

Relatório Técnico
RT AIR 081-26

Janeiro 2026
Revisão 00

Relatório

Relatório de Qualidade do Ar da Estação Automática de Monitoramento da Qualidade do Ar em Sobradinho/DF – Estação CRAS, Informe Anual de 2025

Relatório Técnico
RT AIR 081-26

Janeiro 2026
Revisão 00

Relatório

Relatório de Qualidade do Ar da Estação Automática de Monitoramento da Qualidade do Ar em Sobradinho/DF – Estação CRAS, Informe Anual de 2025

Sumário

1.	INTRODUÇÃO E OBJETIVOS	3
2.	LOCALIZAÇÃO DO PONTO DE MONITORAMENTO	4
3.	LEGISLAÇÃO AMBIENTAL APLICÁVEL	6
4.	METODOLOGIA DE TRATAMENTO E VALIDAÇÃO DOS DADOS	8
5.	ANÁLISE DOS RESULTADOS METEOROLÓGICOS	13
6.	POLUENTES ATMOSFÉRICOS	26
7.	OCORRÊNCIAS IDENTIFICADAS	54
8.	DISPONIBILIDADE	59
9.	CONCLUSÕES	60
10.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	73
11.	EQUIPE TÉCNICA	74

1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

O monitoramento da qualidade do ar e meteorologia é realizado como meio de atingir alguns objetivos, como: determinar a qualidade do ar da região; avaliar as interações e o comportamento dos poluentes com a meteorologia local, subsidiar e auxiliar os órgãos competentes na elaboração de políticas públicas, apresentar uma base de dados coesas para auxílio na prevenção, mitigação e tratamento de doenças respiratórias, entre outros.

Por meio do monitoramento é possível obter informações com cunho ambiental, desta forma, as concentrações obtidas em cada um dos analisadores podem ser comparadas com as normas vigentes.

Este relatório apresenta a avaliação da qualidade do ar na EAMQAr do CRAS em Sobradinho/DF, para o período de **janeiro a dezembro de 2025** e compara com os padrões legislados (Resolução Conama N° 506/2024). Os parâmetros monitorados na EAMQAr do CRAS são apresentados na **Tabela 1-1**:

Tabela 1-1: Parâmetros monitorados pela EAMQAr do CRAS.

Poluentes Atmosféricos	Meteorologia
Partículas Totais em Suspensão (PTS)	Velocidade do Vento (VV)
Partículas Inaláveis (PM ₁₀)	Direção do Vento (DV)
Partículas Respiráveis (PM _{2,5})	Temperatura Ambiente (T)
Ozônio Troposférico (O ₃)	Umidade Relativa (UR)
Óxidos de Nitrogênio (NO, NO ₂ e NO _x)	Pressão Atmosférica (PA)
Dióxido de Enxofre (SO ₂)	Radiação Solar (RS)
Monóxido de Carbono (CO)	Precipitação Pluviométrica (PP)

2. LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO E PONTO DE MONITORAMENTO

A Estação do CRAS está localizada na DF-150, nº 17, em Sobradinho (Brasília/DF), ao norte da área urbana de Sobradinho. A região integra o eixo rodoviário que liga Brasília ao Entorno Norte e a regiões industriais do Distrito Federal.

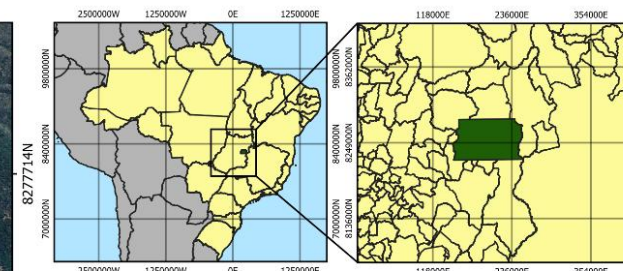
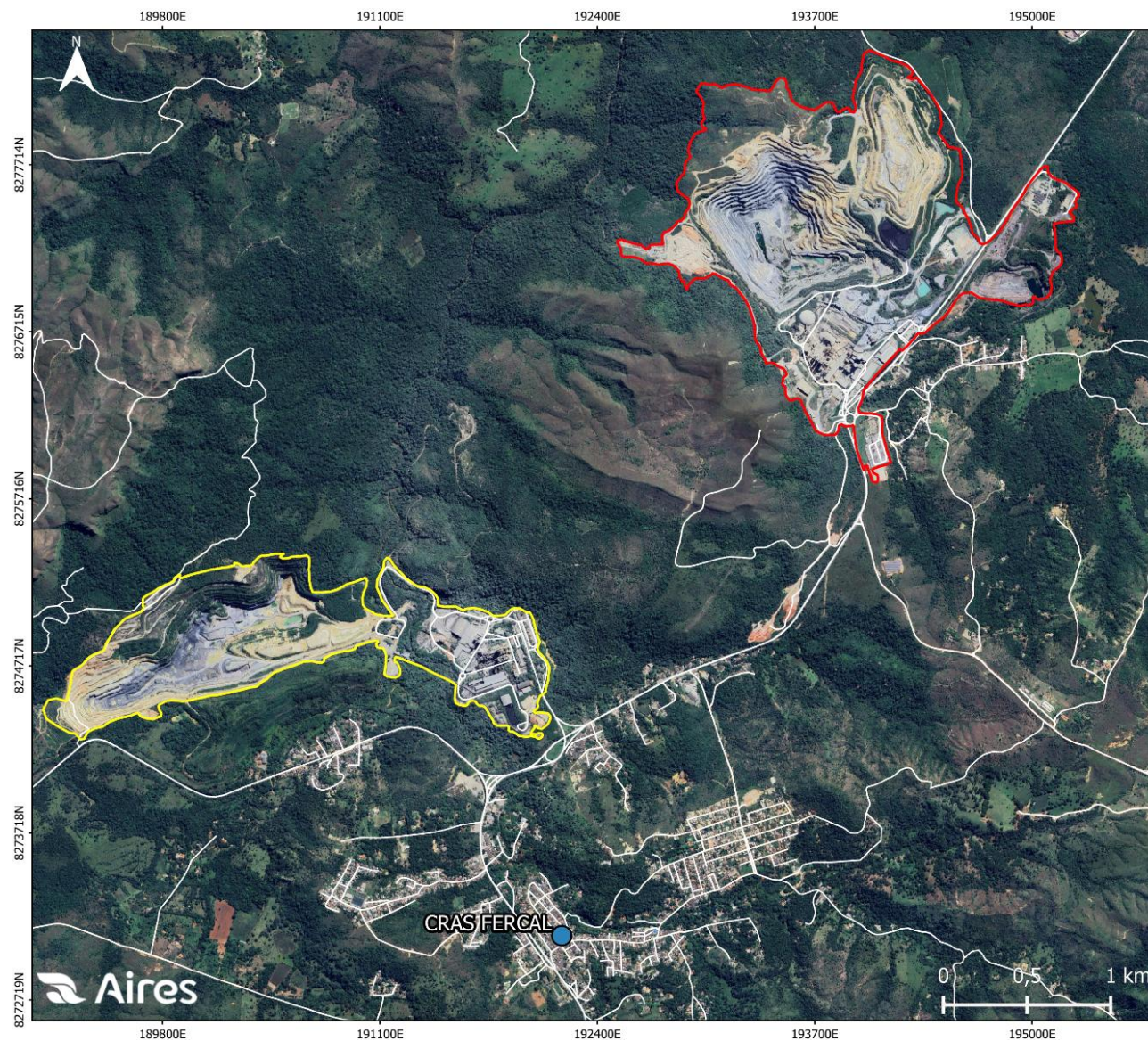
A localização da Estação CRAS é apresentada na **Tabela 2-1** e a geolocalização desta está disposta na **Figura 2-2**. Além disso, a **Figura 2-1** apresenta a EAMQAr do CRAS em Sobradinho/DF.

Tabela 2-1: Dados de localização da Estação CRAS.

Estação Automática	Localização	Coordenadas UTM Datum: SIRGAS 2000 - Fuso 23L	
		Longitude	Latitude
CRAS	DF-150, 17 - Sobradinho, Brasília - DF	192186.96 m E	8273104.82 m S



Figura 2-1: Estação CRAS.



Monitoramento EAMQAr CRAS, Fercal/DF

Localização Geográfica da Estação Automática de Monitoramento da Qualidade do Ar.

Legenda:

- Área de abrangência
- CIPLAN
- VOTORANTIM
- Estradas
- CRAS FERCAL



Projeção SIRGAS 2000 / UTM zone 23S.
Referências: IBGE, ESRI, Satellite 2025, Geofabrik.
Escala Numérica: 1:29391.
Data: 07/07/2025.
Autor(a): Ana Carolina Grillo de Vasconcelos, Analista de Projetos.

Figura 2-1: Localização do Ponto de Monitoramento.

3. LEGISLAÇÃO AMBIENTAL APLICÁVEL

Os padrões de qualidade do ar são referenciados pela Resolução Conama N° 506/2024. É importante ressaltar que o PI-2 da Resolução está em vigor atualmente. Caso não haja valor para os padrões iniciais (ex.: Padrões Estaduais, PM_{2,5} 24h, CO 8h e CO 1h) deve-se considerar o limite seguinte do plano estratégico de qualidade do ar, conforme a **Tabelas 3-1**.

Tabela 3-1: Padrão Nacional de Qualidade do Ar.

Padrões de Qualidade do ar							
Parâmetro	Períodos de Referência	PI-1	PI-2	PI-3	PI-4	PF	
		µg/m³	µg/m³	µg/m³		µg/m³	ppm
PTS	24 horas	-	-	-	-	240	-
	Anual ¹	-	-	-	-	80	-
PM ₁₀	24 horas	120	100	75	50	45	-
	Anual ²	40	35	30	20	15	-
PM _{2,5}	24 horas	60	50	37	25	15	-
	Anual ²	20	17	15	10	5	-
SO ₂	24 horas	125	50	40	40	40	-
	Anual ²	40	30	20	20	20	-
NO ₂	1 hora ³	260	240	220	200	200	-
	Anual ²	60	50	45	40	10	-
O ₃	8 horas ⁴	140	130	120	100	100	-
CO	8 horas ⁴	-	-	-	-	-	9

Legenda:

- 1- Média geométrica anual.
- 2- Média aritmética anual.
- 3- Média horária.
- 4- Máxima média móvel obtida no dia.

3.1. Índice de Qualidade do Ar

O Índice de Qualidade do Ar – IQAr é uma ferramenta que tem como objetivo principal proporcionar o entendimento e a divulgação sobre a qualidade do ar local, em relação aos poluentes cujos padrões estão estabelecidos pela legislação vigente. É representado por um valor numérico adimensional calculado a partir de funções lineares descontínuas em cinco faixas de valores que varia de zero à > 200. Cada uma destas cinco faixas do Índice está associada a uma classificação da qualidade do ar. As faixas atuais de classificação do IQAr serão alteradas, conforme definido na Resolução Conama N° 506/2024. Entretanto, a troca das faixas serão realizadas após a revisão do Guia Técnico para Qualidade do Ar (MMA), tendo o prazo de 18 meses para realizar a atualização dessas após a definição das classes.

A **Tabela 3.1-1** apresenta as faixas de concentração dos poluentes e suas respectivas classificações, bem como as cores utilizadas para ilustrar o IQAr.

Tabela 3.1-1: Estrutura do índice de qualidade do Ar.

Classificação do IQAr		PM _{2.5} 24h (µg/m³)	PM ₁₀ 24h (µg/m³)	SO ₂ 24h (µg/m³)	NO ₂ 1h (µg/m³)	O ₃ 8h (µg/m³)	CO 8h (ppm)
Boa	0-40	0-15	0-45	0-40	0-200	0-100	0-9
Moderada	41-80	>15-50	>45-100	>40-50	>200-240	>100-130	>9-11
Ruim	81-120	>50-75	>100-150	>50-125	>240-320	>130-160	>11-13
Muito ruim	121-200	>75-125	>150-250	>125-800	>320-1130	>160-200	>13-15
Péssima	>200	>125	>250	>800	>1130	>200	>15

Fonte: Cetesb, 2019.

 O cálculo do IQAr é realizado utilizando a **Equação 3.1-1**, desenvolvida pela USEPA (USEPA, 2017):

$$IQAr = índice_i + \frac{índice_f - índice_i}{Conc._f - Conc._i} * (Conc._Med - Conc._i) \quad (3.1-1)$$

Onde:

IQAr = Índice de qualidade do ar

índice_i = Valor do índice que corresponde à concentração inicial da faixa;

índice_f = Valor do índice que corresponde à concentração final da faixa;

Conc._{Med} = Concentração medida;

Conc._i = Concentração inicial da faixa na qual se localiza a concentração medida;

Conc._f = Concentração final da faixa.

Tabela 3.1-2: Significados das classificações do índice de qualidade do ar.

Classificação	Descrição
Boa	--
Moderada	Pessoas de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas) podem apresentar sintomas como tosse seca e cansaço. A população em geral não é afetada.
Ruim	Toda a população pode apresentar sintomas como tosse seca, cansaço, ardor nos olhos, nariz e garganta. Pessoas de grupos sensíveis podem apresentar efeitos mais sérios na saúde.
Muito Ruim	Toda a população pode apresentar agravamento dos sintomas como tosse seca, cansaço, ardor nos olhos, nariz e garganta e ainda apresentar falta de ar e respiração ofegante. Efeitos mais graves à saúde de grupos sensíveis.
Péssima	Toda a população pode apresentar sérios riscos de manifestações de doenças respiratórias e cardiovasculares. Aumento de mortes prematuras em pessoas de grupos sensíveis.

Fonte: MMA, 2020.

4. METODOLOGIA DE TRATAMENTO E VALIDAÇÃO DOS DADOS

4.1. Operação da RAMQAr

As operações de Estações de monitoramento da qualidade do ar requerem auditorias constantes para verificação da qualidade e integridade dos dados (QA/QC). Para isso, a **Aires** se baseia em recomendações e procedimentos operacionais propostos pela agência de proteção ambiental dos Estados Unidos, a US EPA, conhecidos como SOP (*Standard Operating Procedures*). As operações de redes da **Aires** são divididas em quatro categorias de instruções de trabalho:

- ✓ A primeira categoria descreve informações importantes quanto às instalações do site e procedimentos de iniciação da operação. Pode ser entendida como reconhecimento do problema, levantamento fotográfico e avaliação de pontos fracos e fortes da rede de monitoramento.
- ✓ A segunda categoria é a operação propriamente dita que inclui as atividades do operador da rede. A função principal é a substituição de consumíveis e análises semanais dos dados obtidos. Investigações adicionais, reparos e substituições são realizadas com instruções diretas do responsável técnico da **Aires** pelo funcionamento da rede.
- ✓ A terceira categoria refere-se às calibrações dos analisadores, que incluem as calibrações multiponto (zero e *span*) que são realizadas mensalmente em cada Estação. Cada calibração realizada pela **Aires** acompanha os relatórios de calibração que são entregues ao cliente para garantir a confiabilidade dos dados e procedimentos realizados.
- ✓ A quarta categoria se refere à avaliação sistematizada da rede de monitoramento na qual os dados são avaliados quanto ao seu comportamento típico diário e sazonal, permitindo identificar as importâncias que estão sendo recolhidas para cada poluente monitorado. Essas informações são colocadas em forma de análise gerencial para decisão e comunicação relacionadas à verificação da eficácia de cada Estação da rede.

Além dos SOPs apresentados, a Aires realiza, rotineiramente em suas operações, acesso remoto às Estações de monitoramento com acompanhamento online integral dos dados obtidos e dos parâmetros vitais dos equipamentos e componentes das Estações, ou seja, um técnico é dedicado exclusivamente à análise dos dados produzidos nas Estações, evitando que qualquer anomalia comprometa a obtenção de dados.

4.2. Verificação, Validação e Análise de Dados

As organizações de monitoramento são obrigadas a estabelecer sistemas de qualidade para os seus programas. Um sistema de qualidade é aquele que a organização aplica práticas suficientes de controle de qualidade (QC) e de garantia de qualidade (QA) para garantir que os resultados do programa atendam as expectativas.

Uma das principais etapas para garantia desses resultados, é a análise dos dados. É válido a ressalva que existe uma diferença entre os termos de verificação, validação e análise dos dados. De acordo com a USEPA, a verificação de dados é o processo de garantir que os dados foram coletados e registrados corretamente, observando a conformidade com os procedimentos de monitoramento e garantindo que os dados não contenham erros evidentes. A validação de dados envolve um exame mais profundo para assegurar que os dados atendem aos critérios de qualidade, incluindo precisão, completude e consistência com os padrões estabelecidos. A análise de dados consiste em revisar e interpretar os dados validados, permitindo a identificação de tendências, anomalias e o suporte à tomada de decisões ambientais e regulatórias.

A análise, verificação e validação dos dados são de extrema importância em um sistema de monitoramento. O não atendimento aos critérios estabelecidos para a rede de monitoramento significa que as falhas de medição ocorridas comprometem a interpretação dos resultados obtidos.

O processo de validação dos dados de uma EAMQAr ocorre pelo seguinte procedimento: as medições dos equipamentos são repassadas para o Software *Envistas Ultimate* do Datalogger (computador central da Estação), o qual já apresenta algumas invalidações por meio de *flags* pré-estabelecidas, de acordo com range de medição do equipamento, ocorrência de alarmes e validações recomendadas pela USEPA. Esses dados pré-validados são repassados então para o Software *Envista ARM* onde é feito a validação por meio dos analistas de qualidade do ar, sendo está realizada diariamente, por de análises estatísticas, validações cruzadas (com outras Estações), verificação da série histórica, comparando com padrões vigentes, assim como se embasando em diversos fatores como os relatórios de campo, avaliação dos parâmetros operacionais, evidências encontradas em campo, entre outras.

Por fim, os dados validados são repassados para o Software *Aires Viewer* que permite o acesso online dos dados, em tempo real, assim como a visualização desses por meio de diferentes funções. Na **Figura 4.2-1** é apresentado o fluxo de transmissão de dados e na **Tabela 4.2-1** são apresentadas as flags utilizadas pelos softwares.

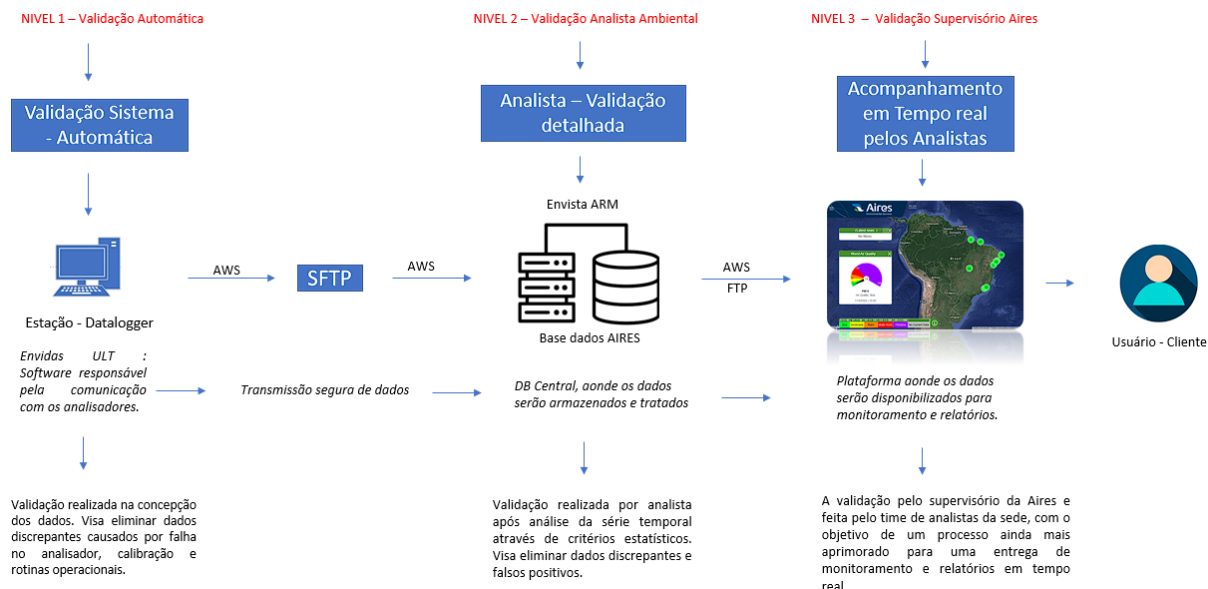


Figura 4.2-1: Fluxo de Transmissão de Dados.

Tabela 4.2-1: Tabela de flags estabelecidas.

Flag	Significado
InVld	Dado Invalido por Medição Negativa ou Suspeita
PwrFail	Motivos de Força Maior
RS232	Falha de Comunicação
Calib	Calibração
Maintain	Manutenção
< Samp	Insuficiência de Amostras
No Data	Ausência de Dados

4.3. Representatividade dos Dados

A representatividade assume papel fundamental para a análise dos dados, uma vez que só são válidas as comparações com os padrões legislados e demais parâmetros de qualidade, se os dados monitorados expressarem com veracidade todo o período em análise. De acordo com o Guia Técnico de Qualidade do Ar, a representatividade de um parâmetro é calculada com base no total de dados brutos subtraído dos dados invalidados, seja por invalidação automática ou a partir da análise crítica. A representatividade dos dados é calculada para as médias horárias e diárias, conforme os critérios de representatividade de dados utilizados pelo órgão ambiental, que estão dispostos na **Tabela 4.3-1**:

Tabela 4.3-1: Critérios adotados para a representatividade dos parâmetros monitorados.

Média do Parâmetro	Critério adotados
Médias horárias	75% dos dados válidos durante uma hora.
Médias de 24 horas	67% das médias horárias válidas durante as 24 horas.
Média mensal	67% das médias diárias válidas no mês.
Média anual	50% das médias de 24 horas válidas para os quadrimestres Janeiro-Abril, Maio-Agosto e Setembro-Dezembro.

Fonte: Cetesb, 2019.

4.4. Configuração da EAMQAr

O monitoramento da Estação, com o funcionamento e medição, teve início no dia 20/12/2023, para os analisadores de qualidade do ar, e em 29/12/2023, para os sensores de meteorologia. As informações dos equipamentos assim como suas últimas calibrações são informadas na **Tabela 4.4-1**.

Tabela 4.4-1: Configuração dos analisadores de qualidade do ar e sensores de meteorologia da EAMQAr.

Parâmetro	Modelo	Fabricante	Princípio de Medição
Qualidade do Ar			
NO-NO ₂ -NO _x	42i	Thermo Fisher	Quimiluminescência
CO	48i	Thermo Fisher	Absorção de Infravermelho não dispersivo
SO ₂	43i	Thermo Fisher	Fluorescência Ultravioleta
O ₃	49i	Thermo Fisher	Absorção de Luz Ultravioleta
PTS	Teom 1405	Thermo Fisher	Microbalança de Elemento Cônico Oscilante
PM _{2,5} - PM ₁₀	Teom 1405D	Thermo Fisher	
Calibrador Multi-Gas	146i	Thermo Fisher	NA
Gerador Ar Zero	111	Thermo Fisher	NA
Meteorologia			
Direção do Vento	CWT-SWD-C-360-V5	CWT	Orientação da Veleta
Velocidade do Vento	CWT-SWS-C-V5	CWT	Anemômetro
Radiação Solar	CWT-SI-M-V5	CWT	Fotovoltaico
Precipitação	260-2500	Novalynx	Básculas
Temperatura	RK330-01B	Rika Sensors	Sensor térmico, higrométrico, barométrico
Umidade			
Pressão			

5. ANÁLISE DOS RESULTADOS METEOROLÓGICOS

Neste capítulo serão apresentados os resultados dos parâmetros monitorados pela EAMQAr durante os meses de **janeiro a dezembro de 2025**.

A atmosfera é o meio propagador dos poluentes emitidos, e os movimentos atmosféricos, representados pela meteorologia, exercem um papel determinante na frequência, duração e concentração dos poluentes a que estão expostos os possíveis receptores.

A avaliação da qualidade do ar em uma determinada região está intimamente ligada aos fenômenos atmosféricos observados nesta área. Fatores meteorológicos como ventos, chuvas e instabilidade do ar atuam de forma efetiva na qualidade do ar ambiente. A interação entre as fontes de poluição e a atmosfera vai definir o nível de qualidade do ar que determina, por sua vez, o surgimento de efeitos adversos da poluição sobre os receptores (MMA, 2020).

A temperatura pode influenciar significativamente na qualidade do ar de uma região. Em dias mais quentes (temperaturas mais altas), a atmosfera pode reter mais umidade e, por conseguinte, poluentes, além de intensificar as reações químicas de alguns gases. Em contraponto a isto, em dias mais frios (temperaturas mais baixas), pode ocorrer o fenômeno meteorológico definido como inversão térmica, na qual uma camada de ar frio fica sob a de ar quente, limitando a dispersão dos poluentes.

Quanto a umidade relativa, as medições mais elevadas podem interferir na concentração de poluentes, visto que o ar úmido facilita a formação de aerossóis secundários. Além disso, a umidade elevada também pode auxiliar na deposição de partículas, aumentando o peso dessas e facilitando sua remoção.

Já na pressão atmosférica, medições mais altas costumam estar relacionadas a massas de ar estagnadas, na qual o ar descendente pode comprimir os poluentes próximos a superfície. Já as medições mais baixas costumam indicar um movimento ascendente do ar, favorecendo a dispersão dos poluentes.

A radiação solar costuma estar mais atrelada quanto as reações fotoquímicas da atmosfera, transformando os óxidos de nitrogênio e compostos orgânicos voláteis em poluentes secundários, como o ozônio Troposférico.

Por fim, a precipitação pluviométrica está atrelada ao fenômeno de lavagem da atmosfera, removendo tanto os gases quanto as partículas da atmosfera.

Dessa forma, pode-se notar que o conhecimento da climatologia local é imprescindível para o estudo da qualidade do ar em uma região. Sendo assim, serão utilizados dados referentes ao monitoramento meteorológico da EAMQAr com o objetivo de descrever as condições atmosféricas predominantes na região.

5.1. Velocidade e Direção do Vento (VV e DV)

Nesse contexto a avaliação da qualidade do ar em uma determinada região está intimamente ligada aos fenômenos atmosféricos observados nesta área. A direção e velocidade dos ventos, por exemplo, propiciam o transporte e a dispersão dos poluentes atmosféricos, determinando suas trajetórias e alcances possíveis. Em situações de calmaria ocorre a estagnação do ar, proporcionando um aumento nas concentrações de poluentes (Pontes, 2015).

A escala de Beaufort é uma ferramenta utilizada para avaliar a intensidade do vento e seus impactos no ambiente. Ela classifica os ventos em uma escala conforme a **Tabela 5.1-1**, fornecendo uma descrição tanto quantitativa quanto qualitativa dos efeitos do vento. Essa classificação contribui para a compreensão dos padrões de dispersão e transporte dos poluentes na atmosfera.

Tabela 5.1-1: Escala de Beaufort.

Grau	Designação	m/s	Efeitos em terra
0	Calmaria	$\leq 0,2$	Fumaça sobe na vertical.
1	Bafagem	0,30 - 1,50	Fumaça indica direção do vento.
2	Brisa leve	1,60 - 3,30	As folhas das árvores movem; os moinhos começam a trabalhar.
3	Brisa fraca	3,40 - 5,40	As folhas agitam-se e as bandeiras desfraldam ao vento.
4	Brisa moderada	5,50 - 7,90	Poeira e pequenos papéis levantados; movem-se os galhos das árvores.
5	Brisa forte	8,00 - 10,70	Movimentação de grandes galhos e árvores pequenas.
6	Vento fresco	$\geq 10,80$	Movem-se os ramos das árvores; dificuldade em manter um guarda-chuva aberto; assobio em fios de postes.

Desse modo, temos nas **Tabelas 5.1-1 a 5.1-5** a distribuição da frequência da direção e velocidade do vento na EAMQAr. Já nas **Figuras 5.1-1 a Figura 5.1-5** é apresentado o padrão de Rosa dos Ventos anual, além disso são apresentadas as Rosas dos Ventos de forma sazonal, compreendendo os períodos:

- ✓ **Verão:** 21/12 a 20/03
- ✓ **Outono:** 20/03 a 20/06
- ✓ **Inverno:** 20/06 a 22/09
- ✓ **Primavera:** 22/09 a 21/12

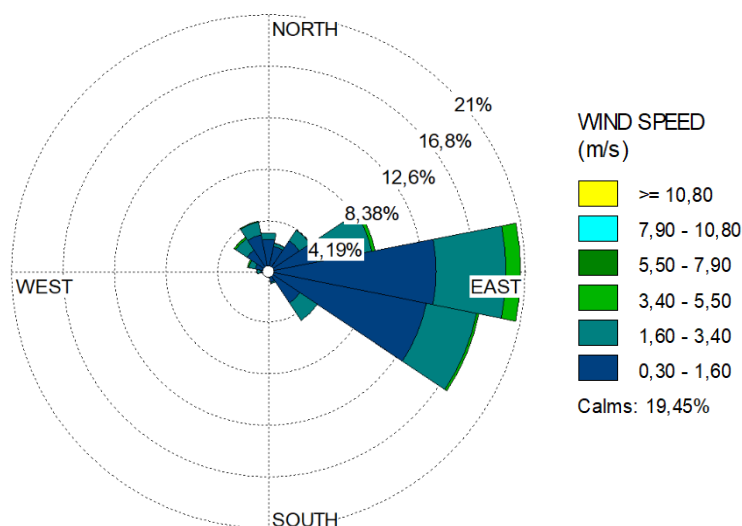


Figura 5.1-1: Rosa dos Ventos Anual da Estação CRAS.

Tabela 5.1-2: Distribuição da frequência de ventos Anual Estação CRAS.

Vel [m/s] x Dir [graus]	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Total
	%																
0,30 - 1,60	2,68	2,15	3,07	4,06	13,68	13,13	3,14	0,96	0,48	0,42	0,33	0,46	0,68	1,14	2,15	3,09	51,62
1,60 - 3,40	0,51	0,25	1,05	4,53	5,66	4,16	1,70	0,13	0,05	0,08	0,09	0,08	0,29	0,54	1,10	1,07	21,28
3,40 - 5,50	0,00	0,02	0,02	0,27	1,19	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,13	0,16	0,07	2,08
5,50 - 7,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01
Subtotal	3,20	2,42	4,14	8,87	20,53	17,48	4,84	1,08	0,53	0,50	0,42	0,55	0,98	1,80	3,41	4,24	74,99
Calmaria (< 0,3 m/s)																	19,45
Faltantes																	5,56
Total																	100,00

Na EAMQAr, no **ano de 2025** de acordo com a escala de Beaufort, as maiores concentrações de velocidade do vento estão associadas à categoria de "Bafagem". Essa classificação indica a ventos moderados, com intensidade suficiente para mover ramos finos e fazer com que as folhas se movam, mas sem provocar grandes alterações no ambiente. Ventos nessa faixa podem desempenhar um papel importante na dispersão de poluentes atmosféricos, contribuindo para a mistura e diluição de partículas no ar, o que pode influenciar a qualidade do ar na região, especialmente em áreas com fontes de emissão de poluentes.

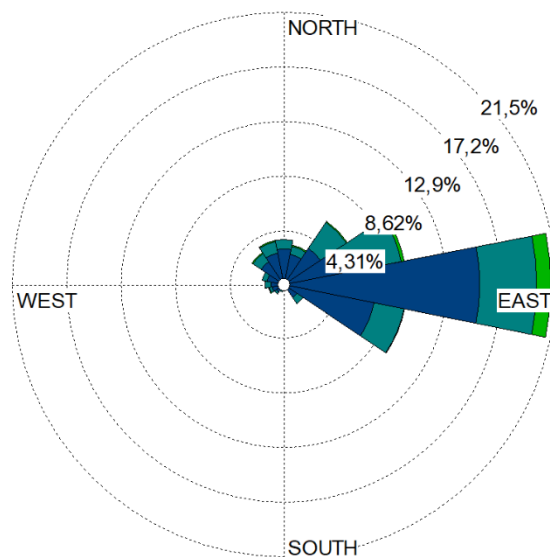


Figura 5.1-2: Rosa dos Ventos Verão.

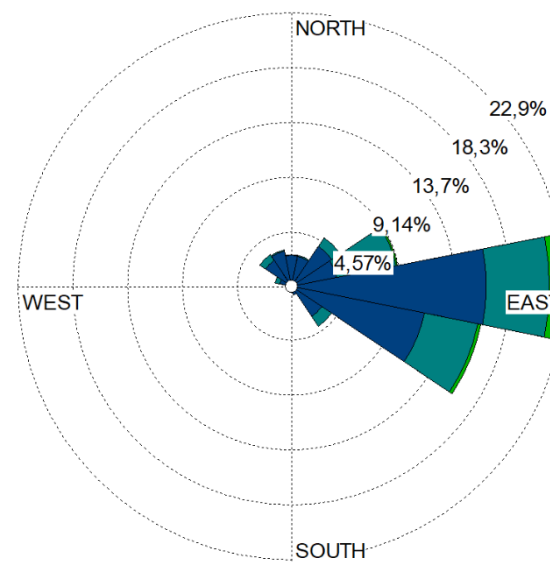


Figura 5.1-3: Rosa dos Ventos Outono.

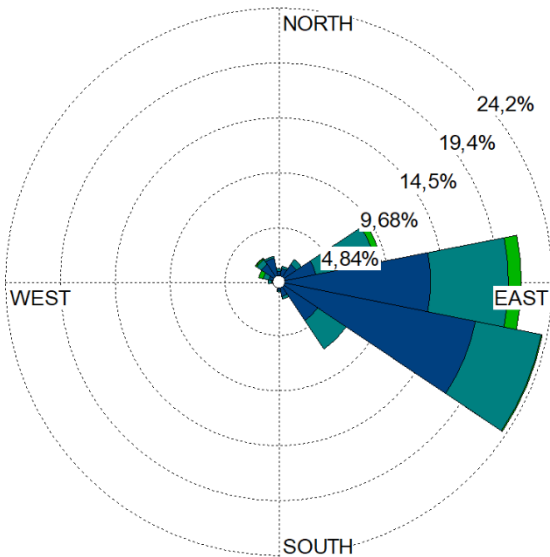


Figura 5.1-4: Rosa dos Ventos Inverno.

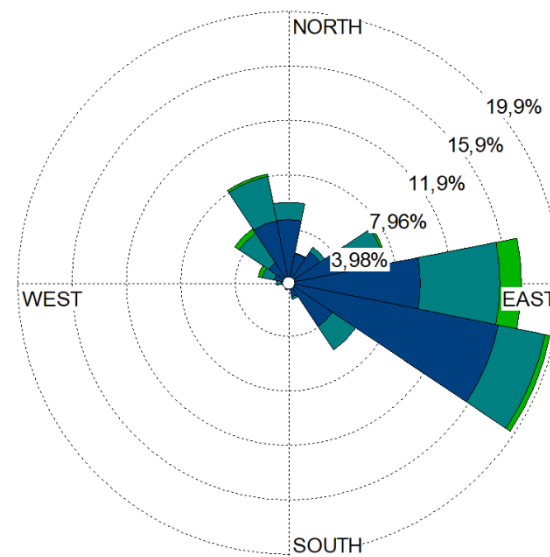


Figura 5.1-5: Rosa dos Ventos Primavera.

Tabela 5.1-3: Distribuição da frequência de ventos do Verão.

Vel [m/s] x Dir [graus]	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Total
	%																
0,30 - 1,60	2,87	2,50	3,52	4,68	15,51	7,31	1,30	0,46	0,28	0,51	0,79	1,02	1,11	1,44	2,22	2,59	48,10
1,60 - 3,40	0,74	0,65	2,45	4,81	4,49	2,41	0,60	0,09	0,00	0,14	0,19	0,23	0,42	0,37	0,79	0,93	19,31
3,40 - 5,50	0,00	0,09	0,09	0,23	1,11	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,05	0,00	0,09	0,09	1,85
Subtotal	3,61	3,24	6,06	9,72	21,11	9,77	1,90	0,56	0,28	0,65	0,97	1,30	1,57	1,81	3,10	3,61	69,26
Calmaria (< 0,3 m/s)																	17,13
Faltantes																	13,61
Total																	100,00

Tabela 5.1-4: Distribuição da frequência de ventos do Outono.

Vel [m/s] x Dir [graus]	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Total
	%																
0,30 - 1,60	2,64	2,60	4,08	3,90	16,26	11,34	3,09	0,81	0,36	0,54	0,22	0,27	0,36	1,08	2,64	3,05	53,23
1,60 - 3,40	0,04	0,09	0,85	5,02	5,24	4,53	0,99	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,13	0,40	0,58	0,09	18,01
3,40 - 5,50	0,00	0,00	0,00	0,13	0,90	0,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,30
Subtotal	2,69	2,69	4,93	9,05	22,40	16,13	4,08	0,81	0,36	0,58	0,22	0,27	0,49	1,48	3,23	3,14	72,54
Calmaria (< 0,3 m/s)																	25,99
Faltantes																	1,48
Total																	100,00

Tabela 5.1-5: Distribuição da frequência de ventos do Inverno.

Vel [m/s] x Dir [graus]	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Total
	%																
0,30 - 1,60	1,01	1,27	1,93	3,38	13,42	17,72	4,17	1,40	0,83	0,26	0,13	0,22	0,70	0,96	1,93	2,19	51,54
1,60 - 3,40	0,22	0,22	0,53	5,35	6,84	5,92	3,03	0,22	0,13	0,00	0,04	0,00	0,31	0,53	0,48	0,18	23,99
3,40 - 5,50	0,00	0,00	0,00	0,53	1,14	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,39	0,13	0,00	2,28
5,50 - 7,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,04
Subtotal	1,23	1,49	2,46	9,25	21,40	23,73	7,19	1,62	0,96	0,26	0,18	0,22	1,01	1,89	2,59	2,37	77,85
Calmaria (< 0,3 m/s)																	20,96
Faltantes																	1,18
Total																	100,00

Tabela 5.1-6: Distribuição da frequência de ventos da Primavera.

Vel [m/s] x Dir [graus]	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Total
	%																
0,30 - 1,60	4,67	2,24	2,79	4,35	9,66	15,66	3,89	1,10	0,41	0,46	0,18	0,37	0,60	1,14	1,83	4,67	54,03
1,60 - 3,40	1,28	0,05	0,41	2,84	5,82	3,48	2,06	0,18	0,05	0,14	0,14	0,09	0,37	0,87	2,56	3,30	23,63
3,40 - 5,50	0,00	0,00	0,00	0,18	1,56	0,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,32	0,41	0,18	3,02
Subtotal	5,95	2,29	3,21	7,37	17,03	19,51	5,95	1,28	0,46	0,60	0,32	0,46	0,96	2,34	4,81	8,15	80,68
Calmaria (< 0,3 m/s)																	13,23
Faltantes																	6,09
Total																	100,00

Considerando que, em todas as estações do ano, a classe predominante foi Bafagem, conforme a Escala de Beaufort, o regime de ventos observado é caracterizado por baixa intensidade e maior intermitência, com capacidade limitada de promover transporte e mistura do ar próximo à superfície. Em termos de dispersão atmosférica, essa condição tende a reduzir a ventilação e a diluição de poluentes, favorecendo a permanência das concentrações mais elevadas nas proximidades das fontes emissoras, principalmente em ambientes urbanos ou áreas com emissões contínuas.

No verão, apesar do aquecimento favorecer a formação de turbulência durante o dia, a predominância de bafagem pode manter a dispersão horizontal restrita, aumentando a dependência da mistura térmica para reduzir concentrações. Em cenários de alta radiação e baixa renovação do ar, também pode haver maior propensão à formação de poluentes secundários, dependendo do tipo de emissão e das condições locais.

No outono, a ocorrência de bafagem pode se tornar mais crítica devido à tendência de maior estabilidade atmosférica em determinados períodos, o que reduz a altura de mistura e favorece acúmulo de poluentes ao nível do solo. Esse padrão é especialmente relevante em locais com relevo que dificulta a circulação do ar (vales e depressões) ou com barreiras urbanas que diminuem ainda mais a ventilação.

No inverno, a baixa intensidade do vento associada à bafagem frequentemente atua em conjunto com episódios de inversão térmica, que limitam a dispersão vertical e intensificam a estagnação. Nessas condições, mesmo emissões rotineiras podem resultar em elevação de concentrações, sobretudo no início da manhã e à noite, quando a atmosfera tende a permanecer mais estratificada.

Na primavera, embora haja maior variabilidade meteorológica, a permanência da bafagem indica que a melhora na dispersão dependerá principalmente de eventos de instabilidade (aquecimento diurno, passagem de sistemas e mudanças de tempo). Na ausência desses mecanismos, prevalece um cenário de baixa renovação do ar, com potencial para concentrações mais altas em áreas de maior emissão e maior sensibilidade a episódios localizados.

Nas **Figuras 5.1-6 a 5.1-10** a seguir, estão apresentadas as rosas dos ventos plotadas da EAMQAr, referente aos meses de **janeiro a dezembro de 2025** e a distribuição sazonal.

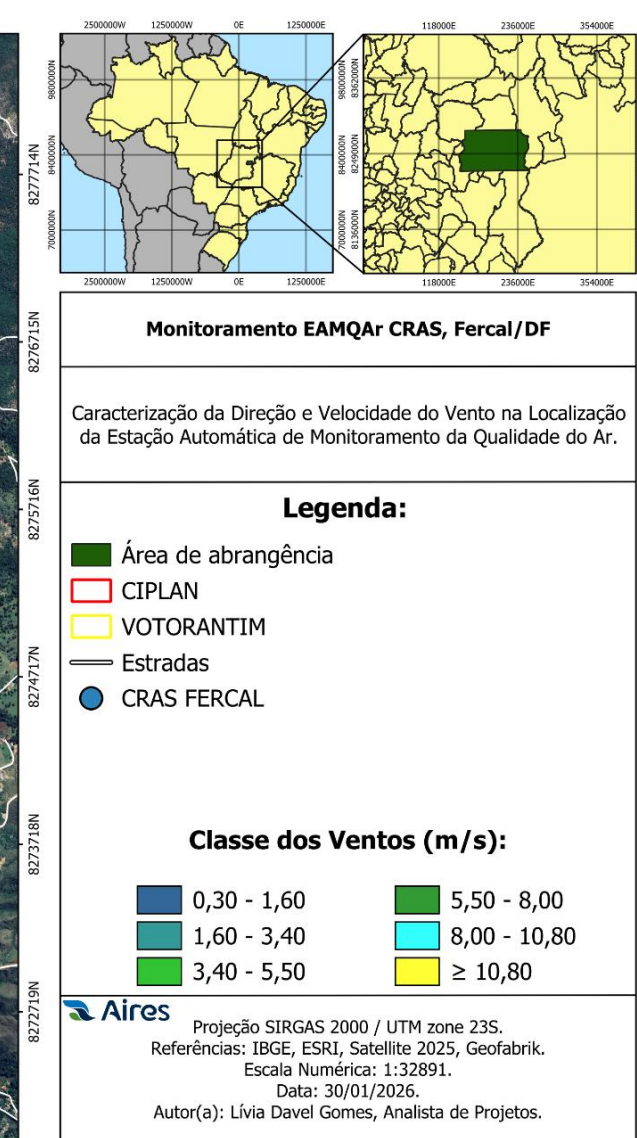
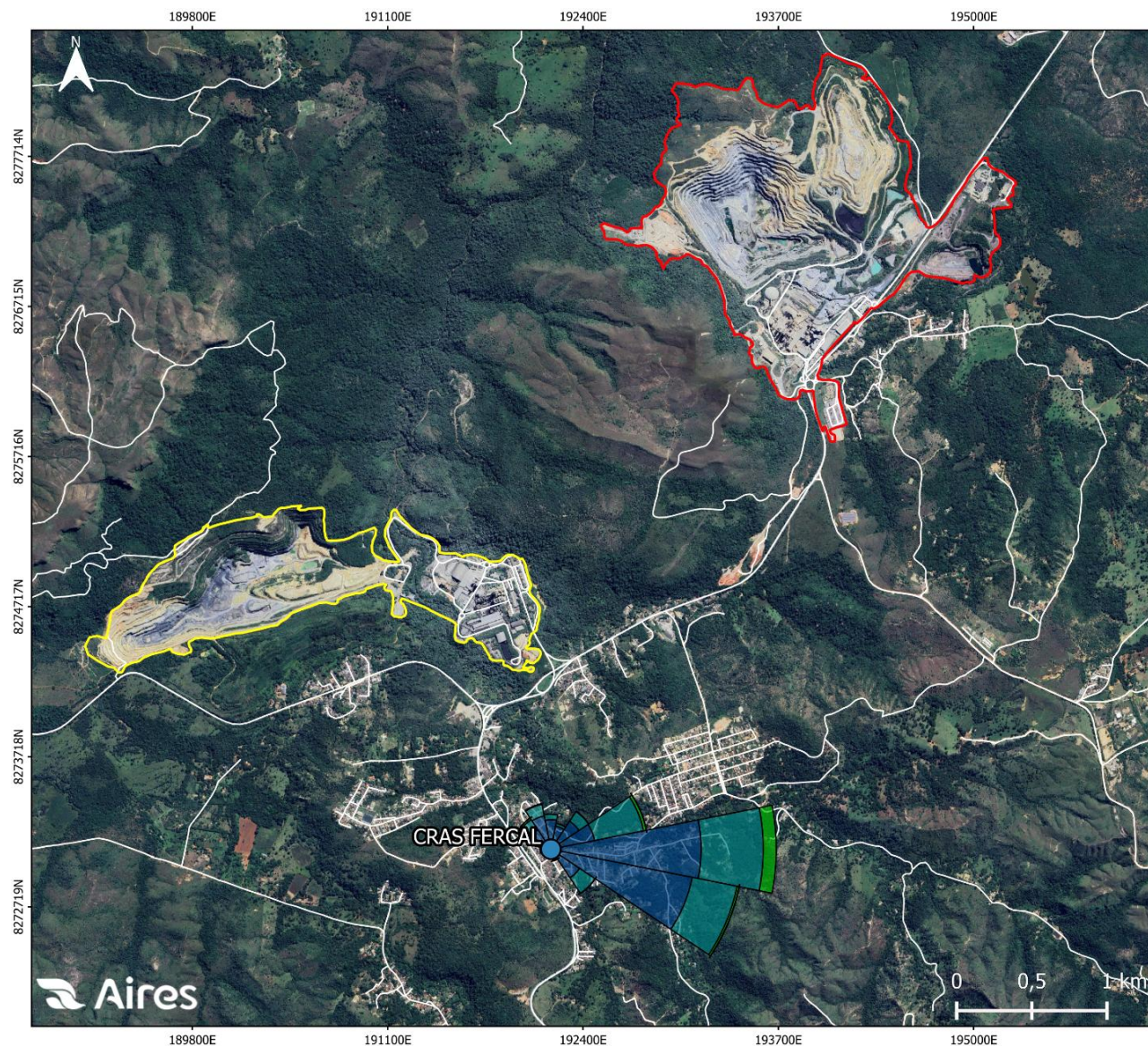


Figura 5.1-6: Localização do ponto e a rosa dos ventos referente aos meses de janeiro a dezembro de 2025.

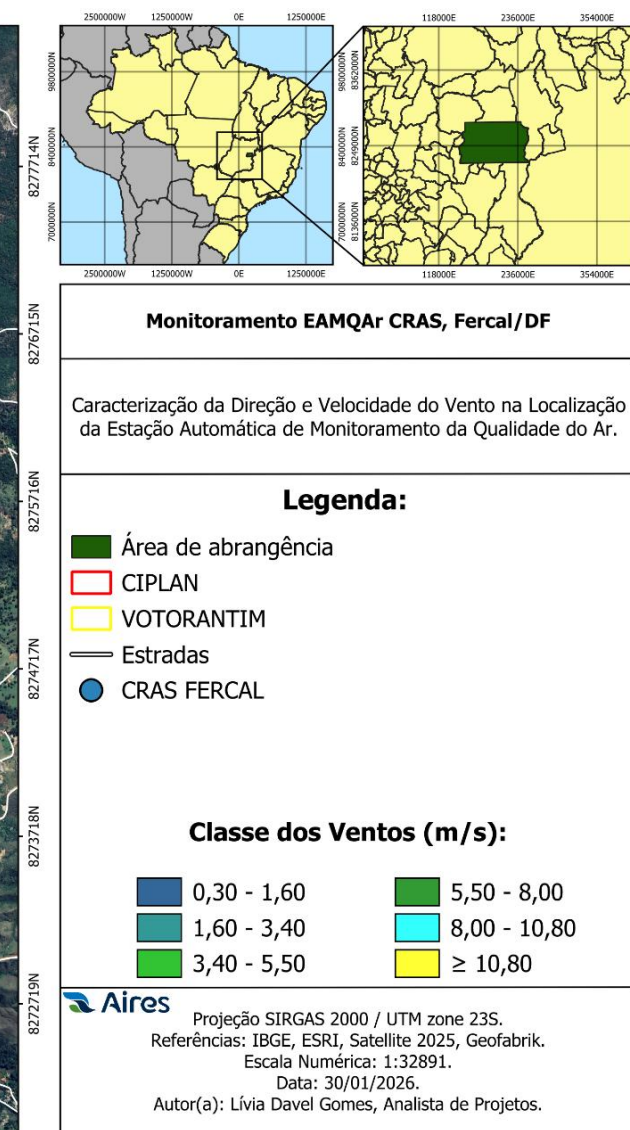
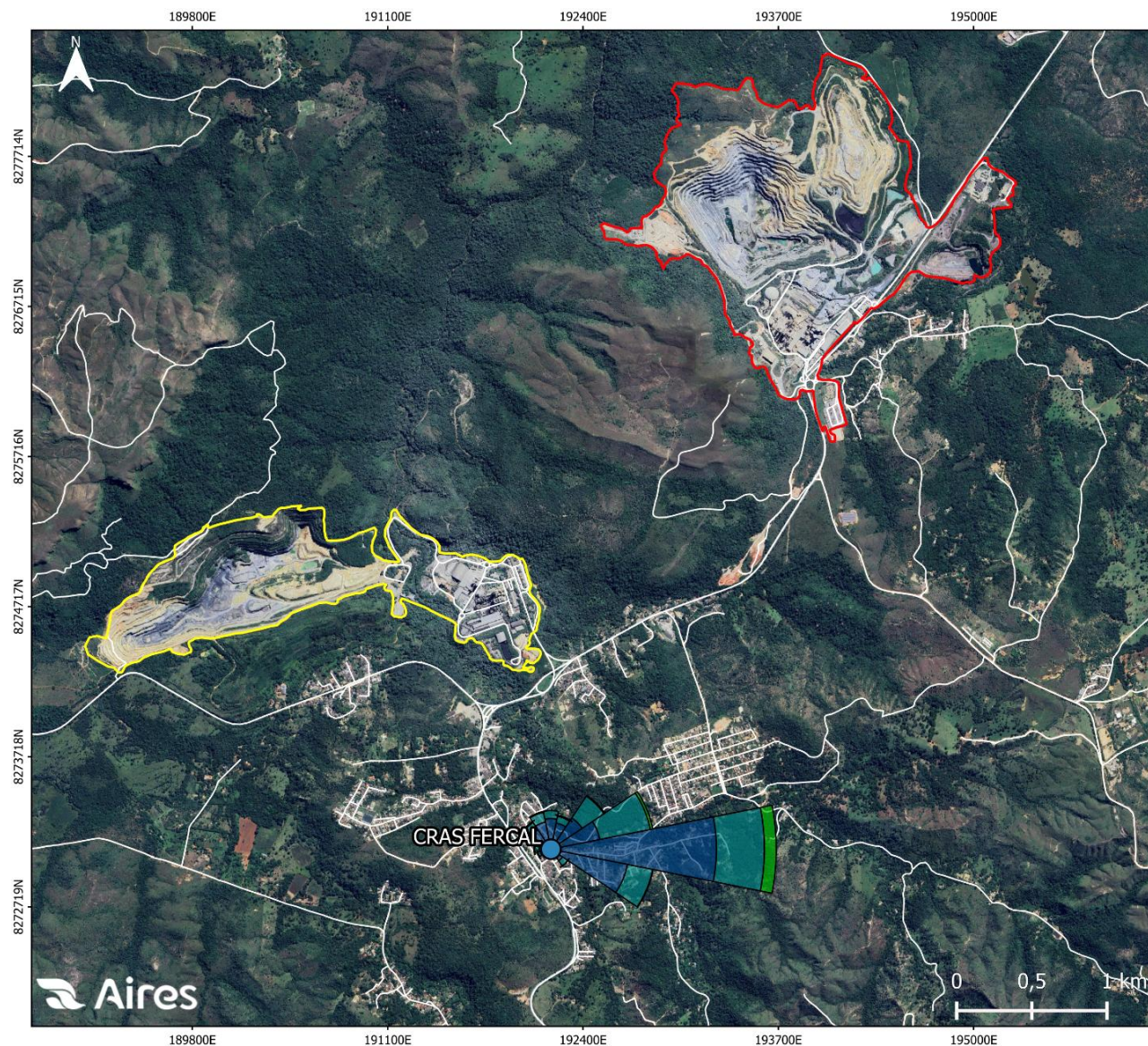


Figura 5.1-7: Localização do ponto e a rosa dos ventos referente ao Verão de 2025.

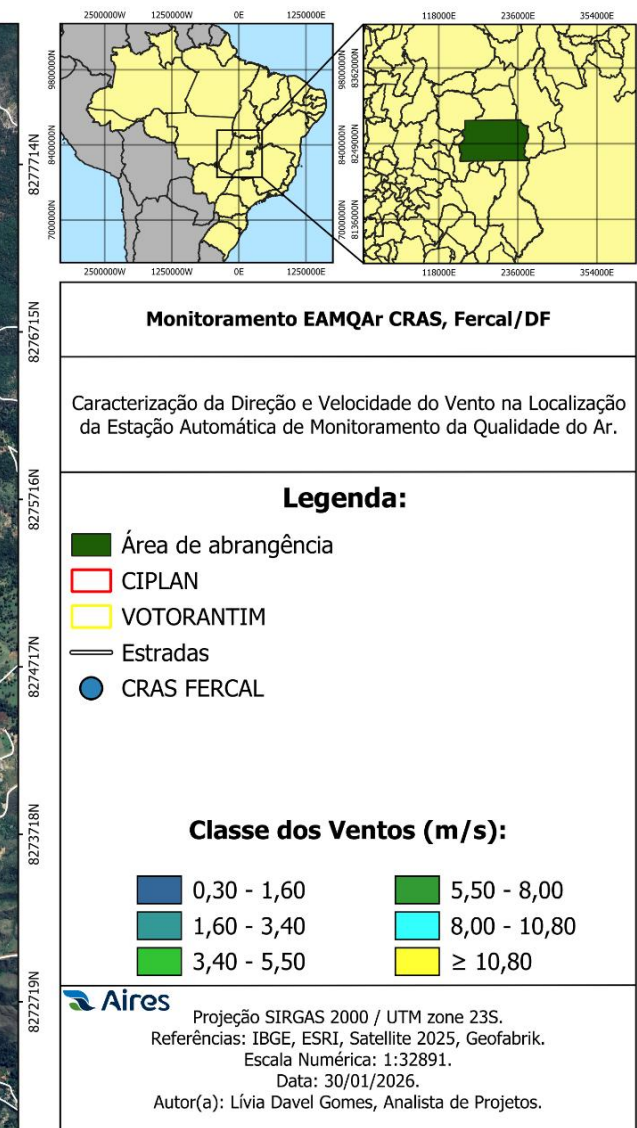
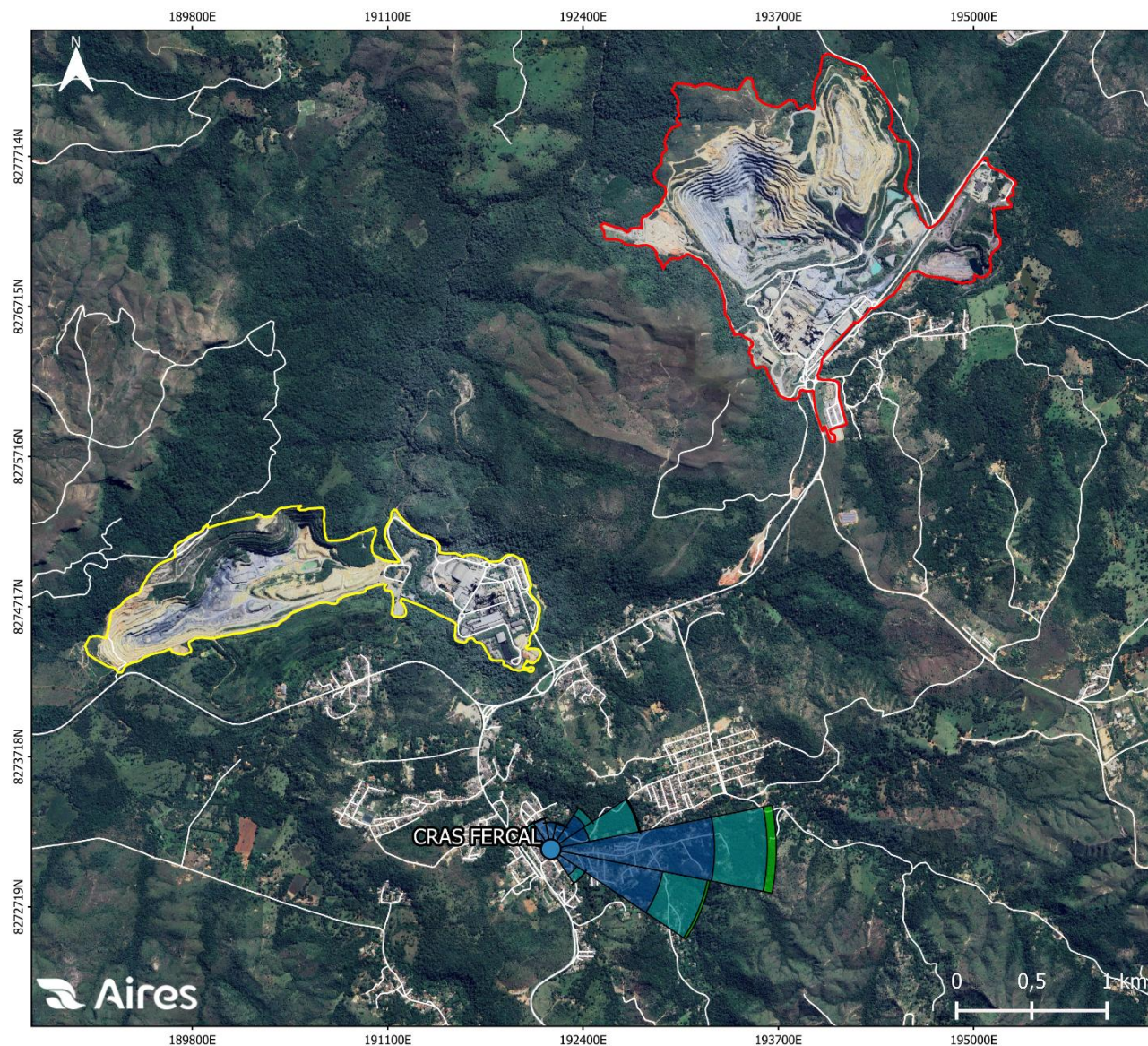


Figura 5.1-8: Localização do ponto e a rosa dos ventos referente ao Outono de 2025.

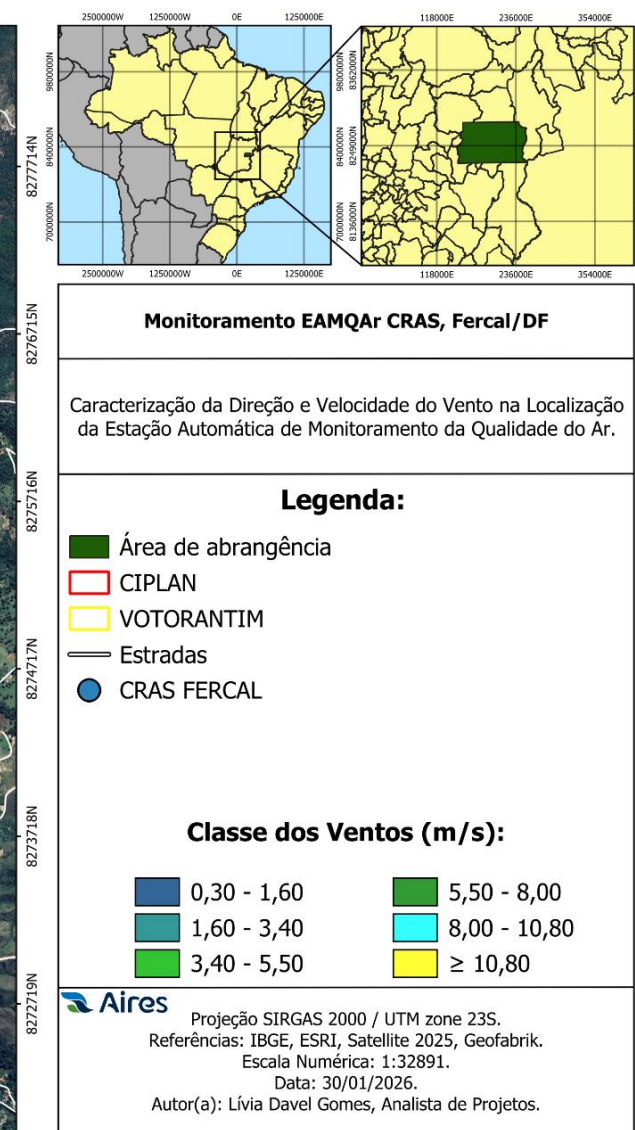
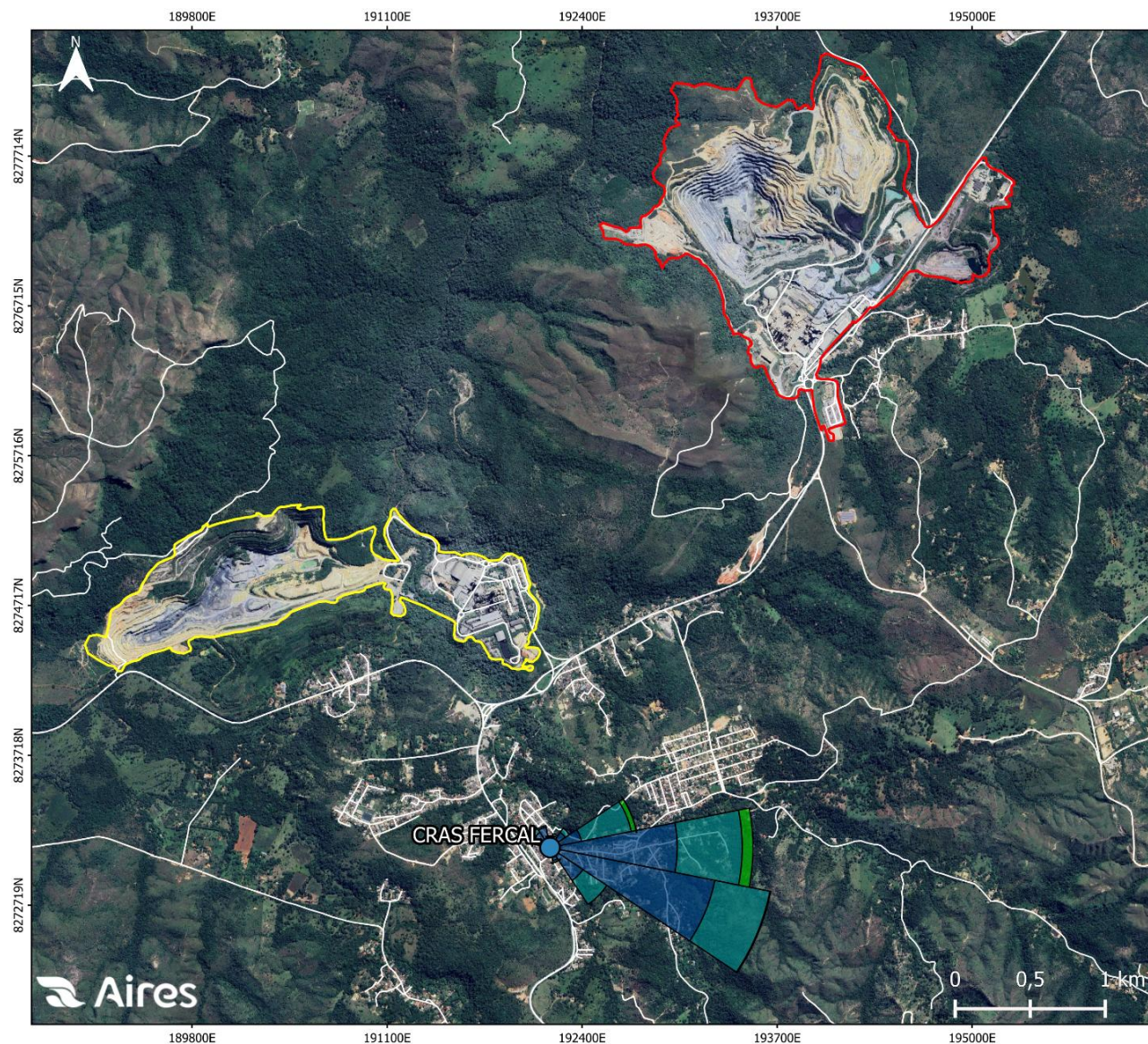


Figura 5.1-9: Localização do ponto e a rosa dos ventos referente ao Inverno de 2025.

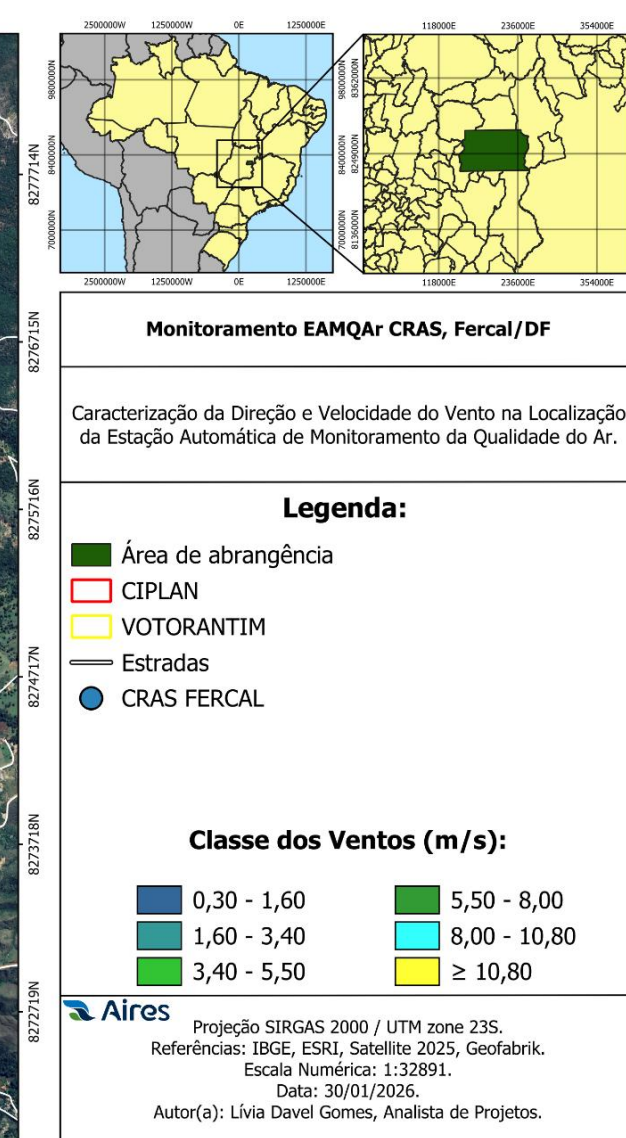
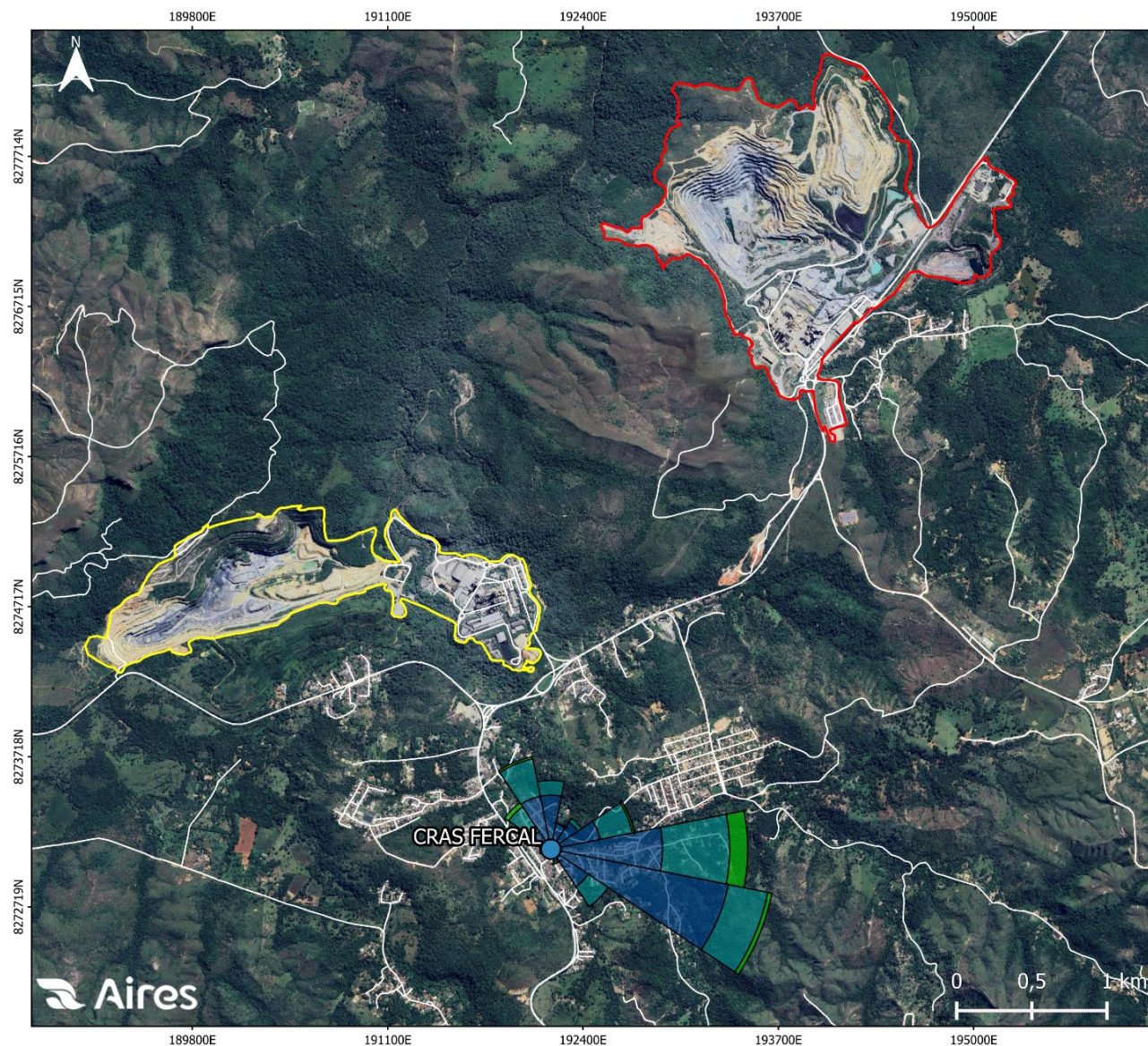
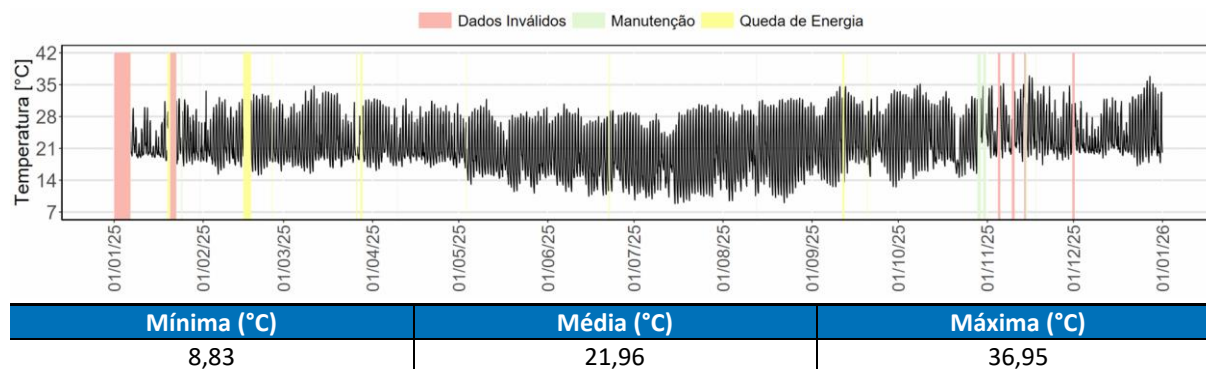


Figura 5.1-10: Localização do ponto e a rosa dos ventos referente à Primavera de 2025.

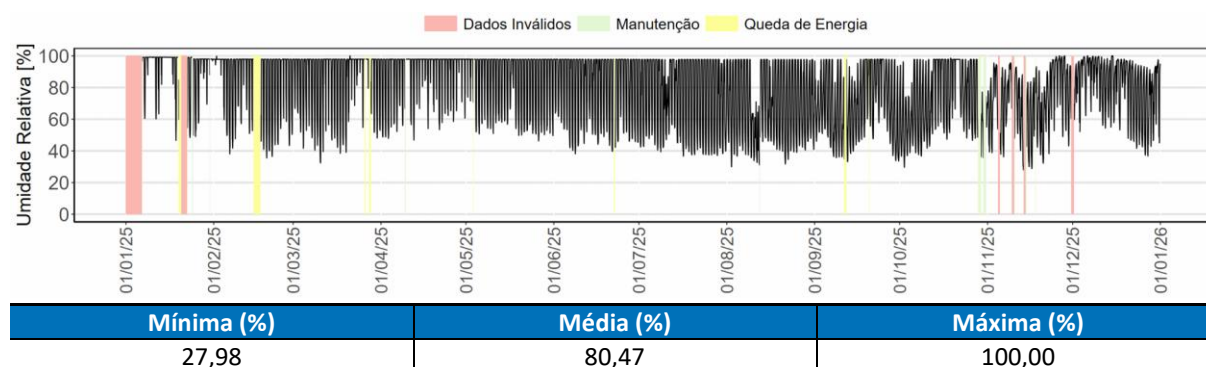
5.2. Gráficos de evolução horária com ocorrências

A seguir serão apresentados os gráficos de medições horárias dos parâmetros meteorológicos com as ocorrências, ou seja, os respectivos eventos que ocasionaram perda de dados. A descrição das invalidações será apresentada no **Capítulo 7**.

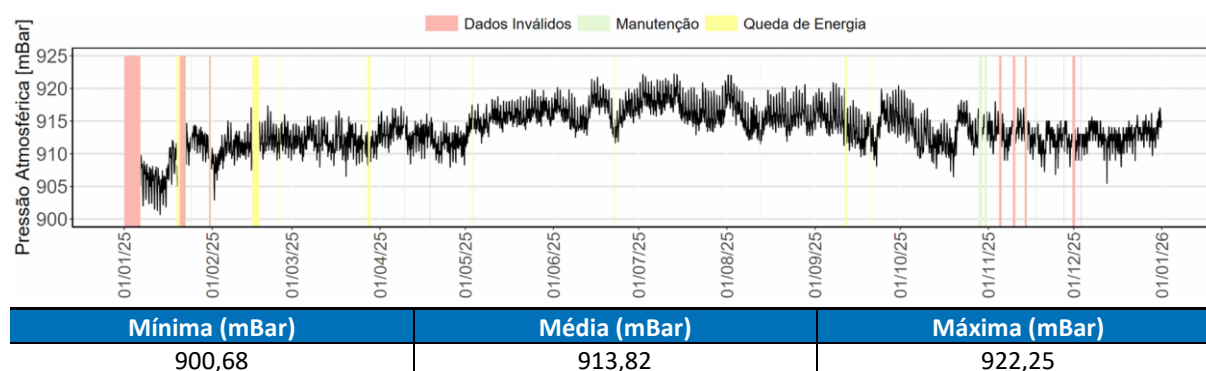
☑ Temperatura (T):



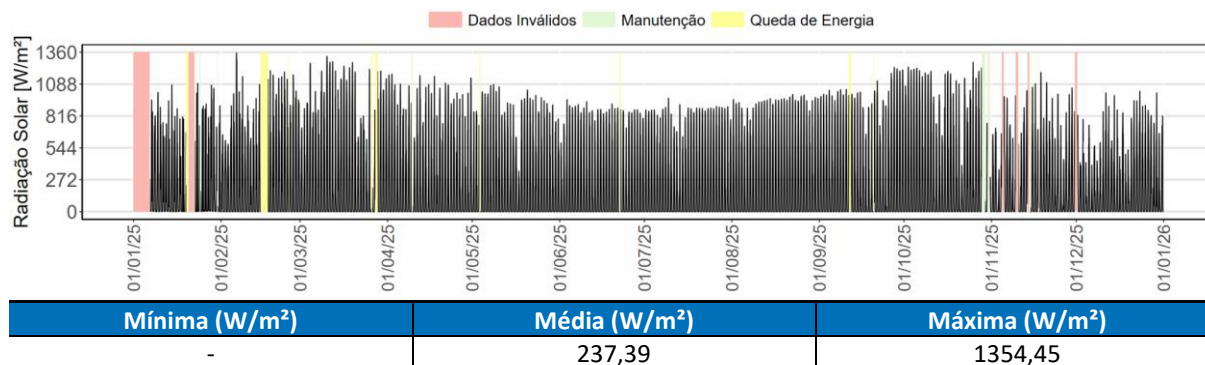
☑ Umidade Relativa (UR):



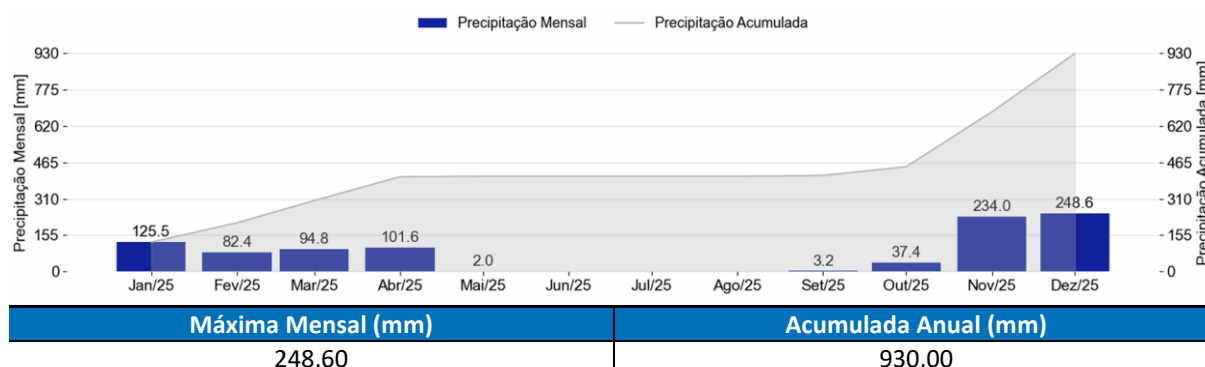
☑ Pressão Atmosférica (PA):



☑ Radiação Solar (RS):



☑ Precipitação Pluviométrica (PP):



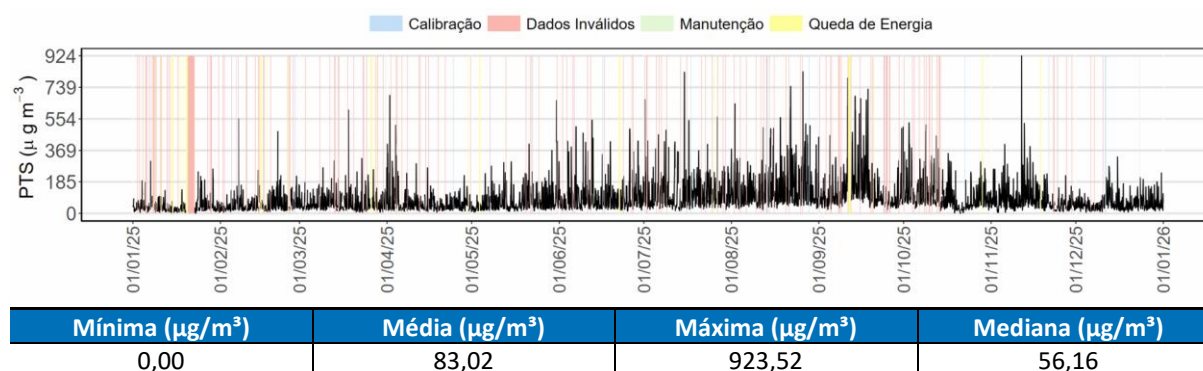
6. POLUENTES ATMOSFÉRICOS

Este capítulo apresenta os gráficos de evolução com as médias horárias, diárias e móveis de qualidade do ar, análises de evolução horária e diária, comparando os resultados encontrados com a legislação vigente.

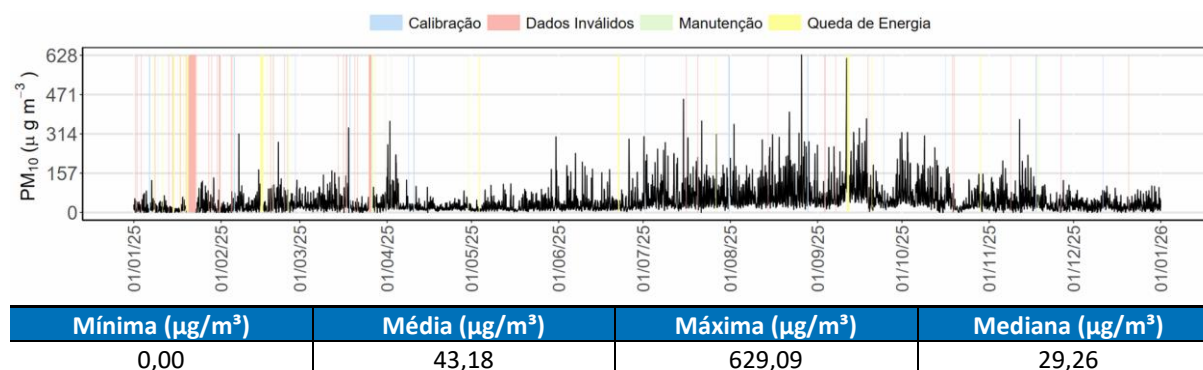
6.1. Gráficos de evolução horária com ocorrências

A seguir serão apresentados os gráficos de concentração horária dos parâmetros de qualidade do ar com as ocorrências, ou seja, os respectivos eventos que ocasionaram perda de dados. A descrição das invalidações será apresentada no **Capítulo 7**.

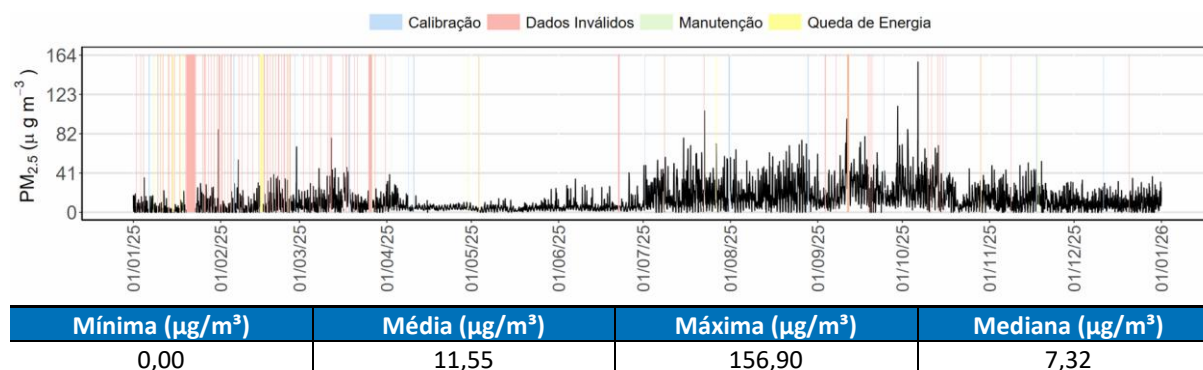
☑ Partículas Totais em Suspensão (PTS):



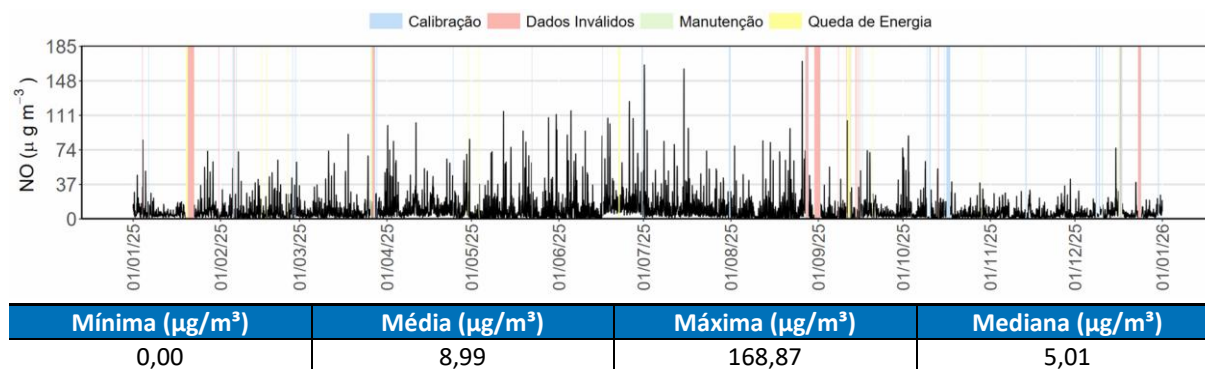
☑ Partículas Inalável (PM₁₀):



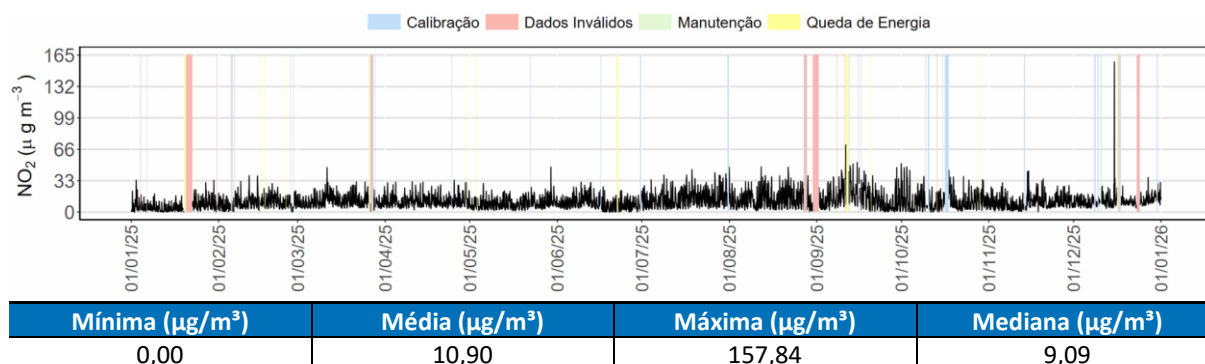
☑ Partículas Respiráveis (PM_{2,5}):



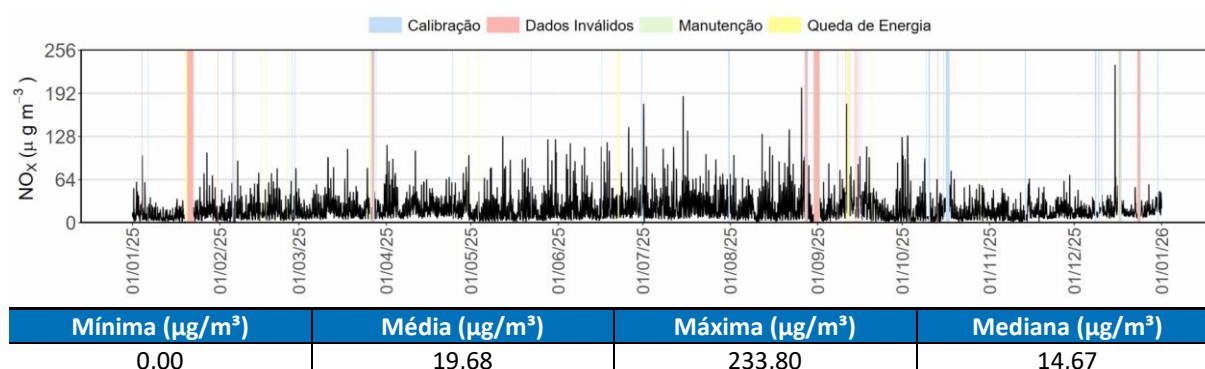
Óxido Nítrico (NO):



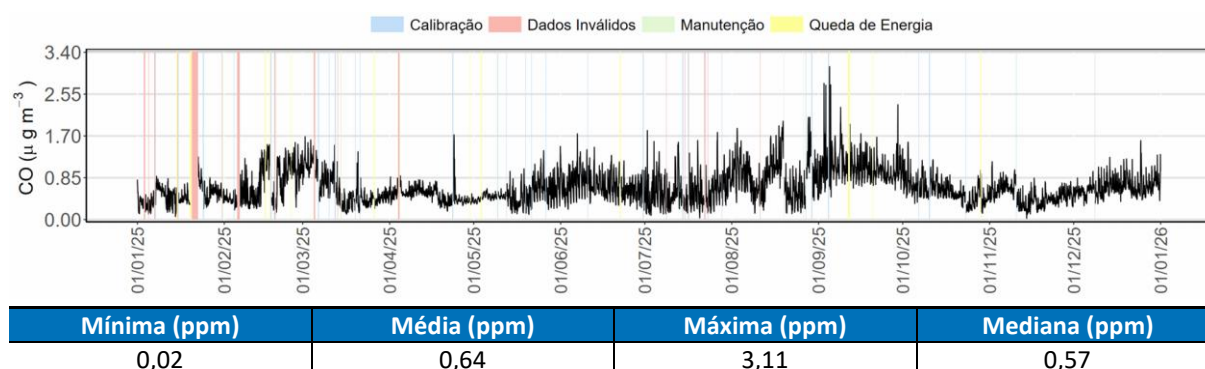
Dióxido de Nitrogênio (NO₂):



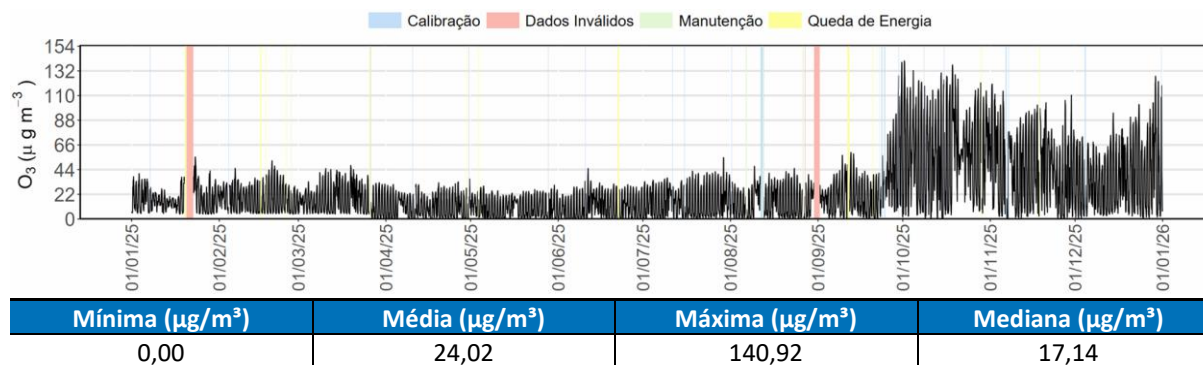
Óxidos de Nitrogênio (NO_x):



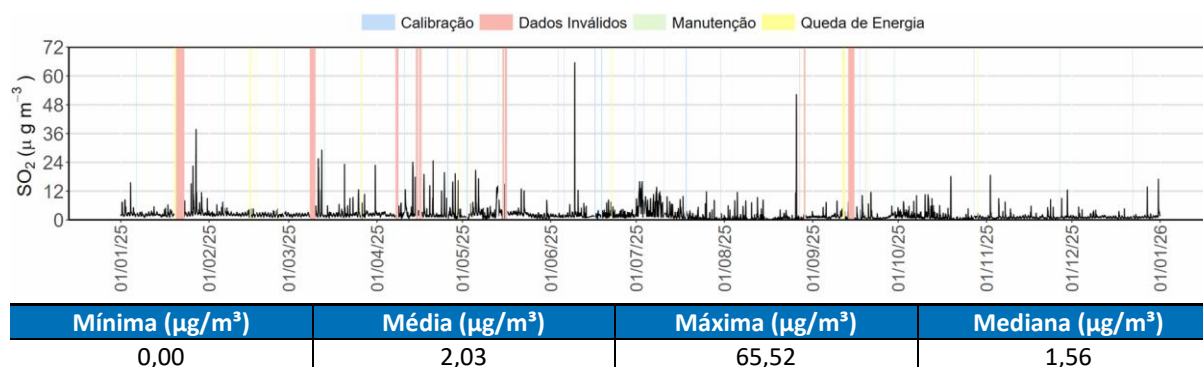
Monóxido de Carbono (CO):



📉 Ozônio Troposférico (O₃):



📉 Dióxido de Enxofre (SO₂):



6.2. Comparação com a legislação aplicável

Nesta seção serão apresentados os gráficos gerados a partir das médias de concentração de cada um dos parâmetros monitorados (PTS, PM₁₀, PM_{2,5}, NO₂, CO, O₃ e SO₂) sendo possível a comparação dos resultados obtidos no monitoramento da EAMQAr com os padrões de qualidade do ar estaduais e nacionais da legislação vigente.

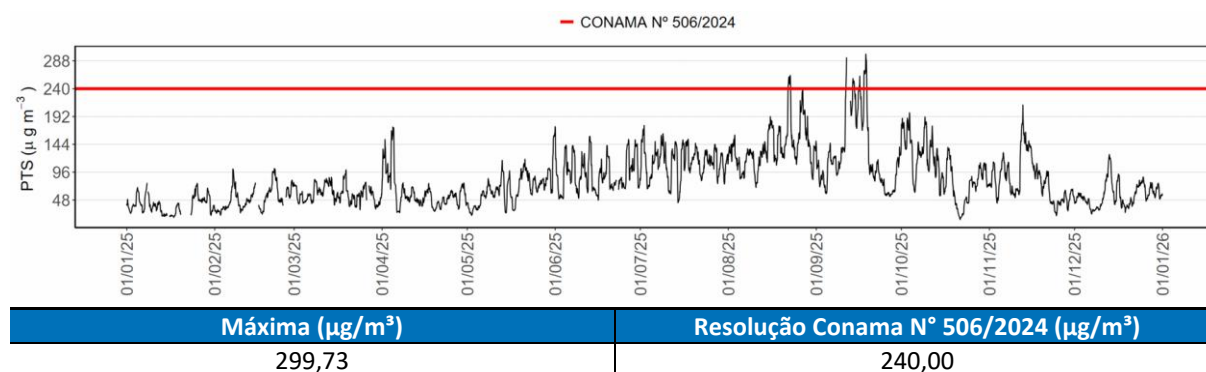
Durante o **ano de 2025**, houve ocorrências de ultrapassagem dos parâmetros de PTS, PM₁₀ e PM_{2,5} para os padrões de legislações vigentes, sendo este a Resolução Conama N° 506/2024.

Para o mês de agosto, houve ultrapassagem do PTS, no dia 22/08/2025 das 02h às 22h e para o PM₁₀ nos dias 15/08/2025, 21/08/2025, 22/08/2025, 23/08/2025, 26/08/2025, 27/08/2025, 28/08/2025 e 29/08/2025, em diversas horas dos dias citados, para os padrões de legislações vigentes, sendo este a Resolução Conama N° 506/2024.

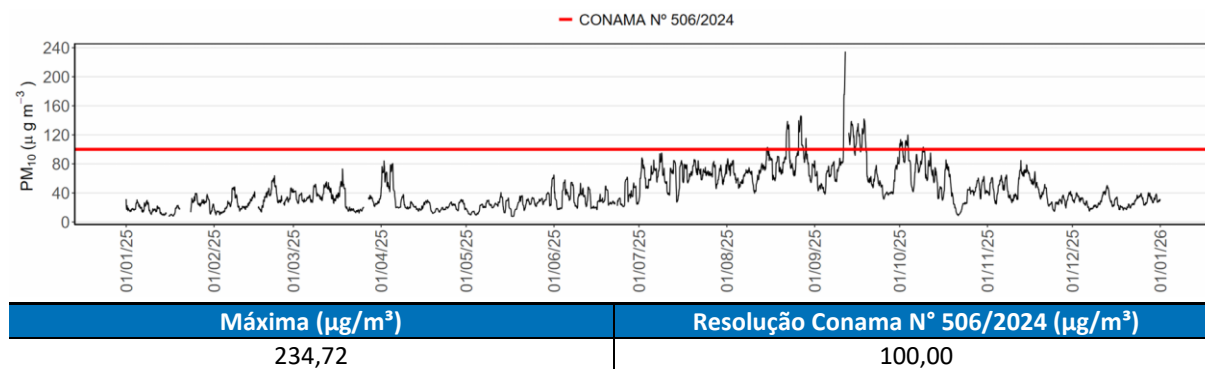
No mês de setembro houve ultrapassagem para o PTS nos dias 11/09/2025, 13/09/2025, 14/09/2025, 16/09/2025, em diversas horas dos dias citados e 17/09/2025 das 19h às 19h do dia 18/09/2025. Para o PM₁₀ nos dias 11/09/2023 (05h às 20h), 13/09/2025 das 00h do dia 14/09/2025 23h, 15/09/2025 das 08h ao dia 17/09/2025 às 03h, 07h às 08h e das 12h desse mesmo dia até o dia 19/09/2025 03h. Por fim, para o PM_{2,5} no dia 11/09/2025 das 16h às 20h, para os padrões de legislações vigentes, sendo este a Resolução Conama N° 506/2024, devido a ocorrência de queimadas em áreas próximas.

Por fim, em outubro ocorreu a ultrapassagem para o PM₁₀ nos dias 02/10/2025 23h, 03/10/2025 00h às 23h, 04/10/2025 00h à 01h e 09/10/2025 01h às 03h, 06h às 09h e 18h às 20h, para os padrões de legislações vigentes, sendo este a Resolução Conama N° 506/2024, devido a ocorrência de queimadas em áreas próximas e do alerta vermelho de baixa umidade. Os motivos das ultrapassagens serão mais bem detalhados no **Capítulo 7**.

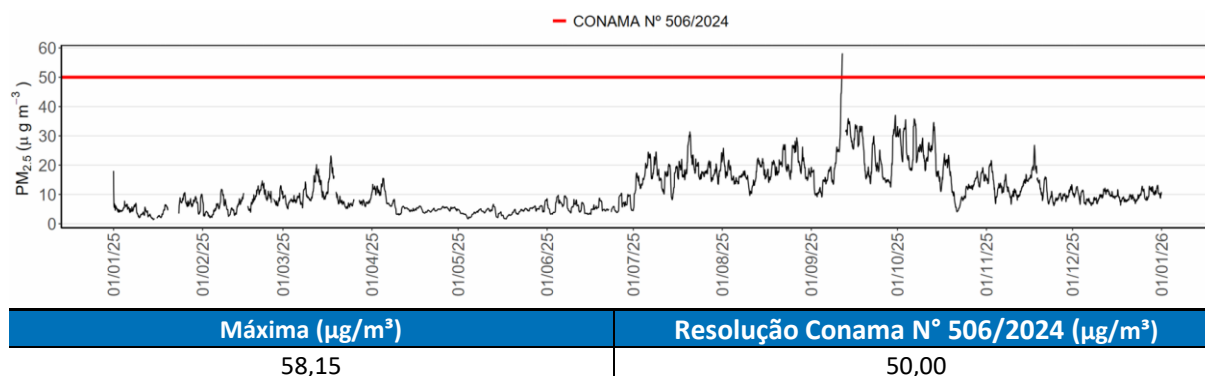
☑ Partículas Totais em Suspensão (PTS):



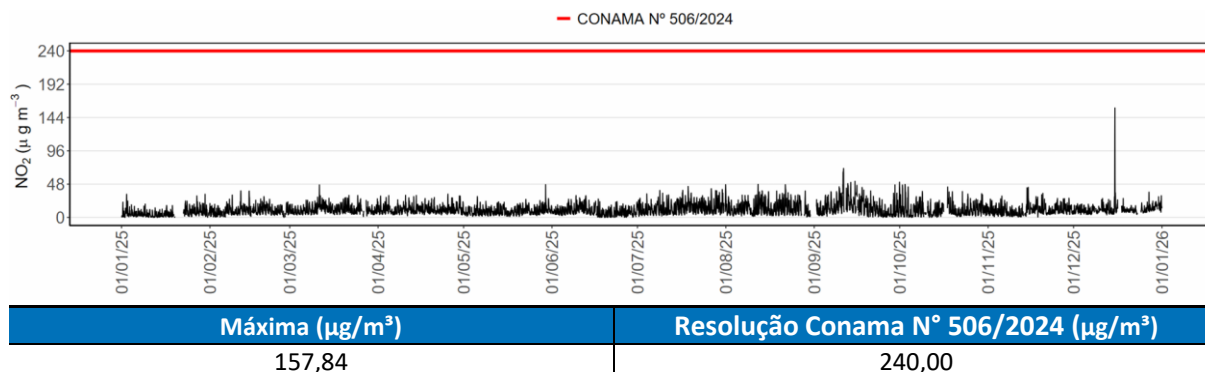
☑ **Partículas Inalável (PM₁₀):**



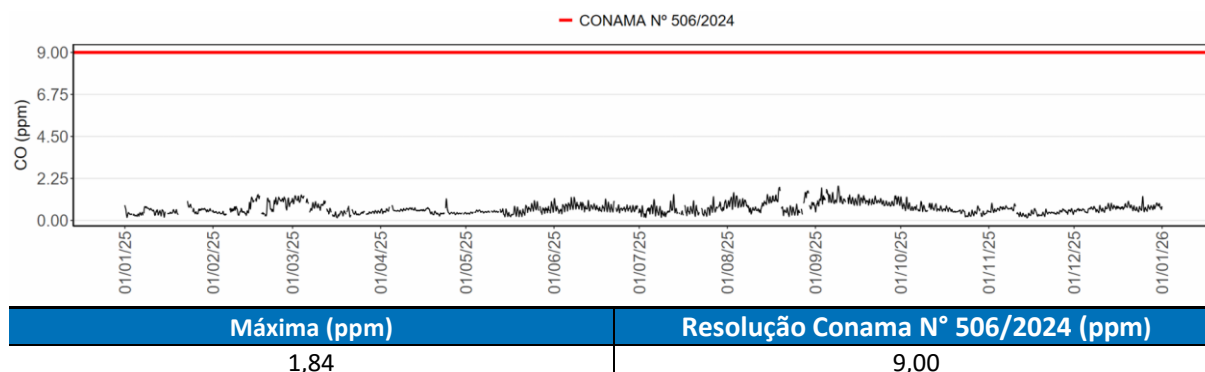
☑ **Partículas Respiráveis (PM_{2,5}):**



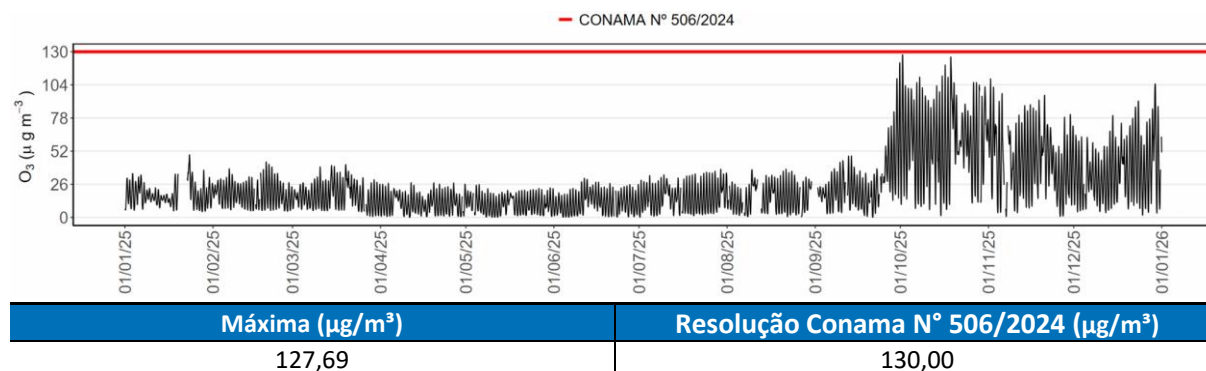
☑ **Dióxido de Nitrogênio (NO₂):**



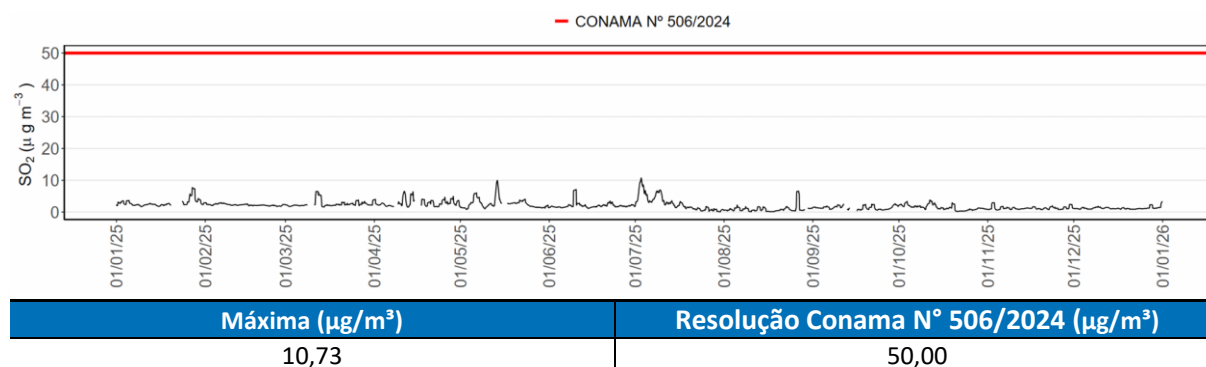
☑ **Monóxido de Carbono (CO):**



📉 Ozônio Troposférico (O₃):



📉 Dióxido de Enxofre (SO₂):



Além disso, na **Tabela 6.2-1** é apresentada a comparação das médias anuais dos parâmetros analisados com os limites anuais estabelecidos pela legislação vigente. Analisando os resultados é observado que não houve ultrapassagem dos limites anuais, preconizados pela Resolução Conama N° 506/2024.

Tabela 6.2-1: Comparação com o padrão anual para a EAMQAr.

Parâmetro	Período de Referência	Média	Resolução Conama N° 506/2024 (µg/m³)
PTS	Anual ¹	58,82	80,00
PM ₁₀	Anual ²	29,06	35,00
PM _{2,5}	Anual ²	7,63	17,00
SO ₂	Anual ²	2,03	30,00
NO ₂	Anual ²	10,90	50,00

Legenda:

- 1- Média geométrica anual.
- 2- Média aritmética anual.

6.3. Análise integrada QAr X Meteorologia

A **Figura 6.3-1 a 6.3-3** apresenta as concentrações dos poluentes em coordenadas polares, horárias e mensais para a EAMQAr. Os gráficos representam a concentração de cada poluente em relação à direção do vento e à velocidade do vento medidos nas próprias estações, sendo a leitura da direção feita da mesma forma que na rosa dos ventos, enquanto a velocidade varia de acordo com o raio de cada círculo, aumentando do centro para a borda. A variação dos poluentes é avaliada conforme a alteração das cores, representadas na escala lateral, as horas do dia e os meses do ano.

A análise pelo PolarPlot é importante, pois permite investigar possíveis fontes, que influenciam diretamente a Estação. Para a maioria das situações com poluentes gasosos, o aumento da velocidade do vento geralmente resulta em menores concentrações, devido ao aumento da diluição através da advecção e aumento da turbulência, enquanto para os materiais particulados, elevados valores de velocidade podem aumentar os níveis de concentração, em função do processo de ressuspensão de poeira em áreas expostas, por exemplo. Entretanto, a obtenção de concentrações elevadas coincidindo com a ocorrência de altas velocidades do vento, podem caracterizar um cenário, no qual as fontes emissoras, podem estar localizadas mais distantes das estações de monitoramento.

Outra análise complementar dos dados se dá por meio do Polar Annulus, que permite identificar os principais horários e meses com maiores concentrações de poluentes ao longo do ano de 2025, contribuindo para uma avaliação temporal detalhada. O Polar Annulus é uma extensão do Polar Plot, mas, em vez de relacionar diretamente a direção do vento com a concentração dos poluentes, ele incorpora uma dimensão temporal, possibilitando a visualização das variações sazonais e horárias. Essa abordagem revela padrões que podem estar associados a fatores como mudanças climáticas sazonais, regimes de vento predominantes e ciclos de atividade humana. Diferentemente do Polar Plot, que foca na relação entre a direção e a velocidade do vento com os níveis de poluição, o Polar Annulus estrutura essas informações ao longo do tempo, destacando a evolução das concentrações em períodos específicos, como meses e horários do dia. A integração dessas ferramentas possibilita uma compreensão mais abrangente das dinâmicas de emissão e dispersão de poluentes, facilitando a identificação de tendências sazonais e variações diárias, e auxiliando na formulação de estratégias para o controle da qualidade do ar.

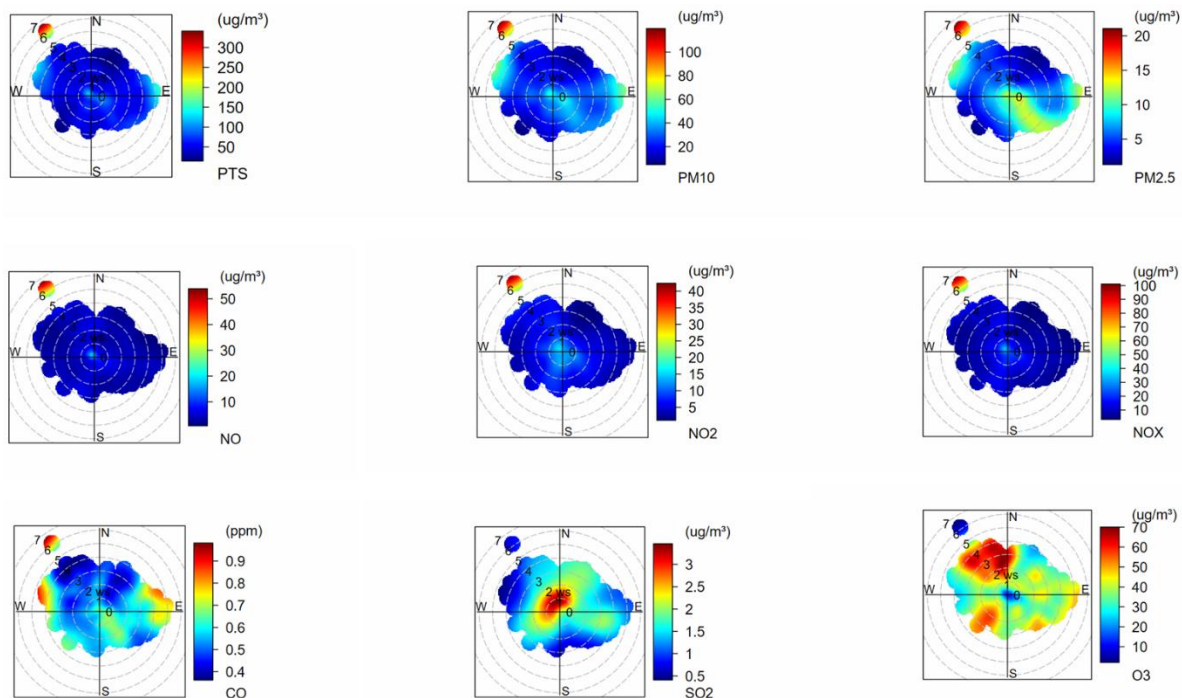


Figura 6.3-1: Gráfico PolarPlot dos parâmetros de qualidade do ar (PTS, PM₁₀, PM_{2,5}, CO, NO, NO₂, NO_x, SO₂ e O₃) da EAMQAr.

Com base nos resultados, a **Figura 6.3-1** evidencia que as maiores concentrações de particulados e óxidos de nitrogênio são oriundas de nordeste, associadas a velocidades médias e altas. Para o monóxido de carbono, as maiores concentrações foram oriundas também da direção nordeste, com pontos de concentrações elevadas também ao leste e ao oeste, associadas a velocidades médias e altas. Isso sugere que, para esses poluentes, as concentrações mais elevadas foram influenciadas por fontes situadas a uma maior distância da Estação. Para o dióxido de enxofre, mas maiores concentrações foram provenientes do centro do PolarPlot, com baixas medições de velocidade do vento, o que indica que para esses poluentes, nesse período específico, as maiores medições foram acarretadas por um comportamento mais próximo da Estação, possivelmente devido as atividades antropogênicas e ao fluxo veicular da obra do CRAS. Por fim, para o ozônio, é notado que as maiores concentrações se encontram em pontos ao sul e sudoeste da estação sob baixas velocidades do vento, comportamento oposto ao observado para os óxidos de nitrogênio, consistente com a reação fotoquímica entre estes.

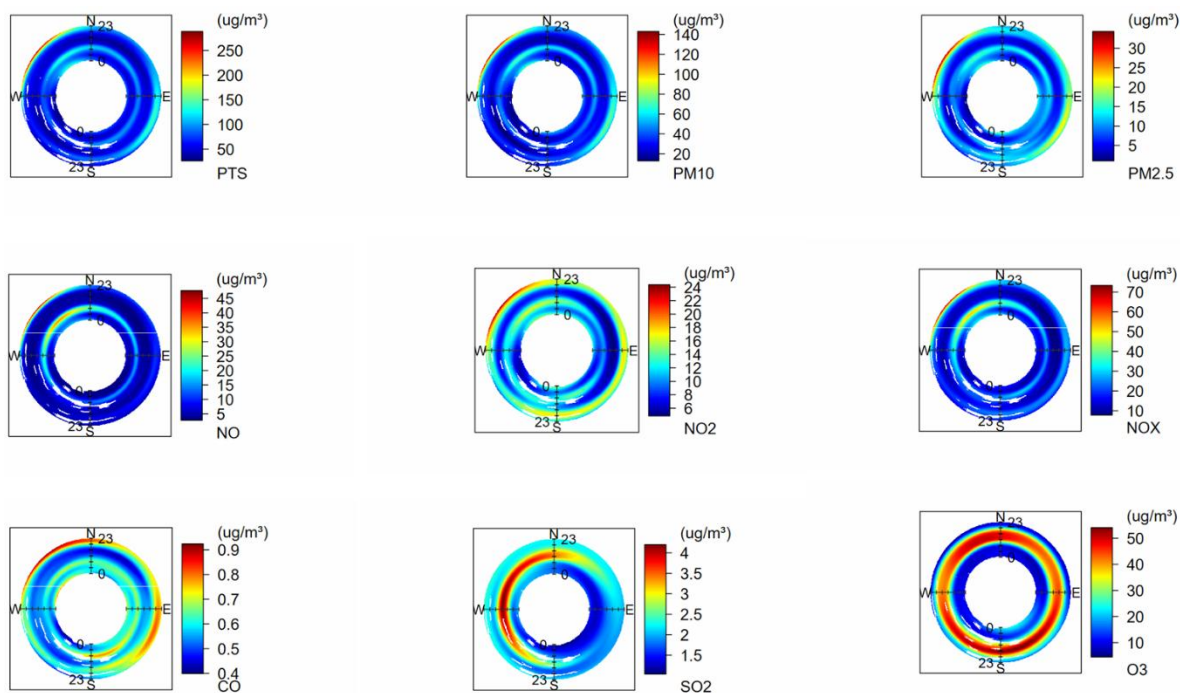


Figura 6.3-2: Gráfico PolarAnnulus horário dos parâmetros de qualidade do ar (PTS, PM₁₀, PM_{2,5}, CO, NO, NO₂, NO_x, SO₂ e O₃) da EAMQAr.

A **Figura 6.3-2** apresenta, que para os particulados, óxidos de nitrogênio e monóxido de carbono as maiores concentrações são provenientes da direção noroeste por volta das 23h, o que pode estar associado a um episódio pontual de emissão e/ou a condições meteorológicas específicas. Observam-se ainda concentrações médias nas direções sudeste e leste, com maior recorrência nos intervalos de 08h a 11h e de 20h a 00h. Para o SO₂, as maiores concentrações ocorrem entre 08h e 20h, com destaque para a direção noroeste, sugerindo uma contribuição predominante desse quadrante durante o período diurno. Por sua vez, o O₃ apresenta as maiores concentrações entre 11h e 19h, compatíveis com a intensificação da radiação solar e a dinâmica de suas reações fotoquímicas. Esse comportamento é esperado, uma vez que o ozônio troposférico é formado a partir da interação entre NO_x e compostos orgânicos voláteis (COVs) na presença de luz, o que favorece sua produção e acúmulo durante as horas de maior insolação

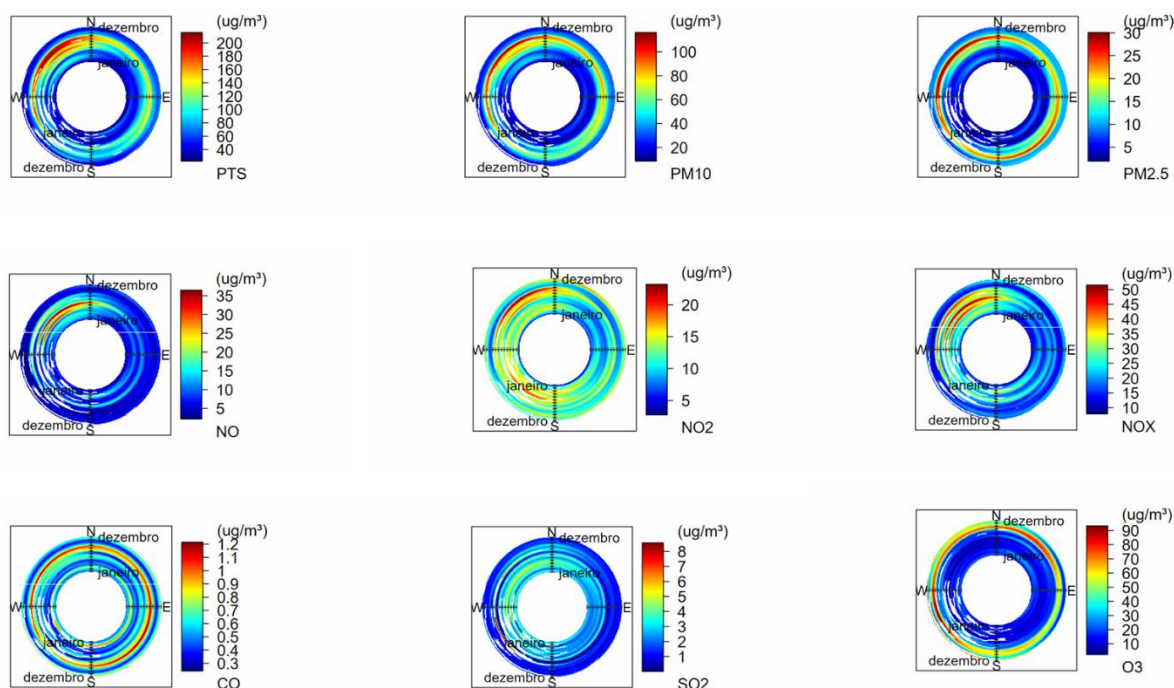


Figura 6.3-3: Gráfico PolarAnnulus mensal dos parâmetros de qualidade do ar (PTS, PM₁₀, PM_{2,5}, CO, NO, NO₂, NO_x, SO₂ e O₃) da EAMQAr.

A **Figura 6.3-3** evidencia que as concentrações de particulados, óxidos de nitrogênio, monóxido de carbono, ozônio e monóxido de carbono foram mais elevadas entre os meses de junho e outubro, possivelmente influenciadas pelo período de seca, que influencia a ocorrência de queimadas em áreas próximas, principalmente nos meses de agosto e setembro. Por outro lado, apenas o SO₂ apresentou suas maiores concentrações no mês de setembro.

A análise da relação entre precipitação pluviométrica e os poluentes atmosféricos (PTS, PM₁₀, PM_{2,5}, NO, NO₂, NO_x, CO, SO₂ e O₃), evidenciada nos gráficos da **Figura 6.3-4** e nos calendários da **Figura 6.3-5**, é essencial para compreender a dinâmica da qualidade do ar e seus impactos. A precipitação desempenha um papel fundamental na remoção de poluentes atmosféricos, reduzindo temporariamente suas concentrações por meio do processo de lavagem atmosférica. Em contrapartida, períodos de baixa pluviosidade favorecem o acúmulo de partículas suspensas. Observa-se uma tendência sazonal, em que as concentrações de poluentes aumentam significativamente nos meses mais secos. Dessa forma, a precipitação atua como um regulador natural da qualidade do ar, afetando de maneira diferenciada cada um dos poluentes analisados e evidenciando sua importância na dinâmica atmosférica e na mitigação dos impactos da poluição sobre o meio ambiente e a saúde humana.

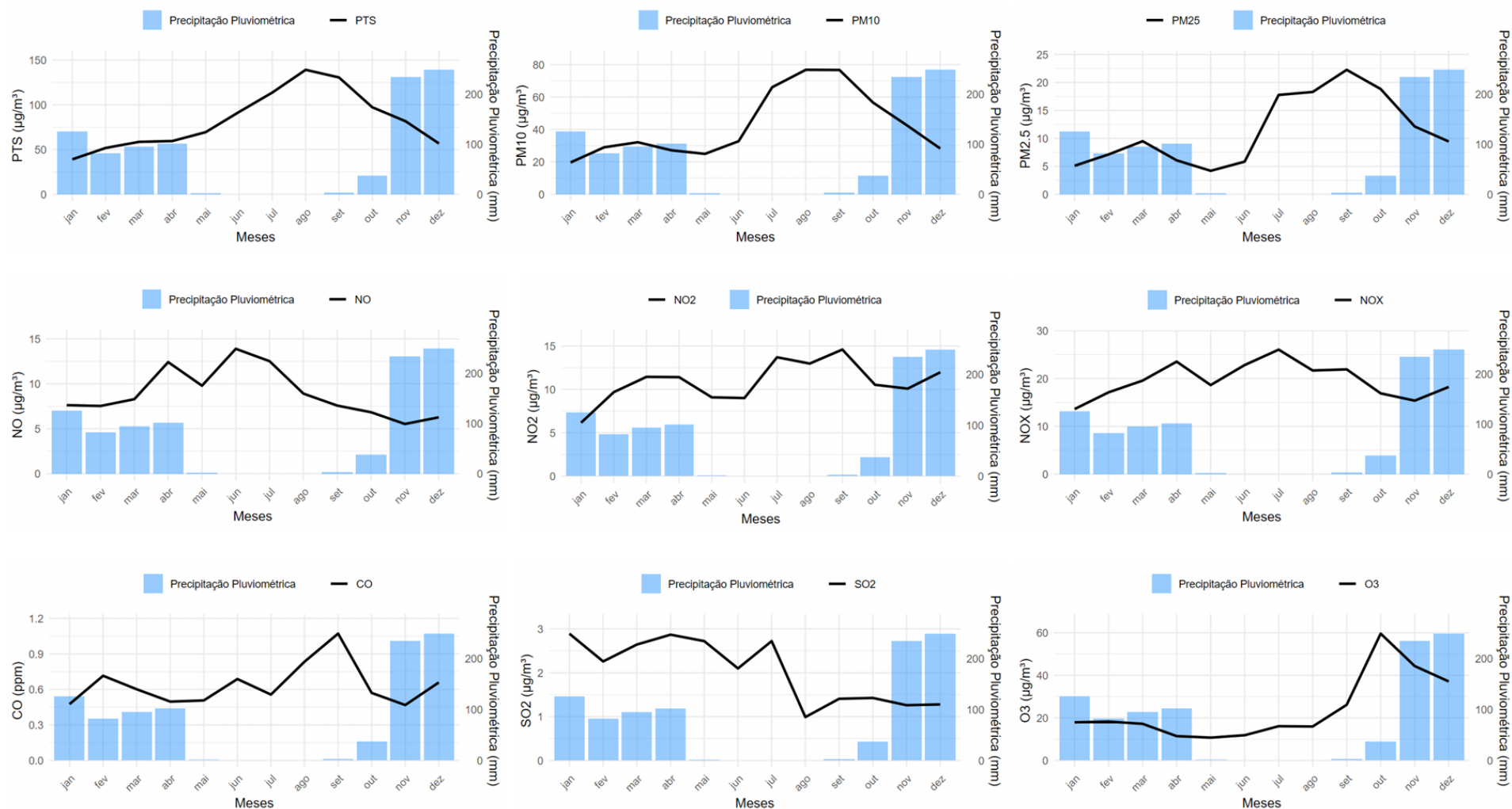


Figura 6.3-4: Gráfico de comparação da Precipitação Pluviométrica com os parâmetros de qualidade do ar (PTS, PM₁₀, PM_{2,5}, CO, NO, NO₂, NO_x, SO₂ e O₃) da EAMQAr.

A análise da **Figura 6.3-4** evidencia a relação entre a precipitação pluviométrica e as concentrações dos poluentes (PTS, PM₁₀, PM_{2,5}, CO, NO, NO₂, NO_x, SO₂ e O₃) ao longo dos meses. Observa-se que, nos períodos sem precipitação, os níveis de particulados e de óxidos de nitrogênio aumentaram significativamente, enquanto nos meses com maior índice pluviométrico, suas concentrações são reduzidas. Essa tendência também pode ser verificada na análise diária por meio do calendário (**Figura 6.3-5**), onde se nota que as maiores concentrações de material particulado estão associadas à baixos índices pluviométricos. Esse fenômeno ocorre devido à ação higroscópica da chuva, que remove os poluentes da atmosfera por meio da lavagem atmosférica. Além disso, os períodos de seca favorecem a intensificação das queimadas, que contribuem diretamente para o aumento das concentrações de particulados, agravando os impactos ambientais e a qualidade do ar.

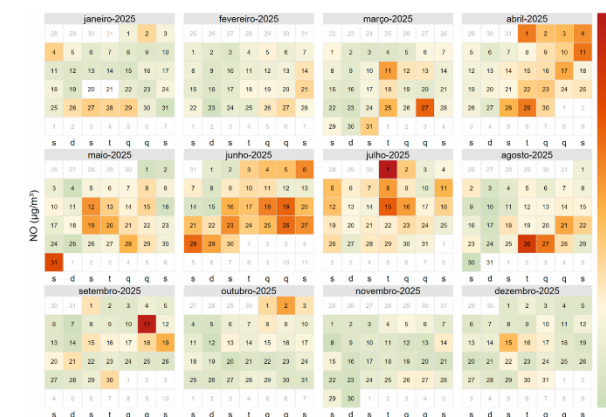
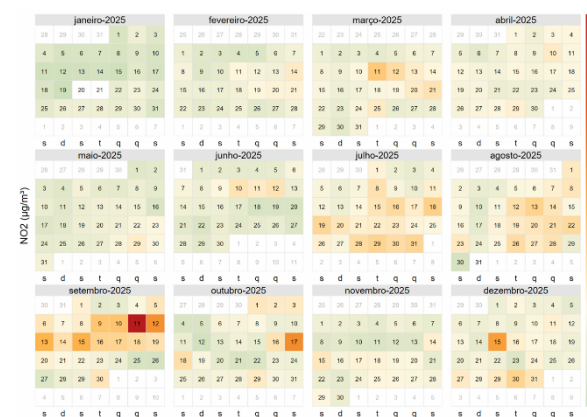
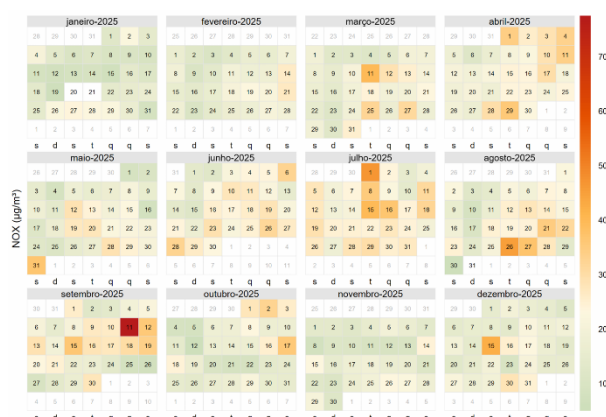
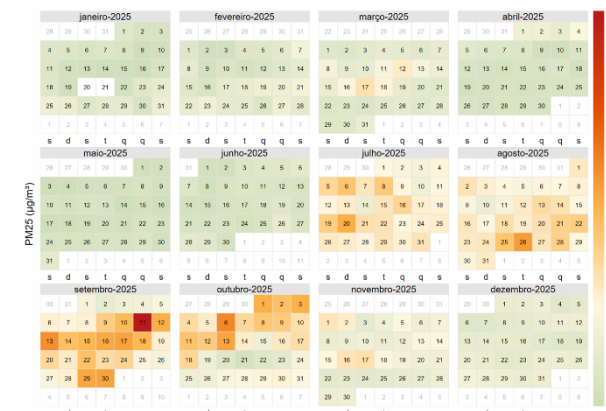
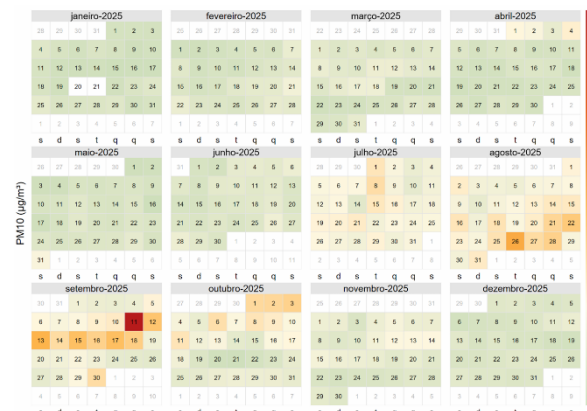
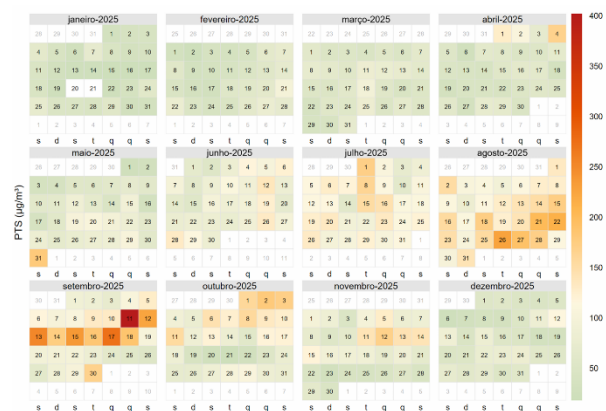
Por outro lado, o monóxido de carbono, sendo um gás menos reativo e pouco solúvel em água, apresenta menor influência direta da precipitação. Isso é evidenciado nos gráficos, onde suas concentrações médias e diárias permaneceram relativamente estáveis, independentemente da ocorrência ou ausência de chuvas.

O dióxido de enxofre, apesar de ser altamente solúvel em água e sofrer remoção eficiente por meio da lavagem atmosférica—processo no qual o gás se dissolve na água das nuvens e precipitações, formando ácidos sulfúrico e sulfuroso que são posteriormente removidos da atmosfera— não apresentou uma relação clara com a precipitação ao longo do **ano de 2025**. Esse comportamento sugere que sua concentração pode estar mais fortemente influenciada por outros fatores, como fontes emissoras predominantes e padrões de dispersão atmosférica característica da região.

Já o ozônio demonstra um comportamento oposto, com concentrações reduzidas em períodos chuvosos. Esse fenômeno ocorre porque sua formação está diretamente associada à incidência de radiação solar e reações fotoquímicas. Assim, em dias chuvosos, a menor disponibilidade de radiação solar reduz a formação de ozônio, resultando em concentrações mais baixas. Essa tendência pode ser claramente observada nas Figuras **6.3-4** e **6.3-5**, que evidenciam a relação entre precipitação e as variações nos níveis de poluentes atmosféricos.

É fundamental ressaltar que a classificação de cores utilizada no calendário (**Figuras 6.3-5**) é baseada na máxima concentração registrada para cada parâmetro ao longo do período analisado. Dessa forma, a gradação das cores representa valores relativos dentro do conjunto de dados, não significando, necessariamente, ultrapassagens dos padrões de qualidade do ar estabelecidos por órgãos reguladores. Essa abordagem possibilita uma visualização clara das tendências e variações temporais, facilitando a análise da influência de fatores meteorológicos, como a precipitação, sobre as concentrações dos poluentes.

Adicionalmente, é importante destacar que os dias sem coloração indicam ausência de dados válidos, seja por invalidações ou períodos sem medições. No caso específico da precipitação pluviométrica, a ausência de coloração representa dias sem ocorrência de chuvas, contribuindo para a análise da relação entre as condições meteorológicas e a dispersão dos poluentes.



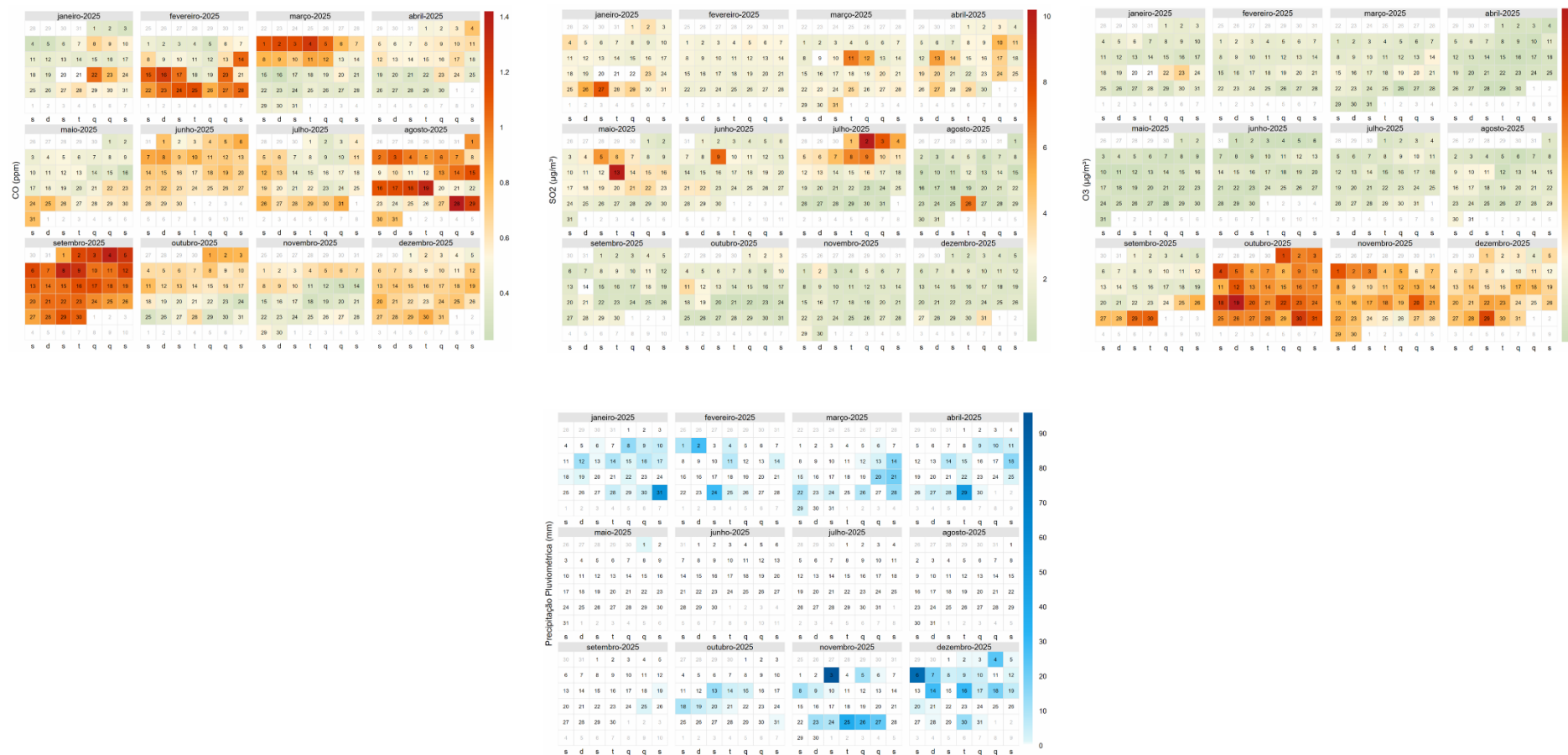


Figura 6.3-5: Calendário de volume diário de Precipitação Pluviométrica e dos parâmetros de qualidade do ar (CO, O₃, SO₂, NO, NO₂, NO_x, PTS, PM₁₀, PM_{2,5}) da EAMQAR

6.4. Avaliação do Padrão Temporal Horário e Diário

A seguir serão apresentados os gráficos de evolução horária de cada parâmetro monitorado. A avaliação da evolução horária ao longo do período monitorado é importante, para evidenciar o comportamento típico da interação dia/noite de cada parâmetro e assegurar a consistência das medições dos dados de qualidade do ar.

6.4.1. PTS, PM₁₀ e PM_{2,5}

O material particulado possui um comportamento característico. Este comportamento é caracterizado por concentrações mais baixas, no geral, das 00h até às 06h, concentrações crescentes das 06h até às 15h e com maior decréscimo a partir de 18h. Este comportamento é devido, principalmente, ao fluxo veicular, que é responsável pela emissão de material particulado, seja pelo escapamento na queima de combustível, pelo desgaste de pneus e freios à medida que trafegam, além da ressuspensão de partículas presentes nas vias.

Os níveis de concentração de material particulado são relativamente mais baixos no começo do dia, e, a partir de 06h, quando se inicia o aumento do fluxo veicular, ocasionado pelo deslocamento casa-trabalho, as emissões vão aumentando até atingir um máximo. O movimento retorna a ser mais intenso por volta de 18h da intensificação das atividades e da movimentação de veículos.

Analisando o comportamento horário do material particulado para a EAMQAr (**Figura 6.4.1-1**), é notado um aumento de concentração de material particulado, sendo por volta das 08h e às 19h, esse comportamento está associado, principalmente, ao aumento do tráfego veicular nos horários de deslocamento. A persistência das medições mais altas no período noturno podem estar atreladas ao fenômeno de inversão térmica, na qual a camada de ar frio fica sob a de ar quente, restringindo a dispersão vertical do ar, o que pode acarretar num aumento das concentrações.

Quanto ao comportamento semanal, é notado um incremento nas medições de particulado das segundas-feiras a sextas-feiras, e a partir das sextas-feiras ocorre uma redução nas concentrações. Aos domingos, verifica-se uma diminuição ainda mais acentuada, atribuída à redução do fluxo veicular nesses dias.

A análise da variação mensal das concentrações revela um aumento progressivo a partir de abril, tornando-se mais evidente após junho, com a maior concentração em agosto e uma redução gradual a partir de setembro. Esse padrão pode ser atribuído principalmente pelo período de seca, contribuindo diretamente para a intensificação da concentração de material particulado. A ausência de precipitação reduz a remoção natural dos poluentes da atmosfera, já que a chuva atua como um mecanismo de lavagem atmosférica, removendo partículas suspensas por meio do processo de deposição úmida. Além disso, em períodos de estiagem, o solo e as superfícies urbanas tornam-se mais secos, favorecendo a ressuspensão de poeira devido à ação do vento e ao tráfego de veículos, o que eleva ainda mais os níveis de particulados no ar.

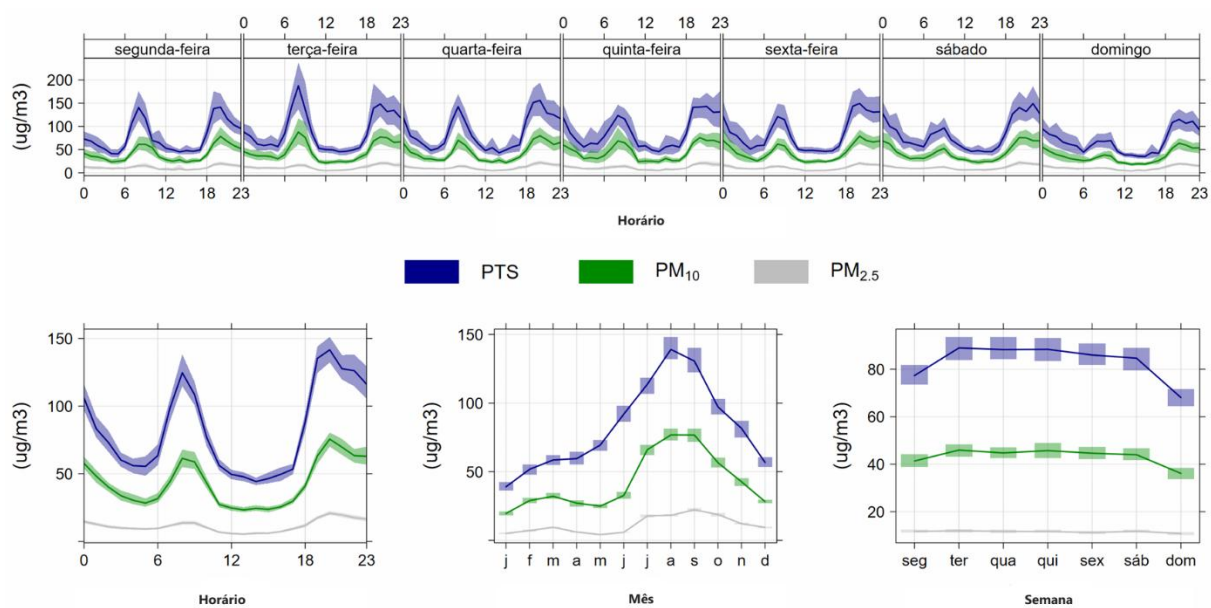


Figura 6.4.1-1: Evolução horária e semanal de PTS, PM₁₀ e PM_{2,5} da EAMQAr.

6.4.2. NO, NO₂ e NO_x

Os parâmetros NO, NO₂ e NO_x possuem um comportamento horário típico, sendo influenciado apenas pela atmosfera. Este comportamento é caracterizado por concentrações menores no começo do dia, entre 00h e 06:30h e concentrações maiores durante o final da manhã e à tarde. A partir das 18h, os valores voltam a aumentar. As variações deste comportamento podem ser ocasionadas por diversos fatores externos, dentre esses, a presença de alguma fonte emissora de combustão e fluxo veicular.

Avaliando as concentrações horárias dos óxidos de nitrogênio (**Figura 6.4.2-1**), é notável um pico por volta das 08h, esse comportamento está associado, principalmente, ao aumento do tráfego veicular nos horários de deslocamento. Também é notado um leve aumento a partir das 18h, possivelmente devido o fluxo veicular, mantendo os valores mais elevados no período noturno e no início do dia. O que pode acarretar esse aumento de concentração nessas faixas horárias é a variabilidade de temperatura que tem acontecido entre o dia/noite na região, ocorrendo uma dissipação da inversão térmica pela manhã, de modo que os poluentes acumulados nas camadas mais próximas ao solo possam acabar ascendendo e aumentando temporariamente a concentração.

Quanto ao comportamento semanal, é notado um incremento das medições das segundas-feiras às terças-feiras e redução das quartas-feiras aos domingos, o que pode ser devido a diminuição do fluxo veicular nestes dias.

A análise da variação mensal das concentrações revela um aumento progressivo de janeiro a junho, com uma leve redução no mês de maio, com a maior concentração em julho e uma redução gradual a partir de julho. Esse padrão pode ser atribuído principalmente pelo período de seca, contribuindo diretamente para a intensificação da concentração de material particulado. A ausência de precipitação reduz a remoção natural dos poluentes da atmosfera, já que a chuva atua como um mecanismo de lavagem atmosférica, removendo os óxidos nítricos por deposição úmida (reagindo para formar um outro composto) quanto por deposição seca (absorção pela água). Além disso, em períodos de estiagem há a ocorrência de queimadas, contribuindo para o aumento das concentrações de poluentes na região. Durante as queimadas, o aumento nas concentrações de NO e O₃ favorece a conversão de NO em NO₂, tornando este último o principal óxido de nitrogênio medido na atmosfera. Isso se reflete nos dados, onde, em períodos de queimadas intensas, as concentrações médias de NO₂ tendem a ser superiores às de NO devido à rápida reatividade química.

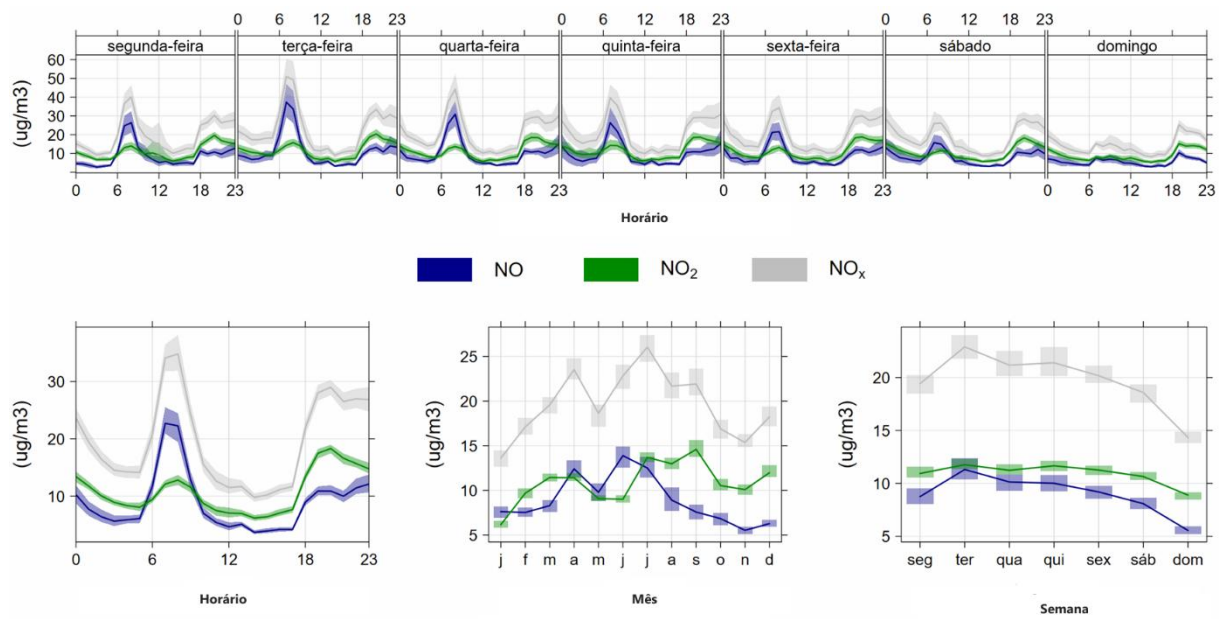


Figura 6.4.2-1: Evolução horária e semanal de NO, NO₂ e NO_x da EAMQAr.

6.4.3. SO₂

O parâmetro SO₂ possui um padrão diário que é amplamente influenciado por atividades antropogênicas e padrões meteorológicos. No geral, seu comportamento aumenta durante o início do dia devido a intensificação de atividades, alcançando medições mais elevadas durante o dia, com uma redução após diminuição das atividades industriais e do tráfego veicular.

Avaliando as concentrações do dióxido de enxofre (**Figura 6.4.3-1**), é possível observar um aumento na concentração das 07h às 15h, esse comportamento está associado, principalmente pela queima de combustíveis fósseis durante o aumento de fluxo veicular nesses horários. Analisando os dias, temos que, a variabilidade foi diferente dos outros poluentes analisados.

Entretanto, apesar da diferença no comportamento, é válido observar que a variação das concentrações entre os dias é inexpressiva, tendo um leve aumento nas terças-feiras e aos domingos.

A análise da variação mensal revela um período de maiores concentrações durante os meses de janeiro a julho, com redução após abril, seguido de um aumento gradual ao longo dos meses até o final do ano.

No geral, as medições do SO₂ são muito baixas em escala, não apresentando um padrão de variação tão notável ao longo dos meses.

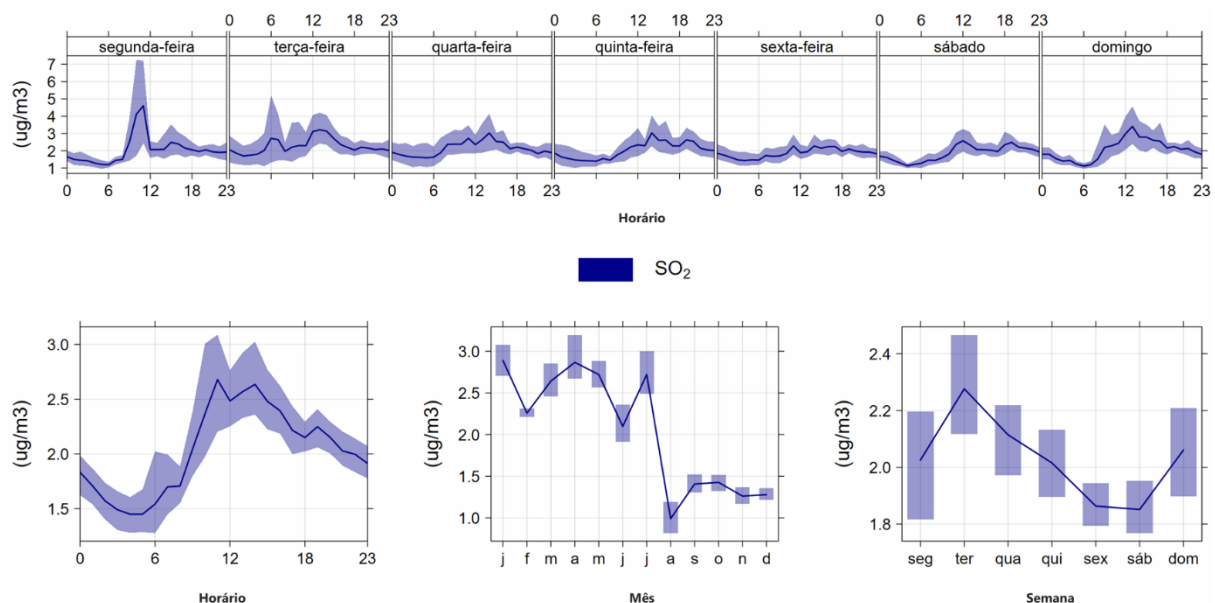


Figura 6.4.3-1: Evolução horária e semanal de SO₂ da EAMQAr.

6.4.4. O₃

Na análise dos resultados, é possível perceber o comportamento atmosférico é advindo de reações que ocorrem na troposfera terrestre envolvendo o ozônio (O₃). A partir da radiação solar, o oxigênio presente na atmosfera sofre a quebra da ligação entre os átomos, originando um radical livre, que em seguida liga-se com outra molécula de oxigênio, dando origem ao ozônio. O ozônio, por sua vez, reage com o monóxido de nitrogênio (NO) produzindo NO₂ e oxigênio. Esta reação, inerente da atmosfera, dá origem a comportamentos horários complementares entre os poluentes O₃ e NO₂, ou seja, à medida que a concentração do O₃ aumenta, a concentração de NO₂ tende a diminuir. O ozônio, por ser influenciado diretamente pela radiação solar, apresenta seus picos de valor nos horários de máxima radiação, que gira das 12h às 14h. Este valor decresce à medida que a radiação solar diminui. Este parâmetro também possui valores mais baixos no começo do dia, entre 00h e 06h, horários sem ou com baixa incidência solar (*Seinfeld*, 2006).

Por mais que normalmente o ozônio seja maior no período diurno, é possível ocorrer a geração de picos noturno, assim como a formação de picos secundários, o que foi documentado em diversos trabalhos como: REITEBUCH, et al., 2000; SALMOND e MCKENDRY, 2002, MAVRAKIS, et al., 2010; SOUSA, et al., 2011; KULKARNI, et al., 2013; KLEIN, et al., 2014. Essa correlação entre o aumento de ozônio durante a noite pode ocorrer devido aumento na velocidade do vento, o cisalhamento dele e o fluxo descendente de O₃. Também é frequente ocorrer um aumento na concentração do ozônio dentro das 3h após o pôr-do-sol, devido a mistura vertical e o transporte horizontal.

Avaliando as concentrações horárias do ozônio (**Figura 6.4.4-1**), é possível observar um notável aumento das 11h às 17h, horários com maiores medições de radiação solar.

Para a variação semanal, é notável um decréscimo das segundas-feiras às quartas-feiras, e partir das quintas-feiras aos domingos há um aumento das concentrações.

A análise da variação mensal das concentrações revela um aumento progressivo a partir de abril, com a maior concentração em outubro e uma redução em novembro e dezembro. Esse padrão pode ser atribuído principalmente devido à estiagem, visto que o em meses mais secos e com maior disponibilidade de radiação tendem a favorecer a formação e o acúmulo de O₃, enquanto o início do período mais chuvoso e com maior nebulosidade contribui para reduzir a produção fotoquímica e aumentar a remoção atmosférica.

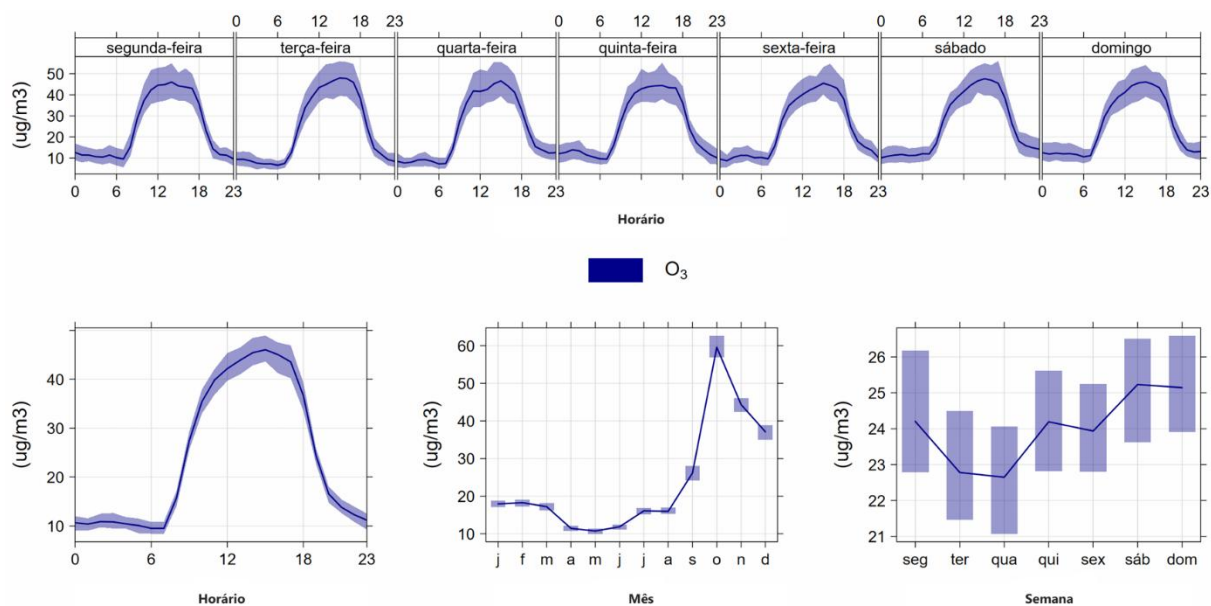


Figura 6.4.4-1: Evolução horária e semanal de O_3 da EAMQAr.

6.4.5.CO

O monóxido de carbono, assim como os outros poluentes, apresenta, no geral, maiores valores de concentração com o pico de movimentação veicular.

Analisando os dados, é possível notar que isso ocorre de fato devido a um aumento às 08h e 19h. É notável uma certa persistência de valores mais elevados de CO no final da noite, o que pode ser explicado com a ocorrência de eventos de inversão térmica na região. A queda da temperatura, seguido de baixa velocidade do vento e ausência de radiação, pode acarretar numa baixa dispersão do poluente, o enclausurando nas regiões mais próximas do solo. Isso acontece devido a não diminuição da temperatura com a altitude, impedindo o CO de se dispersar verticalmente.

Quanto a variação semanal, ocorre um aumento das segundas-feiras às terças-feiras, com um decréscimo nas quartas-feiras às quintas-feiras com um incremento das concentrações das quintas-feiras aos domingos, com uma leve redução às sextas-feiras e aos domingos.

A análise da variação mensal das concentrações apresenta valores mais baixos no início do ano, com oscilações até o meio do ano, e passa a aumentar a partir de julho/agosto, atingindo pico em setembro. Depois, ocorre queda em outubro, mantendo níveis menores em novembro e leve retomada em dezembro.

Esse padrão é típico do período seco: com menor precipitação, há menos remoção indireta de poluentes e, principalmente, condições atmosféricas mais estáveis, menor altura de mistura e menor ventilação, o que favorece o acúmulo de CO próximo à superfície. Além disso, na estação seca é comum aumentar a influência de queimadas e do transporte regional de fumaça, elevando as concentrações. A redução a partir de outubro é compatível com a transição para meses mais úmidos, com maior dispersão e maior renovação do ar.

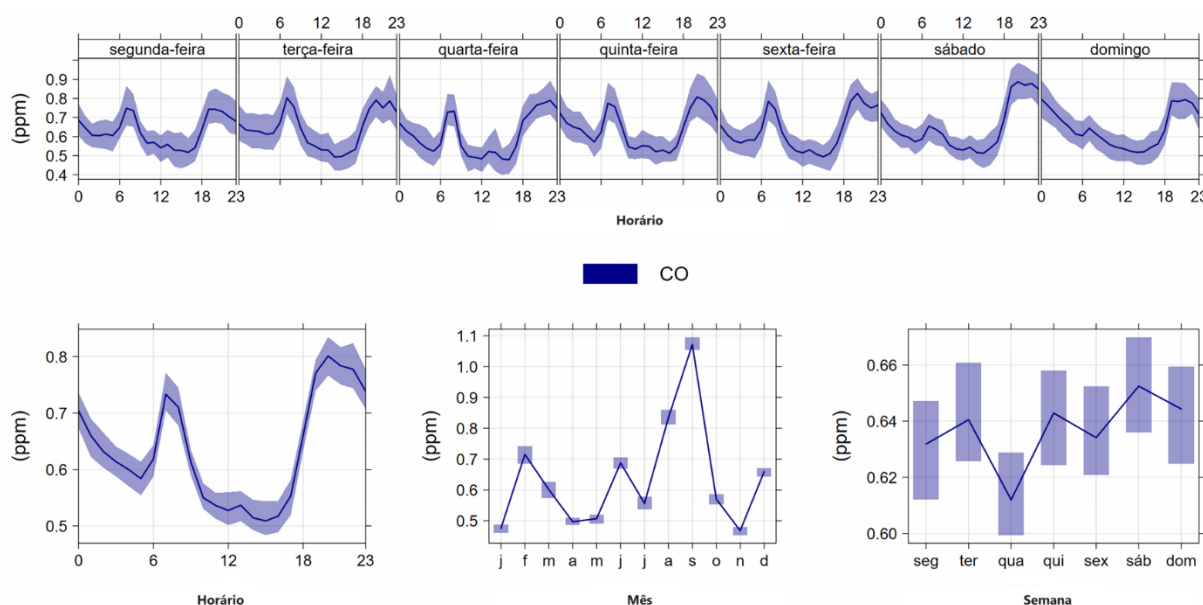


Figura 6.4.5-1: Evolução horária e semanal de CO da EAMQAr.

6.5. Cálculo do IQAr

Para os meses de **janeiro a dezembro de 2025** são apresentados, na **Figura 6.5-1**, os gráficos de IQAr durante o período de monitoramento. Já na **Tabela 6.5-1** é apresentada a Distribuição da Classificação do IQAr, ou seja, esta apresenta as porcentagens associadas às classificações de qualidade do ar para os poluentes mensurados e um total combinado. Essas porcentagens representam a proporção do tempo em que a qualidade do ar está dentro de cada classificação do IQAr, com base na concentração desses poluentes.

Tabela 6.5-1: Distribuição da Classificação do IQAr.

Classificação do IQAr	CO	SO ₂	NO ₂	O ₃	PM ₁₀	PM _{2,5}	Total
BOA	100,00%	100,00%	100,00%	99,03%	62,74%	73,14%	89,02%
MODERADO	-	-	-	0,97%	33,90%	26,80%	10,41%
RUIM	-	-	-	-	3,20%	0,06%	0,55%
MUITO RUIM	-	-	-	-	0,15%	-	0,03%

A qualidade do ar classificada como MUITO RUIM toda a população pode apresentar sintomas como tosse seca, cansaço, ardor nos olhos, nariz e garganta e ainda apresentar falta de ar e respiração ofegante. Pessoas de grupos sensíveis podem apresentar efeitos mais graves à saúde.

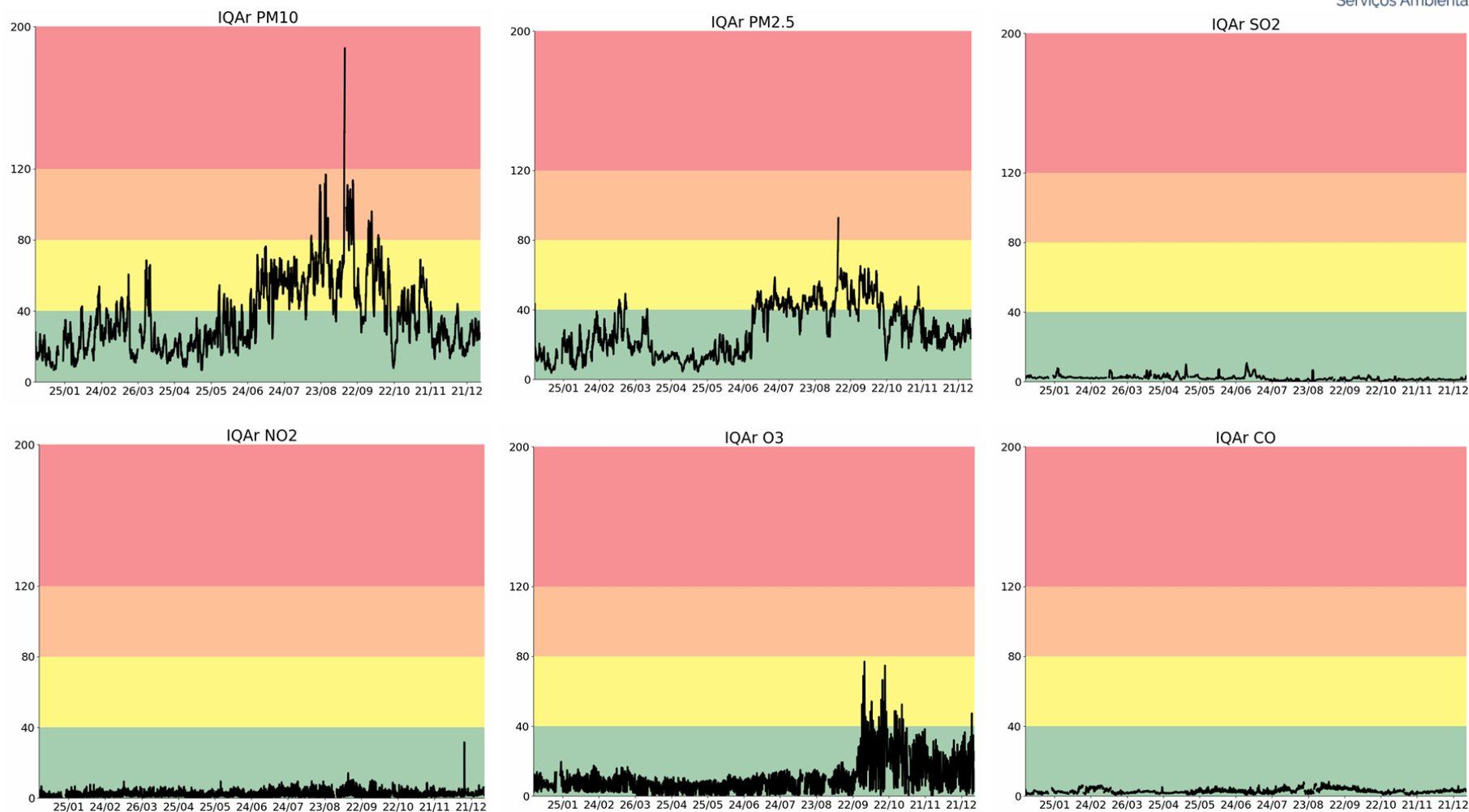


Figura 6.5-1: Gráfico de Índice de qualidade do ar (PM_{2.5}, PM₁₀, SO₂, NO₂, O₃, CO) da EAMQAr.

As **Figuras 6.5-2 a 6.5-7** apresentam os calendários detalhado do Índice de Qualidade do Ar (IQAr), abrangendo as classificações diárias dos parâmetros PM_{2,5}, PM₁₀, SO₂, NO₂, O₃, CO ao longo de 2025. O calendário é organizado por meses, permitindo a análise diária da qualidade do ar em termos de suas categorias: "Boa", "Moderada", "Ruim" e "Muito Ruim".

O calendário fornece uma visão clara das variações temporais e sazonais da qualidade do ar, destacando padrões que podem estar associados a condições climáticas, atividades humanas ou eventos específicos. A figura é particularmente útil para identificar tendências em períodos do ano e avaliar os impactos potenciais na saúde pública e no meio ambiente.

Nos dias em que não há coloração no calendário, a ausência de classificação pode estar relacionada à baixa quantidade de dados disponíveis para o cálculo ou à ausência total de dados devido a invalidações.

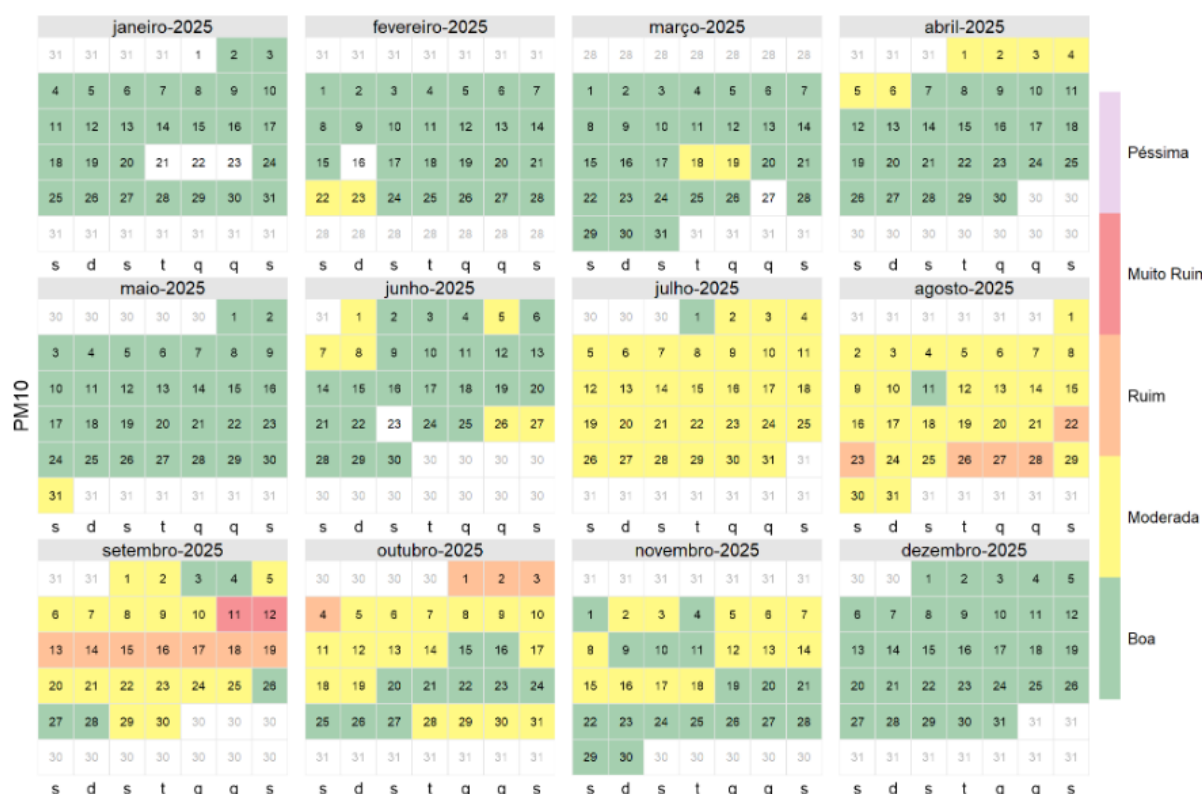


Figura 6.5-2: Calendário do Índice de qualidade do ar (PM₁₀) da EAMQAR.

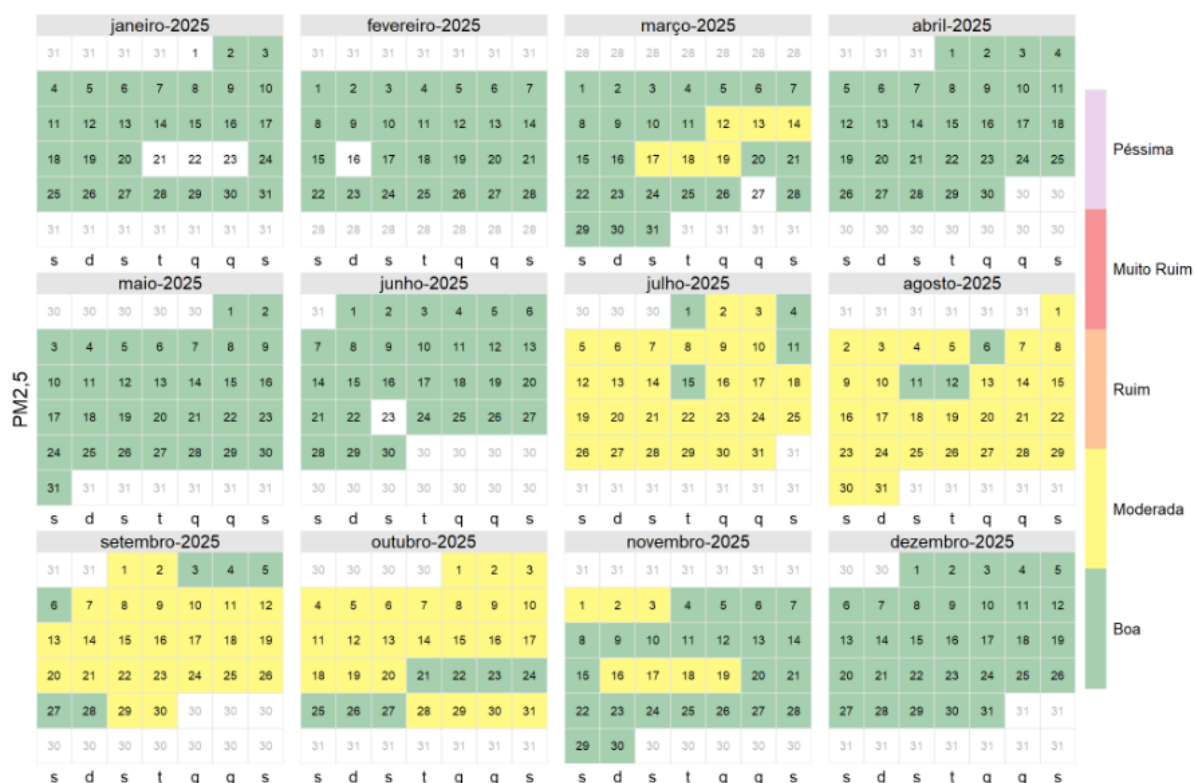


Figura 6.5-3: Calendário do Índice de qualidade do ar (PM_{2,5}) da EAMQAR.

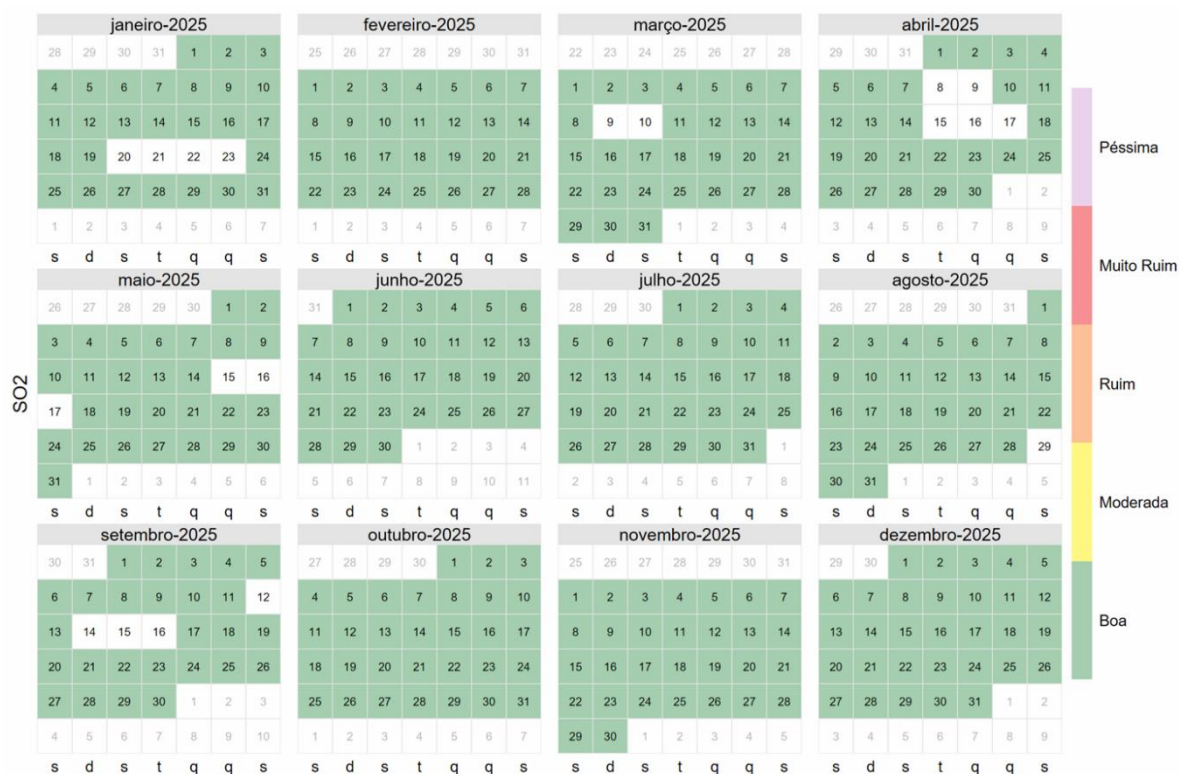


Figura 6.5-4: Calendário do Índice de qualidade do ar (SO₂) da EAMQAR.

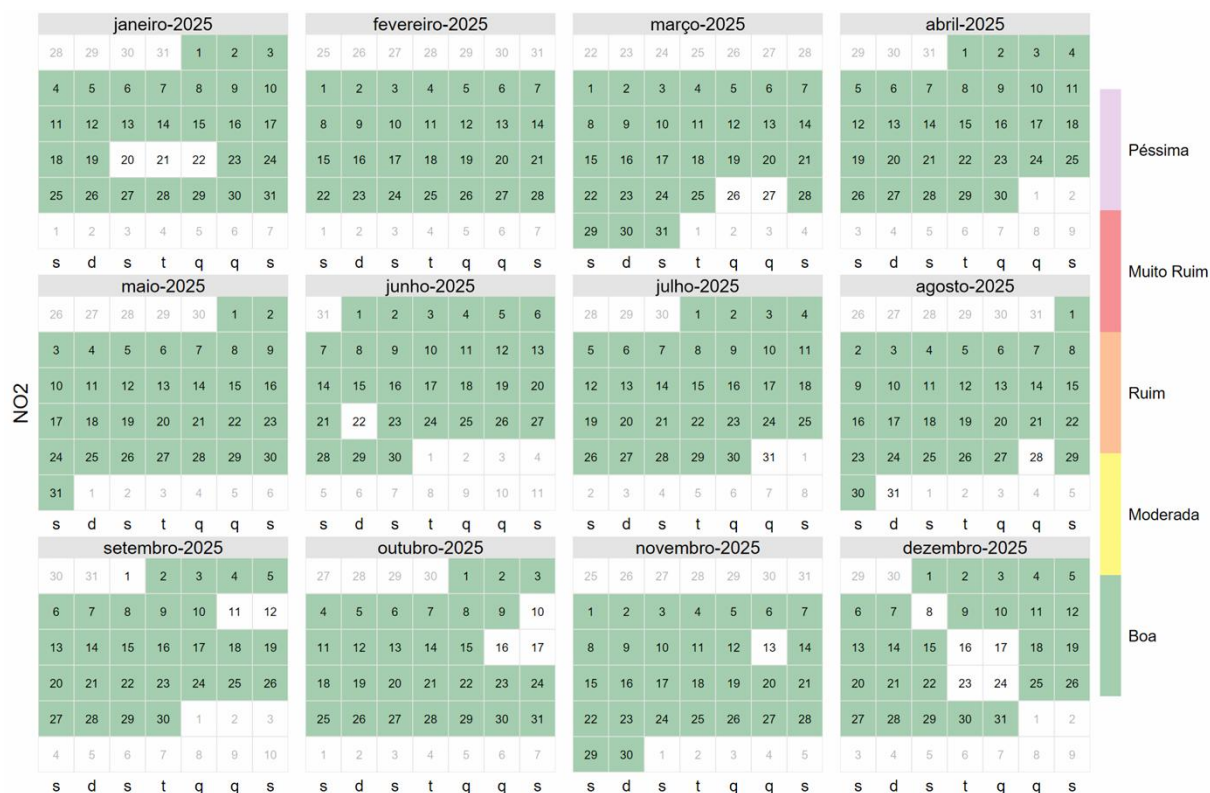


Figura 6.5-5: Calendário do Índice de qualidade do ar (NO₂) da EAMQAr.

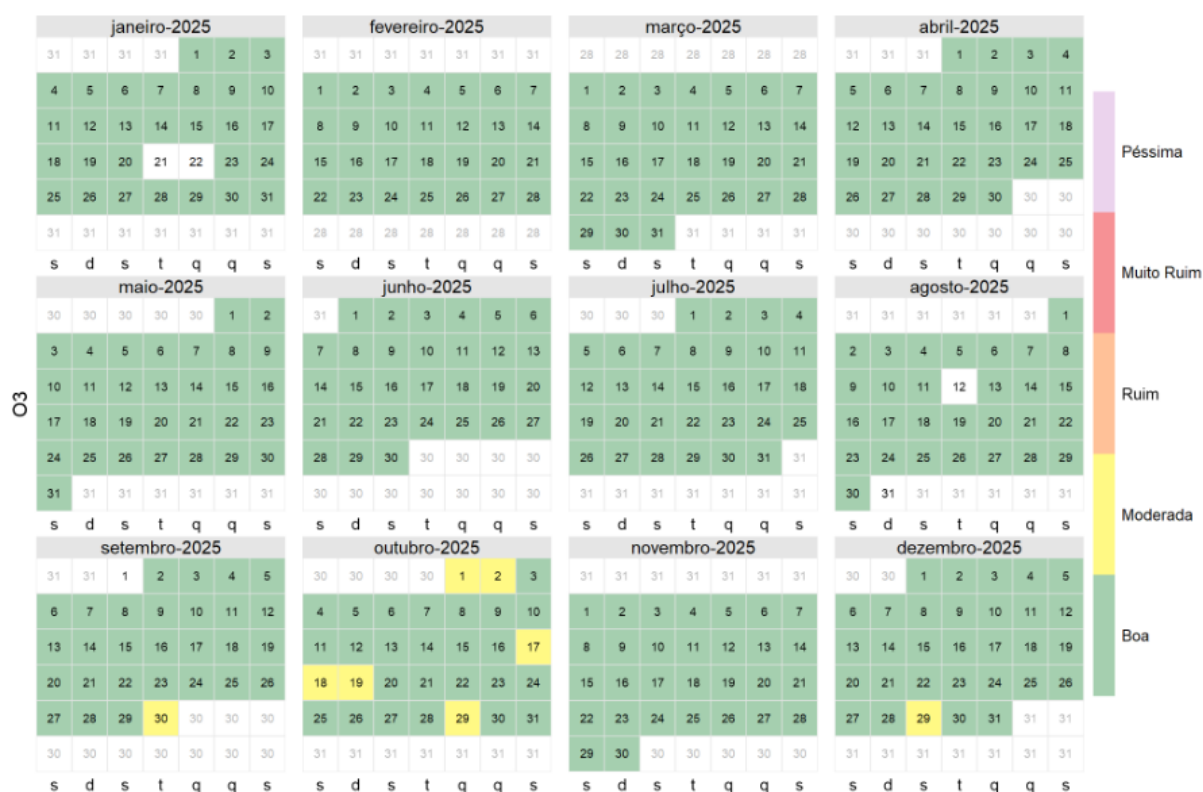


Figura 6.5-6: Calendário do Índice de qualidade do ar (O₃) da EAMQAr.

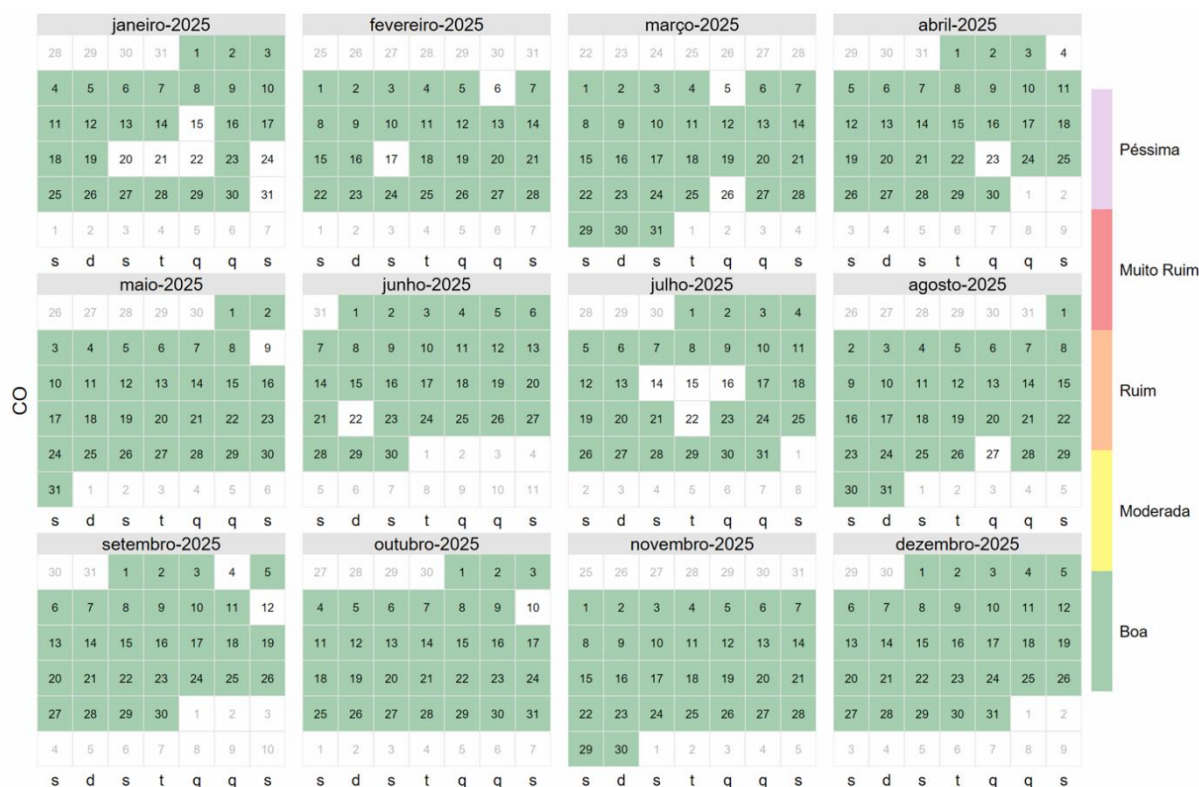


Figura 6.5-7: Calendário do Índice de qualidade do ar (CO) da EAMQAr.

Nos meses de julho a outubro, verificou-se que os níveis de IQAr para o PM_{10} e o $PM_{2,5}$ apresentaram classificações como moderado para ambas as frações, assim como ruim e muito ruim em alguns momentos para o PM_{10} , influenciados principalmente pela intensa estiagem, que favoreceu a ocorrência de queimadas e, conseqüentemente a elevação das concentrações de material particulado na atmosfera. A ausência de chuvas dificulta a dispersão dessas partículas, fazendo com que permaneçam suspensas por longos períodos, intensificando sua concentração no ar, conforme será detalhado no **Capítulo 7**.

Em novembro com a ocorrência das chuvas é notado uma melhora na qualidade do ar, conforme o IQAr, com ocorrências pontuais de IQAr Moderado para o material particulado.

No caso do O_3 , verificaram-se alguns períodos pontuais com classificação moderada, provavelmente decorrentes de atividades momentâneas. Já o SO_2 , NO_2 e o CO mantiveram, ao longo de todo o ano, classificação “boa”.

7. OCORRÊNCIAS IDENTIFICADAS

O capítulo em questão apresenta as principais ocorrências durante o ano de referência deste Relatório Técnico, para cada parâmetro monitorado na EAMQAR.

No mês de janeiro de 2025, após a queda de energia ocorrida no dia 30/12/2024 os meteorológicos passaram a registrar dados inválidos, devido a um defeito no Fieldlogger. Assim, foi realizado o envio de um novo Fieldlogger no dia 03/01/2025 e a sua substituição no dia 06/01/2025 às 16h, restabelecendo as medições dos sensores meteorológicos.

Além disso, no dia 20 de janeiro de 2025 foi identificado que a estação estava desligada desde o dia 19/01/2025 às 19h, o operador ao chegar identificou que o nobreak estava desligado. Após diversas verificações e tentativas de manutenções no nobreak, identificou-se que a placa estava queimada, possivelmente devido às diversas instabilidades na rede elétrica da região. Diante disso, foi adquirido um novo nobreak, e a instalação e os testes necessários para seu funcionamento foram realizados no dia 23/01/2025 às 15h, restabelecendo o funcionamento da estação.

Para o sensor de Pressão atmosférica, após a substituição do sensor de precipitação, foi identificado que as medições estavam abaixo do range do equipamento. O operador, realizou o ajuste da conexão, as medições retornaram ao funcionamento adequado.

Por fim, para o analisador de CO, foi constatado um travamento no analisador. O operador chegou à estação, realizou o reinício do equipamento, restabelecendo as medições corretamente.

Entre 15/02/2025 às 01h e 17/02/2025 às 11h, o datalogger da Estação permaneceu inoperante em função de interrupção no fornecimento de energia. O restabelecimento do funcionamento ocorreu às 12h do dia 17/02/2025, após intervenção do operador. Os dados dos equipamentos foram recuperados, exceto os referentes aos parâmetros meteorológicos, uma vez que ocorreu uma falha no *FieldLogger*, inviabilizando o armazenamento das medições.

No dia 08 de março de 2025, o analisador de SO₂ apresentou um travamento, tendo seu reinício pelo operador no dia 10/03/2025 às 09h, restabelecendo, assim, o seu funcionamento.

Já no dia 25 de março de 2025 às 15h, o monitor de partículas TEOM 1405-D passou a apresentar ausência de dados. Diante dessa ocorrência, o operador realizou a verificação do equipamento, constatando que o monitor se encontrava em modo "*Stopped*". Devido a isso, realizou-se a substituição da bateria da placa-mãe. Após essa troca, o equipamento retornou à operação normal, apresentando medições válidas a partir das 16h do dia 26/03/2025.

Ainda em março, no dia 27/03/2025, por volta das 18h, houve um pico de energia na região. Como consequência, o datalogger não foi capaz de reiniciar automaticamente, sendo necessário realizar o seu reinício de forma manual. Diante disso, houve perda total para os parâmetros meteorológicos.

No mês de abril, a principal causa da perda de dados foi devido ao dióxido de enxofre, monóxido de carbono. Tanto o analisador de dióxido de enxofre (SO₂) quanto o de monóxido de carbono (CO) apresentaram diversos travamentos ao longo do mês, o que resultou em perdas de dados. O restabelecimento do funcionamento de ambos os equipamentos ocorreu apenas mediante intervenção do operador responsável, que precisou realizar o reinício manual dos analisadores a cada ocorrência de falha.

No mês de maio, a principal causa da perda de dados foi devido ao dióxido de enxofre. O analisador de dióxido de enxofre (SO₂) apresentou diversos travamentos ao longo do mês, o que resultou em perdas de dados. O restabelecimento do funcionamento de ambos os equipamentos ocorreu apenas mediante intervenção do operador responsável, que precisou realizar o reinício manual dos analisadores a cada ocorrência de falha.

No dia 30 de agosto de 2025 a partir das 16h, os analisadores de O₃, NO, NO₂ e NO_x apresentaram um travamento operacional, resultando da medição de dados travados. O travamento perdurou até as 14h do dia 01/09/2025, quando foi realizado o procedimento de reinicialização dos equipamentos pelo operador. A partir desse momento, os analisadores retomaram o funcionamento adequado e a normalização das medições.

No dia 13 de setembro de 2025 o SO₂, apresentou um travamento a partir das 14h, visto que o travamento ocorreu em um final de semana, o equipamento somente fora reiniciado às 15h do dia 15/09/2025, normalizando assim, as medições e o funcionamento adequado do equipamento.

Por fim, em relação à Queda de energia, a partir das 13h do dia 11 de setembro de 2025, fora identificado que a estação estava offline em decorrência de um rompimento do cabo de alta tensão em frente à Estação na região da FERCAL, a concessionária responsável fora acionada e realizou a manutenção por volta das 03h do dia de 12/09/2025, restabelecendo assim, a alimentação elétrica da Estação.

Para o NO-NO₂-NO_x após a calibração realizada no dia 16 de outubro de 2025, às 11h, o equipamento passou a apresentar medições elevadas para o parâmetro. Diante dessa ocorrência, optou-se por manter o fluxo de ar zero aplicado ao equipamento desde o dia 16/10/2025 até o dia 17/10/2025, com o objetivo de avaliar possíveis derivações na linha de base e estabilizar o sistema de medição. No dia 17/10 fora realizada uma nova calibração no equipamento, restabelecendo as medições coerentes.

Já a respeito dos sensores meteorológicos no dia 28 de outubro de 2025, às 15h, fora realizada a substituição dos sensores de meteorologia da Estação por novos sensores calibrados, em razão do vencimento da calibração em dezembro de 2025. Em decorrência da substituição, foram executadas as configurações, verificações e testes necessários, com término às 10h do dia de 31/10/2025, após esse horário, as medições passaram a ser válidas e de acordo com a série histórica.

Nos meses de agosto a outubro de 2025, foram registradas ocorrências de queimadas nas proximidades da Estação do CRAS, com aumento de fumaça e partículas na atmosfera. Esses episódios impactaram diretamente a qualidade do ar, elevando as concentrações de material particulado (especialmente PM₁₀) e resultando em piora do Índice de Qualidade do Ar (IQAr), com classificações que chegaram a “moderada”, “ruim” e, em situações mais críticas, “muito ruim” (conforme **Figura 6.5-1**).

As **Figuras 7-1 a 7-17** apresentam registros fotográficos das ocorrências juntamente com registros de reportagens que a documentam. Além disso, em conjunto fora adicionado imagens do painel de fogo da CENSIPAM dos dias 29/09/2025, 30/09/2025 e 09/10/2025.



Página inicial > Distrito Federal

Distrito Federal

Incêndio florestal devasta 5,86% da Floresta Nacional de Brasília

Segundo o Corpo de Bombeiros, o fogo está controlado na manhã desta quarta-feira (30/9), quando está sendo feito um trabalho de recalco.

João Paulo Nunes

10/09/2025 10:08, atualizado 10/09/2025 10:41

METRÓPOLES



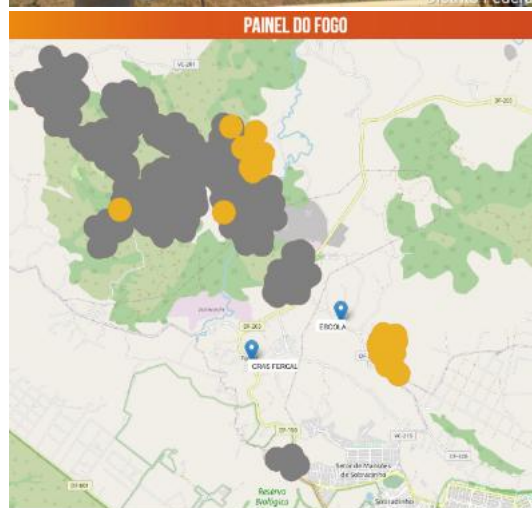
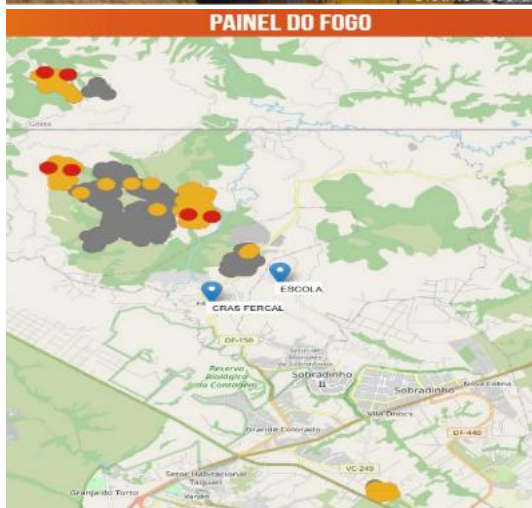
QUEIMADA

Incêndio consome cerca de 220 hectares da Floresta de Brasília

Fogo iniciou por volta das 13h desta terça-feira (9) e segundo o ICMBio está controlado

09/09/2025 ÀS 20H42 • BRASÍLIA (DF) • REDAÇÃO





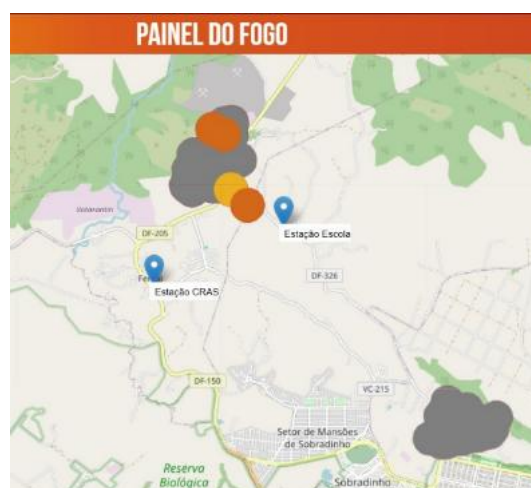
29/09/2025

30/09/2025

Frente de Fogo - 24h

- Detecção de até 3 horas
- Detecção entre 3 e 6 horas
- Detecção entre 6 e 12 horas
- Detecção entre 12 e 24 horas
- Detecção há mais de 24 horas





09/10/2025

Frente de Fogo - 24h

- Detecção de até 3 horas
- Detecção entre 3 e 6 horas
- Detecção entre 6 e 12 horas
- Detecção entre 12 e 24 horas
- Detecção há mais de 24 horas

INMET emite alerta vermelho de baixa umidade com grande risco de incêndios em Brasília e Região até sexta-feira (3)

INMET emite alerta de grande perigo para Brasília e região

Figura 7-1 a 7-17: Registro fotográficos das Queimadas em proximidade da Estação do CRAS, reportagem e painel de Fogo CENSIPAM.

Para os parâmetros meteorológicos partir de 04/11/2025, os sensores passaram a apresentar falhas na comunicação com o datalogger da Estação Meteorológica. Diante disso, no dia 06/01/2025, foi realizada a substituição do fieldlogger, como medida corretiva e preventiva, visando mitigar recorrências e evitar perdas de dados futuros.

Já para o analisador de NO-NO₂-NO_x as principais perdas de dados estiveram associadas a calibrações, manutenções preventivas e travamento operacional. Em alguns momentos, o equipamento apresentou leituras incoerentes; nesses casos, foi realizada calibração imediatamente após a identificação da anomalia, de modo que não houve registro de dados inválidos por inconsistência, apenas invalidações correspondentes aos períodos de calibração e de estabilização do instrumento. Adicionalmente, em 16/12/2025, após a limpeza preventiva da câmara do equipamento, ocorreu um travamento entre 19h e 07h do dia 17/12/2025. Após a reinicialização, foi realizada verificação funcional e, na sequência, calibração, com o objetivo de confirmar o restabelecimento das condições adequadas de operação e medição.

8. DISPONIBILIDADE

A **Tabela 8-1** apresenta a disponibilidade por parâmetro e total da EAMQAr. Os Dados Inválidos incluem: Dados Inválidos devido inconsistência na medição do equipamento, Insuficiência de Amostras e Ausência de Dados.

Tabela 8-1: Disponibilidade real de dados da EAMQAr.

Parâmetros	Dados Totais	Dados Inválidos	Manutenção	Calibração	Força Maior	Dados Válidos	Disponibilidade Real
PTS	8760	348	14	50	134	8214	93,77%
PM ₁₀	8760	147	27	70	135	8381	95,67%
PM _{2,5}	8760	318	18	70	74	8280	94,52%
CO	8760	146	26	105	72	8411	96,02%
NO	8760	182	21	150	70	8337	95,17%
NO ₂	8760	182	21	150	70	8337	95,17%
NO _x	8760	182	21	150	70	8337	95,17%
O ₃	8760	100	24	88	69	8479	96,79%
SO ₂	8760	260	15	89	70	8326	95,05%
Direção do Vento	8760	260	81	0	133	8286	94,59%
Velocidade do Vento	8760	264	82	0	133	8281	94,53%
Temperatura	8760	260	83	0	133	8284	94,57%
Umidade Relativa	8760	260	83	0	133	8284	94,57%
Pressão	8760	293	86	0	133	8248	94,16%
Radiação Solar	8760	260	80	0	133	8287	94,60%
Precipitação	8760	265	88	0	133	8274	94,45%
Total	140160	3727	770	922	1695	133046	94,92%

9. ANÁLISE COMPARATIVA DA SÉRIE HISTÓRICA DO MONITORAMENTO

Neste capítulo será apresentada a comparação interanual dos resultados de 2024 e 2025, utilizando os gráficos de evolução horária de cada parâmetro monitorado. Esses gráficos permitem avaliar a variabilidade das concentrações e reconhecer alterações no padrão de comportamento dos poluentes ao longo do tempo. A análise será organizada em diferentes escalas, contemplando as variações horárias (ciclo diurno), semanais (contraste entre dias úteis e fins de semana) e mensais, o que amplia a capacidade de interpretação sobre os fatores que controlam os níveis observados, incluindo condições meteorológicas, aspectos operacionais e o perfil de emissões.

Do ponto de vista técnico, o uso dessas representações é relevante porque facilita distinguir mudanças sistemáticas de oscilações de curta duração, evidenciando variações no regime de concentrações associadas a transformações no entorno (uso e ocupação), a modificações na intensidade de fontes emissoras — como tráfego e atividades locais — e a condições atmosféricas que influenciam a dispersão e a acumulação de material particulado. Assim, a comparação entre 2024 e 2025 contribui para verificar a estabilidade dos padrões observados, identificar desvios, anomalias e episódios críticos, além de apoiar a interpretação de efeitos sazonais, como período seco e ocorrência de queimadas, sobre as séries de concentração.

Com essa abordagem, torna-se possível quantificar e descrever mudanças na amplitude, persistência e recorrência de picos, avaliando se as diferenças entre os anos refletem alterações no padrão de emissões, variações nas condições meteorológicas predominantes ou a influência de eventos episódicos. O resultado é uma leitura mais consistente do comportamento temporal dos poluentes, destacando padrões recorrentes, variações atípicas e possíveis transições no cenário de concentrações ao longo do período analisado.

9.1. PTS

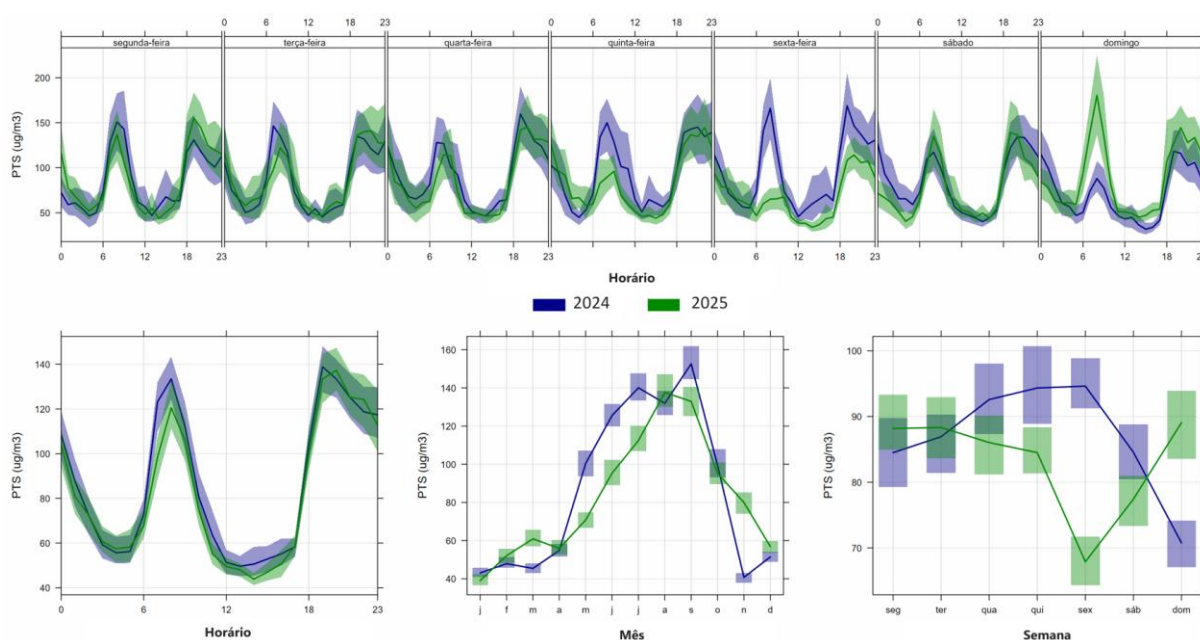


Figura 9.1-1: Evolução horária, semanal e mensal do PTS da EAMQAr.

A análise do comportamento das concentrações de Partículas Totais em Suspensão (PTS) entre 2024 e 2025 (**Figura 9.1-1**) evidencia um padrão temporal consistente, com variações bem definidas nas escalas horária, semanal e mensal. No ciclo diário, observa-se que, em ambos os anos, as concentrações tendem a apresentar valores mais elevados nos períodos da manhã e do fim da

tarde/início da noite, intercalados por reduções ao longo do período central do dia. Esse comportamento sugere a influência combinada de atividades antrópicas recorrentes, como tráfego veicular e movimentação de solo, associadas à dinâmica de dispersão atmosférica, que favorece o acúmulo de partículas nos horários de menor mistura vertical.

Apesar da semelhança no formato do ciclo diário, nota-se que 2024 apresenta picos horários mais pronunciados em determinados períodos, enquanto 2025 mantém concentrações elevadas de forma mais homogênea ao longo do dia, com menor contraste entre máximos e mínimos. Esse resultado indica que, em 2024, as elevações de PTS estiveram mais associadas a eventos específicos e intensos, ao passo que, em 2025, predomina um patamar médio mais contínuo.

No comportamento semanal, as diferenças entre os anos tornam-se mais evidentes. Em 2024, observa-se uma variação mais acentuada entre os dias da semana, com valores mais elevados no meio da semana e redução no fim de semana. Em 2025, por outro lado, as concentrações mostram-se relativamente mais estáveis ao longo da semana, com redução pontual em determinados dias e posterior retomada. Esse padrão sugere que, em 2025, as fontes responsáveis pelas emissões de PTS atuaram de forma mais regular, com menor dependência da rotina semanal típica.

A análise mensal reforça essas distinções. Em 2024, verifica-se um aumento progressivo das concentrações a partir do primeiro semestre, atingindo valores máximos no período de julho a setembro, seguido de queda acentuada nos meses finais do ano. Esse comportamento é compatível com a combinação de atividades de obras no entorno da estação, queimadas pontuais nos meses de março e abril, e, sobretudo, com a ocorrência de eventos intensos de queimadas e incêndios florestais em agosto e setembro, incluindo episódios de transporte regional de fumaça, que tendem a gerar picos elevados, porém concentrados em períodos específicos.

Em 2025, embora também se observe aumento das concentrações no período seco, os valores mensais mostram-se mais distribuídos ao longo dos meses, com elevação durante agosto a outubro, compatível com a ocorrência de queimadas próximas à Estação do CRAS. Essa configuração indica uma influência mais local e persistente, capaz de sustentar níveis elevados de PTS por intervalos mais prolongados, em vez de picos isolados.

De forma consolidada, os resultados indicam que 2024 é caracterizado por maior variabilidade e picos mais intensos de PTS, associados à combinação de obras, ressuspensão de poeira e episódios agudos de queimadas, enquanto 2025 apresenta um comportamento mais homogêneo e contínuo, com concentrações elevadas sustentadas ao longo do período seco. Esse contraste reforça a importância da natureza das fontes emissoras — episódicas ou persistentes — na definição do comportamento temporal das concentrações de PTS observadas.

9.2. PM₁₀

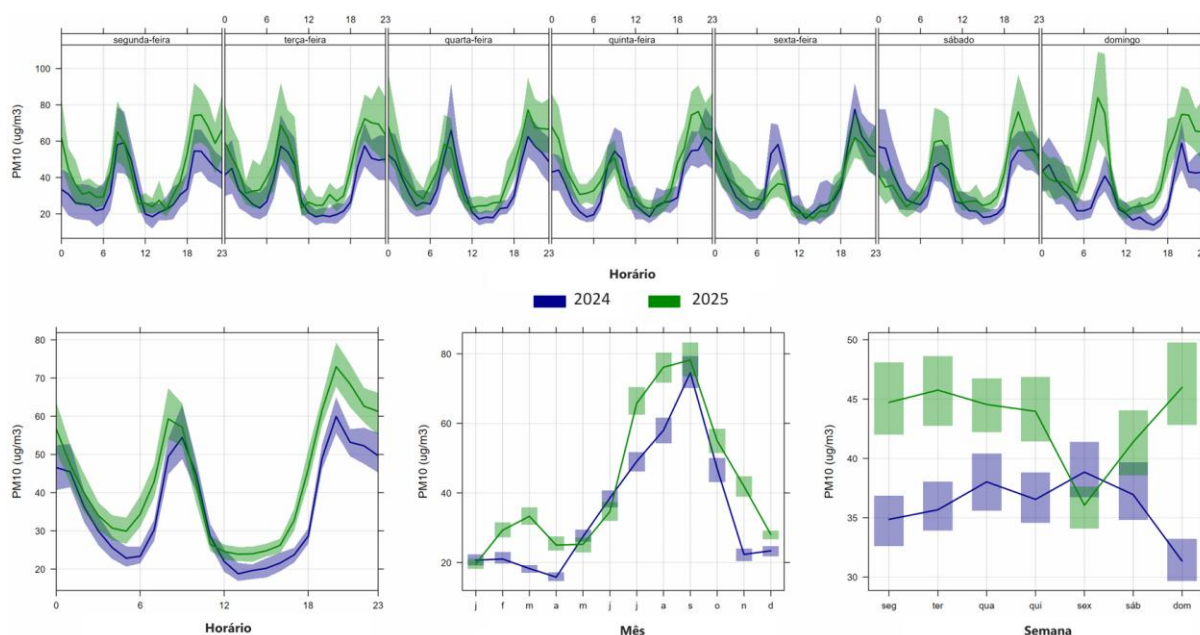


Figura 9.2-1: Evolução horária, semanal e mensal do PM₁₀ da EAMQAr.

A análise do comportamento das concentrações de PM₁₀ entre 2024 e 2025 (**Figura 9.2-1**) indica a presença de um ciclo diário bem definido em ambos os anos, caracterizado por valores mínimos durante a madrugada, elevação progressiva a partir do início da manhã e picos concentrados no período matutino, geralmente associados ao início das atividades diárias. Após esse primeiro máximo, observa-se uma redução das concentrações ao longo do período central do dia, seguida por um segundo pico no fim da tarde e início da noite, padrão compatível com a intensificação das atividades antrópicas e com condições atmosféricas menos favoráveis à dispersão de poluentes nesses horários.

Apesar da semelhança no formato do ciclo diário, a comparação entre os anos evidencia que 2025 apresenta concentrações superiores às de 2024 na maior parte do dia, com picos horários mais elevados e maior amplitude entre valores mínimos e máximos. Esse comportamento indica a manutenção de um patamar médio mais alto de PM₁₀ em 2025, sugerindo contribuição mais constante de fontes emissoras ao longo do dia.

No comportamento semanal, observa-se que 2025 mantém níveis elevados de PM₁₀ em praticamente todos os dias da semana, com variações moderadas entre os dias úteis e o fim de semana. Em contraste, 2024 apresenta valores médios inferiores e maior homogeneidade ao longo da semana, com tendência de redução nos finais de semana. Essa diferença reforça a interpretação de que, em 2025, as fontes de emissão atuaram de forma mais persistente, enquanto em 2024 as variações estiveram mais associadas a eventos específicos e à dinâmica da rotina semanal.

A análise mensal revela uma distinção ainda mais clara entre os anos. Em 2025, verifica-se um aumento progressivo das concentrações a partir do primeiro semestre, com valores máximos concentrados no período seco, especialmente entre agosto e outubro, seguido de redução nos meses posteriores. Em 2024, embora também se observe elevação em direção ao fim do inverno e início da primavera, os valores mensais permanecem em patamares inferiores no gráfico agregado, com oscilações mais moderadas ao longo do ano. Esse comportamento é coerente com o contexto das ocorrências

registradas: em 2024, a influência combinada de obras no entorno da estação, queimadas pontuais nos meses de março e abril, e episódios intensos, porém concentrados, de queimadas regionais em agosto e setembro tende a produzir picos elevados em períodos específicos, sem necessariamente sustentar concentrações altas de forma contínua.

Em 2025, por sua vez, a ocorrência de queimadas nas proximidades da Estação do CRAS entre agosto e outubro, associada a fontes locais como ressuspensão de poeira e tráfego, favorece uma contribuição mais persistente, refletida no gráfico como um deslocamento geral das concentrações de PM_{10} para valores superiores ao longo de semanas consecutivas.

De forma consolidada, os resultados indicam que 2024 se caracteriza por concentrações mais baixas e maior influência de episódios pontuais, enquanto 2025 apresenta níveis mais elevados, picos mais intensos e maior variabilidade temporal, associados à atuação contínua de fontes locais e às condições típicas do período seco.

9.3. $PM_{2,5}$

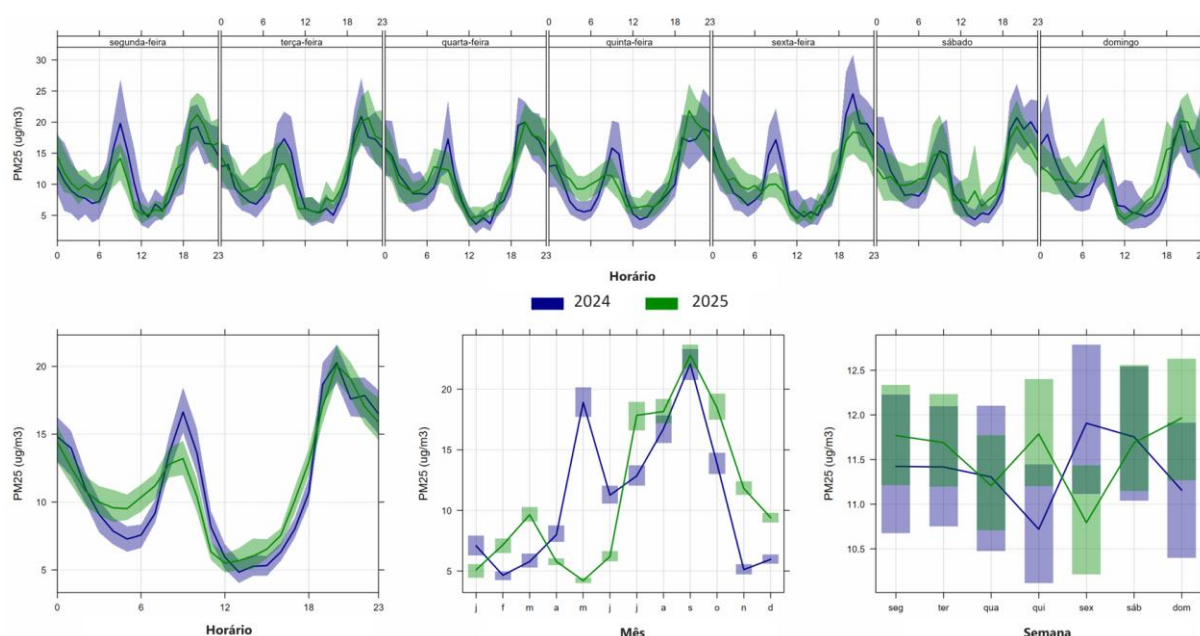


Figura 9.3-1: Evolução horária, semanal e mensal do $PM_{2,5}$ da EAMQAr.

A análise do comportamento das concentrações de $PM_{2,5}$ entre 2024 e 2025 (**Figura 9.3-1**) evidencia a presença de um ciclo diário bem definido em ambos os anos, caracterizado por valores mínimos durante a madrugada e elevação progressiva a partir do início da manhã. As concentrações atingem picos mais expressivos no período matutino, associados ao início das atividades diárias, seguidos por uma redução ao longo do período central do dia e por um novo aumento no fim da tarde e início da noite. Esse padrão reflete a combinação entre a intensidade das fontes emissoras e as condições meteorológicas que regulam a dispersão dos poluentes ao longo do dia.

Apesar da similaridade no formato do ciclo diário, a comparação entre os anos mostra que 2025 apresenta concentrações de $PM_{2,5}$ ligeiramente superiores às de 2024 na maior parte do dia, com picos horários mais elevados e menor contraste entre valores mínimos e máximos, indicando um nível de fundo mais alto e mais persistente em 2025. Em 2024, por sua vez, observa-se maior variabilidade

horária, com picos mais acentuados em momentos específicos e quedas mais pronunciadas nos períodos de menor emissão.

No comportamento semanal, verifica-se que 2025 mantém concentrações relativamente elevadas e estáveis ao longo de todos os dias da semana, enquanto 2024 apresenta maior oscilação, com valores mais baixos no início da semana e elevação mais evidente em determinados dias, especialmente no fim da semana. Esse comportamento sugere que, em 2025, as fontes de emissão atuaram de forma mais contínua, reduzindo a influência da variabilidade da rotina semanal sobre as concentrações observadas.

A análise mensal reforça as diferenças entre os anos. Em 2025, observa-se um aumento gradual das concentrações a partir do meio do ano, com valores máximos concentrados entre agosto e outubro, seguido de redução nos meses subsequentes. Em 2024, embora haja elevação no mesmo período sazonal, as concentrações mostram-se mais irregulares, com picos mensais associados a eventos específicos e redução acentuada nos meses finais do ano. Esse padrão é coerente com o contexto das ocorrências registradas: em 2024, a combinação de obras no entorno da estação, queimadas pontuais nos meses de março e abril e episódios intensos de queimadas regionais em agosto e setembro tende a produzir aumentos episódicos de $PM_{2,5}$; em 2025, a ocorrência de queimadas próximas à Estação do CRAS entre agosto e outubro favorece uma contribuição local e contínua, sustentando concentrações mais elevadas por períodos prolongados.

De forma consolidada, os resultados indicam que, embora o $PM_{2,5}$ apresente padrão temporal semelhante nos dois anos, 2025 se caracteriza por concentrações mais elevadas e persistentes, enquanto 2024 apresenta maior variabilidade e maior influência de episódios pontuais. Esse contraste ressalta a importância da continuidade das fontes emissoras e da proximidade das queimadas na definição dos níveis de $PM_{2,5}$ observados ao longo do período analisado.

9.4. NO_2

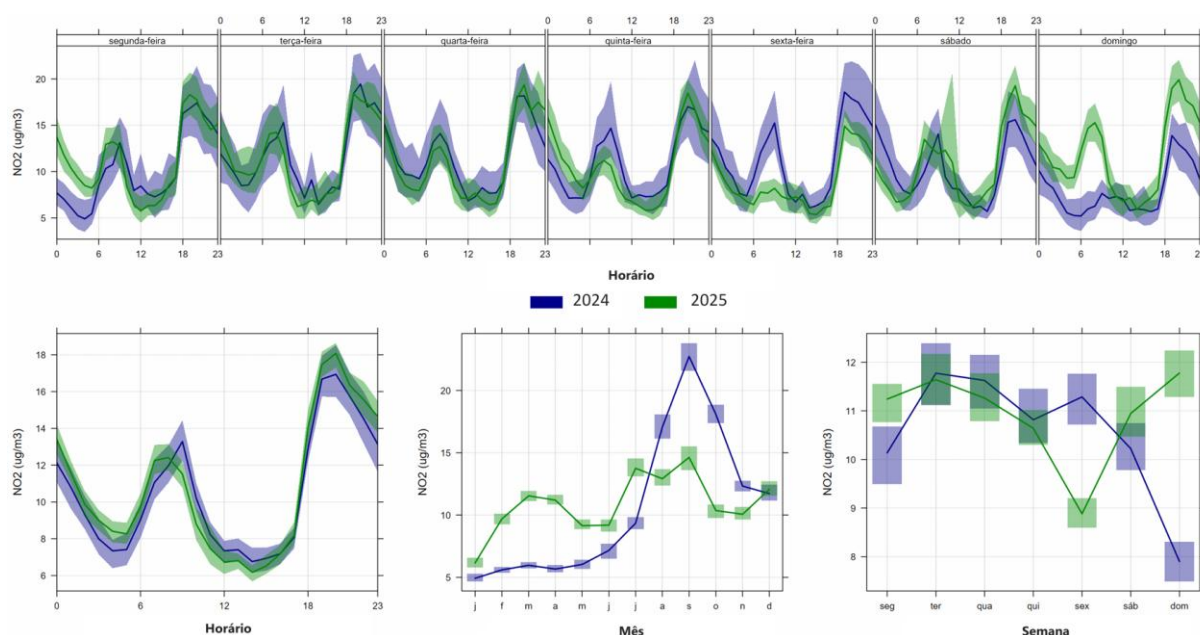


Figura 9.4-1: Evolução horária, semanal e mensal do NO_2 da EAMQAr.

A análise do comportamento das concentrações de dióxido de nitrogênio (NO₂) entre 2024 e 2025 (**Figura 9.4-1**) evidencia um ciclo diário bem definido em ambos os anos, com valores mais baixos na madrugada e elevação ao longo da manhã, seguida por oscilações durante o dia e novos aumentos no fim da tarde/início da noite. Esse padrão é típico de poluentes fortemente associados a fontes de combustão, especialmente emissões veiculares e atividades com motores, além de refletir a influência das condições de dispersão atmosférica e da própria química fotoquímica diurna, que tende a modificar as concentrações ao longo do dia.

Apesar da semelhança no formato do ciclo diário, observa-se que as diferenças entre os anos são mais evidentes em determinados horários. No geral, 2024 apresenta picos horários mais pronunciados em alguns períodos, enquanto 2025 tende a manter valores mais próximos ao longo do dia, com oscilações menos abruptas em parte do ciclo. Essa configuração sugere que, em 2024, houve maior ocorrência de eventos e condições que intensificaram momentaneamente as concentrações, ao passo que, em 2025, predominou um comportamento mais regular e sustentado.

No comportamento semanal, as concentrações se mantêm em uma faixa relativamente estável ao longo dos dias, porém com diferenças relevantes entre os anos. Em 2025, nota-se maior uniformidade entre os dias úteis e o fim de semana, com redução pontual em um dia específico e retomada posterior. Em 2024, observa-se variação mais perceptível, incluindo redução mais acentuada no domingo, padrão compatível com a diminuição de atividades e fluxo veicular nesse dia. De modo geral, o comportamento semanal sugere maior sensibilidade do NO₂ à rotina de atividades em 2024, enquanto 2025 apresenta menor dependência da variabilidade semanal.

A análise mensal indica contrastes importantes. Em 2024, verifica-se um aumento significativo no período do meio para o fim do ano, com picos mensais mais elevados no intervalo associado ao período seco, seguido de redução nos meses posteriores. Em 2025, as concentrações mensais se mantêm em patamares mais moderados e distribuídos ao longo do ano, com elevações menos acentuadas. Como suporte interpretativo, destaca-se que em 2024 ocorreram obras no entorno da estação durante grande parte do ano, com intenso fluxo de veículos leves e pesados e diversas atividades associadas à construção civil, condição que pode elevar emissões de NO_x (e, consequentemente, NO₂) por combustão e aumentar a variabilidade temporal. Adicionalmente, os eventos de queimadas no período seco podem contribuir para alterações no regime de poluentes, ainda que o NO₂, por seu caráter mais diretamente ligado à combustão local e à dinâmica fotoquímica, responda de forma distinta do material particulado.

De forma consolidada, os resultados indicam que o NO₂ apresenta padrão diário recorrente em ambos os anos, porém com 2024 mostrando picos mensais e variações mais acentuadas, compatíveis com maior influência de atividades locais intensas (como obras e tráfego associado), enquanto 2025 apresenta comportamento mais homogêneo e concentrações mensais mais distribuídas, ainda que com oscilações coerentes com a rotina semanal e condições sazonais do período seco.

9.5. SO₂

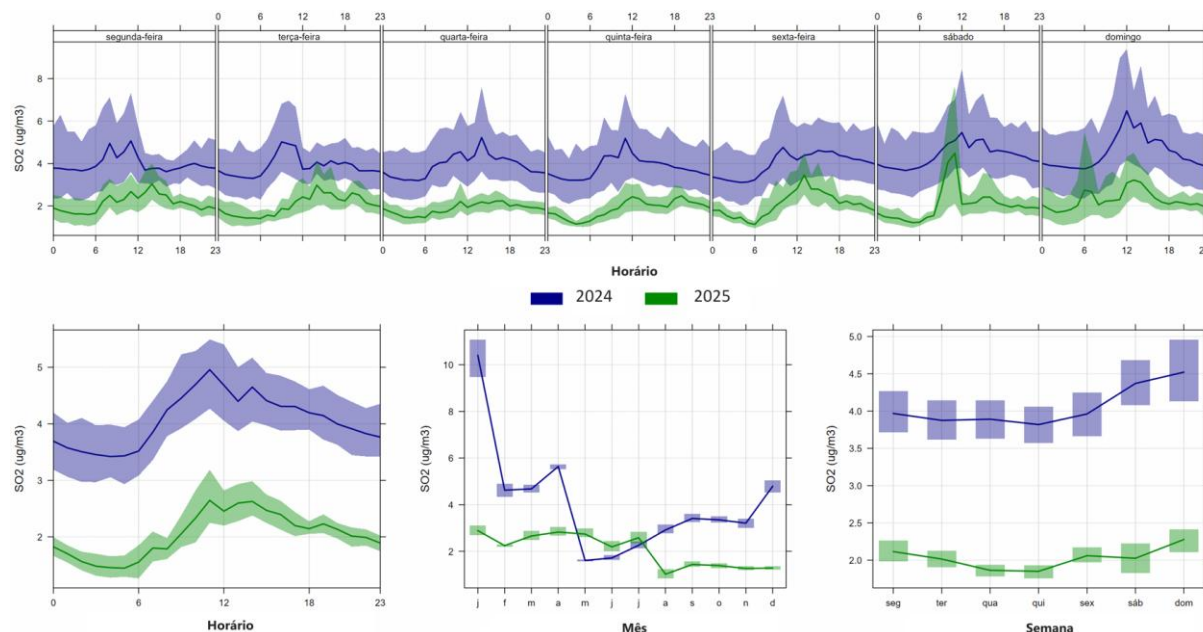


Figura 9.5-1: Evolução horária, semanal e mensal do SO₂ da EAMQAr.

A análise do comportamento das concentrações de dióxido de enxofre (SO₂) entre 2024 e 2025 (**Figura 9.5-1**) evidencia diferenças claras entre os anos, tanto nos níveis médios quanto na variabilidade temporal, ainda que o padrão diário apresente características recorrentes. De modo geral, observa-se que o SO₂ apresenta oscilações ao longo do dia, com valores relativamente mais baixos durante a madrugada e elevação a partir da manhã, mantendo concentrações mais altas ao longo do período diurno e início da noite. Esse comportamento é compatível com a influência de fontes de combustão e com a dinâmica de dispersão atmosférica, que tende a favorecer maior acúmulo de poluentes em determinados horários.

Na comparação entre os anos, destaca-se que 2024 apresenta concentrações sistematicamente superiores às observadas em 2025 ao longo de praticamente todo o ciclo diário, além de maior amplitude entre valores mínimos e máximos. Em 2025, embora o formato do ciclo diário seja semelhante, os níveis de SO₂ permanecem mais baixos e mais estáveis, indicando um patamar médio inferior e menor variabilidade horária. Essa diferença sugere que, em 2024, houve maior contribuição de fontes emissoras ou condições mais favoráveis ao acúmulo do poluente.

O comportamento semanal reforça essa distinção. Em 2024, observa-se uma tendência de aumento gradual das concentrações ao longo da semana, com valores mais elevados nos dias próximos ao fim de semana, indicando possível relação com a intensificação de determinadas atividades antrópicas ou com condições meteorológicas menos favoráveis à dispersão nesses períodos. Em 2025, as concentrações semanais permanecem mais homogêneas e em níveis inferiores, com variações discretas entre os dias, sugerindo menor influência da rotina semanal sobre os níveis de SO₂.

Na escala mensal, as diferenças tornam-se ainda mais evidentes. Em 2024, as concentrações apresentam valores mais elevados no início do ano, seguidos por oscilações ao longo dos meses e manutenção de patamares relativamente altos em comparação a 2025. Esse comportamento é compatível com o contexto de obras no entorno da estação ao longo de grande parte de 2024,

envolvendo tráfego intenso de veículos leves e pesados, uso de equipamentos movidos a combustíveis fósseis e outras atividades associadas à construção civil, que podem contribuir para emissões de compostos sulfurados. Em 2025, os valores mensais de SO_2 são mais baixos e menos variáveis, com pequenas elevações pontuais, mas sem a ocorrência de picos expressivos.

De forma consolidada, os resultados indicam que o SO_2 apresenta níveis mais elevados e maior variabilidade temporal em 2024, associados à atuação mais intensa e contínua de fontes de combustão locais, enquanto 2025 se caracteriza por concentrações mais baixas e comportamento mais homogêneo ao longo do dia, da semana e dos meses. Esse contraste evidencia a sensibilidade do SO_2 às atividades antrópicas locais e à intensidade das fontes emissoras presentes no entorno da estação de monitoramento.

9.6. O_3

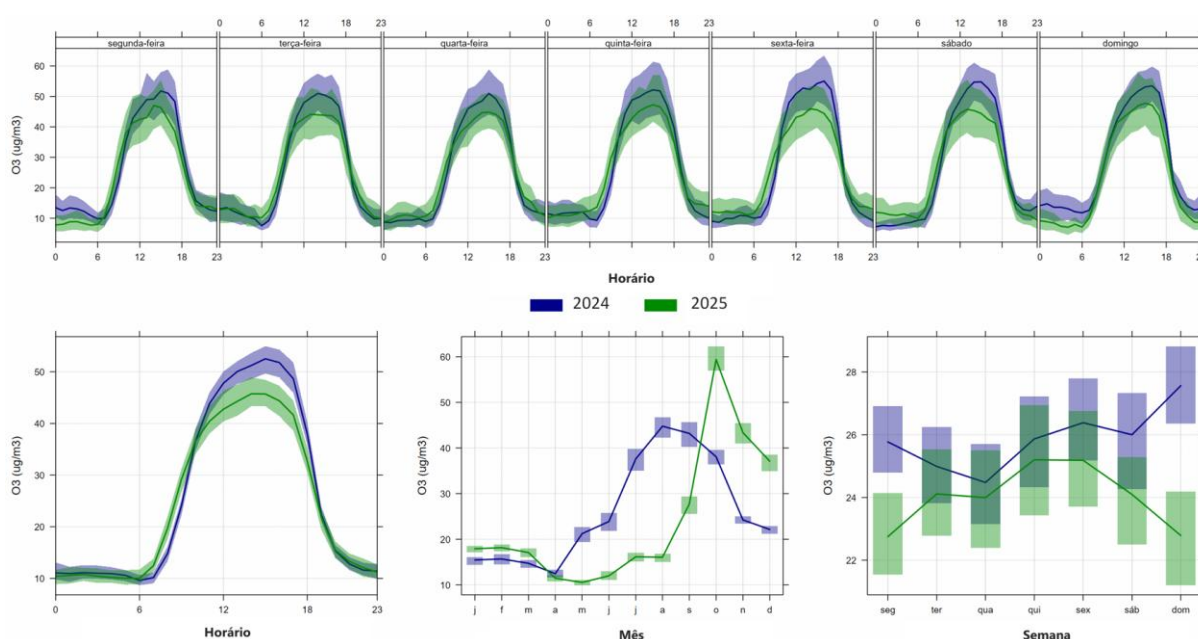


Figura 9.6-1: Evolução horária, semanal e mensal do O_3 da EAMQAr.

A análise do comportamento das concentrações de ozônio (O_3) entre 2024 e 2025 (**Figura 9.6-1**) evidencia um padrão temporal característico de poluente secundário, com forte modulação pela radiação solar e pela disponibilidade de precursores fotoquímicos. No ciclo diário, observa-se em ambos os anos um comportamento bastante consistente: concentrações baixas durante a madrugada e início da manhã, elevação acentuada a partir do período matutino e máximos no início da tarde, com posterior redução no fim da tarde e à noite. Esse perfil é compatível com a formação fotoquímica do O_3 , que se intensifica nas horas de maior insolação e decresce quando a radiação diminui e predominam processos de consumo/deposição.

Na comparação entre os anos, verifica-se que os ciclos diários são similares, porém 2024 apresenta valores ligeiramente superiores aos de 2025 ao longo do período de pico diurno, sugerindo maior intensidade de formação ou condições mais favoráveis à acumulação do ozônio em 2024. Em 2025, embora o formato seja o mesmo, os níveis durante o platô diurno tendem a ser um pouco menores, indicando um patamar médio inferior no período de máxima produção.

O comportamento semanal mostra variações moderadas e diferenças entre os anos. Em 2024, observa-se tendência de concentrações mais elevadas no fim de semana, especialmente no domingo, padrão frequentemente associado ao chamado efeito de fim de semana, no qual alterações no perfil de emissões de NO_x e compostos orgânicos voláteis (COV) podem favorecer maior acúmulo de O_3 em determinados contextos atmosféricos. Em 2025, as concentrações semanais mantêm-se em patamar inferior e com variação menos pronunciada, com redução relativa nos dias finais da semana. Esse contraste sugere que a relação entre precursores e a química local pode ter se diferenciado entre os anos, influenciando o grau de formação e acúmulo do ozônio.

Na escala mensal, observa-se uma distinção importante. Em 2024, há aumento expressivo a partir do outono/inverno, com valores elevados concentrados entre junho e setembro, seguido de redução nos meses posteriores. Em 2025, embora também haja variação sazonal, destaca-se um máximo mais pronunciado no período seco, com pico acentuado em setembro, seguido de diminuição em outubro e novembro. Essas variações são coerentes com a sazonalidade meteorológica típica, na qual períodos de maior insolação, menor nebulosidade e condições de estabilidade atmosférica favorecem a formação de O_3 . Como suporte interpretativo, ressalta-se que, em 2024, a ocorrência prolongada de obras no entorno da estação e o aumento do tráfego associado podem ter contribuído para maior disponibilidade de precursores, enquanto os episódios de queimadas (especialmente no período seco) podem influenciar tanto a emissão de precursores quanto a dinâmica oxidante da atmosfera. Em 2025, a ocorrência de queimadas próximas entre agosto e outubro pode ter reforçado a disponibilidade de precursores em setembro, contribuindo para o pico observado, ainda que o comportamento semanal e o patamar diurno se mantenham, em média, inferiores aos de 2024.

De forma consolidada, os resultados indicam que o O_3 apresenta ciclo diário típico de formação fotoquímica em ambos os anos, com máximos diurnos bem definidos. Entretanto, 2024 tende a apresentar níveis diurnos ligeiramente mais elevados e aumento sazonal mais prolongado, enquanto 2025 evidencia um pico mensal mais concentrado no período seco, especialmente em setembro, compatível com condições sazonais favoráveis e possível influência adicional de emissões de precursores associadas a queimadas próximas.

9.7. CO

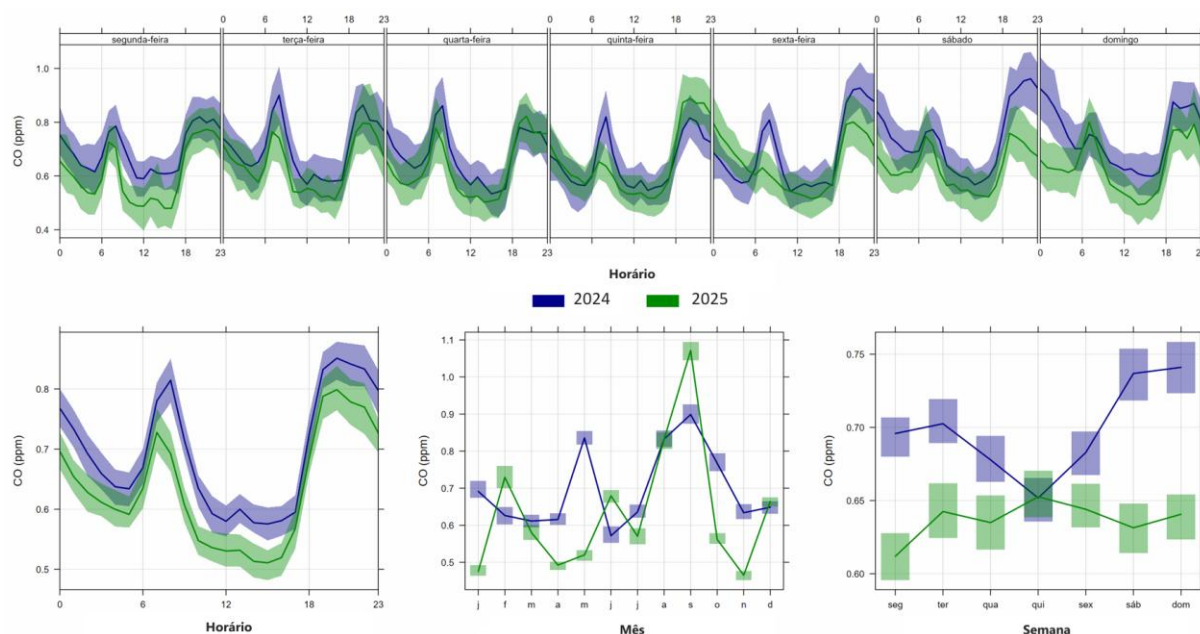


Figura 9.7-1: Evolução horária, semanal e mensal do CO da EAMQAr.

A análise do comportamento das concentrações de monóxido de carbono (CO) entre 2024 e 2025 (**Figura 9.7-1**) evidencia um padrão temporal recorrente nas escalas horária, semanal e mensal, típico de um poluente primariamente associado a processos de combustão incompleta, como emissões veiculares e uso de equipamentos motorizados.

No ciclo diário, observa-se em ambos os anos a ocorrência de valores mais elevados nos períodos da manhã e do fim da tarde/início da noite, intercalados por reduções no período central do dia. Esse comportamento está diretamente relacionado à intensificação do tráfego e de outras atividades antrópicas nos horários de pico, bem como à maior eficiência da dispersão atmosférica e oxidação do CO durante o período diurno, quando a mistura vertical da atmosfera é mais intensa. Durante a madrugada, as concentrações tendem a se manter em níveis intermediários, refletindo a menor atividade emissora, porém com dispersão atmosférica mais limitada.

Na comparação entre os anos, nota-se que 2024 apresenta concentrações de CO ligeiramente superiores às observadas em 2025 na maior parte do ciclo diário, com picos mais pronunciados nos horários de maior atividade. Em 2025, embora o formato do ciclo seja semelhante, os valores médios se mantêm em patamar inferior e com menor amplitude, indicando menor intensidade ou menor continuidade das fontes emissoras diretas de CO ao longo do dia.

O comportamento semanal reforça essa diferença. Em 2024, observa-se uma tendência de aumento progressivo das concentrações ao longo da semana, com valores mais elevados no sábado e, especialmente, no domingo, sugerindo influência de padrões diferenciados de mobilidade e uso do espaço urbano. Em 2025, as concentrações semanais permanecem mais homogêneas e em níveis inferiores, com variações discretas entre os dias, indicando menor sensibilidade à rotina semanal e menor acúmulo do poluente.

Na escala mensal, verifica-se que 2024 apresenta maior variabilidade, com picos mensais associados ao período seco e a meses específicos em que houve intensificação de atividades no entorno da estação, como obras e maior fluxo de veículos. Em 2025, embora também haja aumento pontual em determinados meses — com destaque para o período seco —, as concentrações se mantêm mais distribuídas e, em geral, inferiores às de 2024. Esse comportamento é coerente com o contexto das

ocorrências registradas: em 2024, a presença prolongada de obras no entorno da estação, associada ao tráfego intenso de veículos leves e pesados e ao uso de equipamentos movidos a combustíveis fósseis, favorece elevações mais expressivas de CO. Em 2025, apesar da ocorrência de queimadas próximas à estação no período seco, o CO mostra resposta mais moderada, possivelmente em função da maior dispersão atmosférica e da menor contribuição relativa dessas fontes para esse poluente específico.

De forma consolidada, os resultados indicam que o CO apresenta padrão diário consistente e fortemente associado às atividades de combustão, com concentrações mais elevadas e maior variabilidade em 2024, enquanto 2025 se caracteriza por níveis mais baixos e comportamento mais estável ao longo do tempo. Esse contraste evidencia a sensibilidade do CO à intensidade das fontes locais de combustão, em especial ao tráfego e às atividades associadas às obras no entorno da estação.

10. CONCLUSÕES

Os dados monitorados pela EAMQAr - CRAS foram medidos diariamente, com acompanhamento da equipe de monitoramento. O período de medição compreendeu os dias 01/01/2025 a 31/12/2025, registrando as médias horárias e diárias para os parâmetros supracitados.

Ao considerar o comportamento do **ano de 2025**, as condições climáticas observadas indicam um ambiente com forte influência de umidade e chuva na dinâmica dos poluentes atmosféricos, especialmente do material particulado. A temperatura média de 21,96°C, com variação entre 8,83°C e 36,95°C, sugere a ocorrência de períodos contrastantes ao longo do ano: fases mais frias, particularmente noturnas, e episódios de calor mais intenso. Em termos de impacto na qualidade do ar, temperaturas mais elevadas tendem a favorecer processos de formação secundária de partículas e a intensificar reações fotoquímicas, enquanto períodos mais frios podem contribuir para maior estabilidade atmosférica e menor mistura vertical, o que facilita o acúmulo de poluentes próximos à superfície, sobretudo em locais com pouca circulação de ar.

A umidade relativa média foi de 80,47%, variando de 27,98% a 100,00%, indica, no geral, um ano com predominância de condições úmidas. Entretanto, essa amplitude é explicada pela sazonalidade climática da região, com redução significativa da umidade no período seco e elevação no período chuvoso, quando valores próximos à saturação se tornam frequentes, o que tende a deslocar a média para valores mais elevados. Esse comportamento sazonal pode influenciar a massa e a dinâmica do material particulado, favorecendo processos como higroscopicidade e crescimento de partículas em condições mais úmidas. Em geral, altos níveis de umidade favorecem o crescimento higroscópico das partículas, aumentando seu diâmetro e massa, e podem contribuir para maior persistência de aerossóis em episódios de menor ventilação. Além disso, a elevação dos níveis de umidade — inclusive dos valores mínimos — tem implicações importantes no padrão anual de concentração de poluentes, pois está associada ao controle local do microclima: a estação em área de vale favorece o acúmulo de ar frio e úmido durante a noite, com ocorrência de inversão térmica e menor circulação atmosférica, criando condições recorrentes de estabilidade que dificultam a dispersão dos poluentes. Soma-se a isso a relação inversa entre temperatura e umidade relativa, em que a redução de temperatura durante noites e madrugadas diminui a capacidade do ar de reter vapor d'água, elevando a umidade relativa e reforçando, ao longo do ano, episódios de acúmulo de poluentes em camadas próximas ao solo.

A precipitação pluviométrica acumulada anual de 930,00 mm indica um período com chuva muito significativa, com papel central no balanço de poluentes ao longo do ano. Entretanto, similar ao que foi citado para umidade relativa, a região apresenta dois comportamentos bem distintos, com um período chuvoso bem demarcado por recorrências de episódios de precipitação pluviométrica costumeiramente de alto volume e períodos de seca com nenhuma ocorrência de chuva. Esse volume anual por exemplo incorre dos meses de janeiro/25 a abril/25, assim como novembro/25 e dezembro/25, com nenhuma ou baixa recorrência de chuva nos outros meses.

A precipitação atua como mecanismo de remoção por deposição úmida, reduzindo temporariamente as concentrações de partículas durante e após eventos chuvosos. No entanto, em escala anual, a chuva também pode contribuir para uma dinâmica alternada: após os eventos de precipitação, quando há redução momentânea da umidade relativa e secagem de superfícies, pode ocorrer ressuspensão de partículas (especialmente em áreas com solo exposto e tráfego), reintroduzindo material particulado no ar. Assim, o padrão anual tende a ser controlado por ciclos de remoção eficiente durante a chuva,

seguidos por períodos de reacúmulo, modulados pela estabilidade atmosférica típica de áreas de vale, pela alta umidade noturna e pelos episódios de aquecimento.

Em conjunto, essas condições explicam uma qualidade do ar que varia ao longo do ano não apenas pela emissão de poluentes, mas principalmente pela interação entre microclima (vale/inversões), umidade persistentemente elevada e precipitação intensa, que alterna momentos de limpeza atmosférica e períodos favoráveis ao acúmulo e à reintrodução de partículas.

Ao considerar o comportamento em escala anual, as condições climáticas observadas indicam um ambiente com forte influência de umidade e chuva na dinâmica dos poluentes atmosféricos, especialmente do material particulado. A temperatura média de 21,96°C, com variação entre 8,83°C e 36,95°C, sugere a ocorrência de períodos contrastantes ao longo do ano: fases mais frias, particularmente noturnas, e episódios de calor mais intenso. Em termos de impacto na qualidade do ar, temperaturas mais elevadas tendem a favorecer processos de formação secundária de partículas e a intensificar reações fotoquímicas, enquanto períodos mais frios podem contribuir para maior estabilidade atmosférica e menor mistura vertical, o que facilita o acúmulo de poluentes próximos à superfície, sobretudo em locais com pouca circulação de ar.

Após a análise dos dados apresentados neste relatório, pode-se observar que houve ultrapassagem dos limites estabelecidos pela Resolução Conama N° 506/2024, para os meses de agosto, setembro e outubro. Possivelmente devido a contribuição das queimadas, as quais foram registradas nas proximidades da Estação do CRAS, com aumento de fumaça e partículas na atmosfera. Além disso, esse período em específico é classificado majoritariamente como o período de seca, com nenhuma ou baixa ocorrência de precipitação, não ocorrendo, portanto, a lavagem da atmosfera.

Quanto ao aspecto de IQAr, a Estação do CRAS apresentou 89,02% da classificação total como BOA, 10,41% da classificação como MODERADA, 0,55% como RUIM e 0,03% como MUITO RUIM. As concentrações classificadas como MODERADA, RUIM e MUITO RUIM foram principalmente causadas pelos níveis mais elevados de particulados.

É importante ressaltar que as classificações MODERADA, RUIM no IQAr, a ultrapassagem da CONAMA N° 506/2024, assim como para outras análises de qualidade do ar no geral, podem ter recebido influência das queimadas em áreas próximas e pelo aumento do fluxo veicular na região, conforme relatado no **Capítulo 7**.

Quanto a disponibilidade de dados totais, obteve-se um percentual de 94,92%.

11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARYA, S.P., 1999, *Air Pollution Meteorology and Dispersion*, 310p. Oxford University Press.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 506, de 27 de junho de 2024. Estabelece padrões nacionais de qualidade do ar e fornece diretrizes para sua aplicação. Revoga os arts. 1º ao 8º, os arts. 12 a 14 e o Anexo I da Resolução Conama nº 491, de 19 de novembro de 2018; e os itens 2.2.1 e 2.3 da Resolução Conama nº 5, de 15 de junho de 1989. Disponível em: https://conama.mma.gov.br/index.php?option=com_sisconama&view=atonormativo&id=756

CETESB. Qualidade do Ar no Estado de São Paulo 2019. São Paulo, 2020. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/ar/wpcontent/uploads/sites/29/2020/07/Relatório-de-Qualidade-do-Ar-2019.pdf>

FIOCRUZ. Rosa dos ventos. Disponível em: <http://www.invivo.fiocruz.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=805&sid=3>.

INMET, 2021 – Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <www.inmet.gov.br>.

Ministério do Meio Ambiente, MMA – Guia técnico para o monitoramento e avaliação da qualidade do ar / Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Qualidade Ambiental. Departamento de Qualidade Ambiental e Gestão de Resíduos. – Brasília, DF: MMA, 136 p., 2020. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/agenda-ambiental-urbana/qualidade-do-ar.html>.

NATIONAL WEATHER SERVICE. **Beaufort Wind Scale**. Disponível em: <https://www.weather.gov/mfl/beaufort>.

NUNES, João Paulo. Incêndio florestal devasta 5,86 % da Floresta Nacional de Brasília. *Metrópoles*, 10 set. 2025. Disponível em: <https://www.metropoles.com/distrito-federal/incendio-florestal-devasta-586-da-floresta-nacional-de-brasilia>.

O TEMPO. **INMET emite alerta vermelho de baixa umidade com grande risco de incêndios em Brasília e Região até sexta-feira (3)**. *O Tempo*, Belo Horizonte, 3 out. 2025. Disponível em: <https://www.otempo.com.br/tempo/2025/10/3/inmet-emite-alerta-vermelho-de-baixa-umidade-com-grande-risco-de-incendios-em-brasilia-e-regiao-ate-sexta-feira-3>

REDAÇÃO. Incêndio consome cerca de 220 hectares da Floresta de Brasília. *Brasil de Fato*, 9 set. 2025. Disponível em: <https://www.brasildefato.com.br/2025/09/09/incendio-consome-cerca-de-220-hectares-da-floresta-de-brasilia/>.

SEINFELD, John H. Atmospheric chemistry and physics: from air pollution to climate change / John H. Seinfeld, Spyros N. Pandis.- 2nd ed., 1339 p., 2006.

THERMO SCIENTIFIC. User Manual. Disponível em: <https://tools.thermofisher.com/content/sfs/manuals/EPM-TEOM1405-Manual.pdf>.

U.S. EPA – UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Quality Assurance Handbook for Air Pollution Measurement Systems**. Ambient Air Quality Monitoring Program, vol. II, 2017.

12. EQUIPE TÉCNICA

Equipe técnica envolvida na execução do projeto:

- ✓ Andler Magno Vieira de Melo, Tecnólogo em Saneamento Ambiental, Mestre em Engenharia Ambiental - CREA-ES 027001/D. Diretor Técnico.
- ✓ Adrielle Luiza Vieira de Melo, Engenheira Química. Gerente de Projetos.
- ✓ Igor de Moraes Gomes, Engenheiro Ambiental. Coordenador de Projetos.
- ✓ Guilherme Oliveira Guimarães, Engenheiro Sanitarista e Ambiental. Coordenador de Operações.
- ✓ Vhictor Pereira Rodrigues, Técnico em Instrumentação Eletrônica e Controle de Processos. Especialista de Operações.
- ✓ Kevin da Silva Coelho, Engenheiro Sanitarista e Ambiental. Coordenador de Análise de Dados e Monitoramento.
- ✓ Ana Carolina Grillo de Vasconcelos, Engenheira Química. Analista de Projetos.
- ✓ João Vitor Santos de Sousa, Técnico Eletrotécnica. Operador da EAMQAr.

AIRES SERVIÇOS AMBIENTAIS LTDA

Rua Desembargador Sampaio, 386, Praia do Canto

Vitória, CEP: 29.055-250

contato@aires.com.br |