

Relatório Técnico
RT AIR 184-25

Abril 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 Março de 2025

Relatório Técnico
RT AIR 184-25

Abril 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 Março 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.....	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 **março 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 PONTO DE MONITORAMENTO

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 da Escola 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	192186.96.82 m S



Figura 2-1: Estação CRAS.

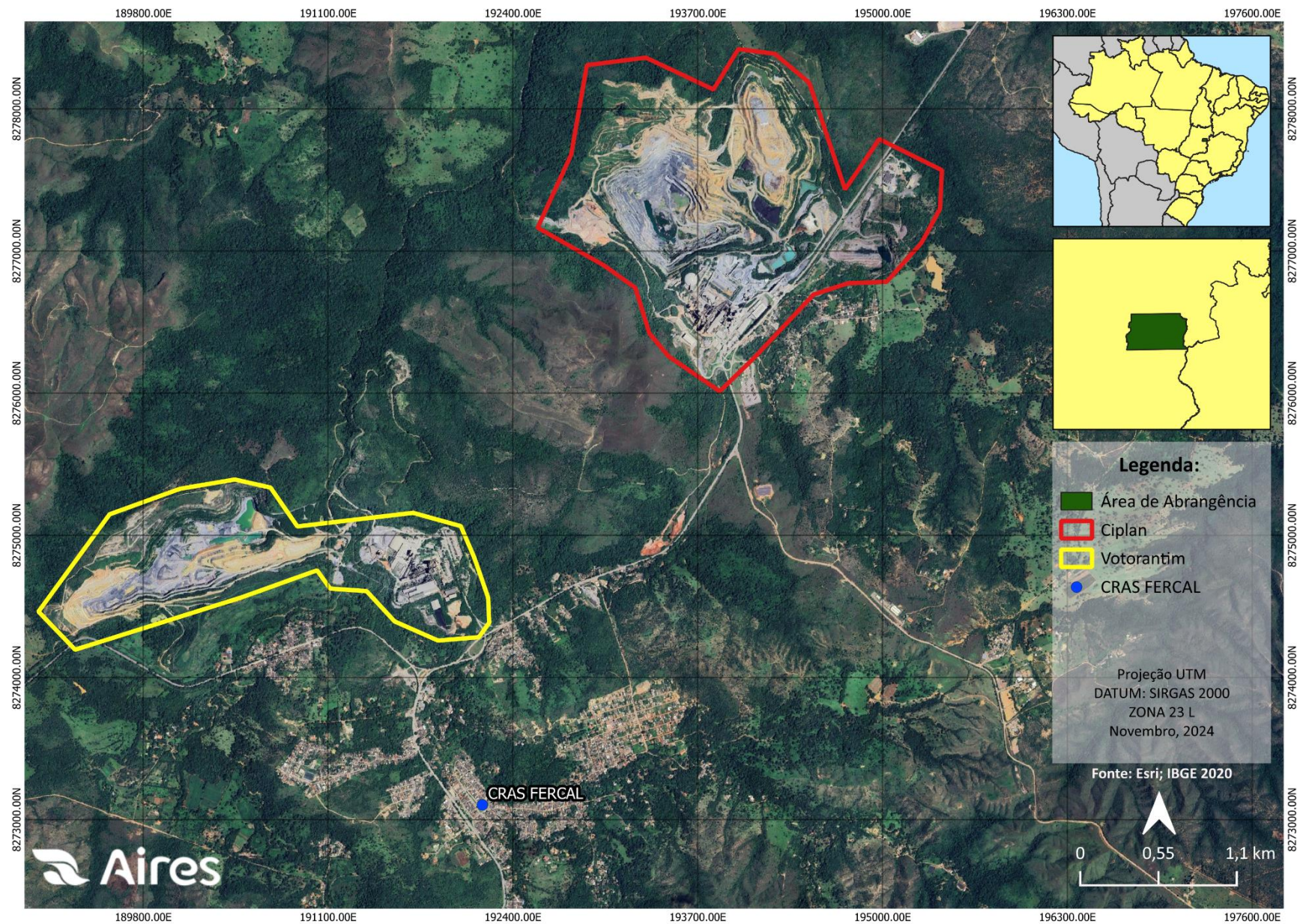


Figura 2-1: Localização do Ponto de Monitoramento.

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/m ³	µg/m ³	µg/m ³		µg/m ³	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 feita a validação por meio dos analistas de qualidade do ar, sendo esta realizada diariamente, por 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.

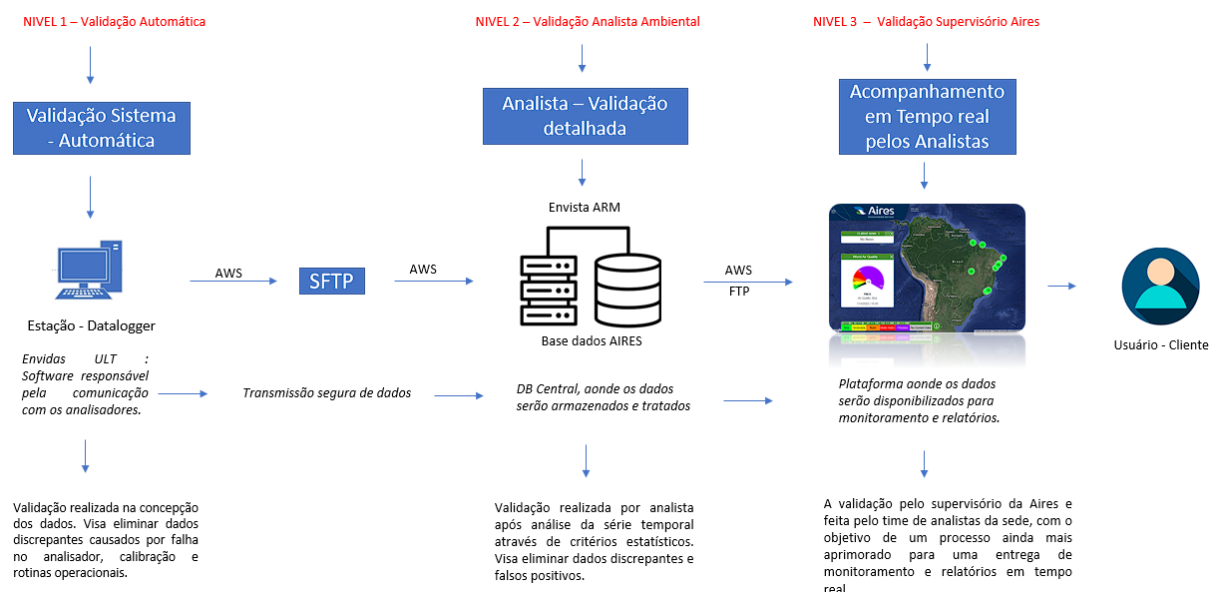


Figura 4.2-1: Fluxo de Transmissão de Dados.

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

4.2. 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	28/03/2025
CO	48i	Thermo Fisher	Absorção de Infravermelho não dispersivo	21/03/2025
SO ₂	43i	Thermo Fisher	Fluorescência Ultravioleta	13/03/2025
O ₃	49i	Thermo Fisher	Absorção de Luz Ultravioleta	26/03/2025

Parâmetro	Modelo	Fabricante	Princípio de Medição	Última calibração
Qualidade do Ar				
PTS	Teom 1405	Thermo Fisher	Microbalança de Elemento Cônico Oscilante	26/03/2025
PM _{2,5} - PM ₁₀	Teom 1405D	Thermo Fisher		26/02/2025
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-V5	CWT	Orientação da Veleta	10/01/2025
Velocidade do Vento	CWT-SWS-C-V5	CWT	Anemômetro	01/12/2024
Radiação Solar	096-1	MetOne	Fotovoltaico	10/01/2025
Precipitação	CWT-RG	CWT	Básculas	10/01/2025
Temperatura	RK330-01B	Rika	Sensor térmico, higrométrico, barométrico	10/01/2025
Umidade				
Pressão				

5. ANÁLISE DOS RESULTADOS METEOROLÓGICOS

Neste capítulo serão apresentados os resultados dos parâmetros monitorados pela EAMQAr durante o mês de **março 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.

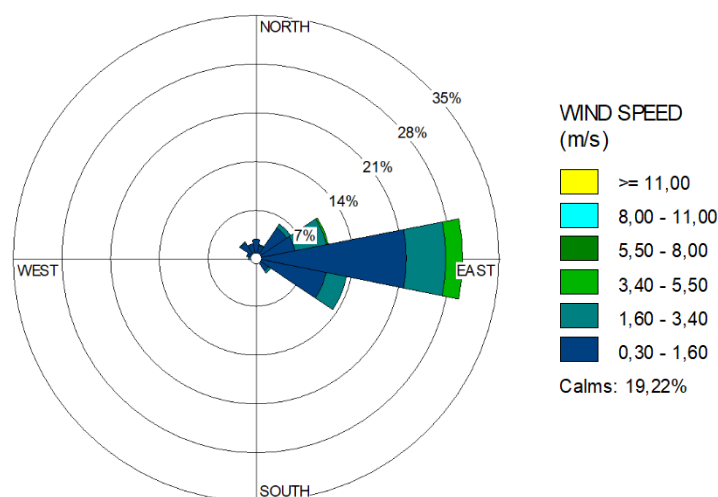


Figura 5.1-1: Rosa dos Ventos da EAMQAr.

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	2,82	2,02	5,38	5,78	21,64	10,35	2,28	0,67	0,40	0,67	0,13	0,40	0,67	1,48	2,82	2,28	59,81
1,60 - 3,40	0,00	0,13	0,67	4,57	5,65	2,96	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,54	0,00	0,13	0,00	15,05
3,40 - 5,50	0,00	0,00	0,00	0,27	2,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,69
Subtotal	2,82	2,15	6,05	10,62	29,70	13,31	2,69	0,67	0,40	0,67	0,13	0,40	1,21	1,48	2,96	2,28	77,55
Calmaria (< 0,3 m/s)																	19,22
Faltantes																	3,23
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 **março de 2025**.

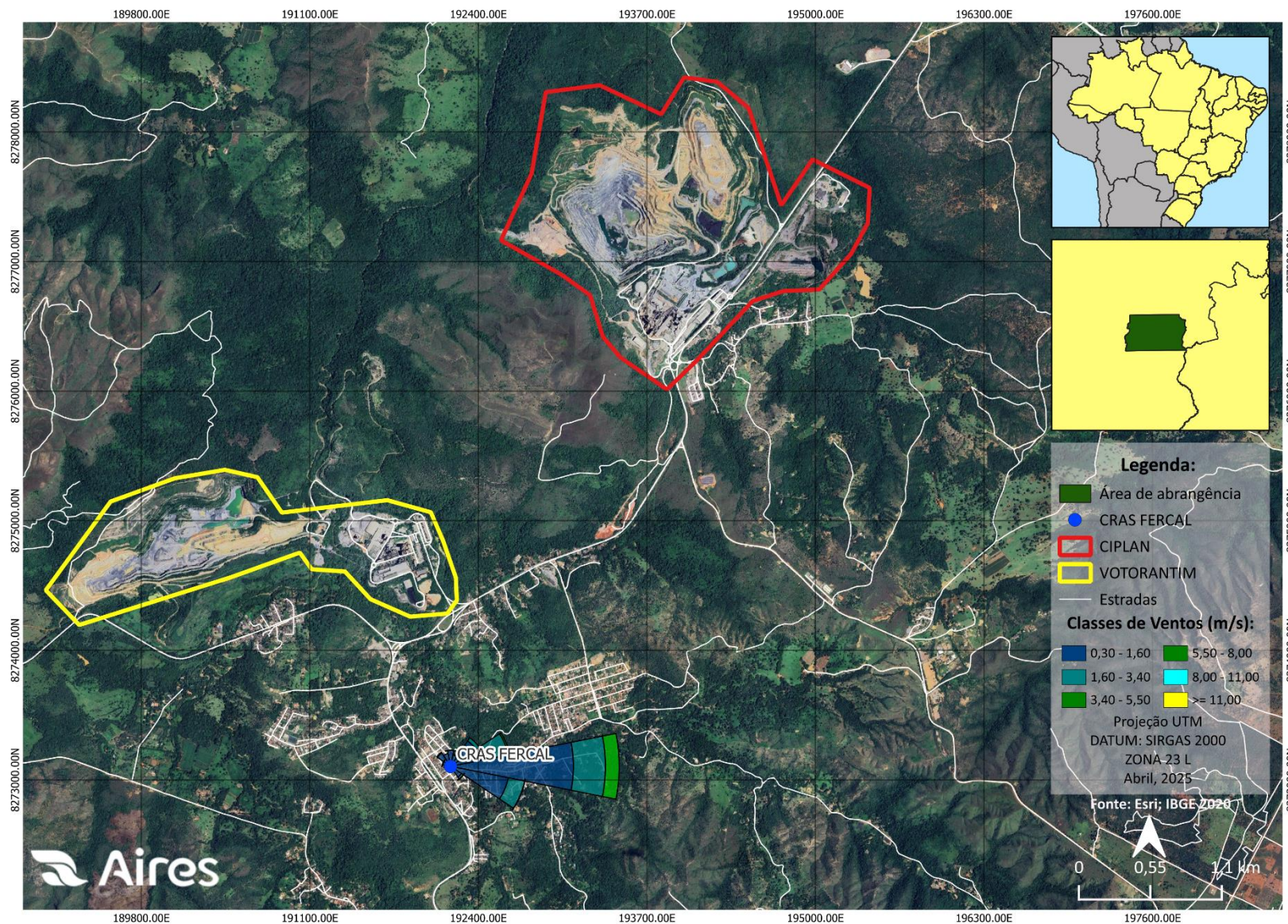
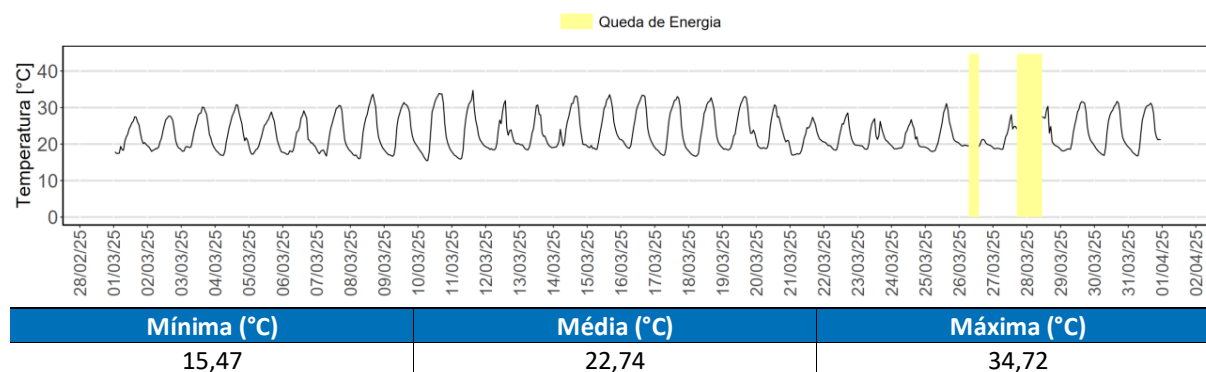


Figura 5.1-2: Localização do ponto e a rosa dos ventos referente ao mês de **março de 2025**.

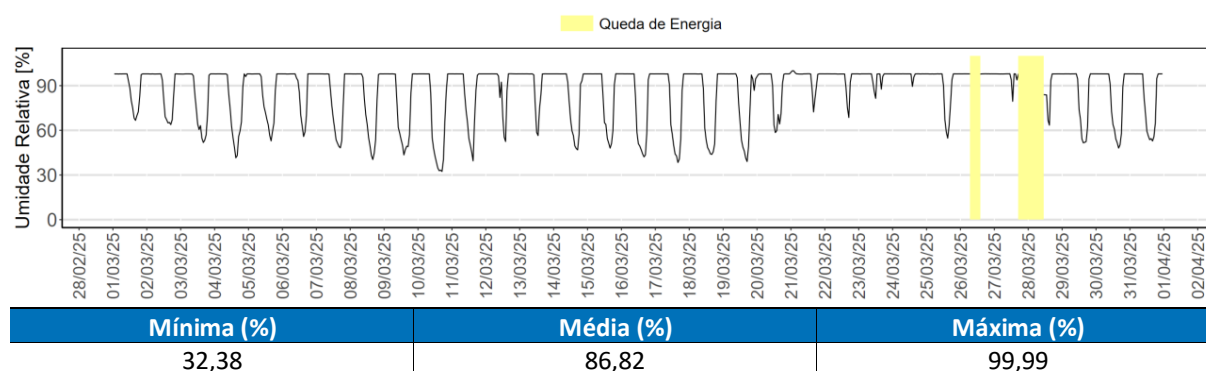
5.2. Gráficos de evolução horária com ocorrências

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**.

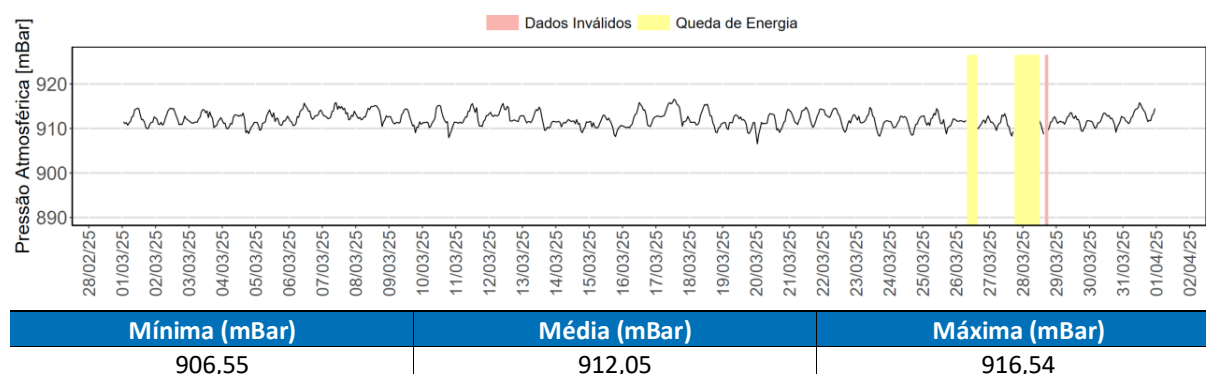
☑ Temperatura (T):



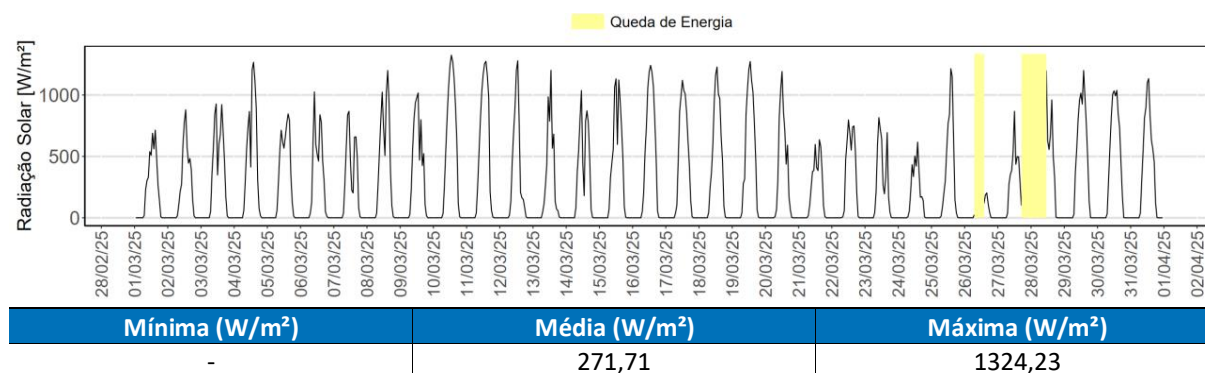
☑ Umidade Relativa (UR):



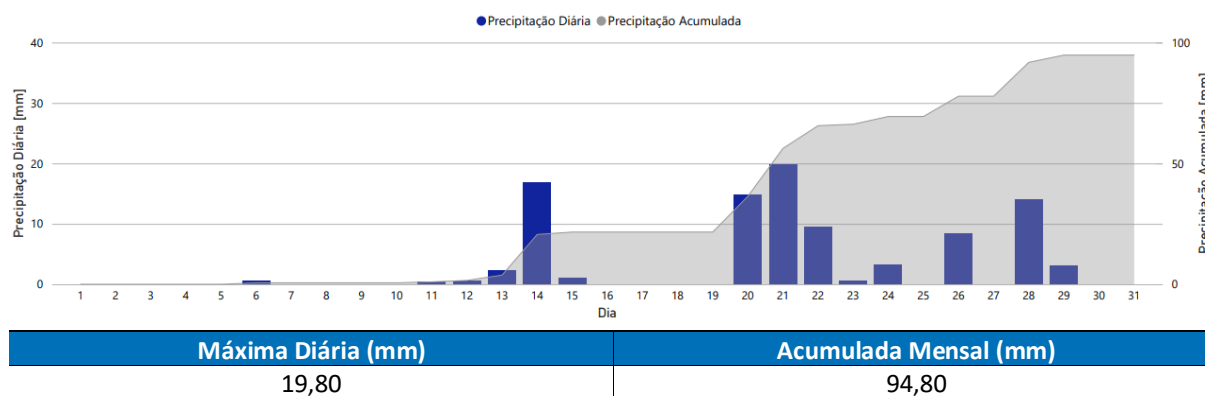
☑ Pressão Atmosférica (PA):



☑ Radiação Solar (RS):



☑ Precipitação Pluviométrica (PP):



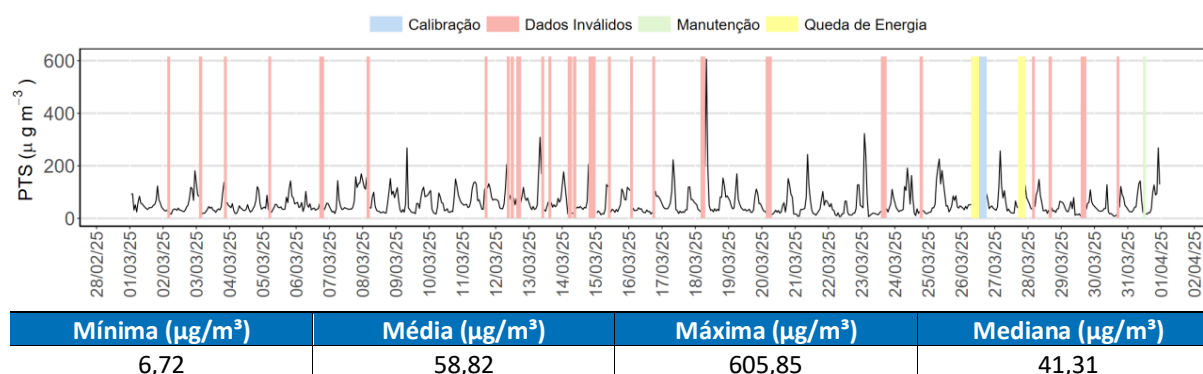
6. POLUENTES ATMOSFÉRICOS

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.

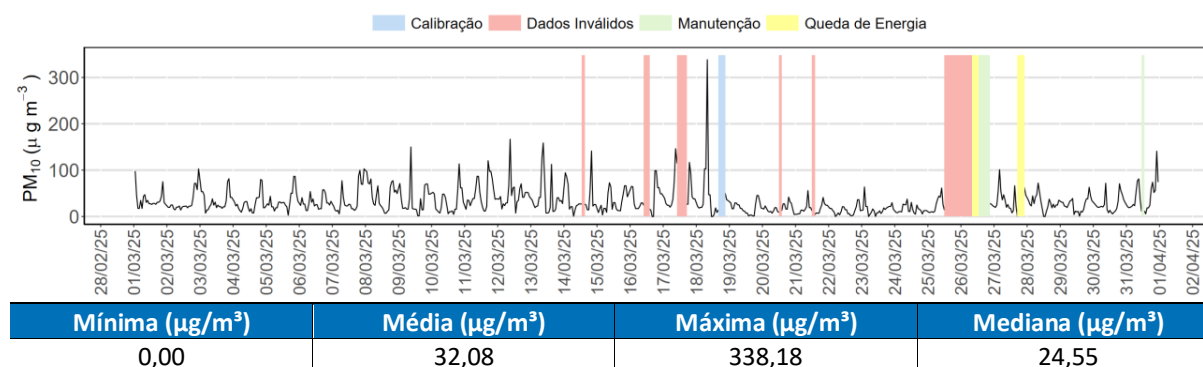
6.1. Gráficos de evolução horária com ocorrências

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**.

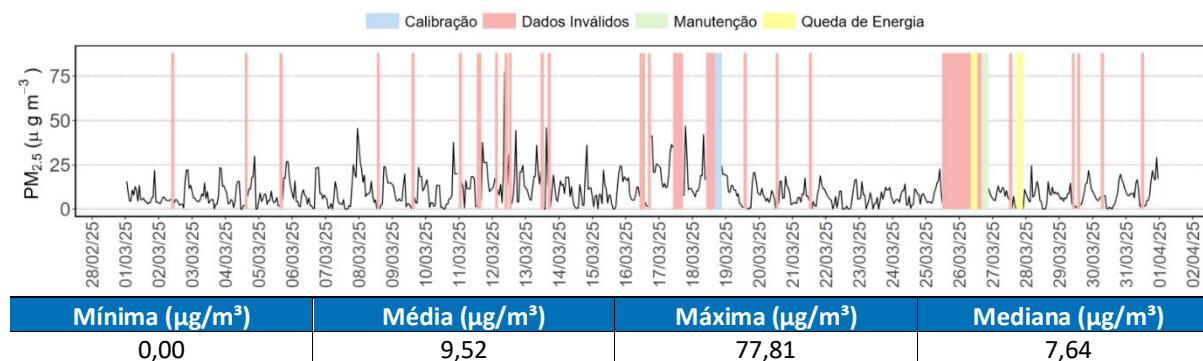
☑ Partículas Totais em Suspensão (PTS):



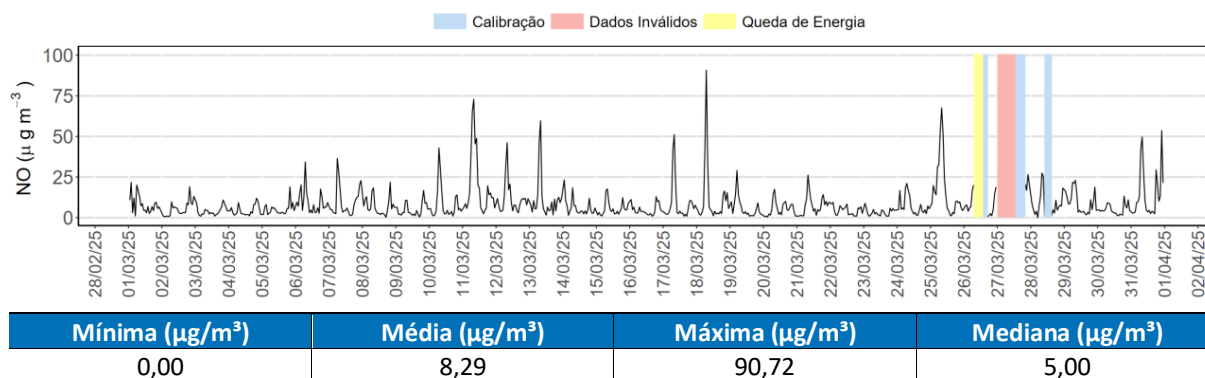
☑ Partículas Inalável (PM₁₀):



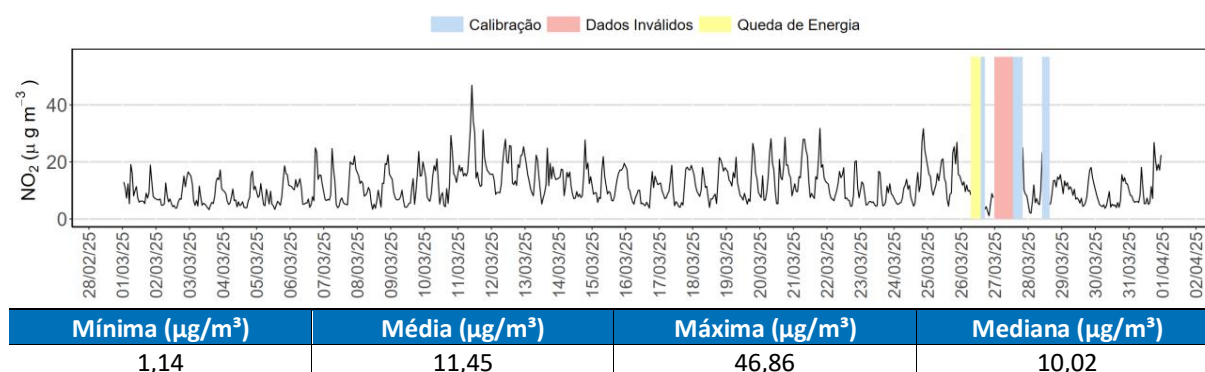
☑ Partículas Respiráveis (PM_{2,5}):



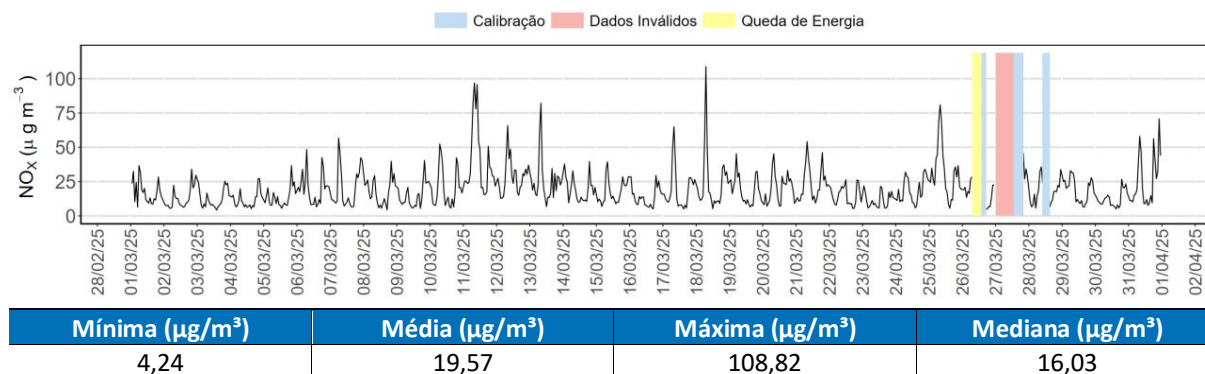
Óxido Nítrico (NO):



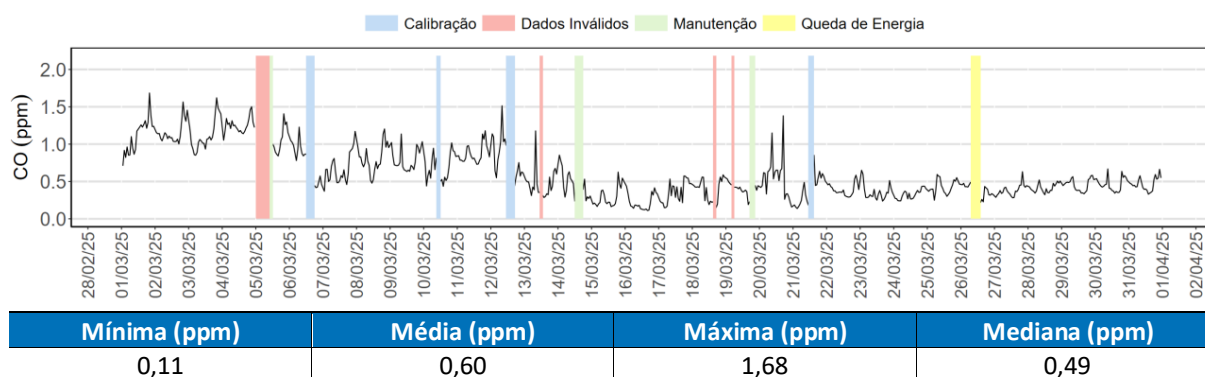
Dióxido de Nitrogênio (NO₂):



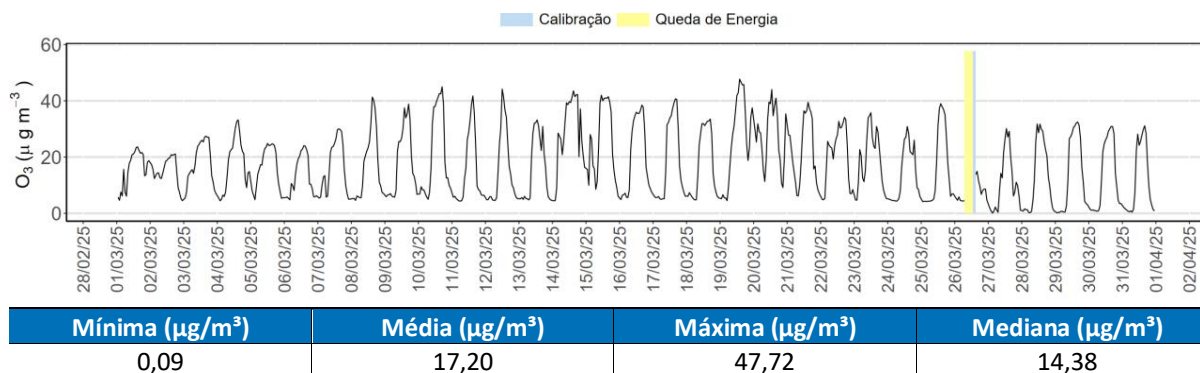
Óxidos de Nitrogênio (NO_x):



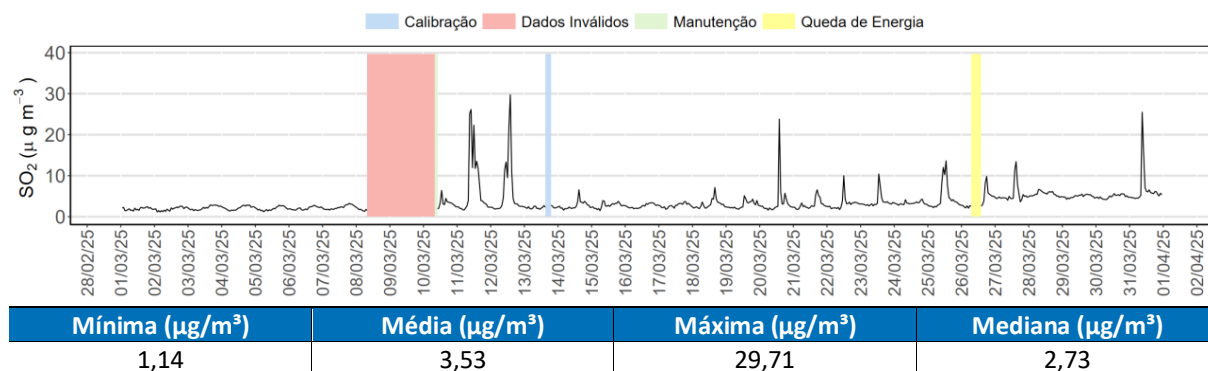
Monóxido de Carbono (CO):



☑ Ozônio Troposférico (O₃):



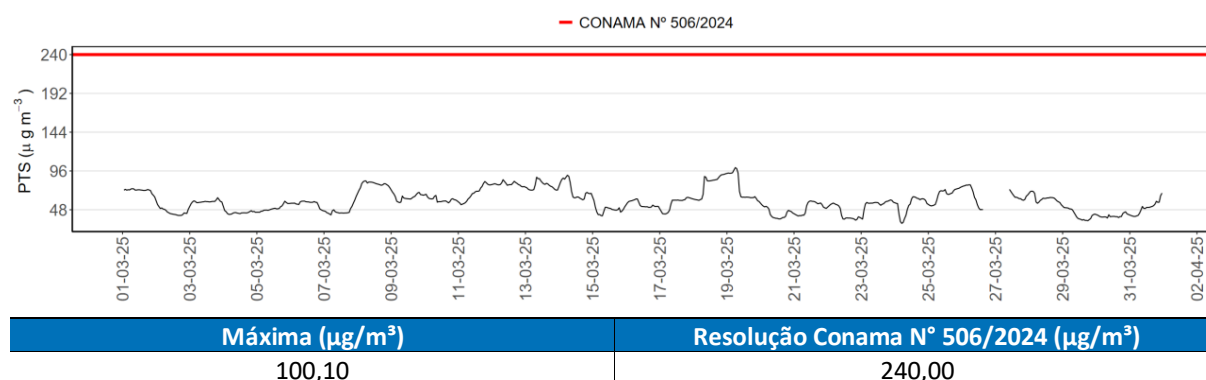
☑ Dióxido de Enxofre (SO₂):



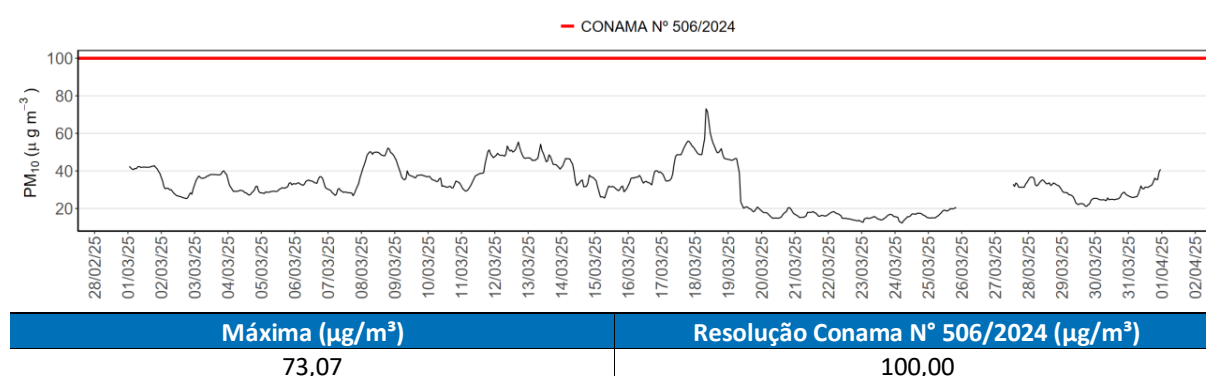
6.2. Comparação com a legislação aplicável

Durante o período monitorado não ocorreu ultrapassagem para os padrões de legislações vigentes, sendo este a Resolução Conama N° 506/2024. 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.

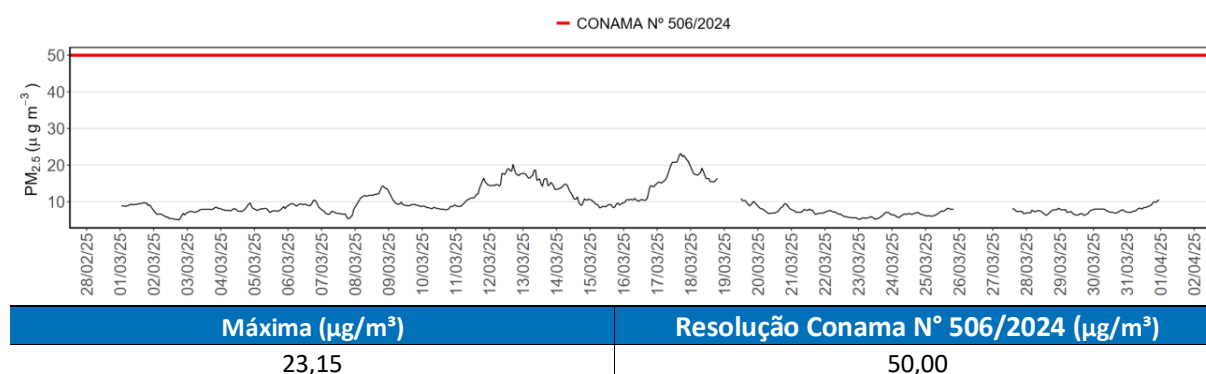
Partículas Totais em Suspensão (PTS):



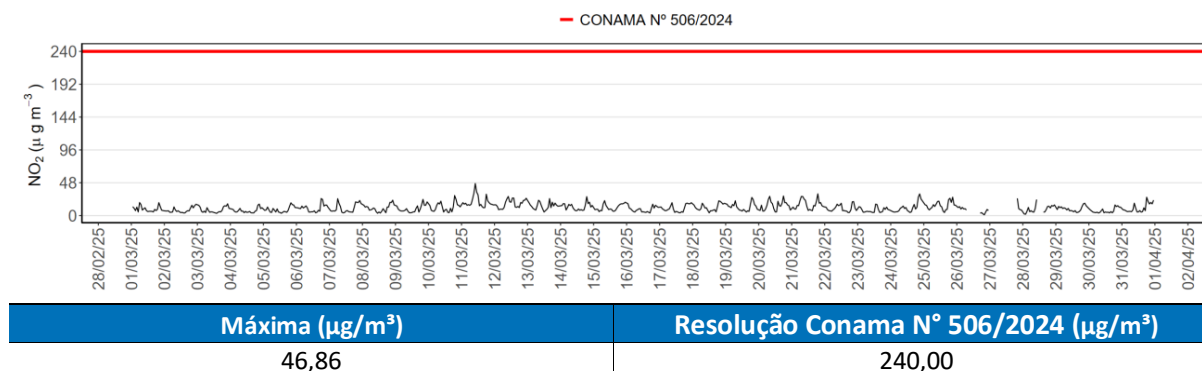
Partículas Inalável (PM₁₀):



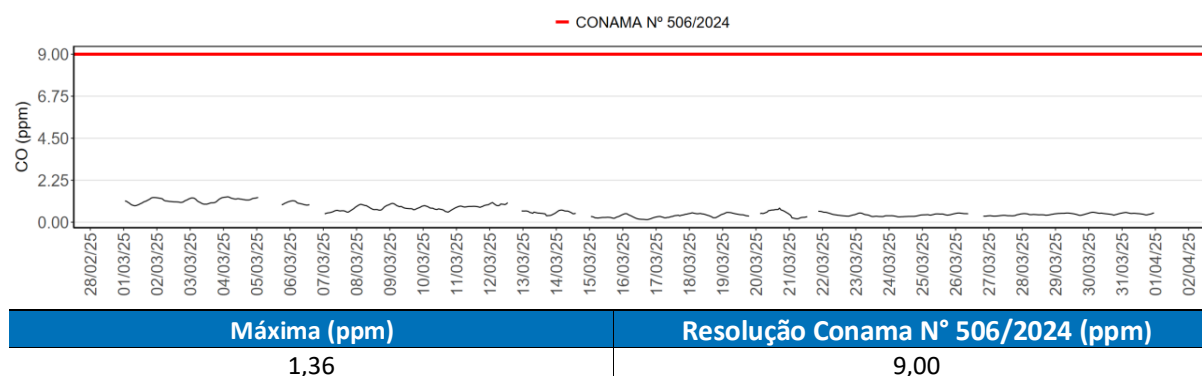
Partículas Respiráveis (PM_{2,5}):



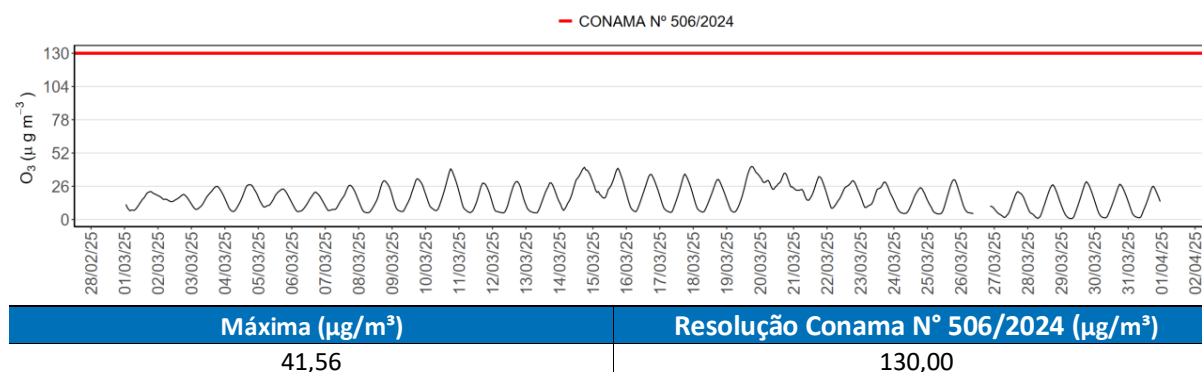
☑ **Dióxido de Nitrogênio (NO₂):**



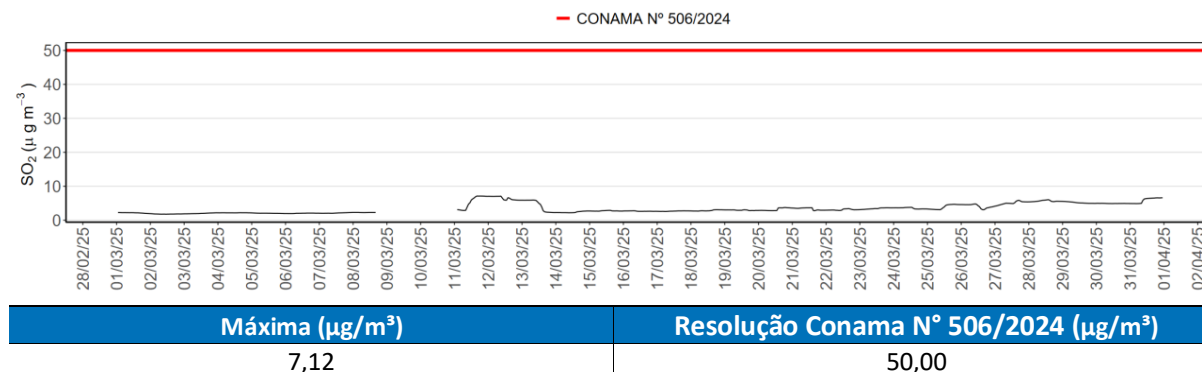
☑ **Monóxido de Carbono (CO):**



☑ **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.

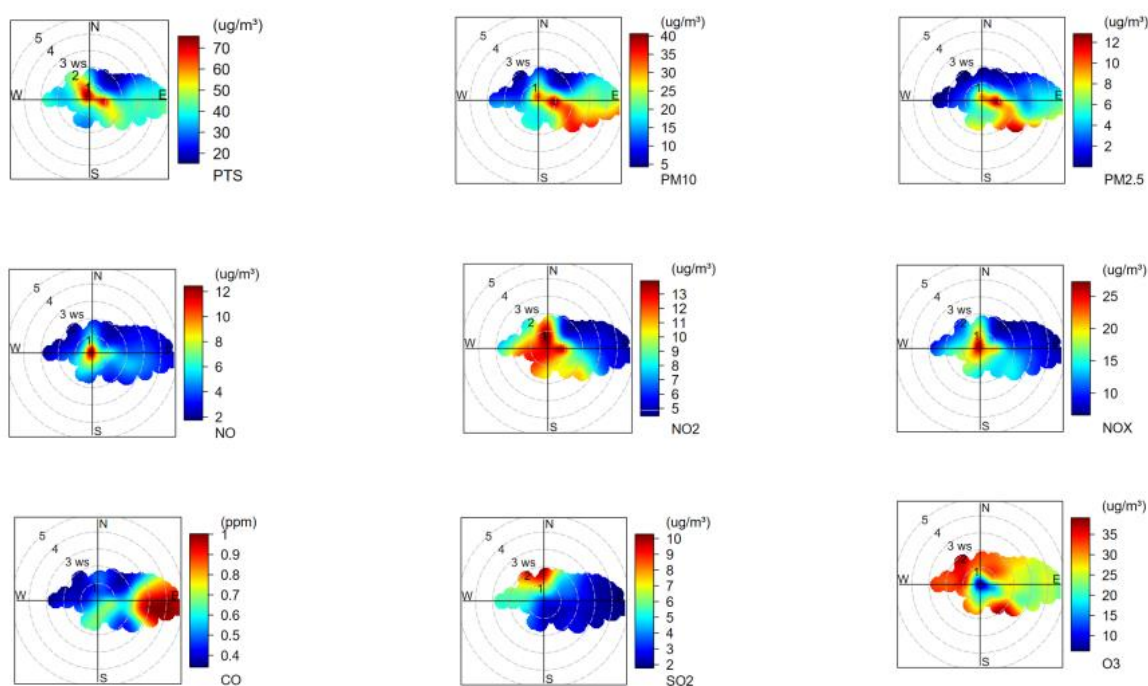


Figura 6.3-1: Gráfico PolarPlot dos parâmetros de qualidade do ar (PTS, PM₁₀, PM_{2,5}, CO, NO, NO₂, NO_x, SO₂ e O₃) da EAMQAr.

Com base nos resultados, a EAMQAr apresenta, para os particulados, óxidos de nitrogênio, as maiores concentrações no centro e ao sudeste do PolarPlot, com baixas medições de velocidade do vento, o que indica que para esses poluentes, nesse período específico, as maiores concentrações foram acarretadas por um comportamento mais próximo da Estação. Já para o dióxido de enxofre, as maiores concentrações foram acarretadas da região centro e norte, a baixa e média velocidades, o que sugere que os poluentes se deslocam de áreas mais próximas da estação. Por fim, para o ozônio, é notado que as maiores concentrações se encontram em pontos ao norte, nordeste e leste 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, é notado um incremento nas medições de particulado das segundas-feiras a sextas-feiras, com um pico às terças-feiras e um decréscimo aos finais de semana.

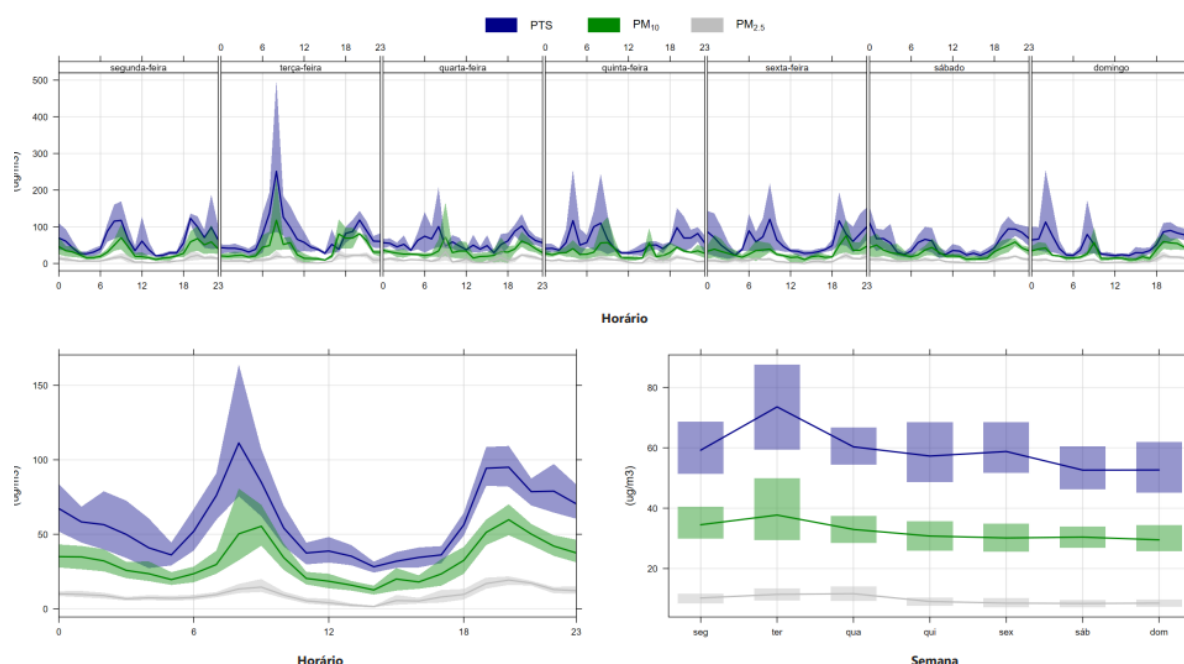


Figura 6.4.1-1: Evolução horária e semanal de PTS, PM₁₀ e PM_{2,5} da EAMQAr.

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, é notado um incremento nas medições de particulado das segundas-feiras a sextas-feiras, com um pico às terças-feiras e um decréscimo aos finais de semana.

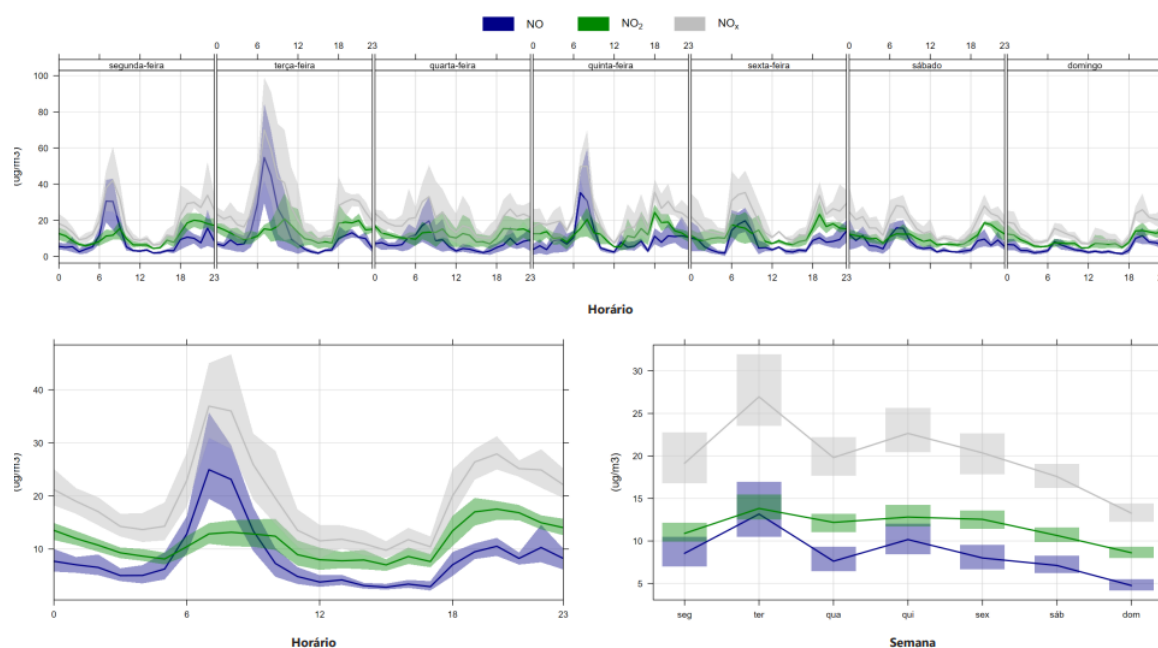


Figura 6.4.2-1: Evolução horária e semanal de NO, NO₂ e NO_x da EAMQAr.

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 um aumento na concentração das 08h às 15h, possivelmente influenciado devido a 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 às terças-feiras.

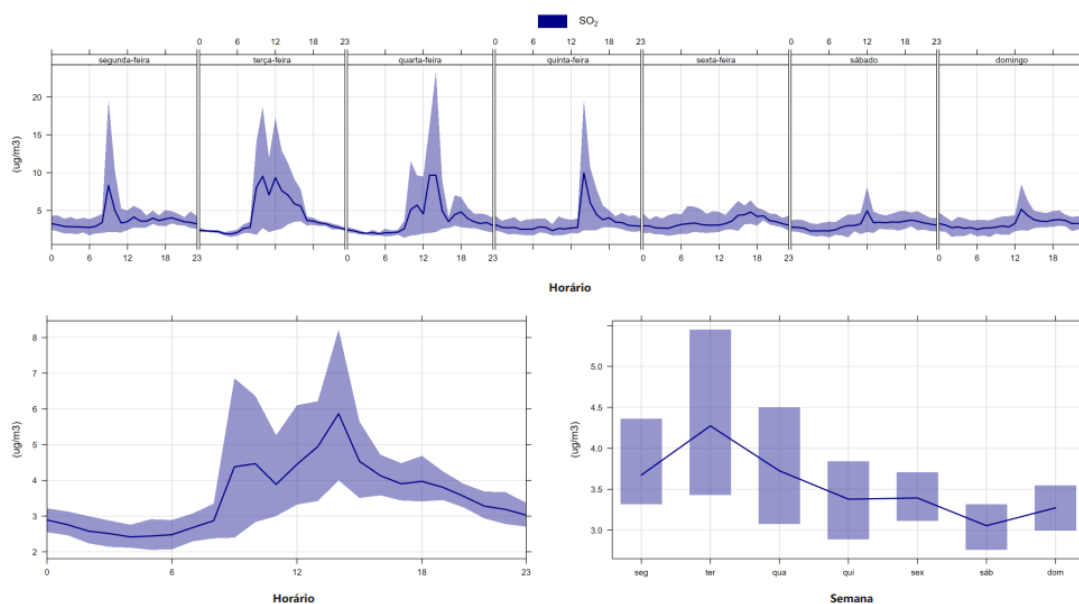


Figura 6.4.3-1: Evolução horária e semanal de SO₂ da EAMQAr.

6.4.4. O₃

Na análise dos resultados, é possível perceber o comportamento atmosférico 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 aumento nas sextas-feiras.

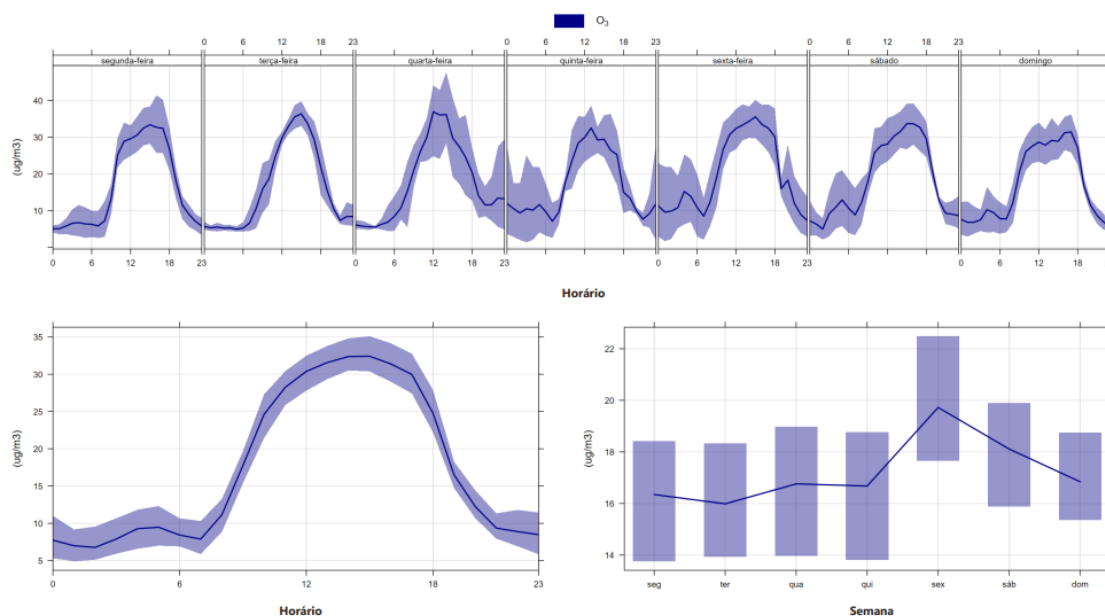


Figura 6.4.4-1: Evolução horária e semanal de O₃ da EAMQAr.

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 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, observa-se um aumento nas concentrações das segundas para as terças-feiras, seguido de uma redução até as sextas-feiras, com novo aumento durante os finais de semana.

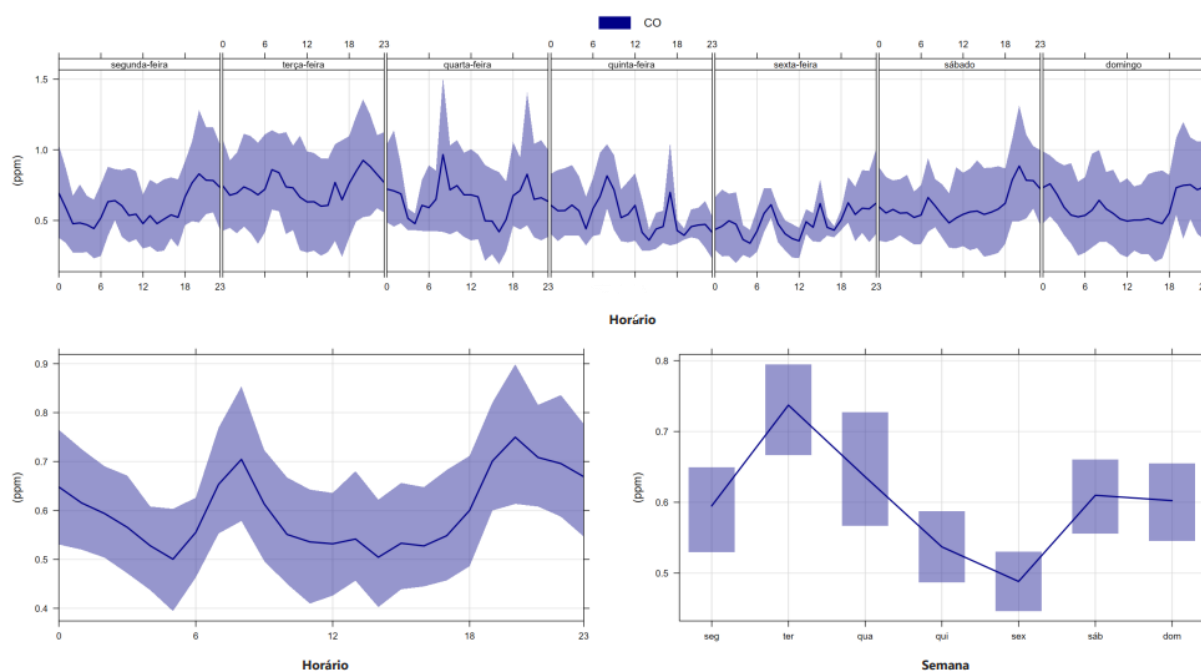


Figura 6.4.5-1: Evolução horária e semanal de CO da EAMQAR.

6.5. Cálculo do IQAr

Para o mês de **março 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%	100,00%	95,83%	100,00%	99,31%
MODERADO	-	-	-	-	4,17%	-	0,69%

A qualidade do ar classificada como "moderada" pode causar sintomas como tosse seca e cansaço em pessoas de grupos sensíveis, como crianças, idosos e indivíduos com doenças respiratórias e cardíacas. Contudo, a população em geral não é afetada.

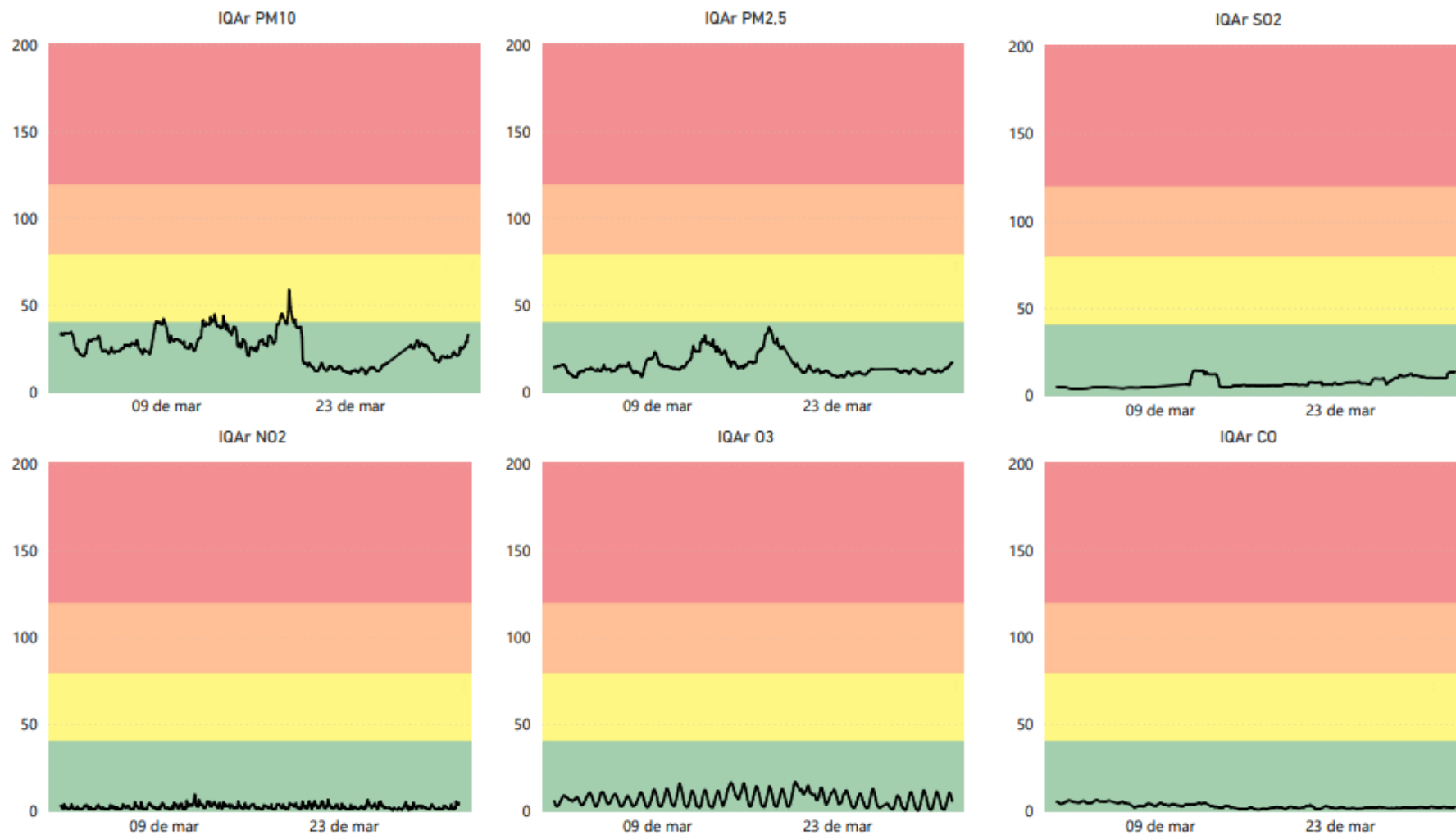


Figura 6.5-1: Gráfico de Índice de qualidade do ar (PM_{2.5}, PM₁₀, SO₂, NO₂, O₃, CO) da EAMQAr.

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 março, a principal causa da perda de dados foi devido aos sensores meteorológicos, analisador de dióxido de enxofre e aos particulados (PM₁₀ e PM_{2,5}). A respeito do SO₂, no dia 08/03/2025 o analisador apresentou um travamento, tendo seu reinício pelo operador no dia 10/03/2025 às 09h, restabelecendo, assim, o seu funcionamento.

Quanto ao TEOM 1405-D, no dia 25/03/2025 às 15h 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". Inicialmente, fora realizada a checagem do fusível do equipamento, porém a ação não resolveu o problema. Em seguida, verificou-se o cartão de memória, também sem sucesso, devido ao horário, as verificações foram retomadas no dia 26/03/2025. Foram realizados novos testes, incluindo a limpeza das placas e dos pinos de conexão, porém o equipamento continuava em modo "Stopped". Posteriormente, 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.

Por fim, no caso dos sensores meteorológicos, por volta das 18h do dia 27/03/2025, 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.

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

Data	Horário	Parâmetros	Motivo da Invalidação
02/03/2025	04h	PTS	Dado Inválido devido medições de PTS < PM10 para além do limite permitido.
	10h	PM _{2,5}	Dado Inválido devido medições negativas além do limite permitido.
03/03/2025	03h	PTS	Dado Inválido devido medições de PTS < PM10 para além do limite permitido.
	21h		
04/03/2025	10h	PTS	Dado Inválido devido medições de PTS < PM10 para além do limite permitido.
	15h	PM _{2,5}	Dado Invalidado devido medição negativa além do limite permitido.
05/03/2025	00h às 10h	CO	Dado invalidado devido a um travamento no equipamento.
	11h		Manutenção do equipamento - Reinício do equipamento.
	05h	PTS	Dado Inválido devido medições de PTS < PM10 para além do limite permitido.
	16h	PM _{2,5}	Dado Invalidado devido medição negativa além do limite permitido.
06/03/2025	13h às 17h	CO	Calibração do equipamento.
	18h às 19h	PTS	Dado Inválido devido medições de PTS < PM10 para além do limite permitido.
08/03/2025	04h	PTS	Dado Inválido devido medições de PTS < PM10 para além do limite permitido.
	09h às 23h	SO ₂	Dado invalidado devido a um travamento no equipamento.
	14h	PM _{2,5}	Dado Invalidado devido medição negativa além do limite permitido.
09/03/2025	00h às 23h	SO ₂	Dado invalidado devido a um travamento no equipamento.
	15h	PM _{2,5}	Dado Invalidado devido medição negativa além do limite permitido.
10/03/2025	00h às 08h	SO ₂	Dado invalidado devido a um travamento no equipamento.
	09h		Manutenção do equipamento - Reinício do equipamento.
	10h às 11h	CO	Calibração do equipamento.

Data	Horário	Parâmetros	Motivo da Invalidação
11/03/2025	01h	PM _{2,5}	Dado Invalidado devido medição negativa além do limite permitido.
	14h às 15h		
	17h	PTS	Dado Inválido devido medições de PTS < PM10 para além do limite permitido.
12/03/2025	03h	PM _{2,5}	Dado Invalidado devido medição negativa além do limite permitido.
	10h		
	13h		
	09h	PTS	Dado Inválido devido medições de PTS < PM10 para além do limite permitido.
	16h às 17h		
	12h às 16h	CO	Calibração do equipamento.
13/03/2025	10h	PTS	Dado Inválido devido medições de PTS < PM10 para além do limite permitido.
	15h		
	12h	CO	Dado Invalidado devido medição negativa além do limite permitido.
		PM _{2,5}	
	17h	SO ₂	Calibração do equipamento.
	16h às 18h		
14/03/2025	05h às 06h	PTS	Dado Inválido devido medições de PTS < PM10 para além do limite permitido.
	09h		
	20h		
	22h às 23h		
	14h	PM ₁₀	Dado Inválido devido medições de PM10 < PM _{2,5} para além do limite permitido.
	13h às 17h	CO	Manutenção do equipamento.
15/03/2025	00h	PTS	Dado Inválido devido medições de PTS < PM10 para além do limite permitido.
	10h		
16/03/2025	02h	PTS	Dado Inválido devido medições de PTS < PM10 para além do limite permitido.
	18h		
	11h às 13h	PM ₁₀ e PM _{2,5}	Dado Invalidado devido medição negativa além do limite permitido.
	17h	PM _{2,5}	
17/03/2025	11h às 16h	PM ₁₀ e PM _{2,5}	Dado Invalidado devido medição negativa além do limite permitido.
18/03/2025	05h às 06h	PTS	Dado Inválido devido medições de PTS < PM10 para além do limite permitido.
	11h às 13h	PM _{2,5}	Dado Invalidado devido medição negativa além do limite permitido.
	15h às 16h		
	17h às 20h	PM ₁₀ e PM _{2,5}	Calibração do equipamento.
	16h	CO	Dado Invalidado devido medição negativa além do limite permitido.
19/03/2025	05h	CO	Dado invalidado devido à medição incoerente para o parâmetro considerando a série histórica.
	18h às 20h		Manutenção do equipamento - Troca do resistor.
	14h	PM _{2,5}	Dado Invalidado devido medição negativa além do limite permitido.
20/03/2025	04h	PTS	Dado Inválido devido medições de PTS < PM10 para além do limite permitido.
	06h		
20/03/2025	13h	PM ₁₀ e PM _{2,5}	Dado Invalidado devido medição negativa além do limite permitido.
21/03/2025	12h às 14h	CO	Calibração do equipamento.
	13h	PM ₁₀ e PM _{2,5}	Dado Invalidado devido medição negativa além do limite permitido.
23/03/2025	15h	PTS	Dado Inválido devido medições de PTS < PM10 para além do limite permitido.
	17h		
24/03/2025	19h	PTS	Dado Inválido devido medições de PTS < PM10 para além do limite permitido.

Data	Horário	Parâmetros	Motivo da Invalidação
25/03/2025	13h às 14h	PM ₁₀ e PM _{2,5}	Dado Invalidado devido medição negativa além do limite permitido.
	15h às 23h		Ausência de dados devido a um defeito no equipamento.
26/03/2025	00h às 06h	PM ₁₀ e PM _{2,5}	Ausência de dados devido a um defeito no equipamento.
	08h às 13h	Todos os parâmetros	Queda da alimentação de energia elétrica da Estação devido à inconsistência na região.
	14h às 17h	PTS	Estabilização do equipamento devido à queda da alimentação de energia elétrica da Estação.
	14h às 16h	PM ₁₀ e PM _{2,5}	Manutenção do equipamento - Troca da bateria da placa-mãe.
	17h às 20h		Estabilização do equipamento devido à manutenção do equipamento.
	14h	O ₃	Calibração do equipamento.
	15h às 16h	NO-NO ₂ -NO _x	Calibração do equipamento.
27/03/2025	00h às 04h	NO-NO ₂ -NO _x	Dados inválidos devido a uma falha na medição do equipamento.
	06h		
	08h		
	10h às 12h		
	14h às 19h		
	18h às 21h	Particulados	Queda da alimentação de energia elétrica da Estação devido à inconsistência na região.
	18h às 23h	Meteorológicos	Queda da alimentação de energia elétrica da Estação devido à inconsistência na região.
28/03/2025	00h às 10h	Meteorológicos	Queda da alimentação de energia elétrica da Estação devido à inconsistência na região.
	04h	PTS	Dado Inválido devido medições de PTS < PM ₁₀ para além do limite permitido.
	16h		
	16h	Pressão Atmosférica	Dado invalidado devido à medição incoerente considerando a série histórica.
29/03/2025	15h	PTS	Dado Inválido devido medições de PTS < PM ₁₀ para além do limite permitido.
	17h		
30/03/2025	07h	PM _{2,5}	Dado Invalidado devido medição negativa além do limite permitido.
	17h	PTS	Dado Inválido devido medições de PTS < PM ₁₀ para além do limite permitido.
31/03/2025	12h	Particulados	Manutenção do equipamento - Comunicação com o Envidas.

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 e contratual de dados da EAMQAr.

Parâmetros	Dados Totais	Dados Inválidos	Manutenção	Calibração	Força Maior	Dados Válidos	Disponibilidade Real
PTS	744	36	1	4	10	693	93,15%
PM ₁₀	744	31	8	4	10	691	92,88%
PM _{2,5}	744	58	4	4	10	668	89,78%
CO	744	14	9	15	6	700	94,09%
NO	744	10	0	12	6	716	96,24%
NO ₂	744	10	0	12	6	716	96,24%
NOx	744	10	0	12	6	716	96,24%
O ₃	744	0	0	1	6	737	99,06%
SO ₂	744	48	1	3	6	686	92,20%
Direção do Vento	744	0	0	0	23	721	96,91%
Velocidade do Vento	744	0	0	0	23	721	96,91%
Temperatura	744	0	0	0	23	721	96,91%
Umidade Relativa	744	0	0	0	23	721	96,91%
Pressão	744	1	0	0	23	720	96,77%
Radiação Solar	744	0	0	0	23	721	96,91%
Precipitação	744	0	0	0	23	721	96,91%
Total	11904	226	23	67	227	11369	95,51%

9. CONCLUSÕES

Os dados monitorados pela EAMQAr - CRAS foram medidos diariamente, com acompanhamento da equipe de monitoramento. O período de medição compreendeu os dias 01/03/2025 a 31/03/2025, registrando as médias horárias e diárias para os parâmetros supracitados.

Após a análise dos dados apresentados neste relatório, pode-se observar que, todos os parâmetros estiveram dentro dos limites estabelecidos pela Resolução Conama N° 506/2024.

Quanto ao aspecto de IQAr, a Estação do CRAS apresentou 99,31% da classificação total como BOA e 0,69% da classificação total como MODERADO.

Quanto a disponibilidade, obteve-se um percentual de 95,51%.

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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>

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

USEPA, Quality Assurance for Air Pollution Measurement Systems – Ambient Air Quality Program, v 2, Las Vegas, 2017.

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>.

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.
- ✓ Vhictor Pereira Rodrigues, Técnico em Instrumentação Eletrônica e Controle de Processos.
Coordenador 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.

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



Empresa Certificada:
Certification Standard
ISO9001:2015

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO DO TEOM 1405

INFORMAÇÕES GERAIS

Solicitante: Votorantin - Ciplan
Número do certificado: CEAIR-640225
Endereço: Sobradinho - DF
Data de emissão: 03/04/2025

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: 26/03/2025
Hora início/Fim: 13:20/15:23
Estação: CRAS FERCAL-DF

DADOS DO PADRÃO UTILIZADO

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

TESTE DE VAZAMENTO

		Tolerância:		Status:	
Main flow (lpm)	0,00	0,15 lpm		OK	
By pass flow (lpm)	0,06	0,6 lpm		OK	

VERIFICAÇÃO DO FLUXO PRINCIPAL

Fluxo TEOM (lpm):	3,000	Fluxo Fluxômetro (lpm):	3,11		
Erro Percentual:	3,67%	Tolerância:	10%	Status:	OK
Previous Flow Adj Factor:	1,1039	Current Flow Adj Factor:	1,0367		
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):	13,94		
Erro Percentual:	1,98%	Tolerância:	10%	Status:	OK
Previous Flow Adj Factor:	1,0521	Current Flow Adj Factor:	1,0198		
Valor Final de Fluxo:	Leitura no Equipamento:	13,670	Leitura no Fluxômetro:	13,67	

K0 Atual: NA
STATUS PM 2,5: NA
K0 Audit: NA
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 nº 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
Supervisor de Manutenção





Empresa Certificada:
 Certification Standard
 ISO9001:2015

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO DO ANALISADOR DE MONÓXIDO DE CARBONO

INFORMAÇÕES GERAIS						
Solicitante:	Votorantin - Ciplan					
Número do certificado:	CEAIR-639625	Data de emissão:	03/04/2025			
Endereço:	Sobradinho - DF					
CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA DE CALIBRAÇÃO						
Item de calibração:	Analizador de CO	Data da calibração:	21/03/2025			
Marca/Modelo:	Thermo Fisher 48i	Hora início / fim:	11:43/14:12			
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:	1030945145	Número Serial:	704619826			
Cert. Calibração:	CEAIR 352223	Pressão Ar zero:	30 PSI			
Data Calibração:	26/09/2024	Validade:	#####			
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	Desvio de zero (24 horas):	<0,1	ppm	
	CO	0	50	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:	103 Bar	1500 PSI	Validade:	09/08/2027		
VALOR DO COEFICIENTE E BKG						
DADOS INICIAIS			DADOS FINAIS			
CO COEF	0,790		CO COEF	0.790		
CO BKG (ppm)	0.009		CO BKG (ppm)	0.277		
VERIFICAÇÃO ZERO / SPAN						
ESCALA	LEITURA CALIBRADOR (ppm)		LEITURA INSTRUMENTO (ppm)		DIFERENÇA %	
0%	0,00		0,56		5,58%	
80%	7,99		7,99		0,00%	
STATUS DA CALIBRAÇÃO						
STATUS	Calibrado		AIJSTE 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 necessário ajuste no ZERO, pois a diferença percentual foi maior que 2% fs, conforme procedimento adotado.						
REALIZADO POR			APROVADO POR			
 João Vitor Santos de Sousa Técnico de Operação			 Vhictor Pereira Rodrigues Supervisor de Manutenção			

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO DO ANALISADOR DE NOx

INFORMAÇÕES GERAIS

Solicitante: Votorantim - Ciplan
Número do certificado: CEAIR-640125
Data de emissão: 03/04/2025
Endereço: Sobradinho - DF

CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA DE CALIBRAÇÃO

Item de calibração: Analisador de NO, NO2 e NOx
Marca/Modelo: Thermo Fisher 42i
Método medição: Quimioluminescência
Número Serial: 1212452713
Marca / Mod Calibrador: ThermoFisher/146i
Número Serial: 1030945145
Cert. Calibração: CEAIR 352223
Data Calibração: 26/09/2024 Validade: 26/09/2025
Local: CRAS FERCAL-DF

Data da calibração: 28/03/2025
Hora início / fim: 11:55
Fundo de escala (ppm): 1
Marca/mod. Gerador Ar zero: Thermo Scientific - 111i
Número Serial: 704619826
Pressão Ar zero: 30 PSI

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: FF535038
Certificado Nº: 202223821
Pressão: 144 Bar 2100 PSI

Concentração (ppm): 45,06
Data de fabricação: 20/09/2024
Validade: 20/09/2025

VALOR DO COEFICIENTE E BKG

DADOS INICIAIS		DADOS FINAIS	
NO COEF:	1,86	NO COEF:	1,857
NO BKG (ppb):	55,20	NO BKG (ppb):	37,10
NO2 COEF:	1,00	NO2 COEF:	1,00
NOX COEF:	0,92	NOX COEF:	0,92
NOX BKG (ppb):	67,50	NOX BKG (ppb):	42,50

VERIFICAÇÃO DE ZERO / SPAN - NO

ESCALA	LEITURA CALIBRADOR (ppm)	LEITURA INSTRUMENTO (ppm)	DIFERENÇA %
0%	0,000	0,012	1,22%
80%	0,800	0,794	0,60%

VERIFICAÇÃO ZERO / SPAN - NOX

ESCALA	LEITURA CALIBRADOR (ppm)	LEITURA INSTRUMENTO (ppm)	ERRO ESCALA COMPLETA %
0%	0,000	0,023	2,30%
80%	0,800	0,768	3,20%

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 NOx.

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
Supervisor de Manutenção

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO DO ANALISADOR DE OZÔNIO

INFORMAÇÕES GERAIS

Solicitante: Votorantim e Ciplan
Número do certificado: CEIAR-639925 Data de emissão: 03/04/2025
Endereço: Sobradinho - DF

CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA DE CALIBRAÇÃO

Item de calibração: Analisador de Ozônio Data da calibração: 26/03/2025
Marca/Modelo: Thermo Fisher 49i Hora início / fim: 10:42/13:59
Método medição: Fotometria UV Fundo de escala (ppm): 1,00
Número Serial: 713021143
Marca / Mod Calibrador: Thermo Scientific - 146i Marca/mod. Gerador Ar zero: Thermo Scientific - 111i
Número Serial: 1030945145 Número Serial: 704619826
Cert. Calibração: CEAIR-538724 Pressão Ar zero: 30 PSI
Data Calibração: 26/09/2024 Validade: 26/09/2025
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)	<0,1 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: 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	0,844	O3 COEF	0,00
O3 BKG (ppb)	-2,10	O3 BKG (ppb)	0,84

VERIFICAÇÃO ZERO / SPAN

ESCALA	LEITURA CALIBRADOR (ppb)	LEITURA INSTRUMENTO (ppm)	DIFERENÇA %
0%	0,00	0,0021	0,21%
80%	0,80	0,797	0,30%

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 realizado ajuste no ZERO 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
Supervisor de Manutenção

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO DO ANALISADOR DE DIÓXIDO DE ENXOFRE

INFORMAÇÕES GERAIS

Solicitante: Votorantin - Ciplan
Número do certificado: CEAIR-640025 Data de emissão: 03/04/2025
Endereço: Sobradinho - DF

CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA DE CALIBRAÇÃO

Item de calibração: Analisador de SO₂ Data da calibração: 13/03/2024
Marca/Modelo: Thermo Fisher 43i Hora início / fim: 15:20/17:08
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: 1030945145 Número Serial: 704619826
Cert. Calibração: CEAIR 352223 Pressão Ar zero: 30 PSI
Data Calibração: 26/09/2024 Validade: 26/09/2025
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 N°: FF36343 Concentração (ppm): 14,3925
Certificado N°: 202222065 Data de fabricação: 02/08/2024
Pressão: 120 Bar 1750 PSI Validade: 02/08/2025

VALOR DO COEFICIENTE E BKG

DADOS INICIAIS		DADOS FINAIS	
SO ₂ COEF:	1,593	SO ₂ COEF:	1,593
SO ₂ BKG (ppb):	27,0	SO ₂ BKG (ppb):	26,90

VERIFICAÇÃO DE ZERO / SPAN

ESCALA	LEITURA CALIBRADOR (ppb)	LEITURA INSTRUMENTO (ppb)	DIFERENÇA %
0%	0,000	0,0003	0,03%
80%	0,800	0,827	2,7%

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 SO ₂ .		

NOTAS E INFORMAÇÕES ADICIONAIS

1) Foi necessário ajuste no 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
Supervisor de Manutenção

CERTIFICADO DE SENSOR DE DIREÇÃO DO VENTO

INFORMAÇÕES GERAIS

Número do certificado: CEAIR 610025 Data de emissão: 10/01/2025
Endereço: DF-150, S/N - Sobradinho, Brasília - DF, 73001-043

DADOS DO CLIENTE

Solicitante: Votorantim Cimentos
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: CWTDV043 Modelo: CWT-SWD-C-360-V5

DADOS E CONDIÇÕES AMBIENTAIS

Temperatura (°C): 22 Umidade (%): 56%
Data da calibração: 10/01/2025 Pressão (mmHg): 762
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
ET-164	Multímetro digital	20/02/2024	22/05/2026	Medição	1719488/120/02/24	RBC - CAL 0183

VALORES MEDIDOS

RESULTADOS

Padrão (°)	Leitura do conjunto (°)			Valor médio (°)	Erro (°)	Incerteza (°)	
	1	2	3				
0	0	0	0	0	0	0,47	(k=2,03 ; v _{eff} =98)
29	31	31	30	31	2	0,65	(k=2,28 ; v _{eff} =10)
60	61	60	60	60	0	0,46	(k=2,03 ; v _{eff} =91)
89	91	92	91	91	2	0,55	(k=2,14 ; v _{eff} =19)
121	121	121	120	121	0	0,61	(k=2,23 ; v _{eff} =12)
150	152	151	152	151	1	0,62	(k=2,23 ; v _{eff} =12)
179	180	180	180	180	1	0,43	(k=2,00 ; v _{eff} =∞)
209	211	210	210	211	2	0,68	(k=2,32 ; v _{eff} =9)
240	241	241	241	241	1	0,56	(k=2,16 ; v _{eff} =17)
270	272	271	272	272	2	0,64	(k=2,25 ; v _{eff} =11)
300	300	301	301	301	1	0,82	(k=2,52 ; v _{eff} =6)
330	330	331	331	330	0	0,51	(k=2,08 ; v _{eff} =34)

NOTAS E INFORMAÇÕES ADICIONAIS

- 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%.
- 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.
- 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 Loria
Técnico de manutenção

APROVADO POR



Gilmar Assis
Coordenador Técnico

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO DE SENSOR DE VELOCIDADE DO VENTO

INFORMAÇÕES GERAIS

Número do certificado: CEAIR 590624 Data de emissão: 01/12/2024
Endereço: DF-150, S/N - Sobradinho, Brasília - DF, 73001-043

DADOS DO CLIENTE

Solicitante: Votorantim Cimentos
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: CWTVV033 Modelo: CWT-SWS-C-V5

DADOS DA CALIBRAÇÃO

Temperatura (°C): 23 Umidade (%): 48%
Data da calibração: 01/12/2024 Pressão (mmHg): 759
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	12/05/2025	CTJ	C-0359/24	RBC - CAL 0477
ET-164	Multímetro digital	20/02/2024	22/05/2025	Medição	1719488/120/02/24	RBC - CAL 0183

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	8,7	8,6	8,6	0,18	0,3	(k=2,00 ; v _{eff} =∞)
16,4	16,7	16,6	16,7	16,6	0,20	0,3	(k=2,00 ; v _{eff} =∞)

NOTAS E INFORMAÇÕES ADICIONAIS

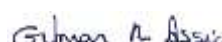
- 1) A incerteza expandida U, que é declarada como a incerteza padrão da medição multiplicada pelo fator de abrangência k, o qual para uma distribuição t com V_{eff} graus de liberdade efetivos, corresponde a uma probabilidade de abrangência de aproximadamente 95%.
- 2) As incertezas padrão da medição 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 DO SENSOR DE TEMPERATURA, UMIDADE E PRESSÃO ATMOSFÉRICA

INFORMAÇÕES GERAIS

Solicitante: Votorantim Cimentos
Número do certificado: CEAIR 610325 Data de emissão: 10/01/2025
Endereço: DF-150, S/N - Sobradinho, Brasília - DF, 73001-043

CARACTERÍSTICAS DO SENSOR

Item de calibração: Sensor de temperatura, umidade e pressão atmosférica Marca: Rika Sensors
Nº Série: R23112767 modelo: RK330-01B

DADOS E CONDIÇÕES AMBIENTAIS

Temperatura (°C): 22 Umidade (%): 56%
Data da calibração: 10/01/25 Pressão (mmHg): 762
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
ET-164	Multímetro digital	20/02/2024	22/05/2026	Medição	1719488/120/02/24	RBC - CAL 0183
DT-625	TERMOHIGRÔMETRO	19/02/2024	19/02/2026	Medição	21121115719/02/24	RBC - CAL 0183
PC-507-1-4-C	Barômetro	29/02/2024	29/02/2026	Medição	438.08.1829/02/24	RBC - CAL 0183

TEMPERATURA

VALORES MEDIDOS

RESULTADOS

Padrão (°C)	Leitura do sensor (°C)			Valor médio (°C)	Erro (°C)	Incerteza (°C)	
	1	2	3				
10,3	10,8	10,5	10,5	10,6	0,3	0,4	(k=3,31 ; v _{eff} =3)
30,5	29,9	29,8	29,8	29,8	-0,7	0,2	(k=2,20 ; v _{eff} =14)
50,5	49,6	49,8	49,8	49,7	-0,7	0,2	(k=2,43 ; v _{eff} =7)

VALORES MEDIDOS					RESULTADOS		
Padrão (%)	Valor medido 1 (%)	Valor medido 2 (%)	Valor médio (%)	Erro (%)	Incerteza (%)		
75	74,6	74,8	74,7	0,3	7	(k=2,00 ; veff=∞)	
40	39,9	39,7	39,8	0,2	6	(k=2,00 ; veff=∞)	
20	19,8	19,9	19,9	0,1	5	(k=2,00 ; veff=∞)	
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	801,7	802,3	801,8	1,4	1,12 (k=2,1 ; veff=43)
855,4	857,0	856,7	856,6	856,9	856,8	1,4	0,95 (k=2,0 ; veff=∞)
910,4	911,9	912,3	912,4	912,4	912,3	1,9	0,96 (k=2,0 ; veff=∞)
965,4	965,8	966,0	966,4	965,7	966,0	0,6	0,98 (k=2,0 ; veff=298)
1016,5	1019,0	1019,0	1019,0	1019,0	1.019,0	2,5	0,93 (k=2,0 ; veff=∞)
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				Gilmar Assis			
Técnico em Manutenção				Coordenador Técnico			

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO DE SENSOR DE RADIAÇÃO SOLAR

INFORMAÇÕES GERAIS

Número do certificado: CEAIR 610225 Data de emissão: 10/01/2025
Solicitante: Votorantim Cimentos
Endereço: DF-150, S/N - Sobradinho, Brasília - DF, 73001-043

CARACTERÍSTICAS DO SENSOR

Item de calibração: Sensor de Radiação Solar Marca: MetOne
Modelo: 096-1 Serial: PY11724

DADOS E CONDIÇÕES AMBIENTAIS

Temperatura (°C): 22,0 Umidade (%): 56%
Data da calibração: 10/01/2025 Pressão (mmHg): 762,0
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 multivolts) e do padrão, quando submetidos a luz solar e ausência de luz, em um período de 24h.

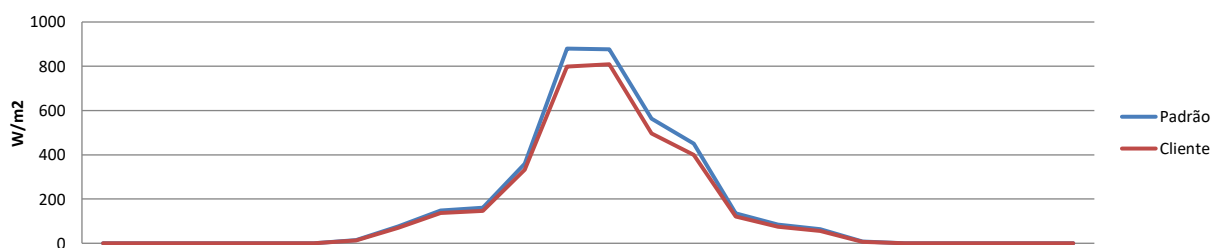
Procedimento realizado em observância à Norma ISO/IEC 17025

PADRÕES UTILIZADOS

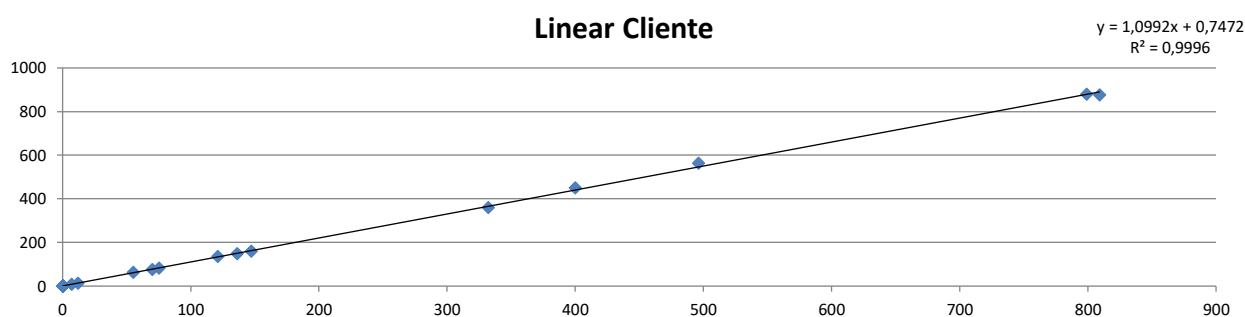
Código	Padrão	Calibração	Vencimento	Laboratório	Certificado	Rastreabilidade
0-96	Sensor de Radiação Solar Licor	20/07/2023	20/07/25	Hukseflux	200723-PY49183	N.A
ET-164	Multímetro digital	20/02/2024	22/05/26	Medição	1719488/120/02/24	RBC - CAL 0183

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 0,9996

O fator de correção é 1,104337 Sensibilidade 50 Ω 4,55 $\mu\text{V/Wm}^2$

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 610125 Data de emissão: 10/01/2025
 Solicitante: Votorantim Cimentos
 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: CWTPP035 Modelo: CWT-RG

DADOS E CONDIÇÕES AMBIENTAIS

Temperatura (°C): 22 Umidade (%): 56%
 Data da calibração: 10/01/2025 Pressão (mmHg): 762
 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-AIR0218	Pipeta Graduada	19/02/2024	19/02/2026	Medição	PG-AIR021819/02/24	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 ± 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