

Relatório Técnico
RT AIR 618-25

Novembro 2025
Revisão 00

Relatório

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

Relatório Técnico
RT AIR 618-25

Novembro 2025
Revisão 00

Relatório

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

Sumário

1.	INTRODUÇÃO E OBJETIVOS	3
2.	LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO E PONTO DE MONITORAMENTO	4
3.	LEGISLAÇÃO AMBIENTAL APLICÁVEL	6
4.	METODOLOGIA DE TRATAMENTO E VALIDAÇÃO DOS DADOS	8
5.	ANÁLISE DOS RESULTADOS METEOROLÓGICOS	12
6.	POLUENTES ATMOSFÉRICOS	18
7.	OCORRÊNCIAS IDENTIFICADAS	31
8.	DISPONIBILIDADE	34
9.	CONCLUSÕES	35
10.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36
11.	EQUIPE TÉCNICA	37
	ANEXO A - CERTIFICADOS DE CALIBRAÇÃO	38

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 **outubro 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.

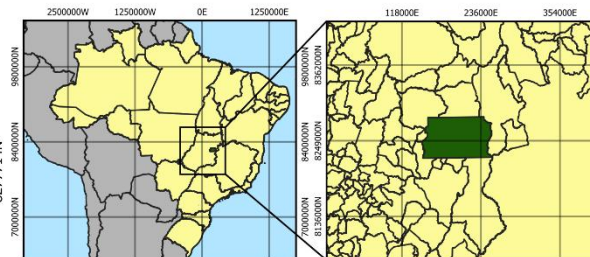
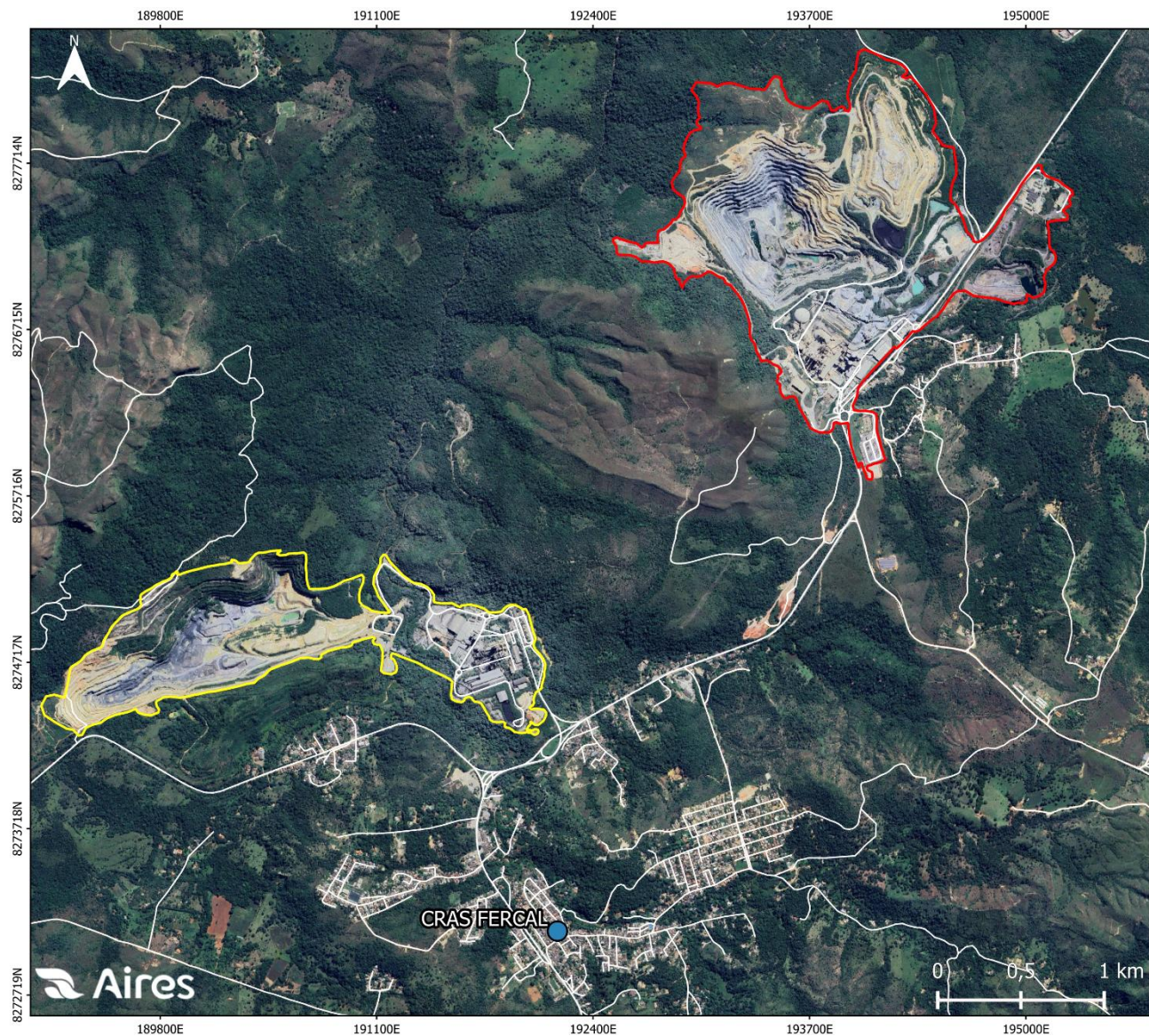
A localização da Estação CRAS é apresentada na **Tabela 2-1** e a geolocalização desta está disposta na **Figura 2-2**. Além disso, a **Figura 2-1** apresenta a EAMQAr do CRAS em Sobradinho/DF.

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 Geográfica 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.

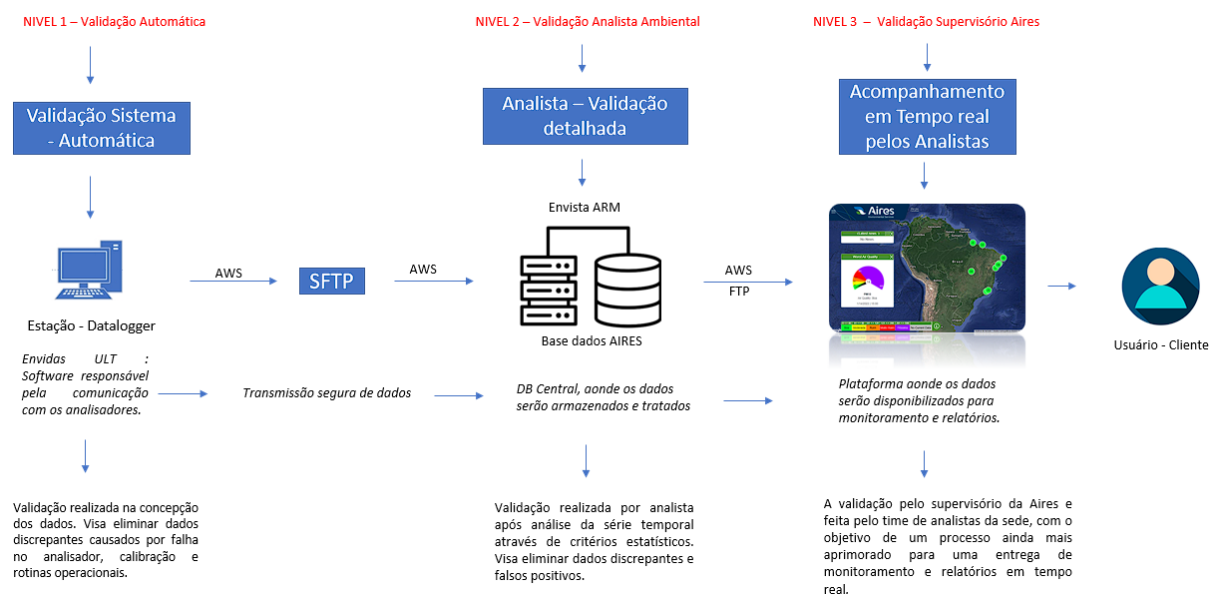


Figura 4.2-1: Fluxo de Transmissão de Dados.

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	Última calibração
Qualidade do Ar				
NO-NO ₂ -NO _x	42i	Thermo Fisher	Quimiluminescência	16/10/2025
CO	48i	Thermo Fisher	Absorção de Infravermelho não dispersivo	23/10/2025
SO ₂	43i	Thermo Fisher	Fluorescência Ultravioleta	27/10/2025
O ₃	49i	Thermo Fisher	Absorção de Luz Ultravioleta	15/10/2025

Parâmetro	Modelo	Fabricante	Princípio de Medição	Última calibração
Qualidade do Ar				
PTS	Teom 1405	Thermo Fisher	Microbalança de Elemento Cônico Oscilante	22/10/2025
PM _{2,5} - PM ₁₀	Teom 1405D	Thermo Fisher		16/10/2025
Calibrador Multi-Gas	146i	Thermo Fisher	NA	26/09/2024
Gerador Ar Zero	111	Thermo Fisher	NA	NA
Meteorologia				
Direção do Vento	CWT-SWD-C-360-RS485	CWT	Orientação da Veleta	20/10/2025
Velocidade do Vento	CWT-SWS-C-RS485	CWT	Anemômetro	20/10/2025
Radiação Solar	CWT-SI-RS485	CWT	Fotovoltaico	20/10/2025
Precipitação Pluviométrica	CWT-RG-S	CWT	Básculas	20/10/2025
Temperatura do Ar	CWT-BY	CWT	Sensor térmico, higrométrico, barométrico	20/10/2025
Umidade Relativa				
Pressão Atmosférica				

5. ANÁLISE DOS RESULTADOS METEOROLÓGICOS

Neste capítulo serão apresentados os resultados dos parâmetros monitorados pela EAMQAr durante o mês de **outubro 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 na **Tabela 5.1-2** a distribuição da frequência da direção e velocidade do vento na EAMQAr. Já na **Figura 5.1-1** é apresentado o padrão de Rosa dos Ventos para a EAMQAr.

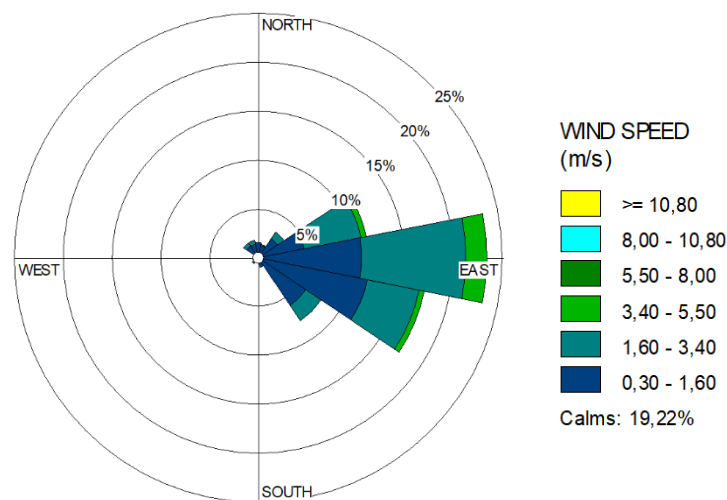


Figura 5.1-1: Rosa dos Ventos da EAMQAr.

Tabela 5.1-2: Distribuição da frequência de ventos EAMQAr.

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	1,61	1,34	2,42	4,84	10,62	11,42	5,91	1,08	0,40	0,40	0,40	0,67	0,40	0,54	1,48	1,48	45,03
1,60 - 3,40	0,00	0,13	0,81	5,91	10,62	5,38	1,88	0,00	0,00	0,00	0,40	0,00	0,13	0,00	0,40	0,40	26,08
3,40 - 5,50	0,00	0,00	0,00	0,54	2,15	0,54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,23
Subtotal	1,61	1,48	3,23	11,29	23,39	17,34	7,80	1,08	0,40	0,40	0,81	0,67	0,54	0,54	1,88	1,88	74,33
Calmaria (< 0,3 m/s)																	19,22
Faltantes																	6,45
Total																	100,00

Na EAMQAr, 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.

Na **Figura 5.1-2** a seguir, está apresentada a rosa dos ventos plotada na EAMQAr, referente ao mês de **outubro de 2025**.

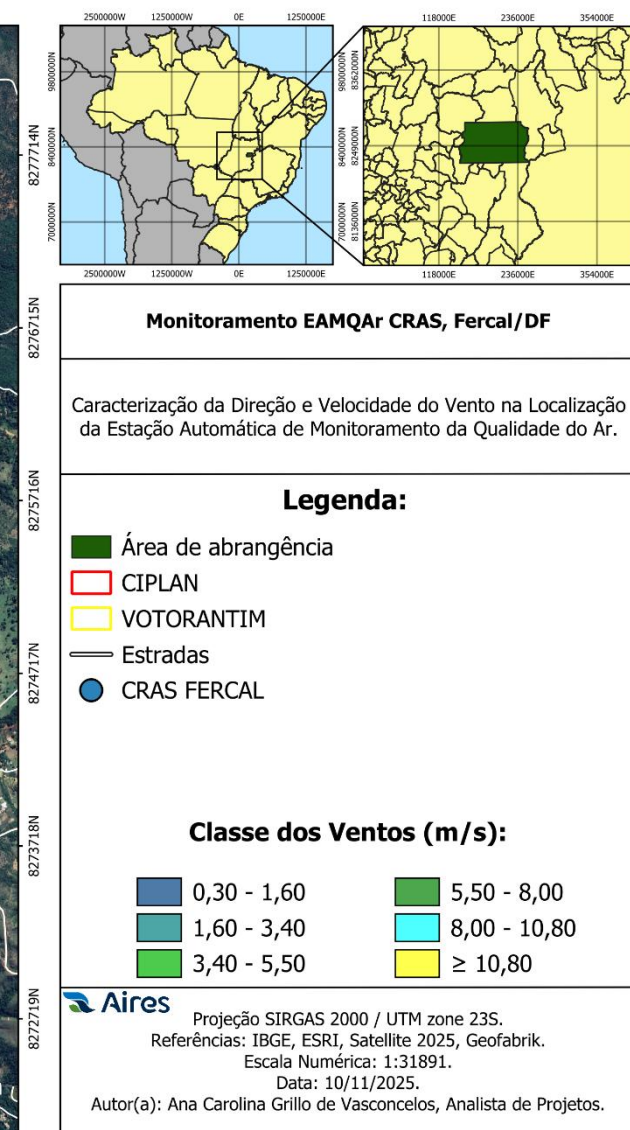
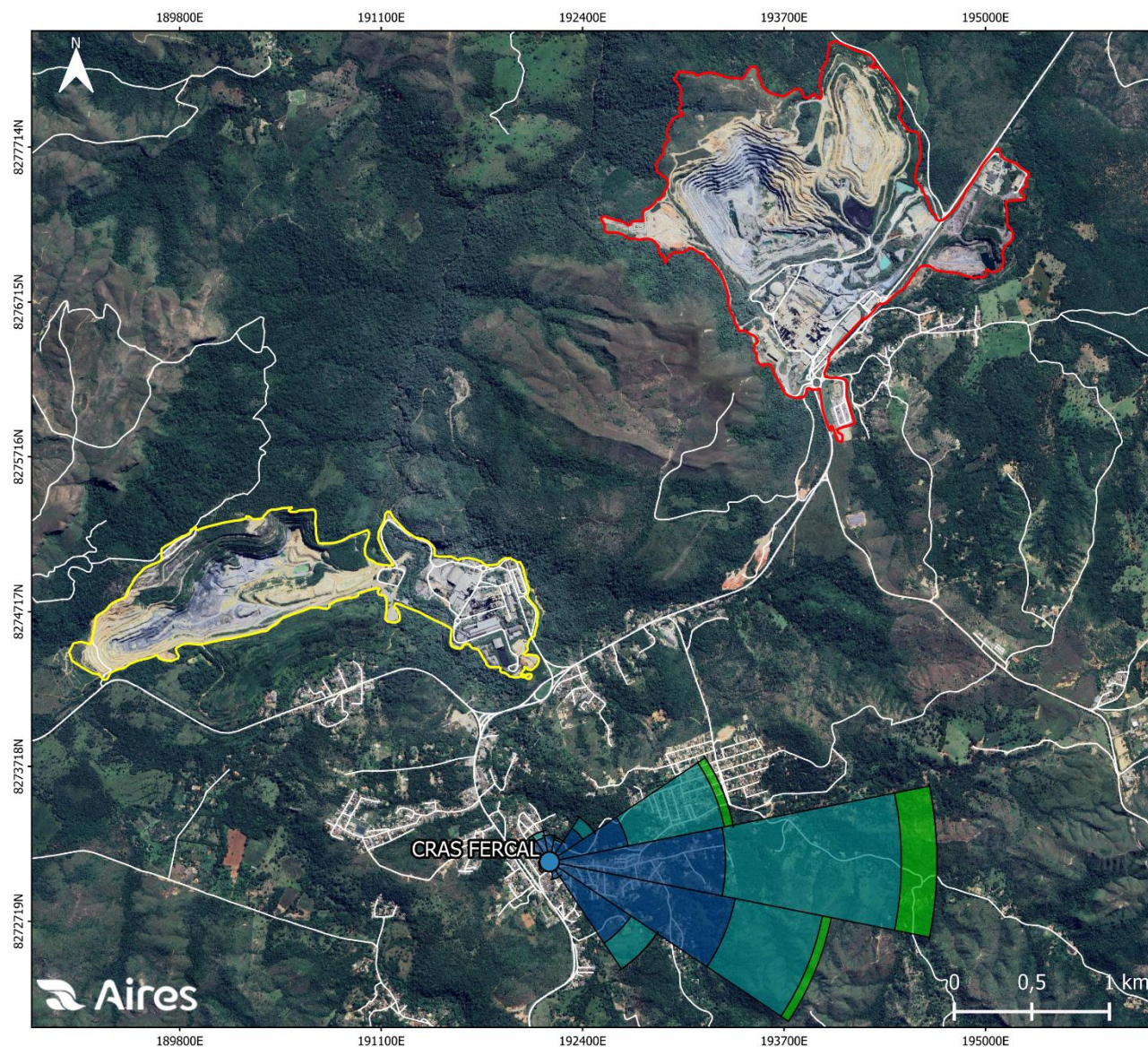
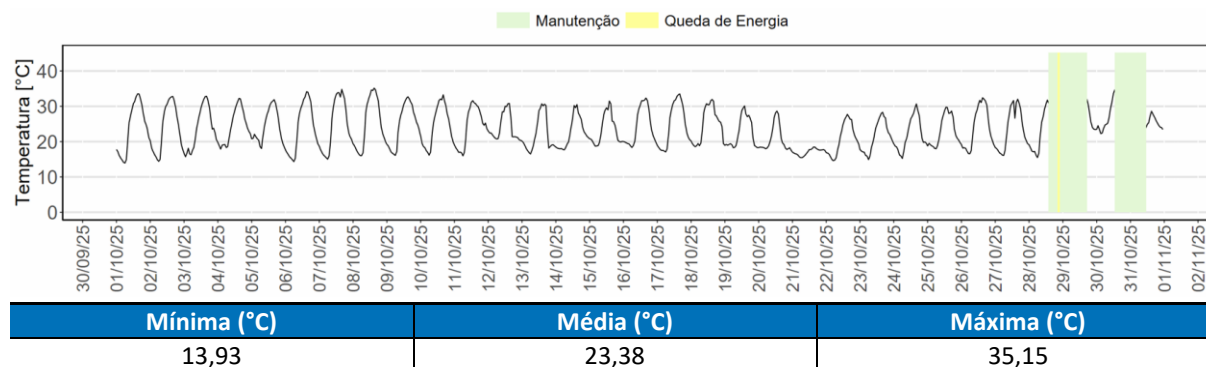


Figura 5.1-2: Localização do ponto e a rosa dos ventos referente ao mês de outubro de 2025.

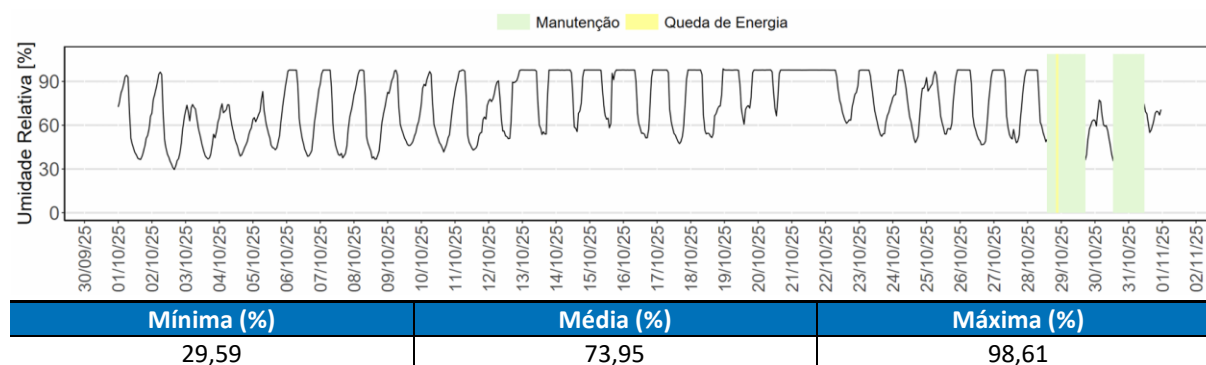
5.2. Gráficos de evolução horária com ocorrências

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**.

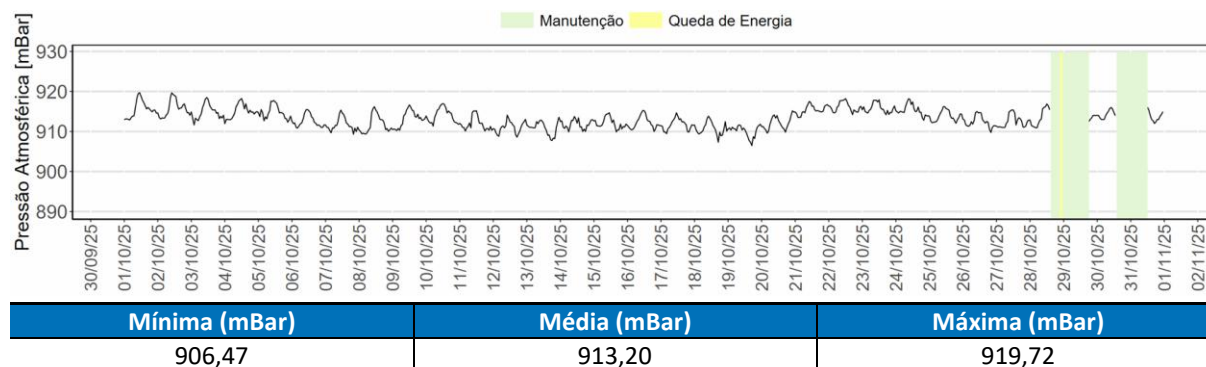
⏪ Temperatura (T):



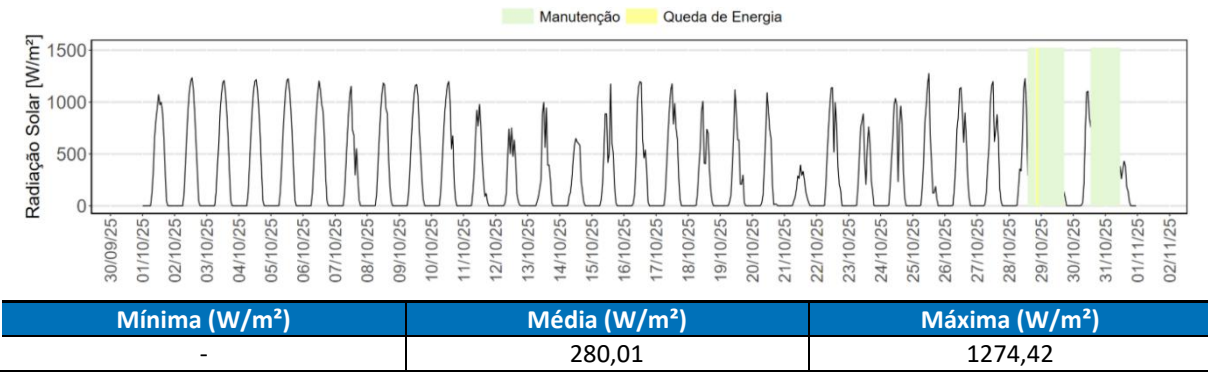
⏪ Umidade Relativa (UR):



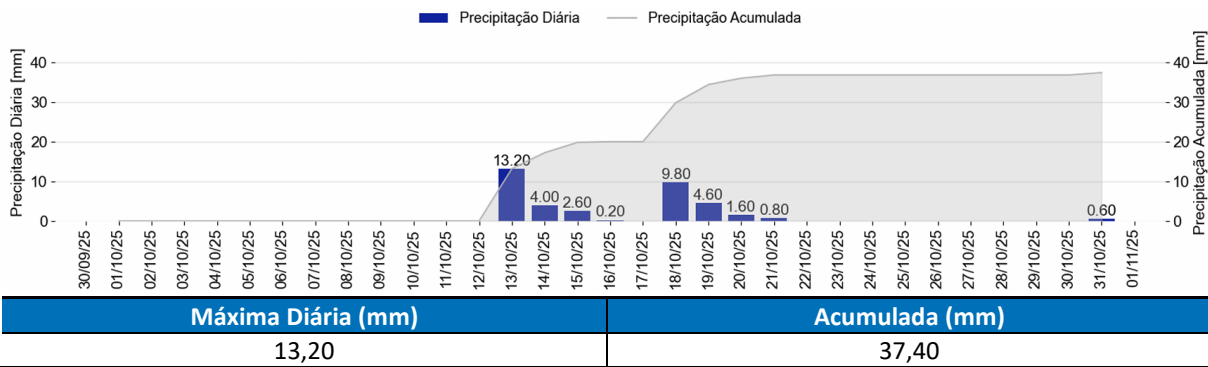
⏪ Pressão Atmosférica (PA):



☑ **Radiação Solar (RS):**



☑ **Precipitação Pluviométrica (PP):**



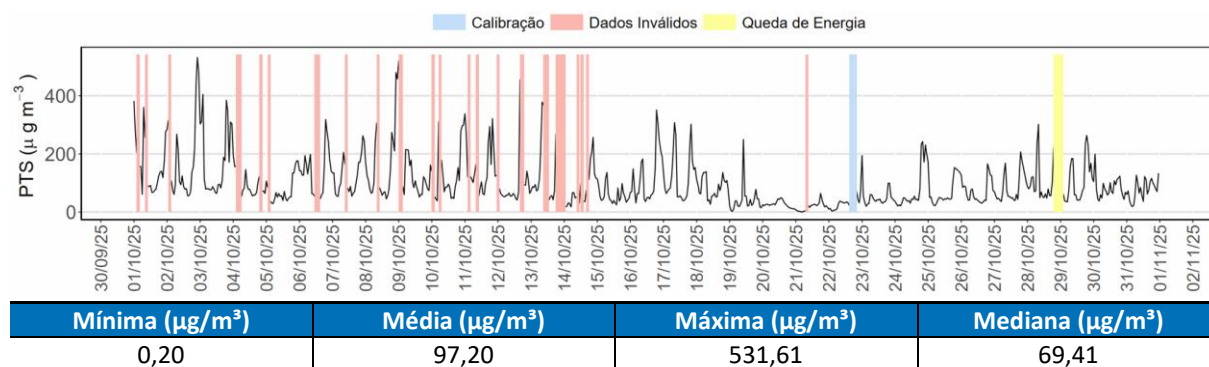
6. POLUENTES ATMOSFÉRICOS

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.

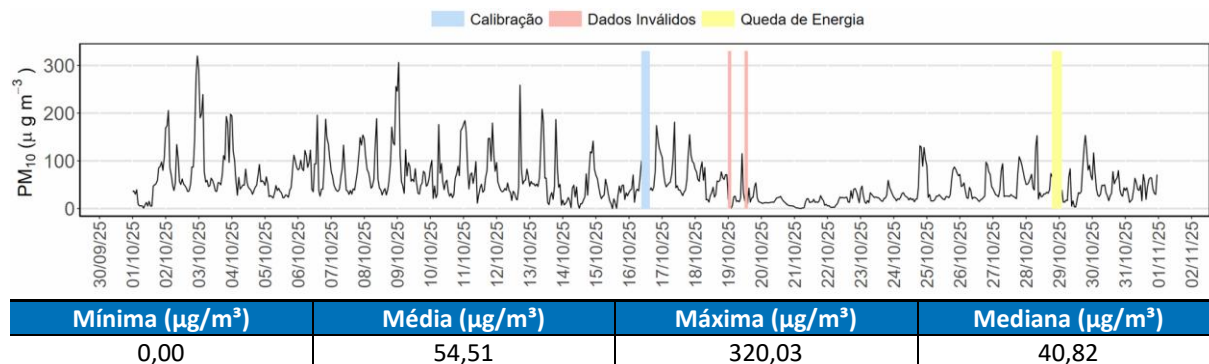
6.1. Gráficos de evolução horária com ocorrências

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**.

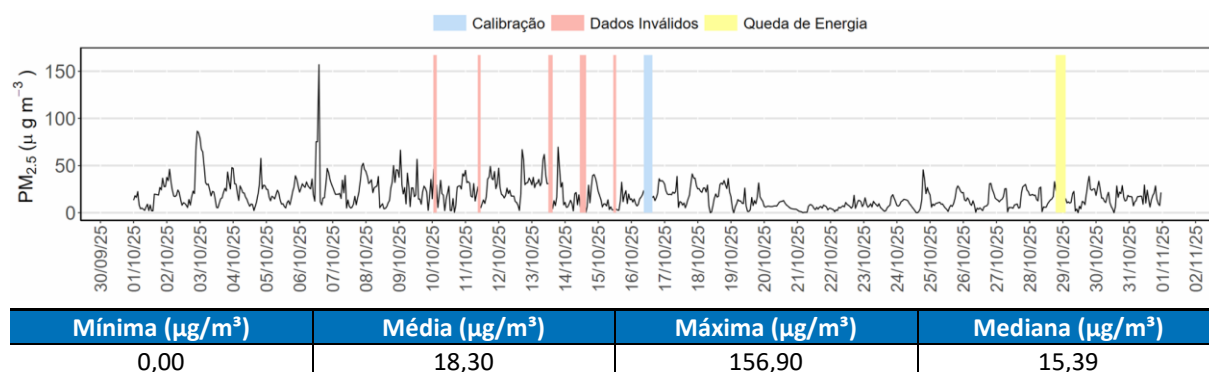
Partículas Totais em Suspensão (PTS):



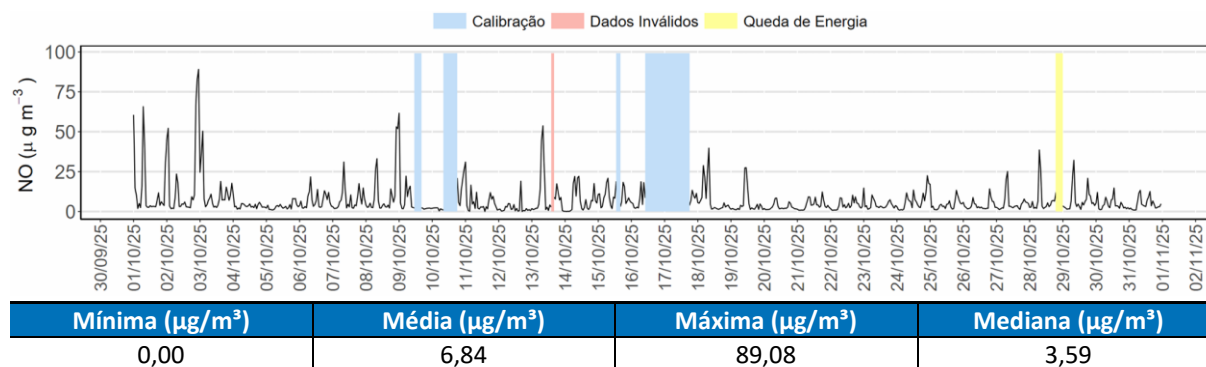
Partículas Inalável (PM₁₀):



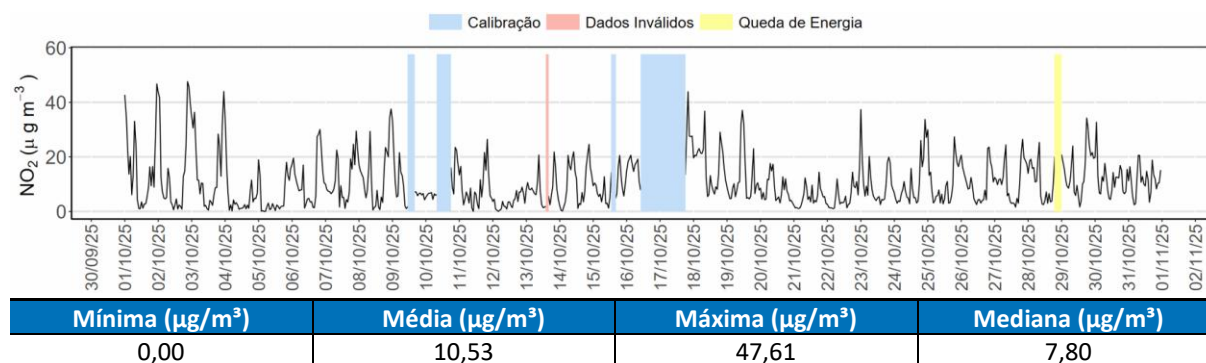
Partículas Respiráveis (PM_{2,5}):



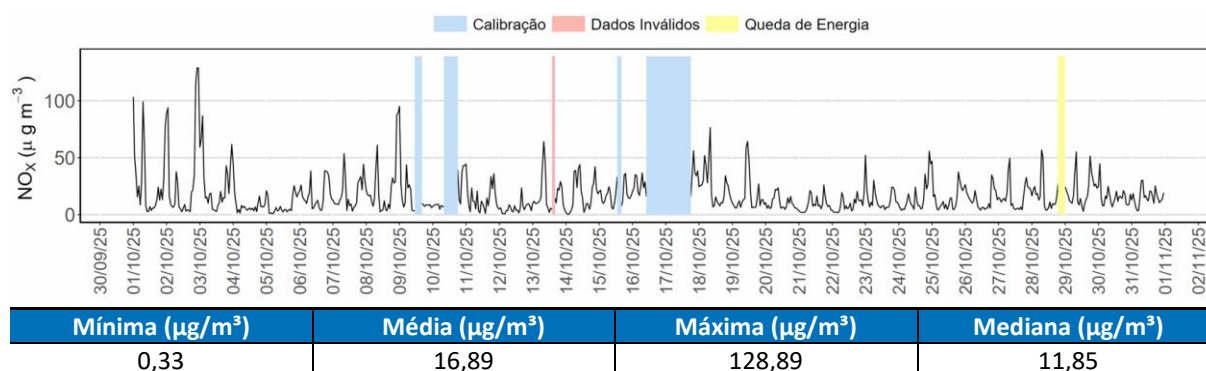
Óxido Nítrico (NO):



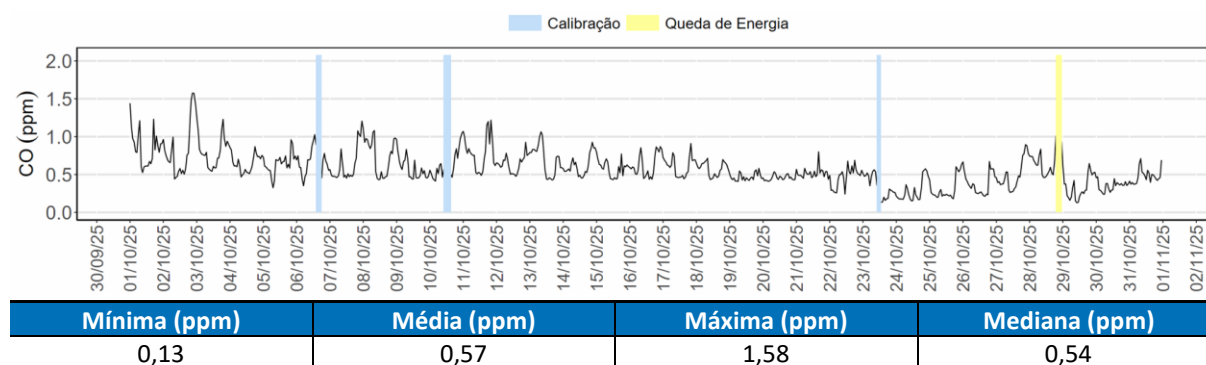
Dióxido de Nitrogênio (NO₂):



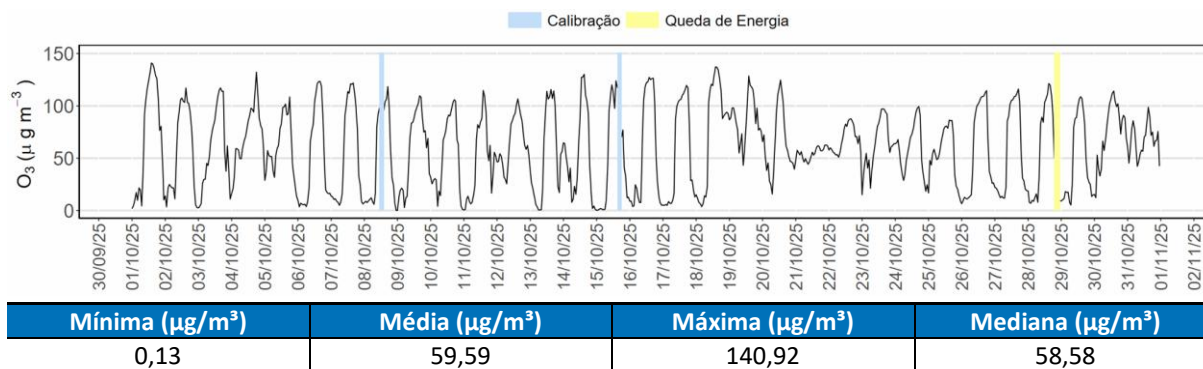
Óxidos de Nitrogênio (NO_x):



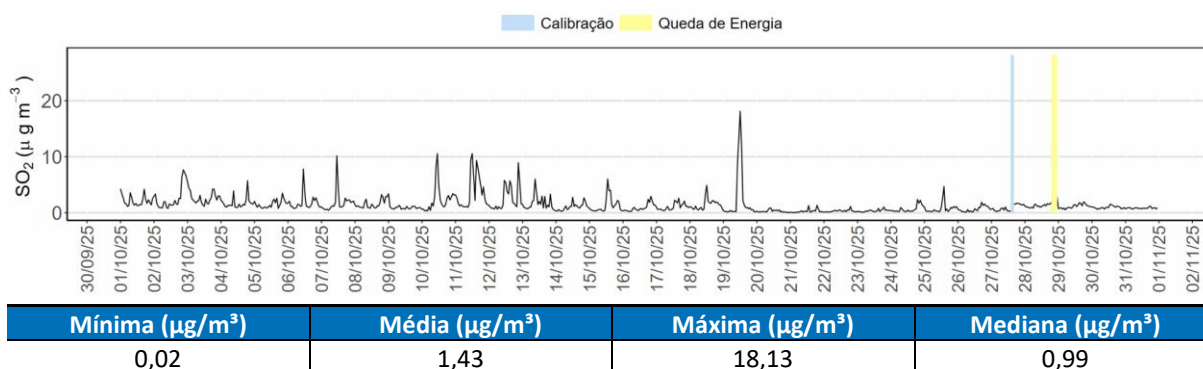
Monóxido de Carbono (CO):



📌 Ozônio Troposférico (O₃):



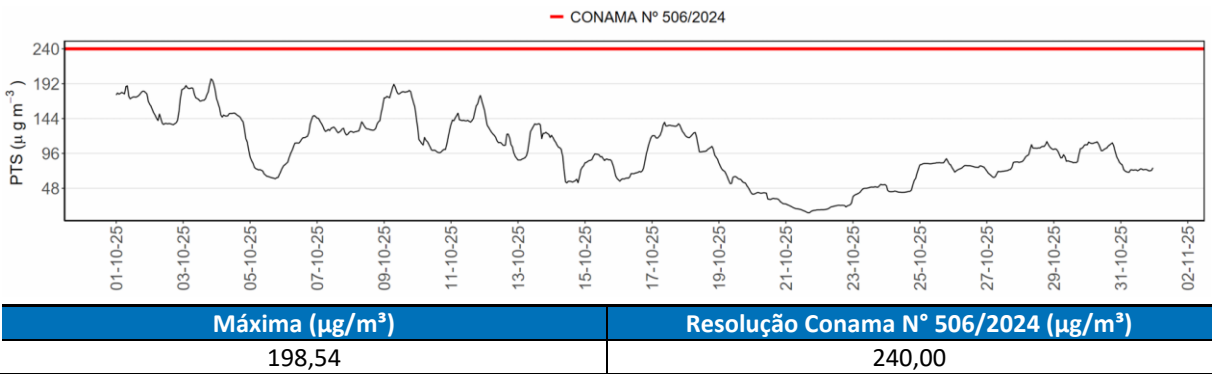
📌 Dióxido de Enxofre (SO₂):



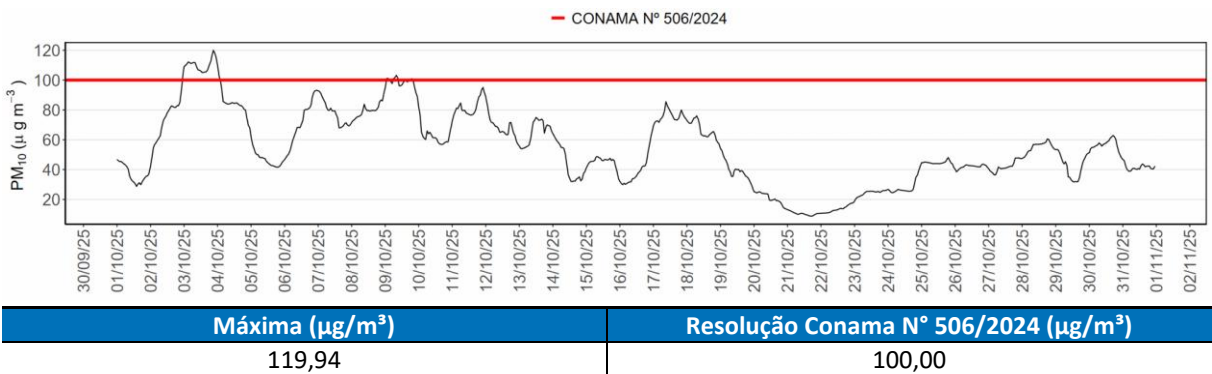
6.2. Comparação com a legislação aplicável

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 período monitorado houve 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, conforme será mais bem detalhada no **Capítulo 7**.

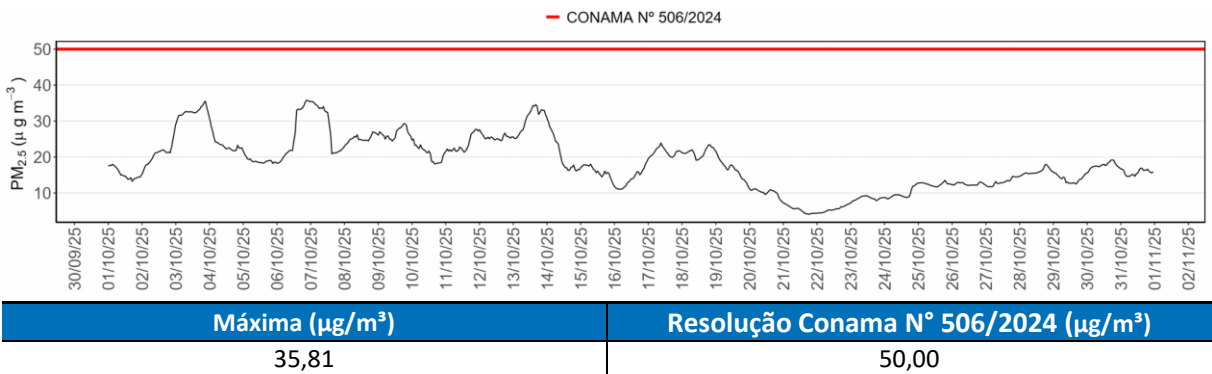
Partículas Totais em Suspensão (PTS):

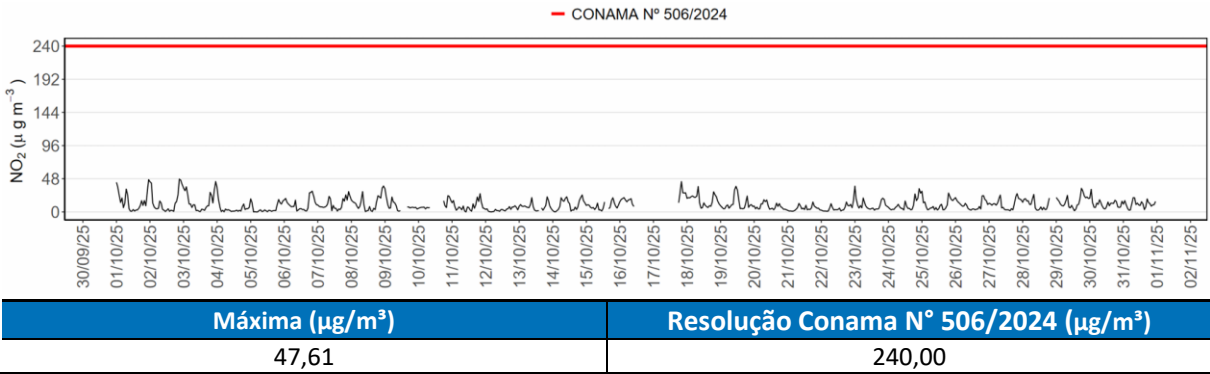
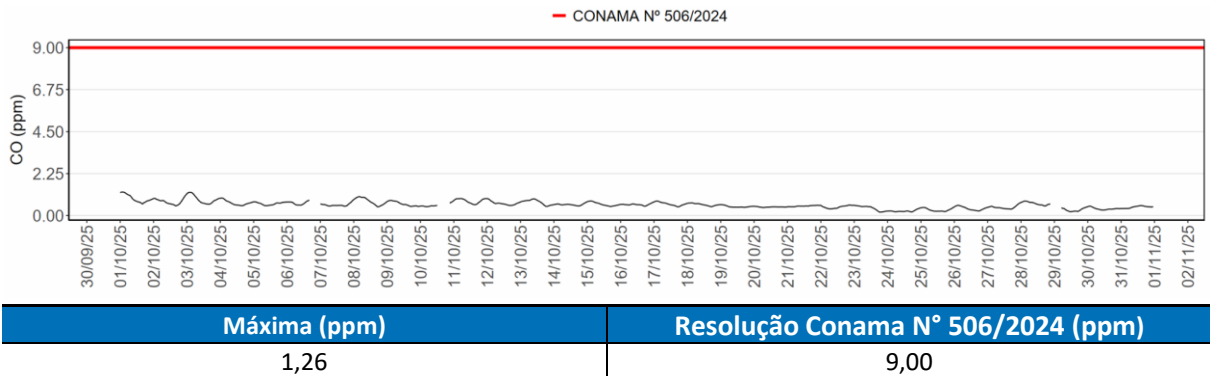
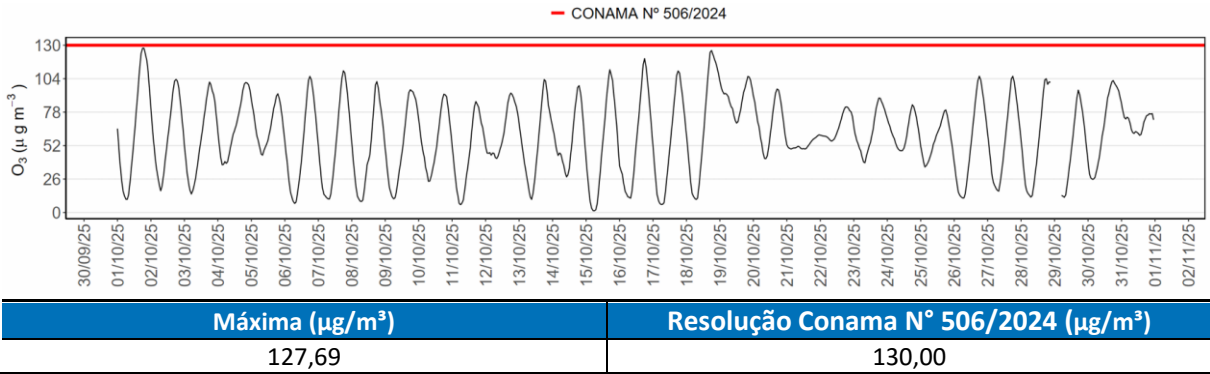
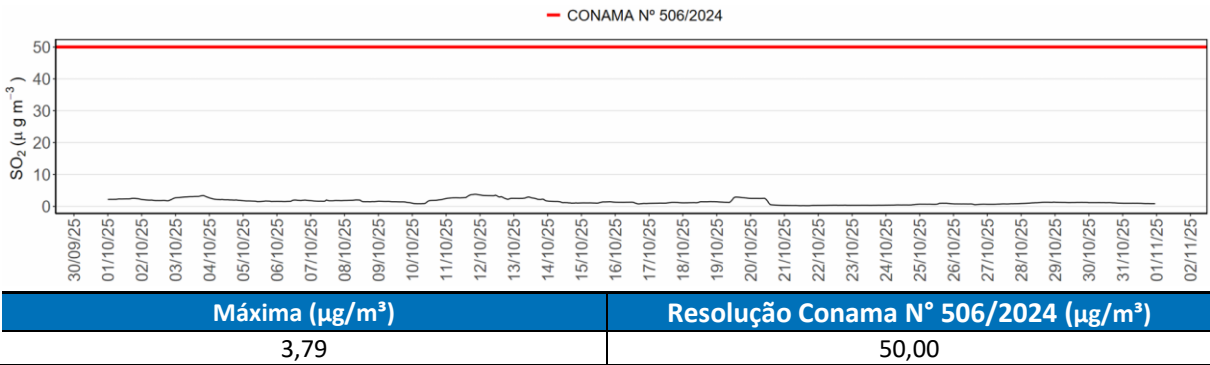


Partículas Inalável (PM₁₀):



Partículas Respiráveis (PM_{2,5}):



**Dióxido de Nitrogênio (NO₂):****Monóxido de Carbono (CO):****Ozônio Troposférico (O₃):****Dióxido de Enxofre (SO₂):**

6.3. Análise integrada QAr X Meteorologia

A **Figura 6.3-1** apresenta as concentrações dos poluentes em coordenadas polares 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. Essa análise é muito 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.

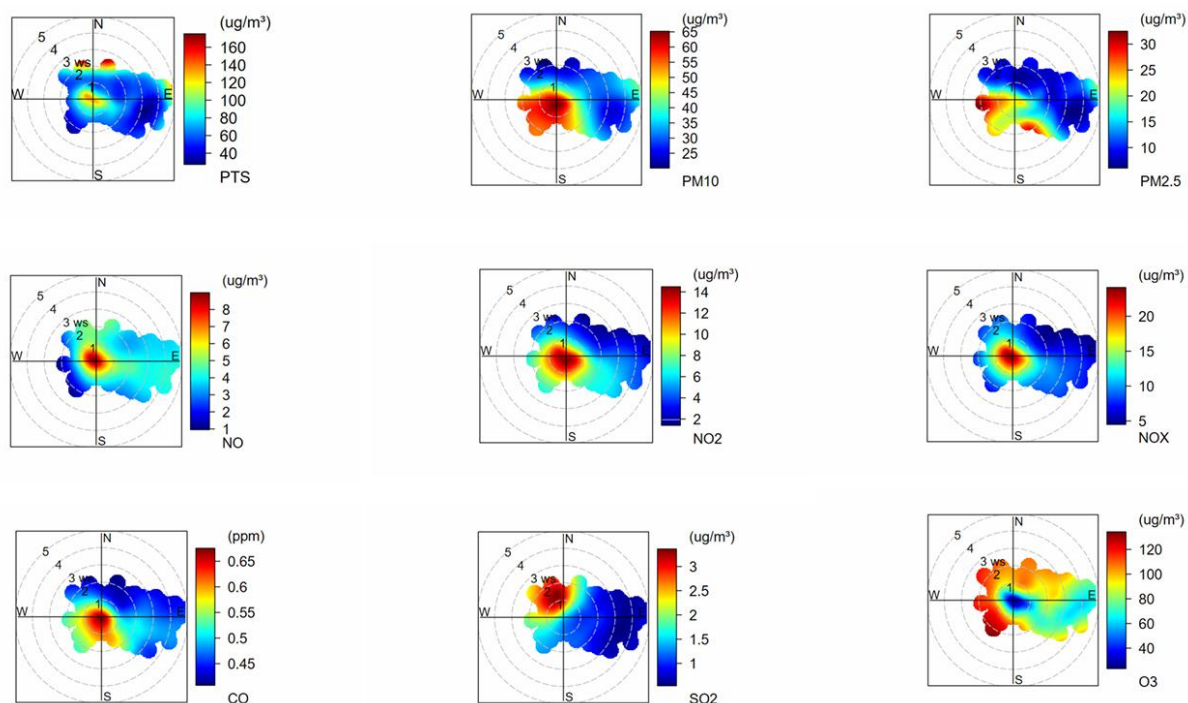


Figura 6.3-1: Gráfico PolarPlot dos parâmetros de qualidade do ar (PTS, PM₁₀, PM_{2,5}, CO, NO, NO₂, NO_x, SO₂ e O₃) da EAMQAr.

Com base nos resultados, a EAMQAr apresenta, para o PM₁₀ e PM_{2,5} as maiores concentrações no centro e sudoeste do PolarPlot, com baixas e médias medições de velocidade do vento. O PTS, por sua vez, apresenta as maiores concentrações no centro e norte do PolarPlot. Para os óxidos de nitrogênio e monóxido de carbono as maiores concentrações estão no centro e sul do PolarPlot, com médias medições de velocidade do vento. O dióxido de enxofre, apresenta as maiores concentrações ao noroeste do PolarPlot, com baixas medições de velocidade do vento. O que sugere que os poluentes se deslocam de áreas próximas da estação. Por fim, para o ozônio, é notado que as maiores concentrações se encontram em pontos ao norte, nordeste, noroeste e sudoeste da estação a velocidades altas, o que é contrário se comparado aos óxidos nítricos, devido a reação fotoquímica entre estes.

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, os dois acarretados por aumento da atividade de tráfego veicular. 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, observa-se um aumento entre segundas e sextas-feiras, seguido por uma diminuição nas concentrações aos finais de semana.

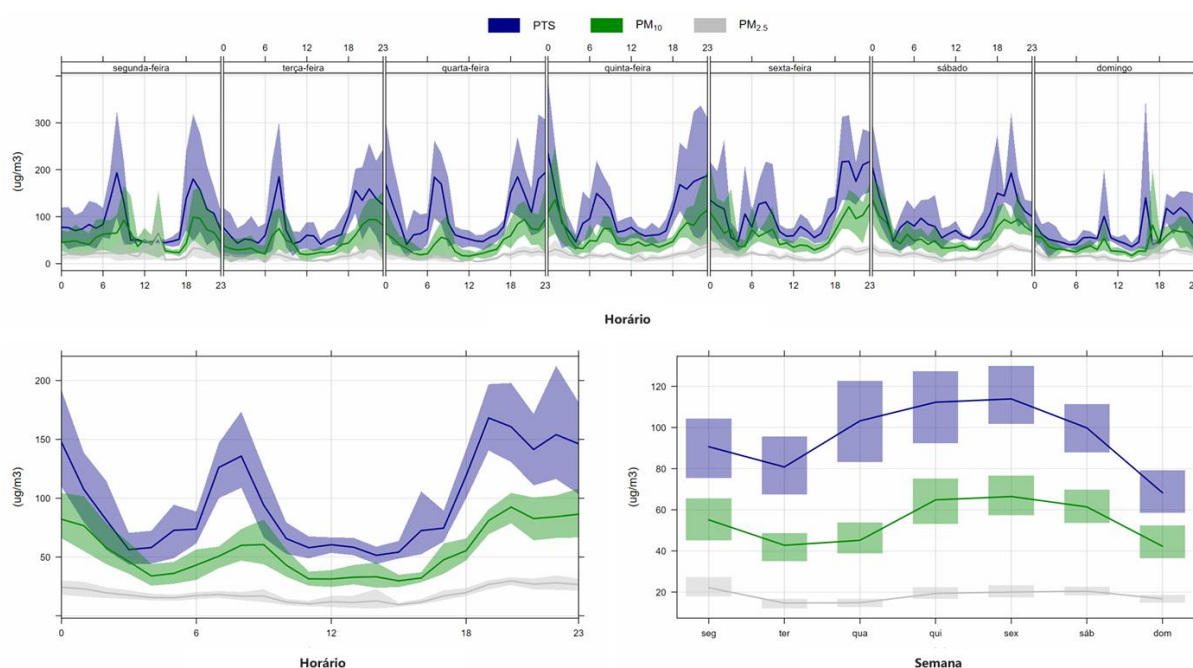


Figura 6.4.1-1: Evolução horária e semanal de PTS, PM₁₀ e PM_{2,5} da EAMQAr.

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, estando atrelado ao aumento do tráfego veicular na região. Também é notado um leve aumento a partir das 19h, 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, observa-se um aumento entre segundas e quintas-feiras, seguido por uma diminuição nas concentrações das quintas-feiras aos finais de semana.

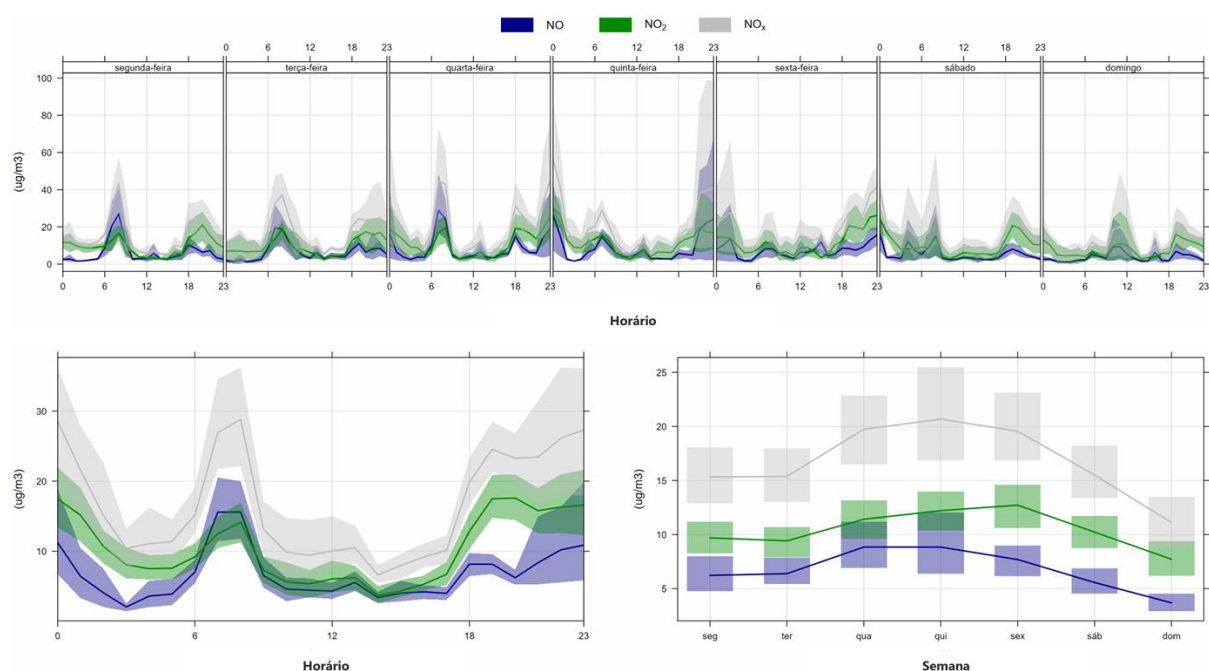


Figura 6.4.2-1: Evolução horária e semanal de NO, NO₂ e NO_x da EAMQAr.

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 que a variação horária é quase inexpressiva, com um leve aumento das 11h às 18h. Quanto ao comportamento semanal, observa-se um aumento nas concentrações entre segundas aos sábados, com uma leve queda aos domingos.

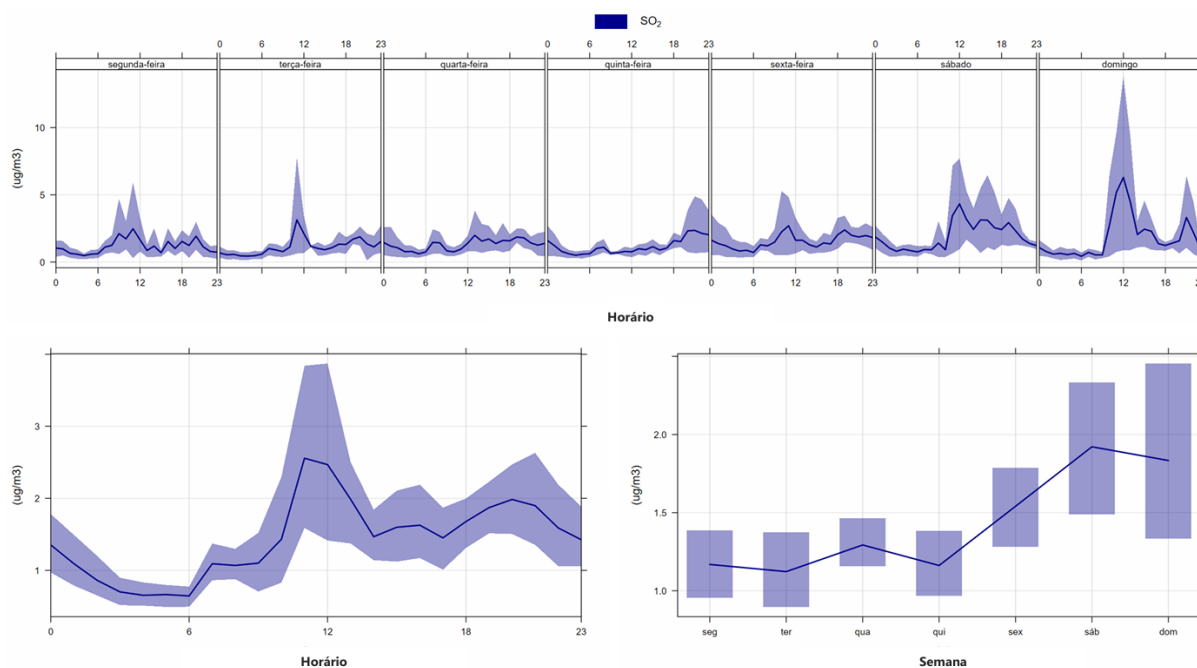


Figura 6.4.3-1: Evolução horária e semanal de SO₂ da EAMQAr.

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 08h às 17h, horários com maiores medições de radiação solar. Para a variação semanal, observa-se uma diminuição das concentrações das segundas-feiras aos domingos, com uma leve redução nas sextas-feiras.

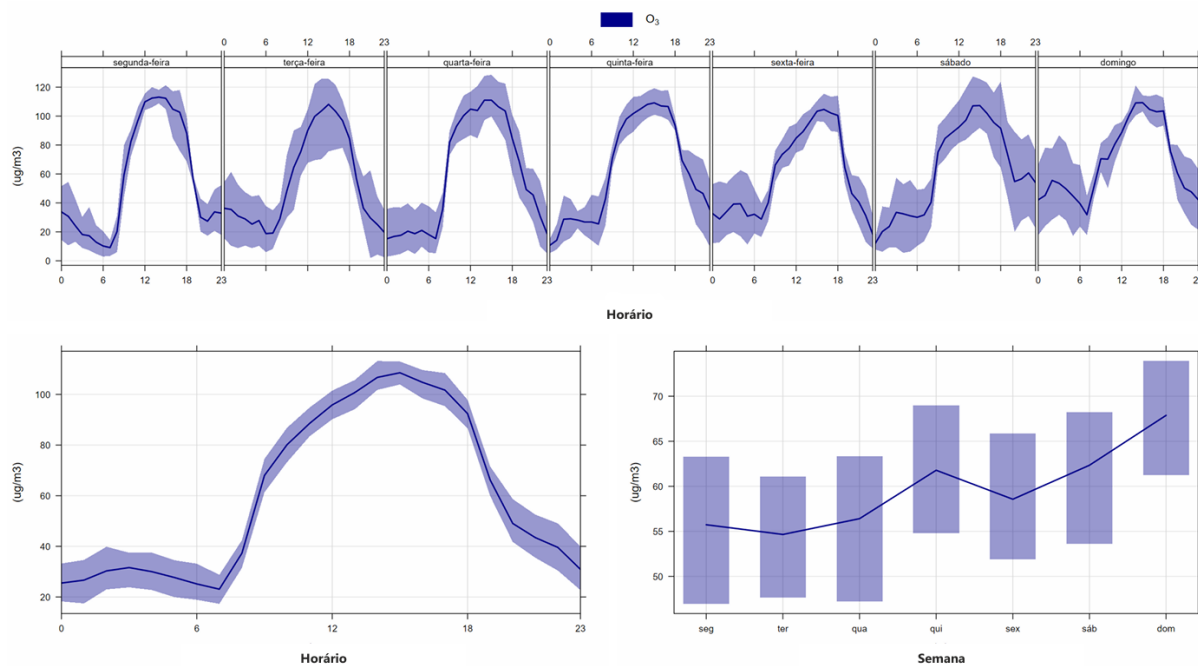


Figura 6.4.4-1: Evolução horária e semanal de O₃ da EAMQAr.

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 07h e 18h. 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, observa-se um aumento das segundas para as terças-feiras, seguido de queda nas concentrações até as quintas; depois há novo incremento até os sábados e redução aos domingos.

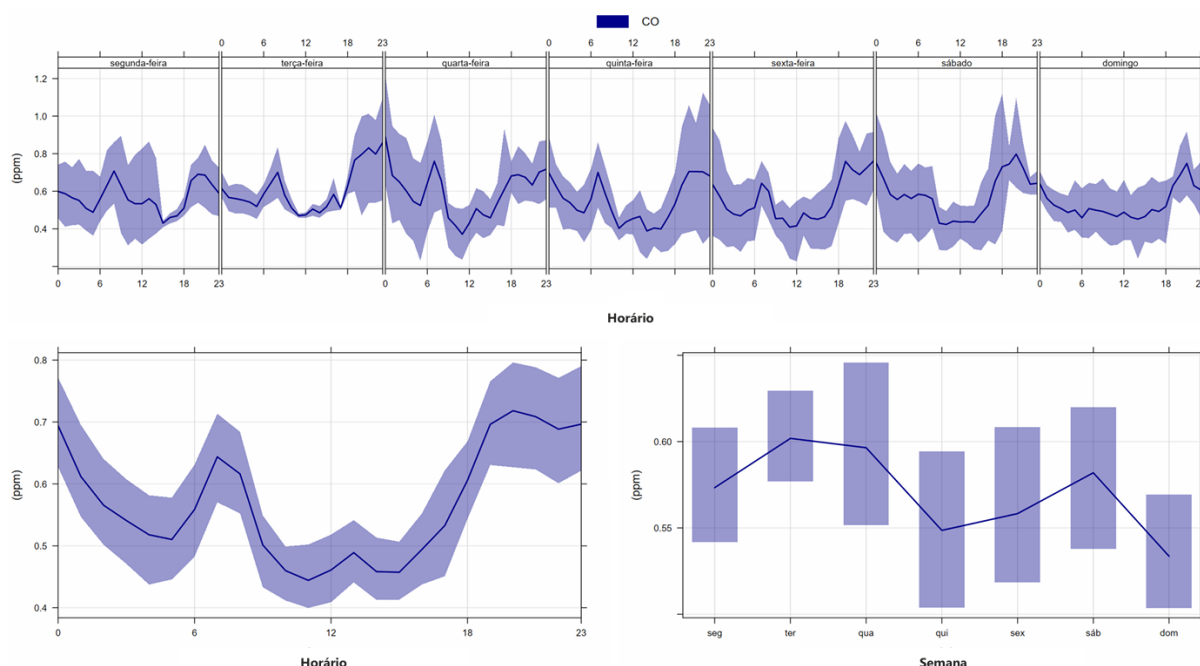


Figura 6.4.5-1: Evolução horária e semanal de CO da EAMQAr.

6.5. Cálculo do IQAr

Para o mês de **outubro 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%	91,59%	41,94%	38,71%	78,33%
MODERADO	-	-	-	8,41%	53,49%	61,29%	20,89%
RUIM	-	-	-	-	4,57%	-	0,78%

A qualidade do ar classificada como "ruim" pode causar sintomas como tosse seca, cansaço, ardor nos olhos, nariz e garganta em toda a população. Em pessoas de grupos sensíveis podem apresentar efeitos mais sérios na saúde.

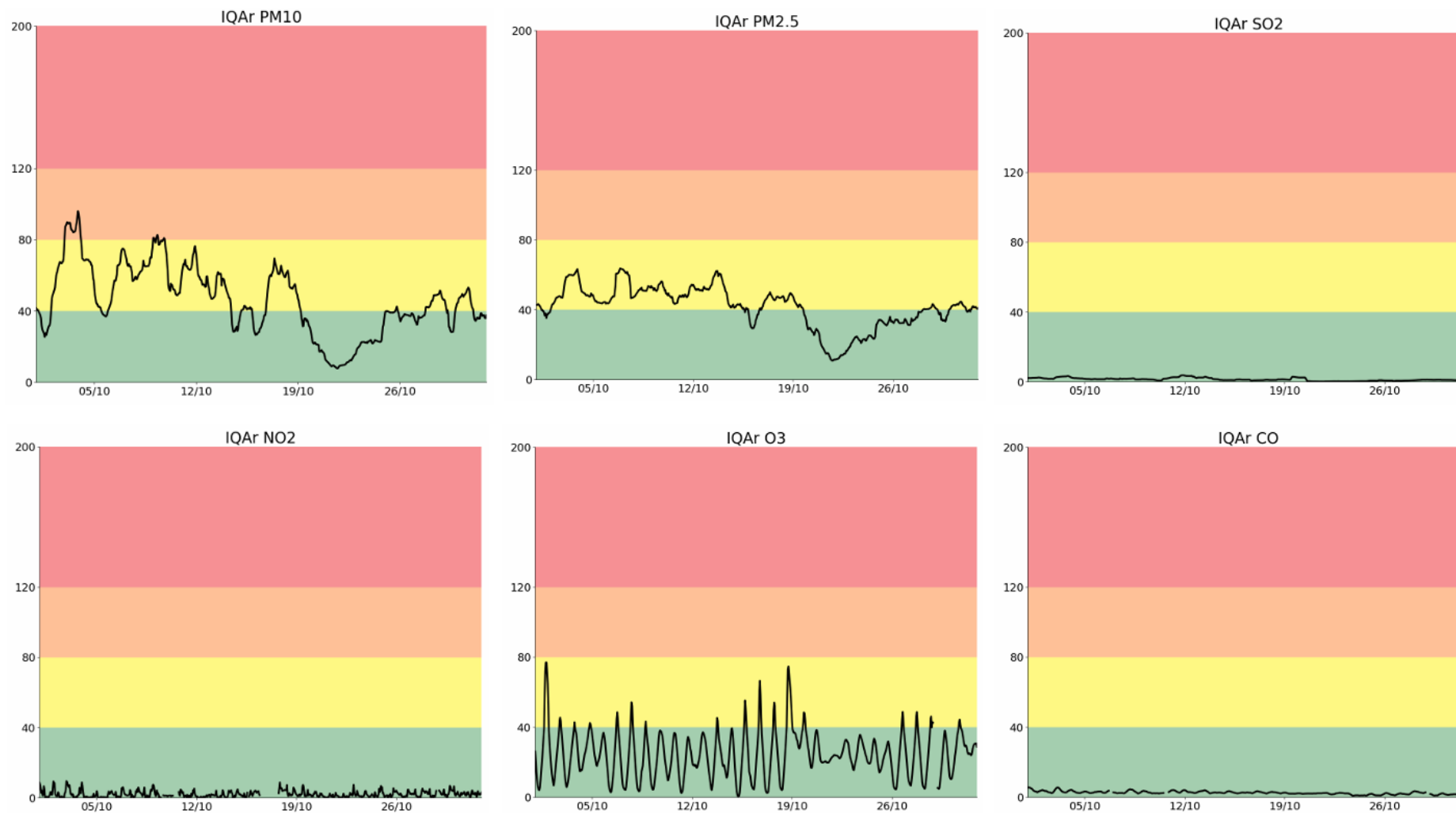


Figura 6.5-1: Gráfico de Índice de qualidade do ar ($PM_{2.5}$, PM_{10} , SO_2 , NO_2 , O_3 , CO) da EAMQAr.

7. OCORRÊNCIAS IDENTIFICADAS

A **Tabela 7-1** apresenta as invalidações diárias ocorridas durante o mês de referência deste Relatório Técnico, para cada parâmetro monitorado na EAMQAR.

No mês de **outubro**, a principal causa da perda de dados foi devido a medições anômalas do equipamento de NO-NO₂-NO_x e devido a troca dos sensores meteorológicos.

Para o NO-NO₂-NO_x após a calibração realizada no dia 16/10, às 11h, o equipamento passou a apresentar medições elevadas para o parâmetro. Diante dessa ocorrência, o operador realizou a verificação dos alarmes e parâmetros operacionais, além disso realizou também a substituição do filtro do equipamento. Visto que nenhuma anomalia fora identificada e os valores elevados persistiram, 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 28/10/2025, às 15h, fora realizada a substituição dos sensores de meteorologia da Estação por novos sensores calibrados, em razão do vencimento da calibração em dezembro deste ano (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.

Tabela 7-1: Invalidações Diárias dos parâmetros monitorados na EAMQAR.

Data	Horário	Parâmetros	Motivo da Invalidação
01/10/2025	03h	PTS	Dado Inválido devido medição de PM ₁₀ > PTS acima do limite permitido.
	09h		
02/10/2025	02h	PTS	Dado Inválido devido medição de PM ₁₀ > PTS acima do limite permitido.
04/10/2025	03h	PTS	Dado Inválido devido medição de PM ₁₀ > PTS acima do limite permitido.
	05h		
	20h		
05/10/2025	02h	PTS	Dado Inválido devido medição de PM ₁₀ > PTS acima do limite permitido.
06/10/2025	12h às 14h	PTS	Dado Inválido devido medição de PM ₁₀ > PTS acima do limite permitido.
	15h às 17h	CO	Calibração do equipamento.
07/10/2025	10h	PTS	Dado Inválido devido medição de PM ₁₀ > PTS acima do limite permitido.
08/10/2025	09h	PTS	Dado Inválido devido medição de PM ₁₀ > PTS acima do limite permitido.
	12h às 13h	O ₃	Calibração do equipamento.
09/10/2025	01h às 02h	PTS	Dado Inválido devido medição de PM ₁₀ > PTS acima do limite permitido.
	12h às 15h	NO-NO ₂ -NO _x	Calibração do equipamento.
10/10/2025	01h	PTS	Dado Inválido devido medição de PM ₁₀ > PTS acima do limite permitido.
	06h		
	02h	PM _{2,5}	Dado Inválido devido medição de PM _{2,5} > PM ₁₀ acima do limite permitido.
	09h às 17h	NO-NO ₂ -NO _x	Calibração do equipamento.
	11h às 14h	CO	
11/10/2025	03h	PTS	Dado Inválido devido medição de PM ₁₀ > PTS acima do limite permitido.
	09h		
	10h	PM _{2,5}	Dado Inválido devido medição de PM _{2,5} > PM ₁₀ acima do limite permitido.
12/10/2025	00h	PTS	Dado Inválido devido medição de PM ₁₀ > PTS acima do limite permitido.

Data	Horário	Parâmetros	Motivo da Invalidação
	17h às 18h		
13/10/2025	10h às 12h	PTS	Dado Inválido devido medição de PM ₁₀ > PTS acima do limite permitido.
	19h às 20h		
	22h		
	13h às 14h	PM _{2,5}	Dado Invalidado devido medição negativa além do limite permitido.
	15h	NO-NO ₂ -NO _x	
14/10/2025	00h	PTS	Dado Inválido devido medição de PM ₁₀ > PTS acima do limite permitido.
	10h		
	13h		
	17h		
	12h	PM _{2,5}	Dado Inválido devido medição de PM _{2,5} > PM ₁₀ acima do limite permitido.
	13h às 14h	PM _{2,5}	Dado Invalidado devido medição negativa além do limite permitido.
15/10/2025	14h às 15h	NO-NO ₂ -NO _x	Calibração do equipamento.
	16h às 17h	O ₃	
16/10/2025	10h às 14h	PM ₁₀ e PM _{2,5}	Calibração do equipamento.
	11h às 23h	NO-NO ₂ -NO _x	
17/10/2025	00h às 17h	NO-NO ₂ -NO _x	Calibração do equipamento.
19/10/2025	01h	PM ₁₀	Dado Inválido devido medição de PM _{2,5} > PM ₁₀ acima do limite permitido.
	13h		
22/10/2025	16h às 19h	PTS	Calibração do equipamento.
23/10/2025	11h às 12h	CO	Calibração do equipamento.
27/10/2025	15h	SO ₂	Calibração do equipamento.
28/10/2025	15h às 11h	Meteorológicos	Manutenção dos sensores - Troca dos sensores.
	20h às 22h	Todos os Parâmetros	Queda da alimentação de energia elétrica da Estação devido à inconsistência na região.
	23h	Particulados e NO-NO ₂ -NO _x	Estabilização do equipamento devido à queda da alimentação de energia elétrica da Estação.
29/10/2025	00h às 07h	Meteorológicos	Manutenção dos sensores - Troca dos sensores.
	08h às 16h		Manutenção dos sensores - Configuração dos sensores.
	00h às 01h	Particulados	Estabilização do equipamento devido à queda da alimentação de energia elétrica da Estação.
30/10/2025	11h	Precipitação Pluviométrica	Manutenção do equipamento - Teste no sensor.
	14h às 23h	Meteorológicos	Manutenção dos sensores - Verificação das configurações nos sensores.
31/10/2025	00h às 10h	Meteorológicos	Manutenção dos sensores - Verificação das configurações nos sensores.

É importante mencionar que, durante o mês de **outubro**, nos dias 02/10/2025, 03/10/2025 e 09/10/2025 foram registradas ocorrências de queimadas nas regiões em proximidade da Estação do CRAS. Para os dias 02/10 e 03/10, o INMET emitiu alerta vermelho de baixa umidade para Brasília e região, conforme evidenciado na imagem abaixo, condição que aumenta as concentrações de material particulado, tanto pela emissão de partículas de combustão quanto pela ressuspensão de poeira e cinzas em ambiente seco. Já para o dia 09/10, houve foco de queimada nas proximidades da Estação do CRAS, registrado fotograficamente pelo operador e confirmado pelo Painel do Fogo/CENSIPAM.

Esses episódios influenciaram diretamente na qualidade do ar, levando à ultrapassagem dos limites estabelecidos pela Resolução Conama N° 506/2024 para o parâmetro de PM₁₀ e resultando na classificação “RUIM” do Índice de Qualidade do Ar (IQA), conforme evidenciado na **Figura 6.5-1**. As **Figuras 7-1 a 7-4** reúnem os registros fotográficos das ocorrências, acompanhados de recortes de reportagens que as documentam. Complementarmente, foi incluída a imagem do Painel do Fogo/CENSIPAM de 09/10/2025.



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 7-4: Registro fotográficos das Queimadas em proximidade da Estação do CRAS, reportagem e painel de Fogo CENSIPAM.

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	744	32	0	4	6	702	94,35%
PM ₁₀	744	2	0	5	6	731	98,25%
PM _{2,5}	744	8	0	5	6	725	97,45%
CO	744	0	0	9	3	732	98,39%
NO	744	1	0	46	4	693	93,15%
NO ₂	744	1	0	46	4	693	93,15%
NOx	744	1	0	46	4	693	93,15%
O ₃	744	0	0	4	3	737	99,06%
SO ₂	744	0	0	1	3	740	99,46%
Direção do Vento	744	0	44	0	3	697	93,68%
Velocidade do Vento	744	0	44	0	3	697	93,68%
Temperatura	744	0	44	0	3	697	93,68%
Umidade Relativa	744	0	44	0	3	697	93,68%
Pressão	744	0	44	0	3	697	93,68%
Radiação Solar	744	0	44	0	3	697	93,68%
Precipitação	744	0	44	0	3	697	93,68%
Total	11904	45	309	166	60	11324	95,13%

9. CONCLUSÕES

Os dados monitorados pela EAMQAr - CRAS foram medidos diariamente, com acompanhamento da equipe de monitoramento. O período de medição compreendeu os dias 01/10/2025 a 31/10/2025, registrando as médias horárias e diárias para os parâmetros supracitados.

Durante o período analisado, as condições climáticas registraram temperaturas variando entre 13,93°C e 35,15°C, e média de 23,38°C. A umidade relativa do ar oscilou entre 29,59% e 98,61%, apresentando um valor médio elevado de 73,95%. A elevação dos níveis de umidade relativa — inclusive dos valores mínimos — pode ser atribuída, principalmente, a dois fatores. Primeiramente, à localização da estação em uma área de vale, o que favorece o acúmulo de ar frio e úmido durante as noites, devido à inversão térmica e à menor circulação atmosférica. Em segundo lugar, destaca-se a relação inversa entre temperatura do ar e umidade relativa: à medida que a temperatura diminui, especialmente durante o período noturno e nas madrugadas, a capacidade do ar de reter vapor de água também diminui, resultando em maior umidade relativa. No mesmo período, observou-se uma precipitação pluviométrica, com um acumulado mensal de 37,40 mm.

Essas características climáticas têm influência direta sobre a dispersão e o comportamento dos poluentes atmosféricos, em especial do material particulado. A elevação da umidade relativa — sobretudo durante a noite e nas madrugadas em área de vale — favorece a formação e o crescimento higroscópico de aerossóis secundários, além de estimular a aglomeração de partículas finas, o que dificulta sua dispersão no ar. Concomitantemente, as temperaturas diurnas mais elevadas podem intensificar reações fotoquímicas que geram precursores de aerossóis, enquanto as inversões térmicas noturnas reduzem a altura da camada de mistura e retêm poluentes próximos à superfície. A precipitação mensal de 37,40 mm limita a remoção úmida e, nos períodos de menor umidade relativa, favorece a ressuspensão de partículas previamente depositadas.

Assim, a interação entre baixo volume de chuva, grande amplitude térmica e elevados valores de umidade relativa — potencializados pela localização da estação em área de vale e pela ocorrência de inversões noturnas — estabelece condições propícias para o acúmulo e a permanência de poluentes na atmosfera, resultando em prejuízos à qualidade do ar ao longo do período monitorado.

Após a análise dos dados apresentados neste relatório, pode-se observar que houve ultrapassagem para o parâmetro de 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, conforme relatado no **Capítulo 7**.

Em relação ao aspecto de IQAr, a Estação do CRAS apresentou 78,33% da classificação total como BOA, 20,89% da classificação total como MODERADO e 0,78% da classificação total como RUIM.

É importante ressaltar que as classificações MODERADA e 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 devido a ocorrência de queimadas em áreas próximas e do alerta vermelho de baixa umidade, conforme relatado no **Capítulo 7**.

Quanto a disponibilidade de dados totais, obteve-se um percentual de 95,13%.

10. 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=atnormativo&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>.

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>

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.

11. 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.
- ✓ 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.
Supervisor 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

ANEXO A - CERTIFICADOS DE CALIBRAÇÃO

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO DO TEOM 1405

INFORMAÇÕES GERAIS

Solicitante: Votorantin - Ciplan
Número do certificado: CEAIR-791025
Endereço: Sobradinho - DF
Data de emissão: 03/11/2025

CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA DE CALIBRAÇÃO

Item de calibração: Monito de PTS
Marca/Modelo: TEOM 1405 Ambient Particulate
Método medição: Microbalança de precisão
Número Serial: 1405A211301010
Data da calibração: 22/10/2025
Hora início/Fim: 15:55/17:08
Estação: CRAS FERCAL-DF

DADOS DO PADRÃO UTILIZADO

Descrição: TSI / 4045G
Serial: 40451522002
Data da Calibração: 12/11/2024
Validade da Calibração: 12/11/2025

TESTE DE VAZAMENTO

Main flow (lpm): 0,00 Tolerância: 0,15 lpm Status: OK
By pass flow (lpm): 0,01 Tolerância: 0,6 lpm Status: OK

VERIFICAÇÃO DO FLUXO PRINCIPAL

Fluxo TEOM (lpm): 3,000 Fluxo Fluxômetro (lpm): 2,97
Erro Percentual: 1,00% Tolerância: 10% Status: OK
Previous Flow Adj Factor: 1,0000 Current Flow Adj Factor: 0,9990
Valor Final de Fluxo: Leitura no Equipamento: 3,000 Leitura no Fluxômetro: 3,000

VERIFICAÇÃO DO FLUXO BYPASS

Fluxo TEOM (lpm): 13,67 Fluxo Flowmeter (lpm): 13,64
Erro Percentual: 0,22% Tolerância: 10% Status: OK
Previous Flow Adj Factor: 1,0000 Current Flow Adj Factor: 0,9978
Valor Final de Fluxo: Leitura no Equipamento: 13,670 Leitura no Fluxômetro: 13,67

CALIBRAÇÃO MULTIPONTO

Calibração Main Flow

Leitura no Equipamento: Leitura no Padrão: Erro (%): NA

Calibração Bypass Flow

Leitura no Equipamento: Leitura no Padrão: Erro (%): NA

CALIBRAÇÃO DO MAIN FLOW

K0 Atual: NA K0 Audit: NA
STATUS PM 2,5: EFETUADO AJUSTE: NÃO
CONCLUSÃO Não foi necessário ajuste do fluxo, considerando a tolerância de 10%.

INCERTEZA - PRINCIPAL

Fluxo (lpm)	Incerteza Expandida ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Fluxo (lpm)	Incerteza Expandida ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
1	0,41 ($k=2$; $v_{\text{eff}} = \infty$)	1	0,46 ($k=2$; $v_{\text{eff}} = \infty$)
5	0,45 ($k=2$; $v_{\text{eff}} = \infty$)	5	0,50 ($k=2$; $v_{\text{eff}} = \infty$)
16,67	0,57 ($k=2$; $v_{\text{eff}} = \infty$)	16,67	0,62 ($k=2$; $v_{\text{eff}} = \infty$)
24,95	0,74 ($k=2$; $v_{\text{eff}} = \infty$)	24,95	0,79 ($k=2$; $v_{\text{eff}} = \infty$)

INCERTEZA - BYPASS

NOTAS E INFORMAÇÕES ADICIONAIS

- 1) A incerteza expandida U, que é declarada como a incerteza padrão da medição multiplicada pelo fator de abrangência k, o qual para uma distribuição t com V_{eff} graus de liberdade efetivos, corresponde a uma probabilidade de abrangência de aproximadamente 95%.
- 2) As incertezas padrão da medição foram determinadas de acordo com a Norma n° NIT-DICLA-021 - Expressão da Incerteza de Medição por Laboratórios de Calibração - Inmetro, revisão 10 de julho/2020.
- 3) O K0 está considerado no cálculo de incerteza
- 4) Este certificado é válido somente para o item citado e só deve ser reproduzido completo. Reprodução de partes requer aprovação escrita da Aires.
- 5) A incerteza expandida expressa em $\mu\text{g}/\text{m}^3$, se refere ao cálculo das incertezas combinadas dos equipamentos, fluxômetro e padrões de calibração.
- 6) Todos as atividades executadas foram realizadas conforme o procedimento interno IT AIR 04-15 e IT AIR 02-15 REV00

REALIZADO POR

João Vitor S. de Sousa

João Vitor Santos de Sousa
Técnico de operação

APROVADO POR

Victor Pereira Rodrigues
Coordenador de Operações

Vhictor Pereira Rodrigues
Coordenador de Operações

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO DO ANALISADOR DE MONÓXIDO DE CARBONO

INFORMAÇÕES GERAIS

Solicitante: Votorantin - Ciplan
Número do certificado: CEAIR-790025 Data de emissão: 03/11/2025
Endereço: Sobradinho - DF

CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA DE CALIBRAÇÃO

Item de calibração: Analisador de CO Data da calibração: 23/10/2025
Marca/Modelo: Thermo Fisher 48i Hora início / fim: 11:12/11:53
Método medição: Absorção de radiação infravermelha Fundo de escala (ppm): 10
Número Serial: 1131400066
Marca / Mod Calibrador: Thermo/146i Marca/mod. Gerador Ar zero: Thermo Scientific - 111i
Número Serial: CM14040022 Número Serial: 704619826
Cert. Calibração: CEAIR 725025 Pressão Ar zero: 30 PSI
Data Calibração: 14/08/2025 Validade: 14/08/2026
Local: CRAS FERCAL-DF

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO ANALISADOR

Componentes medidos	Range de medição (ppm)		Menor limite inferior detectável (média 60s):	0,04	ppm
	Mínimo	Máximo			
CO	0	10	Desvio de zero (24 horas):	<0,1	ppm
			Desvio de span (range total):	± 1	%
			Linearidade (range total):	± 1	%
			Precisão:	0,1	ppm

PROCEDIMENTO APLICADO

Leitura da resposta do instrumento em comparação ao conjunto de calibração multicalibrador e gás padrão.

Procedimento realizado em observância à Norma NBR ISO/IEC 17025

GÁS PADRÃO UTILIZADO

Cilindro Nº: 68388 Concentração (ppm): 1450ppm
Certificado Nº: 202200426 Data de fabricação: 10/08/2022
Pressão: 1100 psi Validade: 09/08/2027

VALOR DO COEFICIENTE E BKG

DADOS INICIAIS		DADOS FINAIS	
CO COEF	1.092	CO COEF	1.099
CO BKG (ppm)	0.250	CO BKG (ppm)	0.380

VERIFICAÇÃO ZERO / SPAN

ESCALA	LEITURA CALIBRADOR (ppm)	LEITURA INSTRUMENTO (ppm)	DIFERENÇA %
0%	0,00	0,13	1,28%
80%	8,00	7,95	0,50%

STATUS DA CALIBRAÇÃO

STATUS	Calibrado	AJUSTE EFETUADO	SIM
CONCLUSÃO	O analisador encontra-se em condições de utilização, em conformidade com os testes executados e apto a executar monitoramento contínuo de concentração de CO		

NOTAS E INFORMAÇÕES ADICIONAIS

1) Foi realizado ajuste no ZERO/SPAN, a fim de melhorar a precisão do equipamento, embora a diferença percentual tenha sido menor que 2% fs.

REALIZADO POR

João Vitor S. de Sousa

João Vitor Santos de Sousa
Técnico de Operação

APROVADO POR

Vhictor Pereira Rodrigues

Vhictor Pereira Rodrigues
Coordenado de Operações

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO DO ANALISADOR DE NOx

INFORMAÇÕES GERAIS

Solicitante:	Votorantin - Ciplan	Data de emissão:	03/11/2025
Número do certificado:	CEAIR790625		
Endereço:	Sobradinho - DF		

CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA DE CALIBRAÇÃO

Item de calibração:	Analizador de NO, NO2 e NOx	Data da calibração:	16/10/2025
Marca/Modelo:	Thermo Fisher 42i	Hora início / fim:	09:44/12:16
Método medição	Quimioluminescência	Fundo de escala (ppm):	1
Número Serial:	1212452713		
Marca / Mod Calibrador:	ThermoFisher/146i	Marca/mod. Gerador Ar zero:	Thermo Scientific - 111i
Número Serial:	CM14040022	Número Serial:	704619826
Cert. Calibração:	CEAIR 725025	Pressão Ar zero:	30 PSI
Data Calibração:	14/08/2025	Validade:	14/08/2026
Local:	CRAS FERCAL-DF		

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO ANALISADOR

Componentes medidos	Range de medição (ppm)		Menor limite inferior detectável (média 60s)	0,4	ppb
	Mínimo	Máximo			
NO	0	1	Desvio de zero (24 horas)	<0,40	ppb
NO2	0	1	Desvio de span (range total)	± 2	%
NOX	0	1	Linearidade (range total)	± 2	%

PROCEDIMENTO APLICADO

Leitura da resposta do instrumento em comparação ao conjunto de calibração multicalibrador e gás padrão.

Procedimento realizado em observância à Norma NBR ISO/IEC 17025

GÁS PADRÃO UTILIZADO

Cilindro Nº:	FF25137	Concentração (ppm):	44,97
Certificado Nº:	202232248	Data de fabricação:	02/06/2025
Pressão:	120Bar 1600PSI	Validade:	02/06/2026

VALOR DO COEFICIENTE E BKG

DADOS INICIAS		DADOS FINAIS	
NO COEF:	1,43	NO COEF:	1,423
NO BKG (ppb):	20.5	NO BKG (ppb):	51.3
NO2 COEF:	1,00	NO2 COEF:	1.000
NOX COEF:	0.874	NOX COEF:	0.992
NOX BKG (ppb):	26.4	NOX BKG (ppb):	120.2

VERIFICAÇÃO DE ZERO / SPAN - NO

ESCALA	LEITURA CALIBRADOR (ppm)	LEITURA INSTRUMENTO (ppm)	DIFERENÇA %
0%	0,000	0,042	4,20%
80%	0,800	0,802	0,20%

VERIFICAÇÃO ZERO / SPAN - NOX

ESCALA	LEITURA CALIBRADOR (ppm)	LEITURA INSTRUMENTO (ppm)	ERRO ESCALA COMPLETA %
0%	0,000	0,092	9,15%
80%	0,800	0,707	9,30%



Empresa Certificada:
Certification Standard
ISO9001:2015

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO DO ANALISADOR DE NO_x

INFORMAÇÕES GERAIS

Solicitante: Votorantin - Ciplan

Número do certificado: CEAIR790625

Data de emissão:

03/11/2025

STATUS DA CALIBRAÇÃO

STATUS: Calibrado

AJUSTE EFETUADO: Sim

CONCLUSÃO O analisador encontra-se em condições de utilização, em conformidade com os testes executados e apto a executar monitoramento contínuo de concentração de NO_x.

NOTAS E INFORMAÇÕES ADICIONAIS

1) Foi necessário ajuste no BKG/SPAN, pois a diferença percentual foi maior que 2% fs, conforme procedimento adotado.

REALIZADO POR

João Vitor S. de Sousa

João Vitor Santos de Sousa
Técnico de Operação

APROVADO POR

Vhictor Pereira Rodrigues

Vhictor Pereira Rodrigues
Coordenador de Operações

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO DO ANALISADOR DE OZÔNIO

INFORMAÇÕES GERAIS

Solicitante: Votorantim e Ciplan
Número do certificado: CEAIR-790825 Data de emissão: 03/11/2025
Endereço: Sobradinho - DF

CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA DE CALIBRAÇÃO

Item de calibração: Analisador de Ozônio Data da calibração: 15/10/2025
Marca/Modelo: Thermo Fisher 49i Hora início / fim: 15:12/15:46
Método medição: Fotometria UV Fundo de escala (ppm): 1
Número Serial: 713021143
Marca / Mod Calibrador: Thermo Scientific - 146i Marca/mod. Gerador Ar zero: Thermo Scientific - 111i
Número Serial: CM14040022 Número Serial: 704619826
Cert. Calibração: CEAIR 725025 Pressão Ar zero: 30 PSI
Data Calibração: 14/08/2025 Validade: 14/08/2026
Local: Laboratório Aires

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO ANALISADOR

Componentes medidos	Range de medição (ppm)		Menor limite inferior detectável (média 60s)		
	Mínimo	Máximo			
O3	0	0,4	Desvio de zero (24 horas)	0,04	ppm
			Desvio de span (range total)	<0,1	ppm
			Linearidade (range total)	± 1	%
			Precisão	± 1	%
				0,1	ppm

PROCEDIMENTO APLICADO

Leitura da resposta do instrumento em comparação ao conjunto de calibração multicalibrador e gás padrão.

Procedimento realizado em observância à Norma NBR ISO/IEC 17025

GÁS PADRÃO UTILIZADO

Cilindro Nº: NA Concentração (ppm): NA
Certificado Nº: NA Data de fabricação: NA
Pressão: NA Validade: NA

DADOS DO COEFICIENTE E BKG

	DADOS INICIAS		DADOS FINAIS
O3 COEF	1,814	O3 COEF	1,717
O3 BKG (ppb)	2,500	O3 BKG (ppb)	0.3

VERIFICAÇÃO ZERO / SPAN

ESCALA	LEITURA CALBRADOR (ppb)	LEITURA INSTRUMENTO (ppm)	DIFERENÇA %
0%	0,00	0,0002	0,02%
80%	0,80	0,846	4,60%

STATUS DA CALIBRAÇÃO

STATUS: Calibrado AJUSTE EFETUADO: Sim
CONCLUSÃO: O analisador encontra-se em condições de utilização, em conformidade com os testes executados e apto a operar no monitoramento contínuo de concentração de O3.

NOTAS E INFORMAÇÕES ADICIONAIS

1) Foi necessário ajuste no BKG/SPAN, pois a diferença percentual foi maior que 2% fs, conforme procedimento adotado.

REALIZADO POR

João Vitor S. de Sousa

João Vitor Santos de Sousa
Técnico de Operação

APROVADO POR



Vhictor Pereira Rodrigues
Coordenador de Operações

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO DO ANALISADOR DE DIÓXIDO DE ENXOFRE

INFORMAÇÕES GERAIS

Solicitante: Votorantin - Ciplan
Número do certificado: CEAIR-791225 Data de emissão: 03/11/2025
Endereço: Sobradinho - DF

CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA DE CALIBRAÇÃO

Item de calibração: Analisador de SO₂ Data da calibração: 27/10/2025
Marca/Modelo: Thermo Fisher 43i Hora início / fim: 13:20/15:02
Método medição: Fluorescência em UV Fundo de escala (ppm): 1
Número Serial: 721523330
Marca / Mod Calibrador: Thermo/146i Marca/mod. Gerador Ar zero: Thermo Scientific - 111i
Número Serial: CM14040022 Número Serial: 704619826
Cert. Calibração: CEAIR 725025 Pressão Ar zero: 30 PSI
Data Calibração: 14/08/2025 Validade: 14/08/2026
Local: CRAS FERCAL - DF

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO ANALISADOR

Componentes medidos	Range de medição (ppm)		Menor limite inferior detectável (média 60s):	0,04 ppm
	Mínimo	Máximo		
SO ₂	0	1	Desvio de zero (24 horas):	<0,1 ppm
			Desvio de span (range total):	± 1 %
			Linearidade (range total):	± 1 %
			Precisão:	0,1 ppm

PROCEDIMENTO APLICADO

Leitura da resposta do instrumento em comparação ao conjunto de calibração multicalibrador e gás padrão.

Procedimento realizado em observância à Norma NBR ISO/IEC 17025

GÁS PADRÃO UTILIZADO

Cilindro Nº: FF26488 Concentração (ppm): 14,9415
Certificado Nº: 202233195 Data de fabricação: 26/06/2025
Pressão: 137 Bar 2000 PSI Validade: 26/06/2026

VALOR DO COEFICIENTE E BKG

DADOS INICIAS		DADOS FINAIS	
SO ₂ COEF:	1,176	SO ₂ COEF:	1,129
SO ₂ BKG (ppb):	21,60	SO ₂ BKG (ppb):	20,2

VERIFICAÇÃO DE ZERO / SPAN

ESCALA	LEITURA CALIBRADOR (ppb)	LEITURA INSTRUMENTO (ppb)	DIFERENÇA %
0%	0,000	0,0001	0,01%
80%	0,800	0,832	3,2%

STATUS DA CALIBRAÇÃO

STATUS: APROVADO AJUSTE EFETUADO: Sim
CONCLUSÃO: O analisador encontra-se em condições de utilização, em conformidade com os testes executados e apto a executar monitoramento contínuo de concentração de SO₂.

NOTAS E INFORMAÇÕES ADICIONAIS

1) Foi necessário ajuste no ZERO/SPAN, pois a diferença percentual foi maior que 2% fs, conforme procedimento adotado.

REALIZADO POR

João Vitor S. de Sousa

João Vitor Santos de Sousa
Técnico de Operação

APROVADO POR

Vhictor Pereira Rodrigues

Vhictor Pereira Rodrigues
Coordenador de Operação

CERTIFICADO DE SENSOR DE DIREÇÃO DO VENTO

INFORMAÇÕES GERAIS

Número do certificado: CEAIR 779625 Data de emissão: 21/10/2025
Endereço: DF-150, S/N - Sobradinho, Brasília - DF, 73001-043

DADOS DO CLIENTE

Solicitante: Votorantim
Endereço: DF-150, S/N - Sobradinho, Brasília - DF, 73001-043

CARACTERÍSTICAS DO SENSOR

Item de calibração: Sensor de direção do vento Marca: ComWinTop
Nº de série: CWTDV064 Modelo: CWT-SWD-C-360-RS485

DADOS E CONDIÇÕES AMBIENTAIS

Temperatura (°C): 21,1 Umidade (%): 72%
Data da calibração: 20/10/2025 Pressão (mmHg): 763
Local da calibração: Laboratório Aires - R. Desembargador Sampaio, 386 - Praia do Canto, Vitória - ES, CEP 29010-490

PROCEDIMENTO APLICADO

Leitura da resposta do sensor a partir de pontos fixos no padrão.

Procedimento realizado em observância à Norma ISO/IEC 17025

PADRÃO UTILIZADO

Código	Padrão	Calibração	Vencimento	Laboratório	Certificado	Rastreabilidade
RODA	Escala angular graduada	20/08/2024	20/08/2026	CTJ	D-8117/24	RBC - CAL 0477
106	Multímetro digital	06/03/2025	06/03/2026	SOCINTEC	RI 2946/25	RBC - CAL 0250

VALORES MEDIDOS

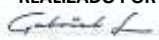
RESULTADOS

Padrão (°)	Leitura do conjunto (°)			Valor médio (°)	Erro (°)	Incerteza (°)	
	1	2	3				
0	1	0	1	1	1	0,61	(k=2,21 ; v _{eff} =13)
29	31	30	31	31	2	0,70	(k=2,37 ; v _{eff} =8)
60	60	61	60	60	0	0,55	(k=2,14 ; v _{eff} =19)
89	91	90	91	91	2	1,13	(k=2,87 ; v _{eff} =4)
121	121	122	121	121	0	1,13	(k=2,87 ; v _{eff} =4)
150	150	151	151	151	1	1,55	(k=3,31 ; v _{eff} =3)
179	179	179	180	179	0	0,55	(k=2,13 ; v _{eff} =20)
209	211	211	210	211	2	0,76	(k=2,43 ; v _{eff} =7)
240	242	242	241	241	1	0,56	(k=2,16 ; v _{eff} =17)
270	272	271	271	271	1	0,92	(k=2,65 ; v _{eff} =5)
300	300	301	301	301	1	0,64	(k=2,25 ; v _{eff} =11)
330	331	332	331	331	1	0,47	(k=2,03 ; v _{eff} =92)

NOTAS E INFORMAÇÕES ADICIONAIS

- 1) A incerteza expandida U, que é declarada como a incerteza padrão da medição multiplicada pelo fator de abrangência k, o qual para uma distribuição t com V_{eff} graus de liberdade efetivos, corresponde a uma probabilidade de abrangência de aproximadamente 95%.
- 2) As incertezas padrão da medição foram determinadas de acordo com a Norma nº NIT-DICLA-021 - Expressão da Incerteza de Medição por Laboratórios de Calibração - Inmetro, revisão 10 de Julho/2020.
- 3) Este certificado é válido somente para o item citado e só deve ser reproduzido completo. Reprodução de partes requer aprovação escrita da Aires.

REALIZADO POR


Gabriel Prates Loriato
Técnico de manutenção

APROVADO POR


Gilmar Assis
Coordenador Técnico

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO DE SENSOR DE VELOCIDADE DO VENTO

INFORMAÇÕES GERAIS

Número do certificado: CEAIR 780025 Data de emissão: 21/10/2025
Endereço: DF-150, S/N - Sobradinho, Brasília - DF, 73001-043

DADOS DO CLIENTE

Solicitante: Votorantim
Endereço: DF-150, S/N - Sobradinho, Brasília - DF, 73001-043

CARACTERÍSTICAS DO SENSOR

Item de calibração: Sensor de velocidade do vento Marca: ComWinTop
Nº de série: CWTVV064 Modelo: CWT-SWS-C-RS485

DADOS DA CALIBRAÇÃO

Temperatura (°C): 21,1 Umidade (%): 72%
Data da calibração: 20/10/2025 Pressão (mmHg): 763
Local da calibração: Laboratório Aires - R. Desembargador Sampaio, 386 - Praia do Canto, Vitória - ES, CEP 29010-490

PROCEDIMENTO APLICADO

Comparação da resposta do conjunto sensor e motor a partir da rotação de motores não variáveis de 300 e 600 RPM, em triplicata.

Procedimento realizado em observância à Norma ISO/IEC 17025

PADRÃO UTILIZADO

Código	Padrão	Calibração	Vencimento	Laboratório	Certificado	Rastreabilidade
CL-3444	Tacômetro digital	12/04/2024	12/04/2026	CTJ	C-0359/24	RBC - CAL 0477
106	Multímetro digital	06/03/2025	06/03/2026	SOCINTEC	RI 2946/25	RBC - CAL 0250

VALORES INICIAIS MEDIDOS

RESULTADOS

Padrão (m/s)	Leitura do conjunto (m/s)			Valor médio (m/s)	Erro (m/s)	Incerteza (m/s)	
	1	2	3				
8,4	8,6	8,5	8,5	8,6	0,11	0,3	(k=2,00 ; $v_{eff}=\infty$)
16,4	16,6	16,6	16,6	16,6	0,14	0,3	(k=2,00 ; $v_{eff}=\infty$)

NOTAS E INFORMAÇÕES ADICIONAIS

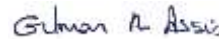
- 1) A incerteza expandida U, que é declarada como a incerteza padrão da medição multiplicada pelo fator de abrangência k, o qual para uma distribuição t com V_{eff} graus de liberdade efetivos, corresponde a uma probabilidade de abrangência de aproximadamente 95%.
- 2) As incertezas padrão da medição foram determinadas de acordo com a Norma nº NIT-DICLA-021 - Expressão da Incerteza de Medição por Laboratórios de Calibração - Inmetro, revisão 10 de julho/2020.
- 3) Este certificado é válido somente para o item citado e só deve ser reproduzido completo. Reprodução de partes requer aprovação escrita da Aires
- 4) Realizada a limpeza interna, externa ao sensor e nos rolamentos para remoção de poeira

REALIZADO POR



Gabriel Prates Loriato
Técnico de manutenção

APROVADO POR



Gilmar Assis
Coordenador técnico

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO DE SENSOR DE RADIAÇÃO SOLAR

INFORMAÇÕES GERAIS

Número do certificado: CEAIR 779725 Data de emissão: 21/10/2025
Solicitante: Votorantim
Endereço: DF-150, S/N - Sobradinho, Brasília - DF, 73001-043

CARACTERÍSTICAS DO SENSOR

Item de calibração: Sensor de Radiação Solar Marca: ComWinTop
Modelo: CWT-SI-RS485 Serial: CWTRS039

DADOS E CONDIÇÕES AMBIENTAIS

Temperatura (°C): 21,1 Umidade (%): 72%
Data da calibração: 20/10/2025 Pressão (mmHg): 763,0
Local da calibração: Laboratório Aires - R. Desembargador Sampaio, 386 - Praia do Canto, Vitória - ES, CEP 29055-250

PROCEDIMENTOS APLICADOS

Comparação entre a resposta do sensor (lida em milivolts) e do padrão, quando submetidos a luz solar e ausência de luz, em um período de 24h.

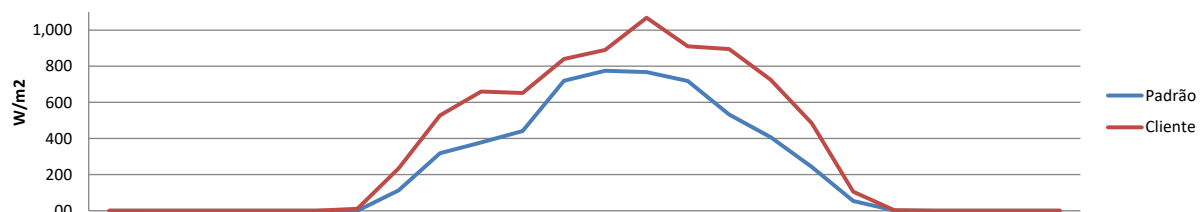
Procedimento realizado em observância à Norma ISO/IEC 17025

PADRÕES UTILIZADOS

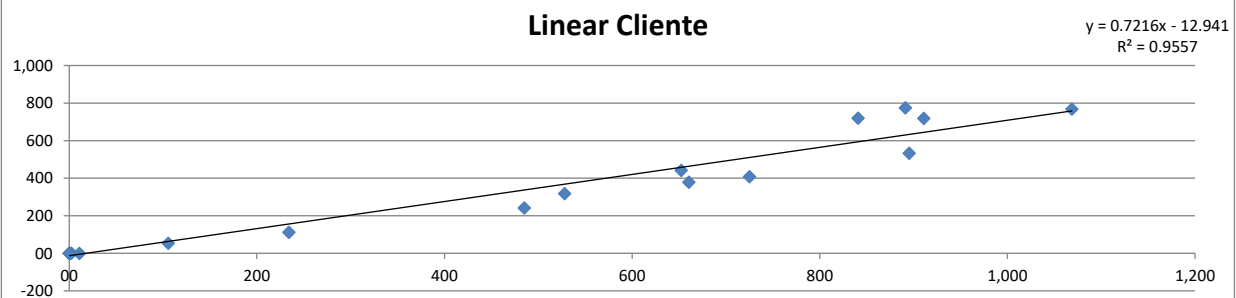
Código	Padrão	Calibração	Vencimento	Laboratório	Certificado	Rastreabilidade
094-2	Sensor de Radiação Solar Licor	23/02/2022	NA	Unimetro	29646/2022	N.A
106	Multímetro digital	06/03/2025	06/03/2026	SOCINTEC	RI 2946/25	RBC - CAL 0250

RESULTADOS

Padrão x Cliente



Linear Cliente



NOTAS E INFORMAÇÕES ADICIONAIS

Para o monitoramento da radiação solar não é aplicado a medida de incerteza, uma vez que a calibração não é realizada em ambiente controlado. A calibração é realizada por meio de comparação entre os sensores que são expostos aos raios solares.

Os sensores foram igualmente instalados e configurados para registrar dados a cada 60 min em um mesmo local durante um período de 24h.

A correlação linear entre o sensor medido e o sensor padrão foi de 0,9557 O fator de correção é 0,68281 Sensibilidade 7,35 $\mu\text{V}/\text{Wm}^2$

REALIZADO POR



Gabriel Prates Loriato
Técnico de manutenção

APROVADO POR



Gilmar Assis
Coordenador Técnico

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO DE SENSOR PLUVIOMÉTRICO

INFORMAÇÕES GERAIS

Número do certificado: CEAIR 779825 Data de emissão: 21/10/2025
Solicitante: Votorantim
Endereço: DF-150, S/N - Sobradinho, Brasília - DF, 73001-043

CARACTERÍSTICAS DO SENSOR

Item de calibração: Sensor de precipitação pluviométrica Marca: ComWinTop
Nº de série: CWTPP049 Modelo: CWT-RG-S

DADOS E CONDIÇÕES AMBIENTAIS

Temperatura (°C): 21,1 Umidade (%): 72%
Data da calibração: 20/10/2025 Pressão (mmHg): 763
Local da calibração: Laboratório Aires - R. Desembargador Sampaio, 386 - Praia do Canto, Vitória - ES, CEP 29010-490

PROCEDIMENTO APLICADO

Leitura da resposta do conjunto sensor, a partir de pontos fixos no padrão, em triplicata.

Procedimento realizado em observância à Norma ISO/IEC 17025

PADRÃO UTILIZADO

Código	Padrão	Calibração	Vencimento	Laboratório	Certificado	Rastreabilidade
PG-AIR0118	Pipeta Graudada	18/03/2025	18/03/2026	Medição	PG-AIR011818/03/25	RBC - CAL 0183

VOLUME DO PLUVIÔMETRO

Teste nº	Volume indicado (ml) por cada balsa D (direita) e E (esquerda)						Volume Médio (mL)		
	1	2	3	4	5	6			
D	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,50	±	0,16 (k=2 ; v _{eff} = ∞)
E	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,50	±	0,16 (k=2 ; v _{eff} = ∞)

NOTAS E INFORMAÇÕES ADICIONAIS

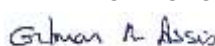
- 1) Cada basculada corresponde a aproximadamente 0,2 mm de precipitação pluviométrica na área coletora do instrumento.
- 2) Nos resultados, os números após o símbolo $\pm$ são os valores numéricos da incerteza expandida U, que é declarada como a incerteza padrão da medição multiplicada pelo fator de abrangência k, o qual para uma distribuição t com V_{eff} graus de liberdade efetivos, corresponde a uma probabilidade de abrangência de aproximadamente 95%.
- 3) As incertezas padrão da medição foram determinadas de acordo com a Norma nº NIT-DICLA-021 - Expressão da Incerteza de Medição por Laboratórios de Calibração - Inmetro, revisão 10 de julho/2020.
- 4) Este certificado é válido somente para o item citado e só deve ser reproduzido completo. Reprodução de partes requer aprovação escrita da Aires.

REALIZADO POR



Gabriel Prates Loriato
Técnico de manutenção

APROVADO POR



Gilmar Assis
Coordenador técnico

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO DO SENSOR DE TEMPERATURA, UMIDADE E PRESSÃO ATMOSFÉRICA

INFORMAÇÕES GERAIS

Solicitante: Votorantim
Número do certificado: CEAIR 779925 Data de emissão: 21/10/2025
Endereço: DF-150, S/N - Sobradinho, Brasília - DF, 73001-043

CARACTERÍSTICAS DO SENSOR

Item de calibração: Sensor de temperatura, umidade e pressão atmosférica Marca: ComWinTop
Nº Série: CWTUR035 modelo: CWT-BY

DADOS E CONDIÇÕES AMBIENTAIS

Temperatura (°C): 21 Umidade (%): 72%
Data da calibração: 20/10/25 Pressão (mmHg): 763
Local da calibração: Laboratório Aires - R. Desembargador Sampaio, 386 - Praia do Canto, Vitória - ES, CEP 29010-490

PROCEDIMENTOS APLICADOS

Leitura da resposta do sensor a partir de pontos fixos no padrão. Procedimento realizado em observância à Norma ISO/IEC 17025

PADRÕES UTILIZADOS

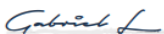
Código	Padrão	Calibração	Vencimento	Laboratório	Certificado	Rastreabilidade
106	Multímetro digital	06/03/2025	06/03/2026	SOCINTEC	RI 2946/25	RBC - CAL 0250
DT-625	TERMOHIGRÔMETRO	21/03/2025	21/03/2026	Medição	21121115721/03/25	RBC - CAL 0183
PC-507-1-4-C	Barômetro	21/02/2025	21/02/2026	Medição	P-1832/25	RBC - CAL 0477

TEMPERATURA

VALORES MEDIDOS

RESULTADOS

Padrão (°C)	Leitura do sensor (°C)			Valor médio (°C)	Erro (°C)	Incerteza (°C)	
	1	2	3				
10,3	9,9	9,8	10,2	10,0	-0,3	0,4	(k=3,31 ; veff=3)
30,5	30,2	29,9	30,1	30,1	-0,4	0,3	(k=2,87 ; veff=4)
50,5	50,0	49,8	50,2	50,0	-0,5	0,4	(k=3,31 ; veff=3)

VALORES MEDIDOS					RESULTADOS	
Padrão (%)	Valor medido 1 (%)	Valor medido 2 (%)	Valor médio (%)	Erro (%)	Incerteza (%)	
72	72,4	72,5	72,5	0,5	7 (k=2,00 ; v _{eff} =∞)	
40	40,1	40,3	40,2	0,2	6 (k=2,00 ; v _{eff} =∞)	
20	20,4	20,2	20,3	0,3	5 (k=2,00 ; v _{eff} =∞)	
PRESSÃO ATMOSFÉRICA						
VALORES MEDIDOS			RESULTADOS			
Padrão (hPa)	Leitura do conjunto (hPa)			Valor médio (hPa)	Erro (hPa)	Incerteza (hPa)
	1	2	3	4		
800,4	801,0	802,0	801,0	802,0	801,5	1,13 (k=2,1 ; v _{eff} =38)
855,4	857,0	856,0	855,0	855,0	855,8	0,4 (k=2,3 ; v _{eff} =11)
910,4	910,0	911,0	912,0	911,0	911,0	0,6 (k=2,2 ; v _{eff} =16)
965,4	966,0	967,0	966,0	966,0	966,3	0,9 (k=2,0 ; v _{eff} =59)
1020,5	1021,0	1021,0	1021,0	1021,0	1.021,0	0,5 (k=2,0 ; v _{eff} =∞)
NOTAS E INFORMAÇÕES ADICIONAIS						
1) A incerteza declarada é a incerteza padrão da medição multiplicada pelo fator de abrangência k, o qual para uma distribuição t com V _{eff} graus de liberdade efetivos corresponde a uma probabilidade de abrangência de aproximadamente 95%.						
2) As incertezas padrão da medição foram determinadas de acordo com a Norma nº NIT-DICLA-021 - Expressão da Incerteza de Medição por Laboratórios de Calibração - Inmetro, revisão 10 de julho/2020.						
3) Este certificado é válido somente para o item citado e só deve ser reproduzido completo. Reprodução de partes requer aprovação escrita da Aires.						
REALIZADO POR				APROVADO POR		
						
Gabriel Prates Lariato Técnico em Manutenção				Gilmar Assis Coordenador Técnico		