}$ das medidas válidas na hora (apenas rede automática).

10. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS QUANTO AOS POLUENTES

Nas análises deste relatório, foram apresentados os resultados de concentração monitorados pelas estações que atenderam ao critério mínimo de $\frac{3}{4}$ de dados válidos nos anos de 2022 e 2023. Apenas com a finalidade de ilustrar um maior número de informações obtidas pelas redes de estações, são apresentados também os dados das estações que atenderam a uma representatividade entre $\frac{1}{2}$ e $\frac{3}{4}$ da série de dados válidos. Além disso, para os poluentes que apresentaram altas máximas concentrações médias durante o ano, também foi apresentada na análise de curto período a segunda concentração máxima média do ano, a fim de aprimorar a investigação dos resultados.

Para a avaliação dos dados de concentração de PTS, PM₁₀, PM_{2,5} e SO₂, são apresentados os resultados divididos em exposição de curto período (concentração média de 24 horas) e de longo período (concentração média anual).

Na avaliação dos resultados de concentração do poluente NO₂, são apresentados os resultados divididos em exposição de curto período (concentração média horária) e de longo período (concentração média anual).

Por fim, para a avaliação dos dados de concentração do poluente CO e do O₃ - poluente secundário formado na atmosfera, a partir de reações fotoquímicas, tendo como precursores para sua formação os óxidos de nitrogênio (NO_x) e os compostos orgânicos voláteis (COV) - são apresentados os resultados em exposição de curto período (concentração média de 8 horas).

11. RESULTADOS

11.1 Meteorologia

11.1.1 Temperatura do ar

A EMQAr da Petrobrás foi a única que forneceu dados de temperatura (Figura 06). As máximas extremas foram de 22°C em novembro e 38°C em setembro de 2022 e 32°C em maio e junho e 41°C em novembro de 2023 (menores e maiores valores por ano, respectivamente).

As médias mensais apresentaram valores entre 15°C em novembro e 28°C em fevereiro de 2022. Em 2023 as médias mensais variaram entre 19°C em junho e 29°C em dezembro (menores e maiores médias por ano, respectivamente).

As temperaturas mínimas extremas ficaram entre 8°C em maio, junho e dezembro e 20°C em fevereiro de 2022. Em 2023 os valores ficaram entre 07°C em julho e 20°C em janeiro e dezembro (menores e maiores valores por ano, respectivamente).

Figura 06. Temperaturas médias e extremas da EMQAr da Petrobrás.



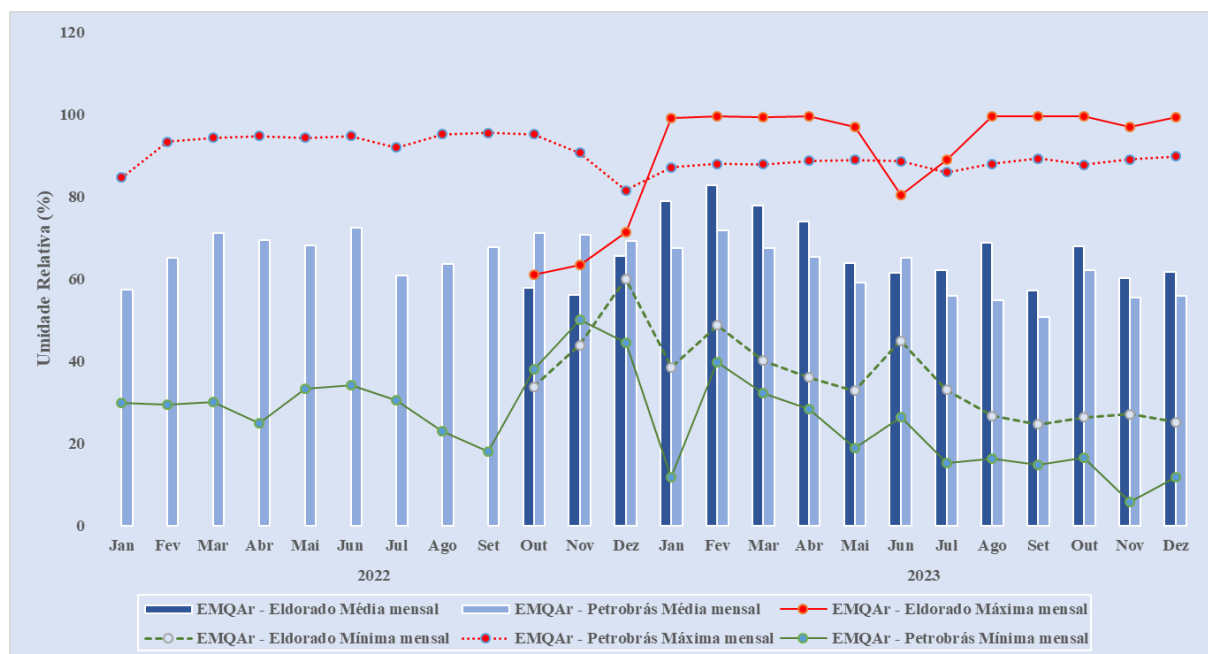
11.1.2 Umidade relativa

As estações que apresentaram dados de umidade relativa do ar foram as EMQAr da Eldorado e EMQAr da Petrobrás (Figura 07). Para a EMQAr da Eldorado, apenas os dados de outubro a dezembro de 2022 continham dados válidos para análise.

As máximas extremas de umidade relativa do ar da EMQAr da Eldorado foram de 71% em dezembro e 61% em outubro de 2022. Em 2023, 97% em novembro e 100% em outubro. As médias mensais da apresentaram valores entre 56% em novembro e 65% em dezembro de 2022. Em 2023, 60% em novembro e 83% em fevereiro. As mínimas extremas ficaram entre 34% em outubro e 60% em dezembro de 2022. Em 2023, 25% em setembro e dezembro e em 49% em fevereiro (menores e maiores valores por ano, respectivamente).

As máximas extremas de umidade relativa do ar da EMQAr da Petrobrás foram de 81% em dezembro de 2022 e 95% em maio, julho, agosto, setembro e outubro. Em 2023, 86% em julho e 90% em dezembro. As médias mensais da apresentaram valores entre 57% em janeiro e 72% em junho de 2022. Em 2023, 51% em setembro e 72% em fevereiro. As mínimas extremas ficaram entre 18% em outubro e 50% em novembro de 2022. Em 2023, seis por cento em novembro e em 40% em fevereiro (menores e maiores valores por ano, respectivamente).

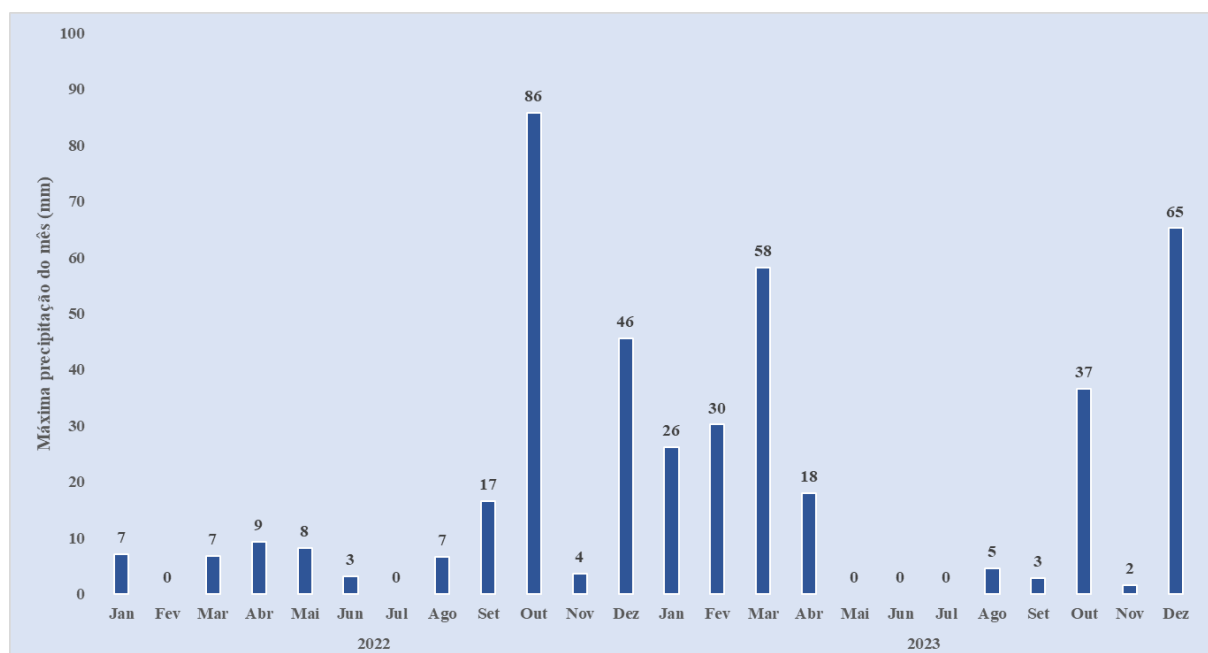
Figura 07. Umidade Relativa - médias mensais e valores extremos - das estações analisadas.



11.1.3 Precipitação

A EMQAr da Eldorado foi a única que forneceu dados de precipitação (Figura 08). As máximas precipitações mensais no ano de 2022 foram zero milímetros em fevereiro e julho e 86 mm em outubro. Em 2023, zero milímetros em maio, junho e julho e 65 mm em dezembro.

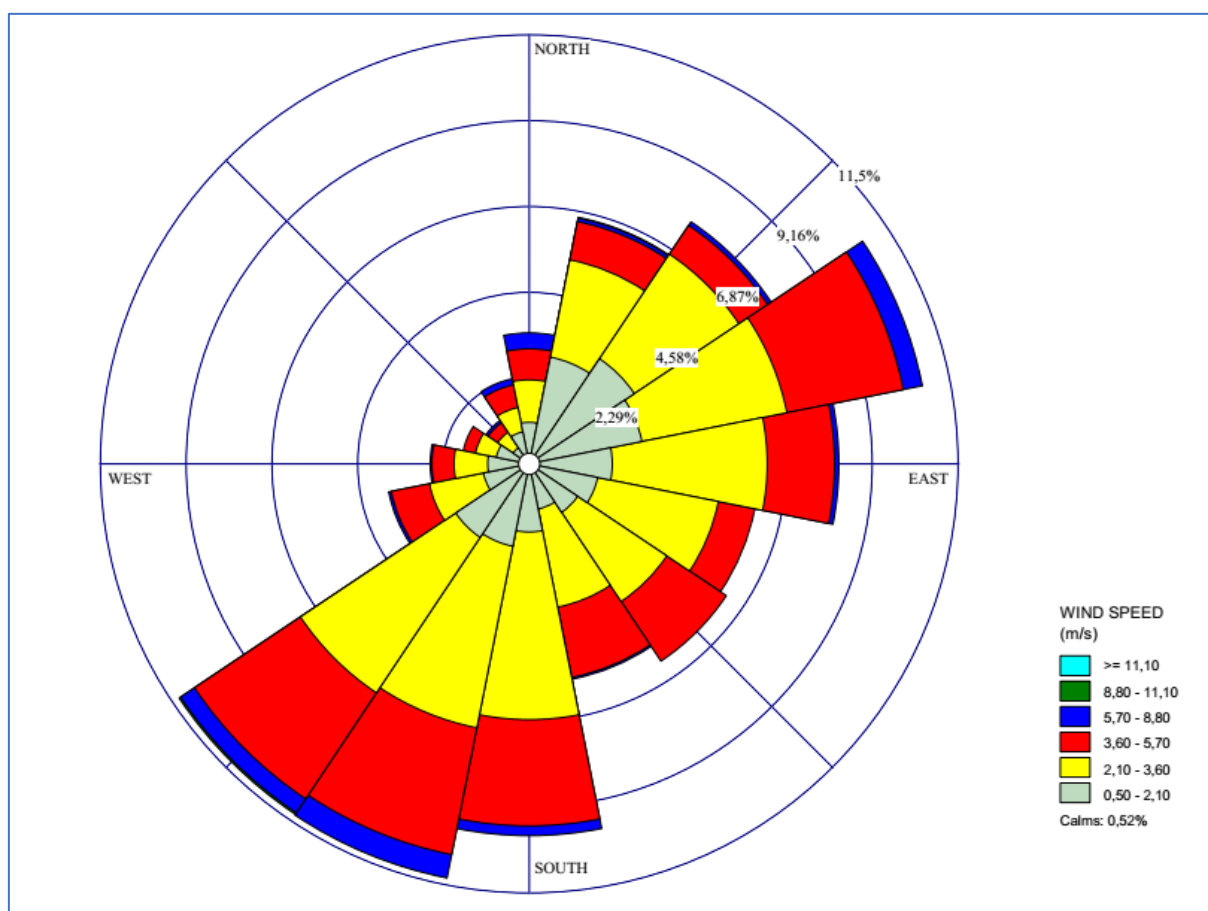
Figura 08. Máximos volumes mensais de precipitação obtidos pela EMQAr da Eldorado.



11.1.4 Direção e velocidade do vento – rosa dos ventos

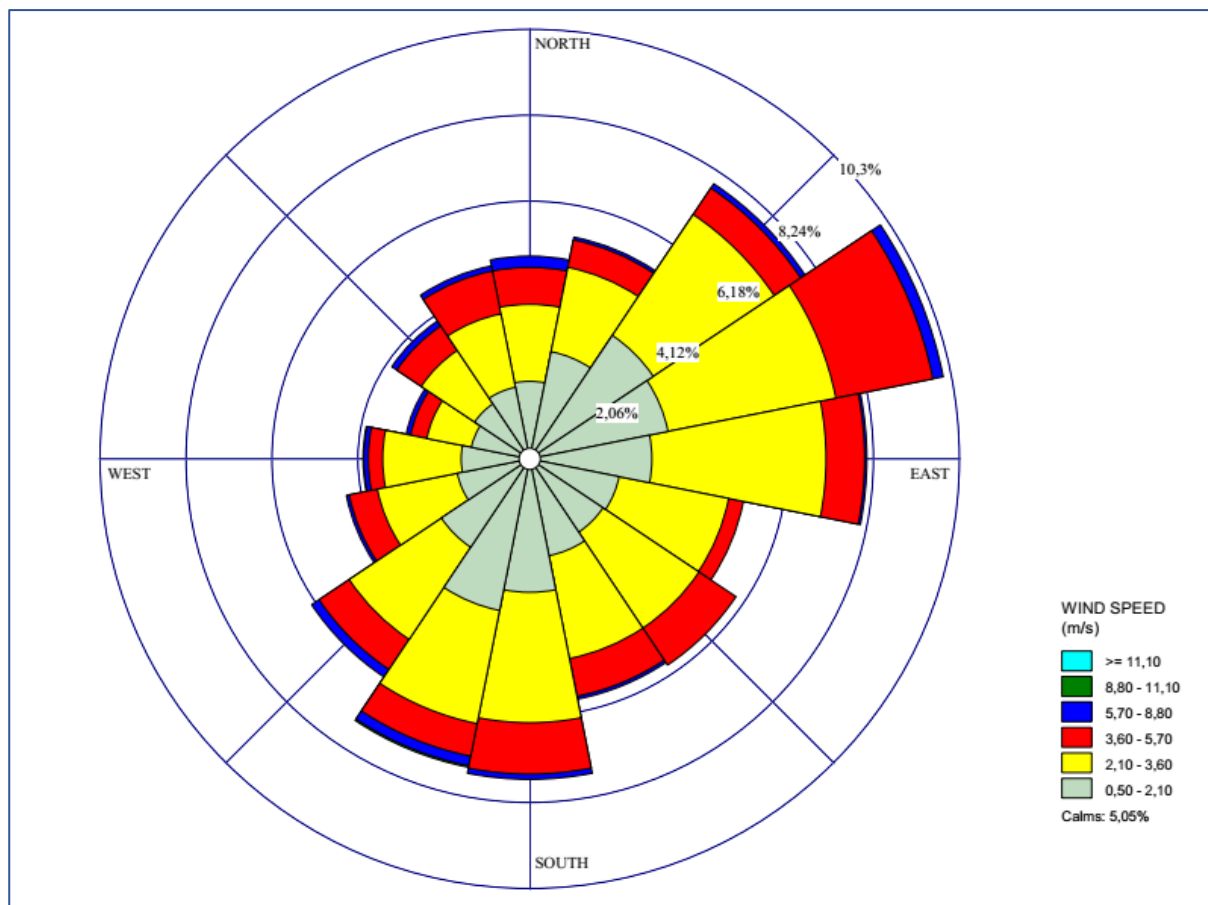
A EMQAr da Eldorado apresentou padrão de direção do vento variado ao longo do ano de 2022 (Figura 09). As direções variaram predominantemente de S-O (maior frequência), seguido por N-L e S-L. Entretanto, as maiores velocidades foram identificadas no sentido SW (velocidades entre 8,8 e 11,1 m/s), SSW e ENE (velocidades entre 5,7 e 8,8 m/s), apresentando calmarias em torno de 0,52% das vezes.

Figura 09. Rosa dos ventos para o ano de 2022 da EMQAr da Eldorado.



Para o ano de 2023 (Figura 10), as direções variaram predominantemente de N-L (maior frequência), seguido de S-O e S-L. As maiores velocidades foram identificadas no sentido ENE, S (velocidades entre 5,7 e 8,8 m/s) e SSW (velocidades iguais ou superiores a 11,1 m/s), apresentando calmarias em torno de 5,05% das vezes.

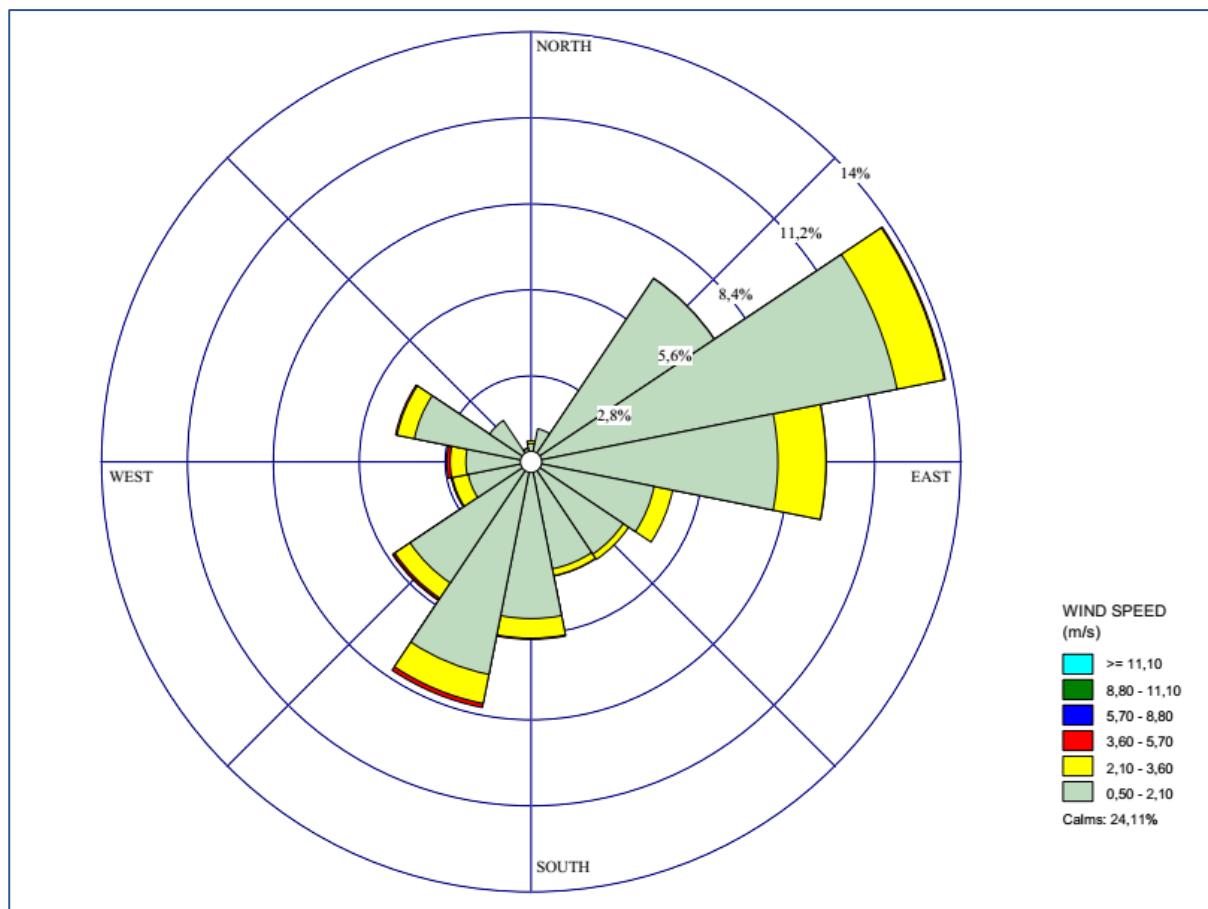
Figura 10. Rosa dos ventos para o ano de 2023 da EMQAr da Eldorado.



A EMQAr da Petrobrás apresentou padrão de direção do vento variado ao longo do ano de 2022 (Figura 11). As direções variaram predominantemente de N-L com maior frequência no sentido NE, seguido por S-O, com maior frequência no sentido SSW e com velocidades máximas entre 3,6 e 5,7 m/s. Também apresentou calmaria em torno de 28,94% das vezes.

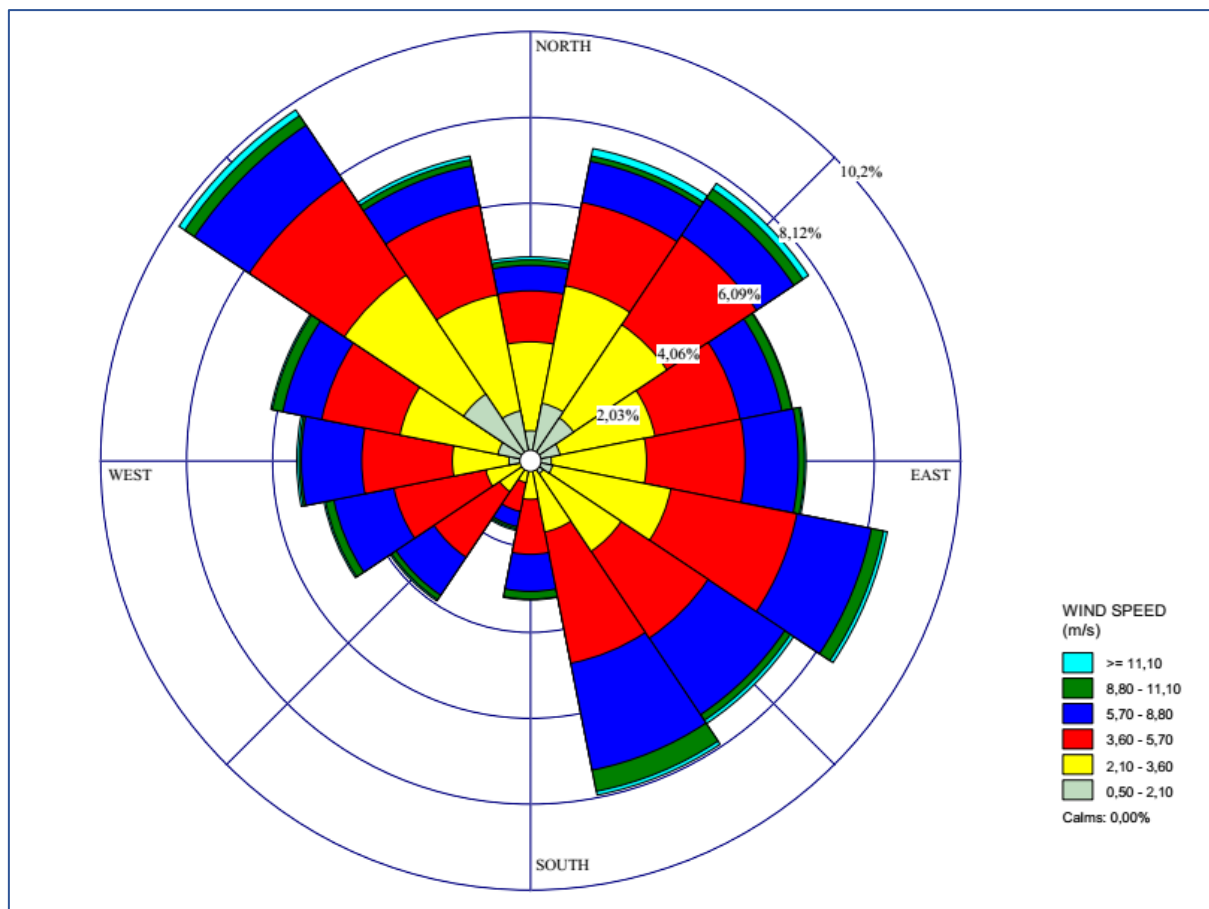
37

Figura 12. Rosa dos ventos para o ano de 2023 da EMQAr da Petrobrás.



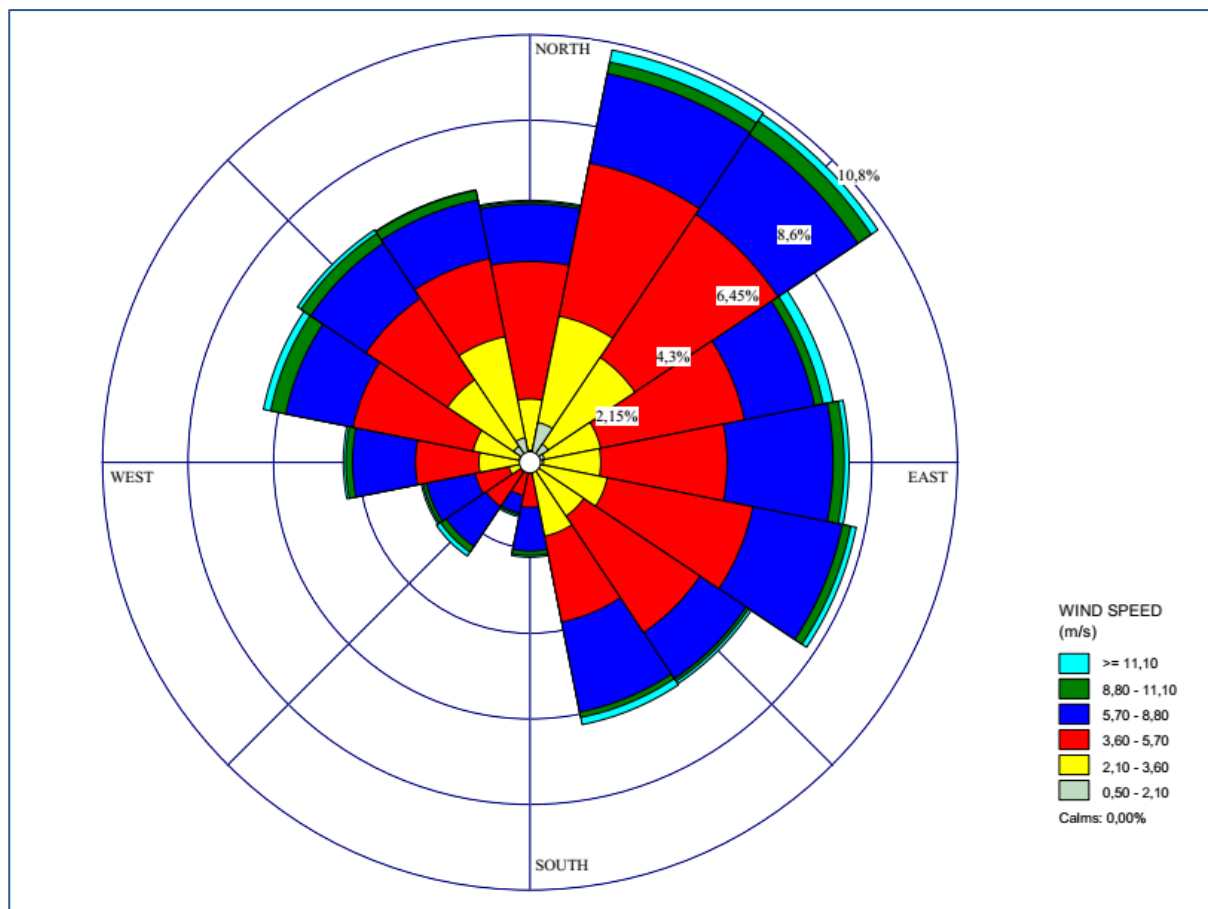
A EMQAr da Suzano apresentou padrão de direção do vento variado ao longo do ano de 2022 (Figura 13). As direções variaram predominantemente de N-O - com maior frequência no sentido NW -, seguido por S-L - com maior frequência no sentido ESE e SSE - e N-L - com maior frequência no sentido NE - com velocidades máximas iguais ou superiores a 11,1 m/s. Não apresentou calmarias.

Figura 13. Rosa dos ventos para o ano de 2022 da EMQAr da Suzano.



Para o ano de 2023, apresentou padrão de direção do vento variado (Figura 14). As direções variaram predominantemente de N-L com maior frequência no sentido NE e NNE, seguido por S-L, com maior frequência no sentido ESSE e N-O, com maior frequência no sentido NW e com velocidades máximas iguais ou superiores a 11,1 m/s. Também não apresentou calmarias.

Figura 14. Rosa dos ventos para o ano de 2023 da EMQAr da Suzano.



11.2 Qualidade do ar

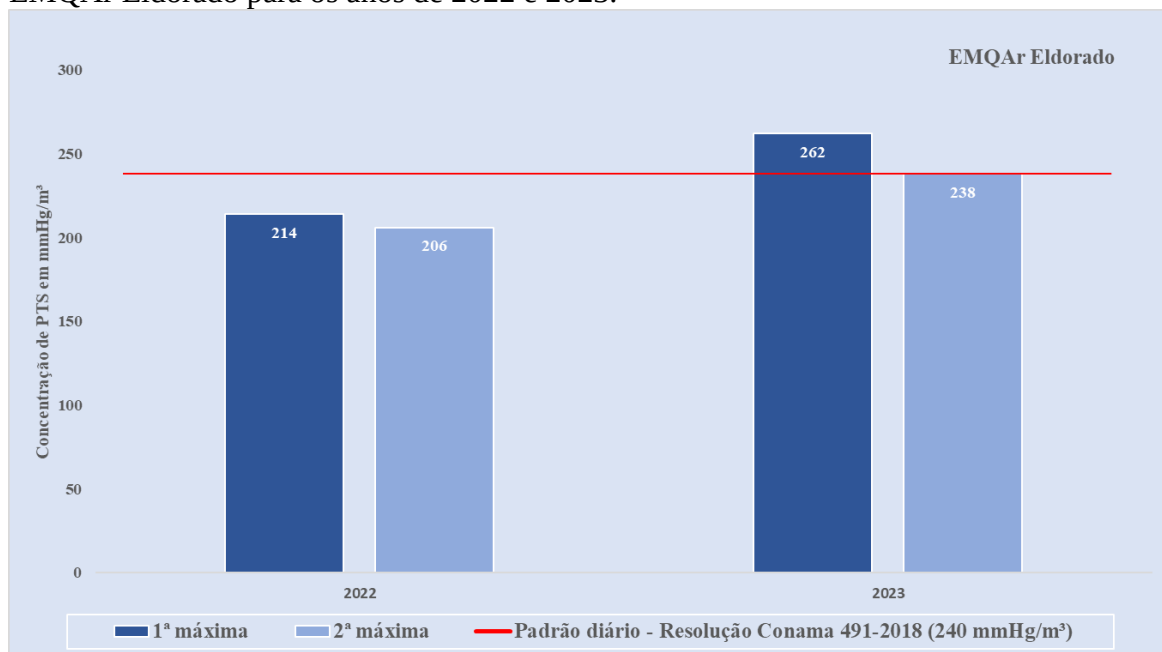
11.2.1 Partículas totais em suspensão (PTS)

11.2.1.1 Exposição de curto período

As comparações das máximas concentrações médias diárias de PTS com o padrão estabelecido pela legislação são apresentadas na Figura 15, com apenas uma ultrapassagem ao padrão de qualidade do ar de curto prazo. A EMQAr Eldorado foi a única a se enquadrar nos critérios de validade de dados.

Em 2022, as máximas concentrações medidas foram iguais a $214 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $206 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e, em 2023, as máximas concentrações medidas foram iguais a $262 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $238 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Figura 15. Máximas concentrações médias diárias (curto período) de PTS monitoradas na EMQAr Eldorado para os anos de 2022 e 2023.

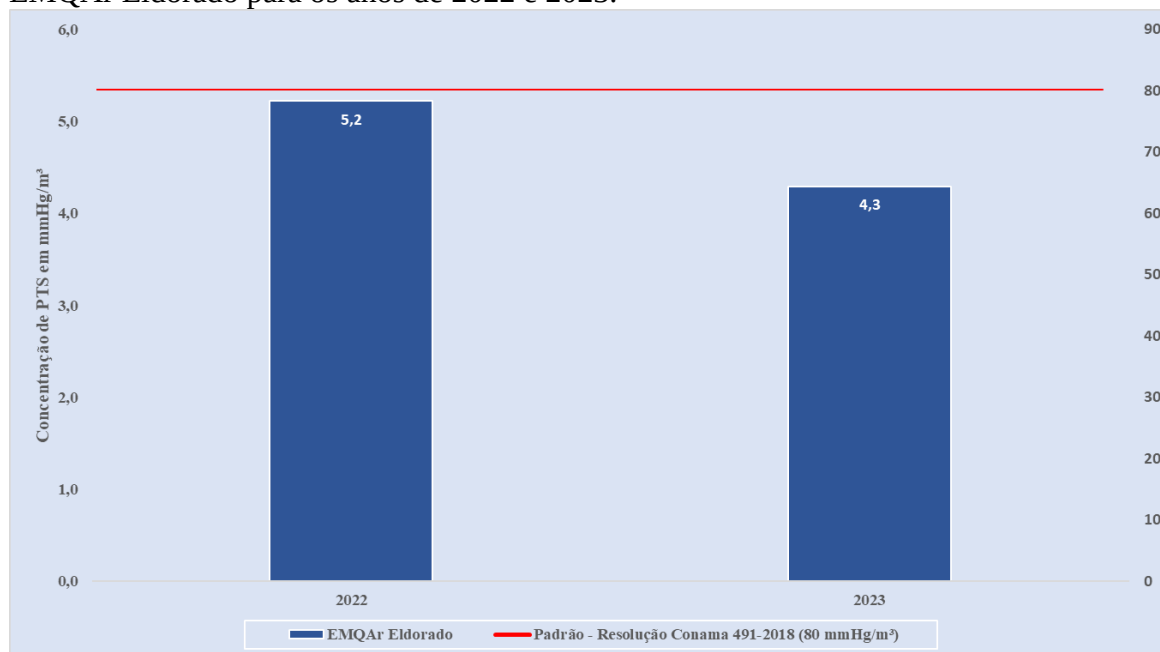


11.2.1.2 Exposição de longo período

As comparações das máximas concentrações médias diárias de PTS com o padrão estabelecido pela legislação são apresentadas na Figura 16, sem ultrapassagem dos limites impostos pela resolução ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$), pois registrou concentrações médias diárias baixas, consolidando médias anuais também baixas. A EMQAr Eldorado foi a única a se enquadrar nos critérios de validade de dados.

Em 2022, a concentração medida foi de $5,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e, em 2023, de $4,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Figura 16. Máximas concentrações médias anuais (longo período) de PTS monitoradas na EMQAr Eldorado para os anos de 2022 e 2023.



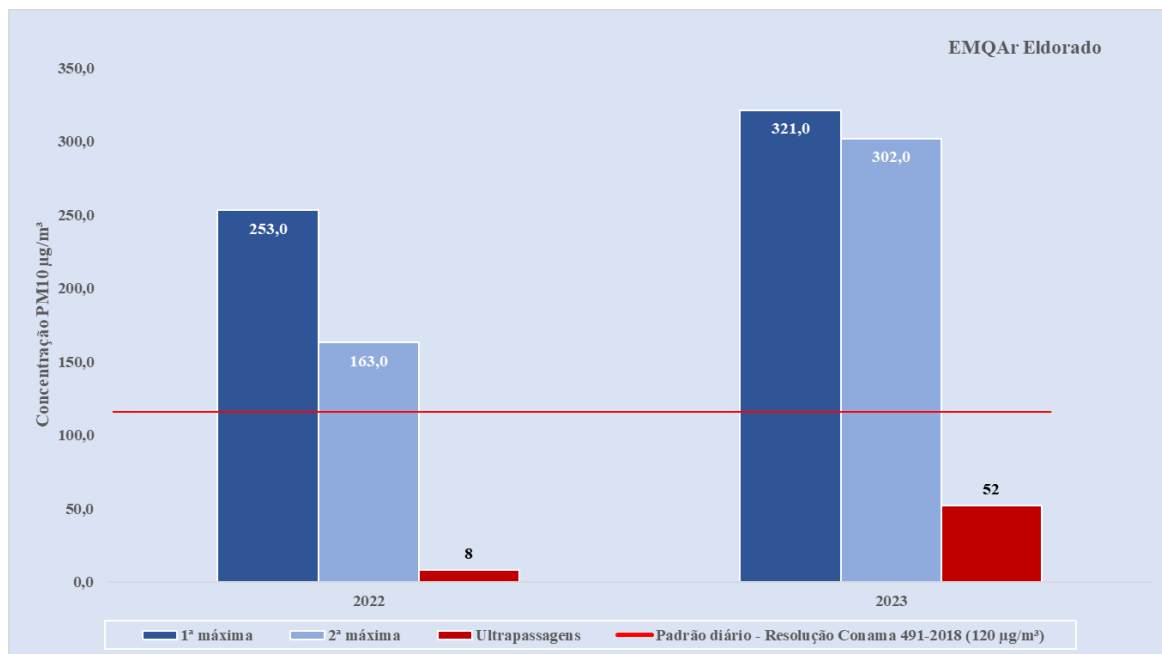
11.2.2 Material particulado (PM₁₀)

11.2.2.1 Exposição de curto período

As comparações das máximas concentrações médias diárias de PM₁₀ com o padrão estabelecido pela legislação são apresentadas na Figura 17, com oito ultrapassagens ao padrão de qualidade do ar de curto prazo no ano de 2022 e 52 ultrapassagens no ano de 2023. A EMQAr Eldorado foi a única a se enquadrar nos critérios de validade de dados.

Em 2022, as máximas concentrações medidas foram iguais a 253 µg/m³ e 163 µg/m³ e, em 2023, as máximas concentrações medidas foram iguais a 321 µg/m³ e 302 µg/m³.

Figura 17. Máximas concentrações médias diárias (curto período) de PM₁₀ monitoradas na EMQAr Eldorado para os anos de 2022 e 2023.

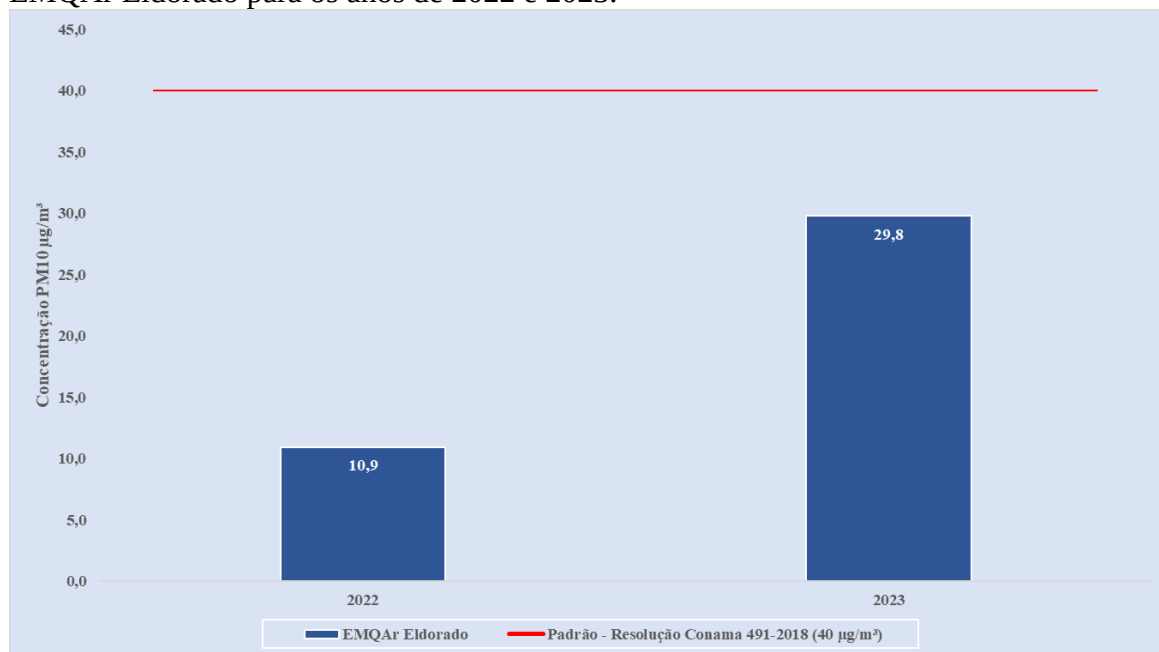


11.2.2.2 Exposição de longo período

As comparações das concentrações médias anuais de PM₁₀ com o padrão estabelecido pela legislação são apresentadas na Figura 18, sem ultrapassagem dos limites impostos pela resolução (40 µg/m³), pois registrou concentrações médias diárias baixas, consolidando médias anuais também baixas. A EMQAr Eldorado foi a única a se enquadrar nos critérios de validade de dados.

Em 2022, a concentração medida foi de 10,9 µg/m³ e, em 2023, de 29,8 µg/m³.

Figura 18. Máximas concentrações médias anuais (longo período) de PM₁₀ monitoradas na EMQAr Eldorado para os anos de 2022 e 2023.



11.2.3 Material particulado (PM_{2,5})

As estações automáticas que monitoraram este parâmetro não tiveram representatividade mínima estipulada (Tabela 07) para uso dos resultados neste relatório.

11.2.4 Dióxido de enxofre (SO₂)

11.2.4.1 Exposição de curto período

As comparações das máximas concentrações médias diárias de SO₂ com o padrão estabelecido pela legislação são apresentadas na Figura 19, sem ultrapassagens ao padrão de qualidade do ar de curto prazo no ano de 2022 e de 2023. A EMQAr Eldorado foi a única a se enquadrar nos critérios de validade de dados.

Em 2022, as máximas concentrações medidas foram iguais a 59,1 µg/m³ e 59 µg/m³ e, em 2023, as máximas concentrações medidas foram iguais a 59,1 µg/m³ e 59 µg/m³.

Figura 19. Máximas concentrações médias diárias (curto período) de SO₂ monitoradas na EMQAr Eldorado para os anos de 2022 e 2023.

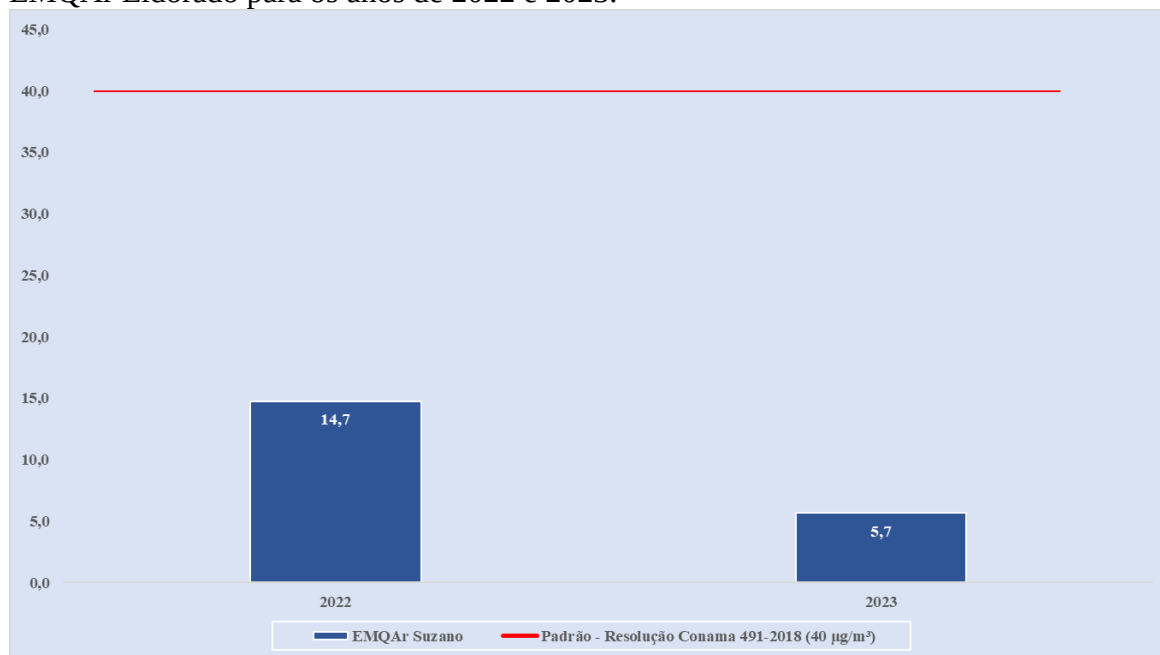


11.2.4.2 Exposição de longo período

As comparações das concentrações médias anuais de SO₂ com o padrão estabelecido pela legislação são apresentadas na Figura 20, sem ultrapassagem dos limites impostos pela resolução (40 µg/m³), pois registrou concentrações médias diárias baixas, consolidando médias anuais também baixas. A EMQAr Eldorado foi a única a se enquadrar nos critérios de validade de dados.

Em 2022, a concentração medida foi de 14,7 µg/m³ e, em 2023, de 5,7 µg/m³.

Figura 20. Máximas concentrações médias anuais (longo período) de SO₂ monitoradas na EMQAr Eldorado para os anos de 2022 e 2023.



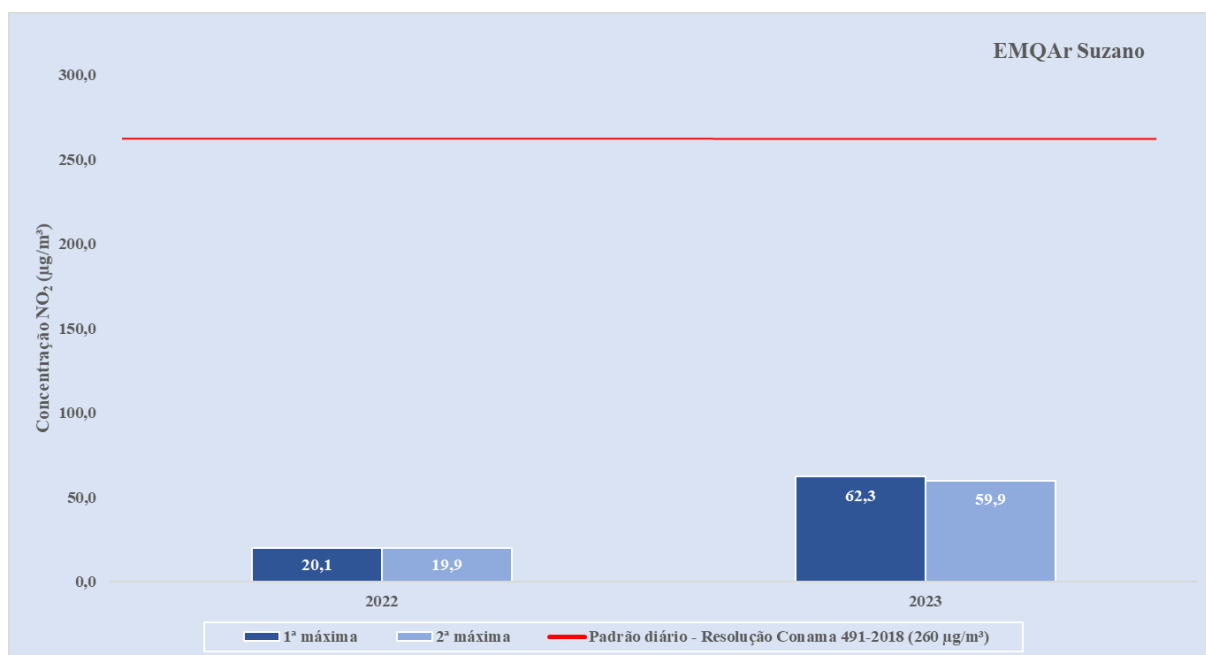
11.2.5 Dióxido de nitrogênio (NO₂)

11.2.5.1 Exposição de curto período

As comparações das máximas concentrações médias diárias de NO₂ com o padrão estabelecido pela legislação são apresentadas na Figura 21, sem ultrapassagens ao padrão de qualidade do ar de curto prazo no ano de 2022 e de 2023. A EMQAr Eldorado foi a única a se enquadrar nos critérios de validade de dados.

Em 2022, as máximas concentrações medidas foram iguais a 21,1 µg/m³ e 19,9 µg/m³ e, em 2023, as máximas concentrações medidas foram iguais a 62,3 µg/m³ e 59,9 µg/m³.

Figura 21. Máximas concentrações médias diárias (curto período) de NO₂ monitoradas na EMQAr Eldorado para os anos de 2022 e 2023.

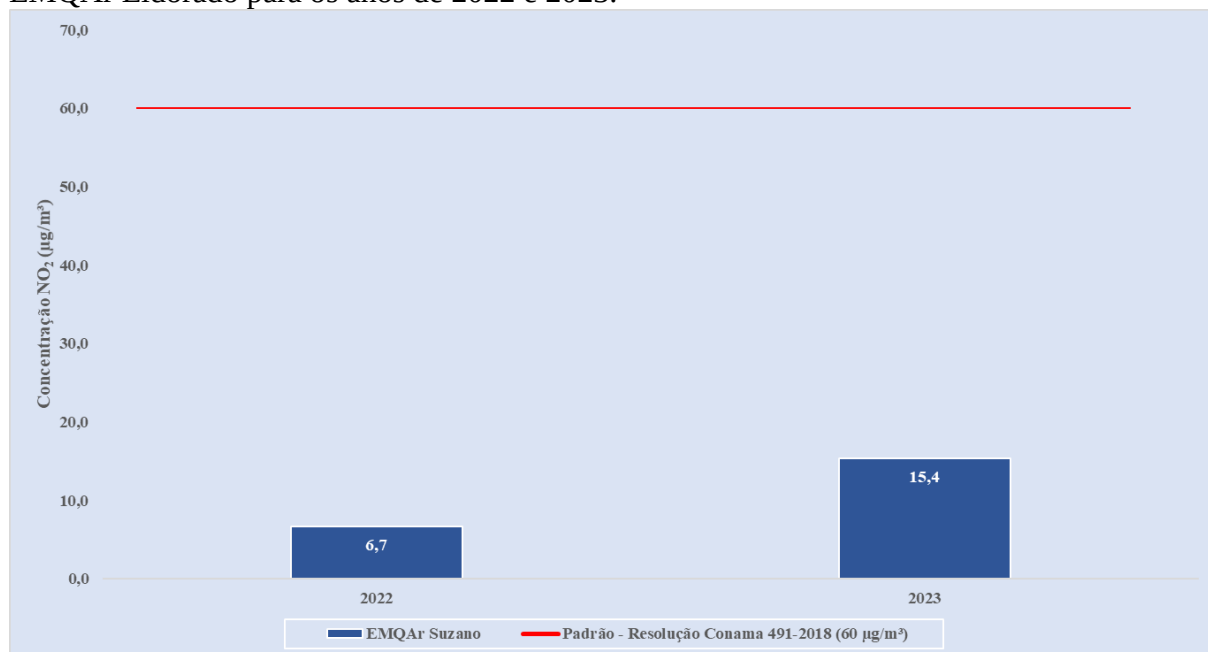


11.2.5.2 Exposição de longo período

As comparações das concentrações médias anuais de NO₂ com o padrão estabelecido pela legislação são apresentadas na Figura 22, sem ultrapassagem dos limites impostos pela resolução (60 µg/m³), pois registrou concentrações médias diárias baixas, consolidando médias anuais também baixas. A EMQAr Eldorado foi a única a se enquadrar nos critérios de validade de dados.

Em 2022, a concentração medida foi de 6,7 µg/m³ e, em 2023, de 15,4 µg/m³.

Figura 22. Máximas concentrações médias anuais (longo período) de NO₂ monitoradas na EMQAr Eldorado para os anos de 2022 e 2023.



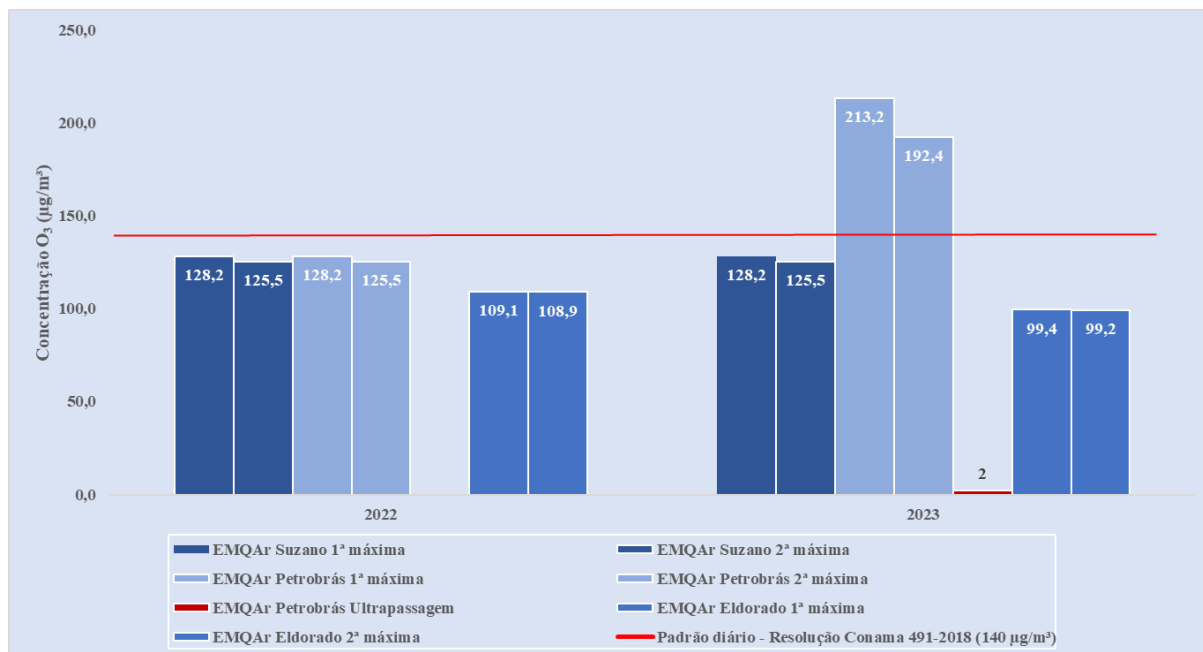
11.2.6 Ozônio (O₃)

11.2.6.1 Exposição de curto período

As comparações das concentrações médias de 8 horas de O₃ com o padrão estabelecido pela legislação são apresentadas na Figura 23.

As maiores concentrações e com ultrapassagens ao padrão ocorreram EMQAr Petrobrás, sendo ambas no ano de 2023. Entretanto, diante das complexas interações químicas e meteorológicas envolvidas na formação e transporte de O₃, não é possível deduzir se o nível desse poluente está ligado somente aos seus precursores (NO_x e Compostos Orgânicos Voláteis – COV) ou às condições meteorológicas de transporte pelo ar atmosférico.

Figura 23. Máximas concentrações médias de 08 horas de O₃ monitoradas na EMQAr Eldorado para os anos de 2022 e 2023.



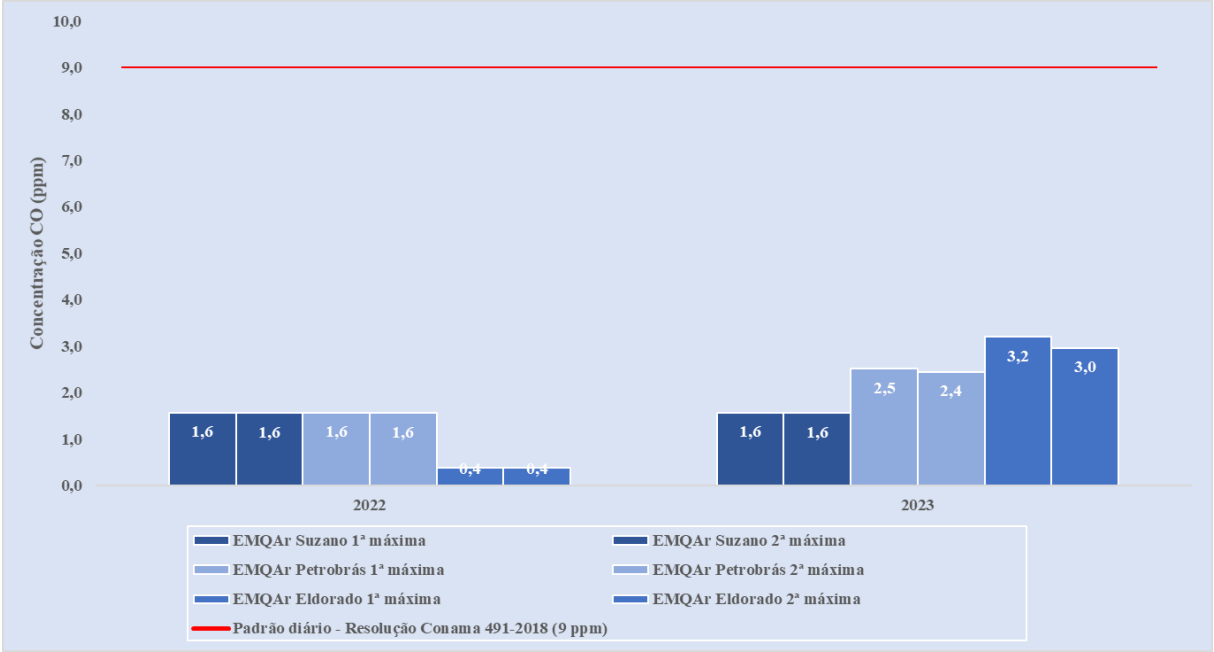
11.2.7 Monóxido de carbono (CO)

11.2.7.1 Exposição de curto período

As comparações das concentrações médias de 8 horas de CO com o padrão estabelecido pela legislação são apresentadas na Figura 24.

Nenhuma das EMQAr ultrapassou o padrão de qualidade do ar estabelecido pela legislação.

Figura 24. Máximas concentrações médias de 08 horas de CO monitoradas na EMQAr Eldorado para os anos de 2022 e 2023.



12. PONDERAÇÕES GERAIS

Os resultados observados indicam que o estado de MS não enfrenta problemas com poluição do ar. Apesar de alguns poluentes excederem os limites máximos estabelecidos pela legislação, como o caso do PM10 (FIGURA 17), a explicação mais provável é a ocorrência de eventos fortuitos que ocasionaram essas ultrapassagens, como é possível observar nas amostragens de longo prazo (Figura 18).

A mesma situação pode ser vista com o O₃, entretanto, diante das complexas interações químicas e meteorológicas envolvidas na formação e transporte de O₃, não é possível deduzir se o nível desse poluente está ligado somente aos seus precursores (NO_x e Compostos Orgânicos Voláteis – COV) ou às condições meteorológicas de transporte pelo ar atmosférico.

Assim, é possível concluir que as condições de qualidade do ar em MS são muito boas e não apresentam perigo para a população a longo prazo. Desse modo, a ampliação da rede de monitoramento é a solução para garantir políticas públicas de melhorias ambientais assertivas.

13. MEDIDAS DE GESTÃO IMPLEMENTADAS

A partir dos resultados, não são necessárias medidas de controle da poluição do ar no estado. Entretanto, para garantir as melhores condições de saúde da população e do meio ambiente, há o empenho do Imasul, bem como dos órgãos estatais ligados ao meio ambiente, na ampliação da rede de monitoramento da qualidade do ar em MS.

14. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil, *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711 – 728, 2013.

BOUBEL, R.W.; FOX, D. L.; TURNER, D. B.; STERN, A. C. **Fundamentals of Air Pollution**, San Diego, Academic Press Inc., 1994, 555 p.

COSTA, E. S. **Efeitos da poluição do ar relacionados com o crescimento da área urbanizada e do número de veículos automotores no Distrito Federal**. 2002. 138 f. Dissertação (Mestrado em Planejamento e Gestão Ambiental) — Universidade Católica de Brasília, 2002.

DAVIS, M. L.; CORNWELL, D. A. **Introduction to environmental engineering** 4th ed Dubuque, IA: McGraw-Hill Companies, c2008. xvi, 1008 p. ISBN 0072424117.

DERÍSIO, J.C. **Introdução ao Controle de Poluição Ambiental**. 3ª Edição. São Paulo: Signus Editora, 2007.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Espécies Arbóreas Brasileiras: Clima**. 2016. Disponível em: <<http://www.cnpf.embrapa.br/pesquisa/efb/clima.htm>>. Acesso em 13 jun. 2023.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. **Mapa de Biomas do Brasil**. 1:5.000.000. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. Disponível em: <https://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/vegetacao/mapas/brasil/vegetacao.pdf> Acesso em: 30 abr. 2023.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2022**.

IEMA. Instituto de energia e meio ambiente. **1º diagnóstico da rede de monitoramento da qualidade do ar no Brasil**. 2014.

IVASKO JÚNIOR, S.; MASTELLA, A. D. F.; TRES, A.; TETTO, A. F.; WENDLING, W. T.; SOARES, R. V. Classificação do Estado de Mato Grosso do Sul Segundo Sistema de Zonas de

Vida de Holdridge. **Revista Brasileira de Climatologia**, [S. l.], v. 26, 2021. DOI: 10.5380/abclima.v26i0.61843. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/rbclima/article/view/14234>. Acesso em: 28 fevereiro. 2024.

LIU, D. H. F.; LIPTAK, B. G. **Environmental engineers' handbook**. Boca Raton: CRC Press LLC, 1999.

SEMADE. Secretaria de Estado de Meio Ambiente de Desenvolvimento Econômico. **Estudo da Dimensão Territorial do Estado de MS: Regiões de Planejamento**. Campo Grande: Semade, 2015. Disponível em: <http://www.semade.ms.gov.br/estudo-da-dimesao/>, acesso em 15 de maio de 2015.

SOARES, R. V.; BATISTA, A. C.; TETTO, A. F. **Meteorologia e climatologia florestal**. Curitiba, 2015.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Global Urban Ambient Air Pollution Database** (update 2016). Disponível em: http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/databases/cities/en/. Acesso em 19 fev. 2021.

ZAVATTINI, J. A. **As chuvas e as massas de ar no estado de Mato Grosso do Sul**: estudo geográfico com vista à regionalização climática [online]. São Paulo: Editora UNESP; São Paulo: Cultura Acadêmica, 2009. 212 p. ISBN 978-85-7983-002-0.