

Relatório Técnico  
RT AIR 119-25

Março 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 Fevereiro de 2025

**Relatório Técnico**  
**RT AIR 119-25**

**Março 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 Fevereiro 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 **fevereiro 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.

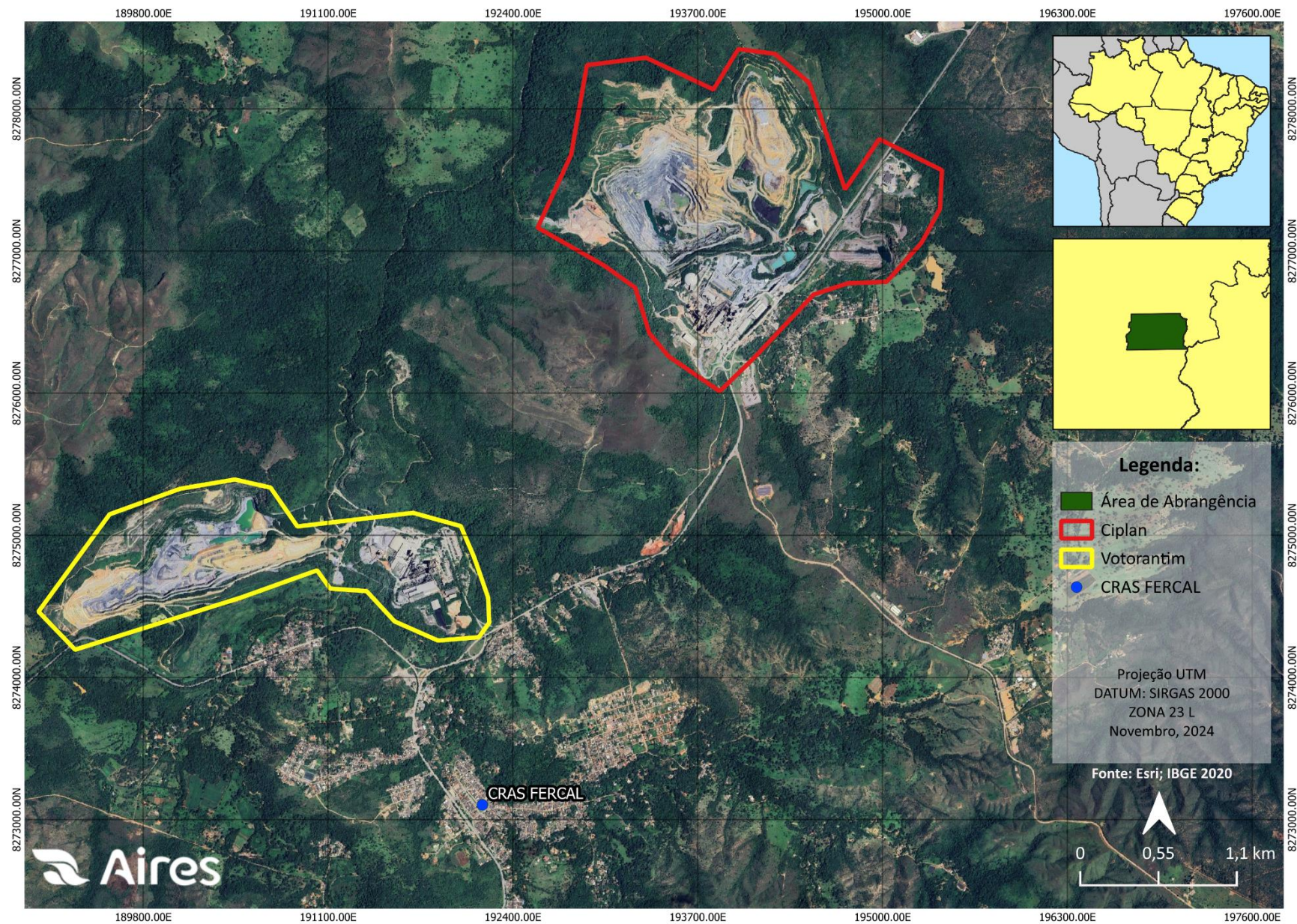
| Poluentes Atmosféricos                                        | Meteorologia                    |
|---------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| Partículas Totais em Suspensão (PTS)                          | Velocidade do Vento (VV)        |
| Partículas Inaláveis (PM <sub>10</sub> )                      | Direção do Vento (DV)           |
| Partículas Respiráveis (PM <sub>2,5</sub> )                   | Temperatura Ambiente (T)        |
| Ozônio Troposférico (O <sub>3</sub> )                         | Umidade Relativa (UR)           |
| Óxidos de Nitrogênio (NO, NO <sub>2</sub> e NO <sub>x</sub> ) | Pressão Atmosférica (PA)        |
| Dióxido de Enxofre (SO <sub>2</sub> )                         | 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 2-1**.

**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: 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, MP<sub>2,5</sub> 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 <sup>1</sup>     | -     | -     | -     | -    | 80    | -   |
| PM <sub>10</sub>           | 24 horas               | 120   | 100   | 75    | 50   | 45    | -   |
|                            | Anual <sup>1</sup>     | 40    | 35    | 30    | 20   | 15    | -   |
| PM <sub>2,5</sub>          | 24 horas               | 60    | 50    | 37    | 25   | 15    | -   |
|                            | Anual <sup>1</sup>     | 20    | 17    | 15    | 10   | 5     | -   |
| SO <sub>2</sub>            | 24 horas               | 125   | 50    | 40    | 40   | 40    | -   |
|                            | Anual <sup>2</sup>     | 40    | 30    | 20    | 20   | 20    | -   |
| NO <sub>2</sub>            | 1 hora <sup>3</sup>    | 260   | 240   | 220   | 200  | 200   | -   |
|                            | Anual <sup>2</sup>     | 60    | 50    | 45    | 40   | 10    | -   |
| O <sub>3</sub>             | 8 horas <sup>4</sup>   | 140   | 130   | 120   | 100  | 100   | -   |
| CO                         | 8 horas <sup>3</sup>   | -     | -     | -     | -    | -     | 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 <sub>2.5</sub><br>24h<br>(µg/m³) | PM <sub>10</sub> 24h<br>(µg/m³) | SO <sub>2</sub> 24h<br>(µg/m³) | NO <sub>2</sub> 1h<br>(µg/m³) | O <sub>3</sub> 8h<br>(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<sub>i</sub>* = Valor do índice que corresponde à concentração inicial da faixa;

*índice<sub>f</sub>* = Valor do índice que corresponde à concentração final da faixa;

*Conc.<sub>Med</sub>* = Concentração medida;

*Conc.<sub>i</sub>* = Concentração inicial da faixa na qual se localiza a concentração medida;

*Conc.<sub>f</sub>* = 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.

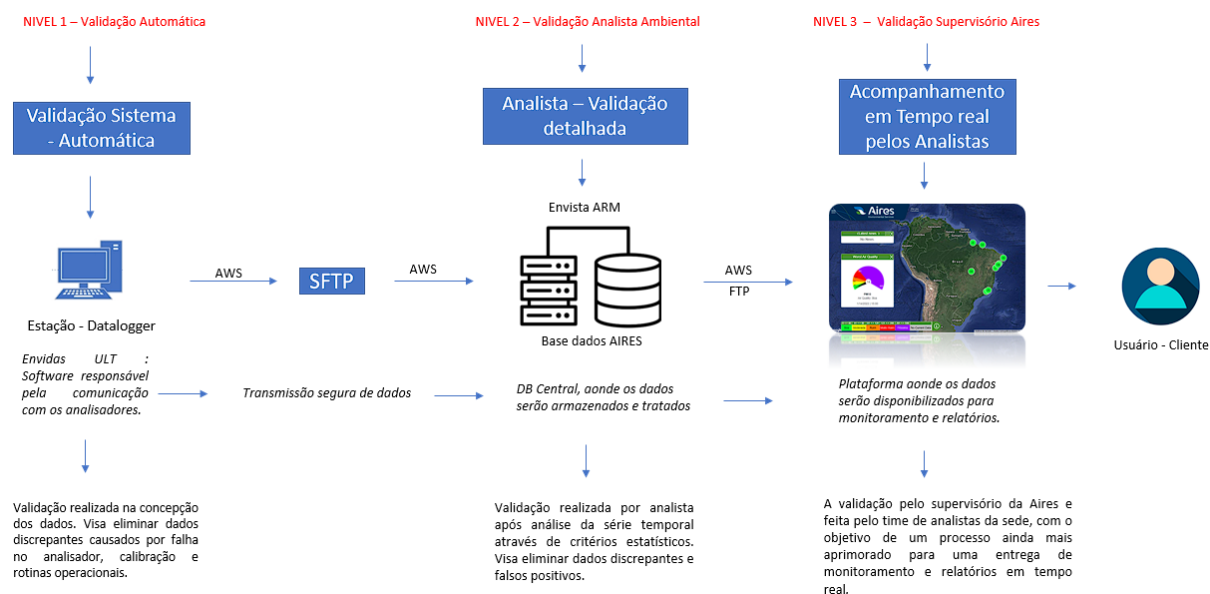
Uma das principais etapas para garantia desses resultados, é a análise dos dados. É válido a ressalva que existe uma diferença entre os termos de verificação, validação e análise dos dados. De acordo com a USEPA, a verificação de dados é o processo de garantir que os dados foram coletados e registrados 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                              |

## 4.2. 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 <sub>2</sub> -NO <sub>x</sub> | 42i    | Thermo Fisher | Quimiluminescência                       | 27/02/2025        |
| CO                                  | 48i    | Thermo Fisher | Absorção de Infravermelho não dispersivo | 19/02/2025        |
| SO <sub>2</sub>                     | 43i    | Thermo Fisher | Fluorescência Ultravioleta               | 27/02/2025        |
| O <sub>3</sub>                      | 49i    | Thermo Fisher | Absorção de Luz Ultravioleta             | 26/02/2025        |

| Parâmetro                            | Modelo           | Fabricante    | Princípio de Medição                      | Última calibração |
|--------------------------------------|------------------|---------------|-------------------------------------------|-------------------|
| <b>Qualidade do Ar</b>               |                  |               |                                           |                   |
| PTS                                  | Teom 1405        | Thermo Fisher | Microbalança de Elemento Cônico Oscilante | 26/02/2025        |
| PM <sub>2,5</sub> - PM <sub>10</sub> | 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                |
| <b>Meteorologia</b>                  |                  |               |                                           |                   |
| Direção do Vento                     | CWT-SWD-C-360-V5 | CWT           | Orientação da Veleta                      | 10/01/2024        |
| Velocidade do Vento                  | CWT-SWS-C-V5     | CWT           | Anemômetro                                | 01/12/2024        |
| Radiação Solar                       | 096-1            | MetOne        | Fotovoltaico                              | 10/01/2024        |
| Precipitação                         | CWT-RG           | CWT           | Básculas                                  | 10/01/2024        |
| Temperatura                          | RK330-01B        | Rika          | Sensor térmico, higrométrico, barométrico | 10/01/2024        |
| Umidade                              |                  |               |                                           |                   |
| Pressão                              |                  |               |                                           |                   |

## 5. ANÁLISE DOS RESULTADOS METEOROLÓGICOS

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

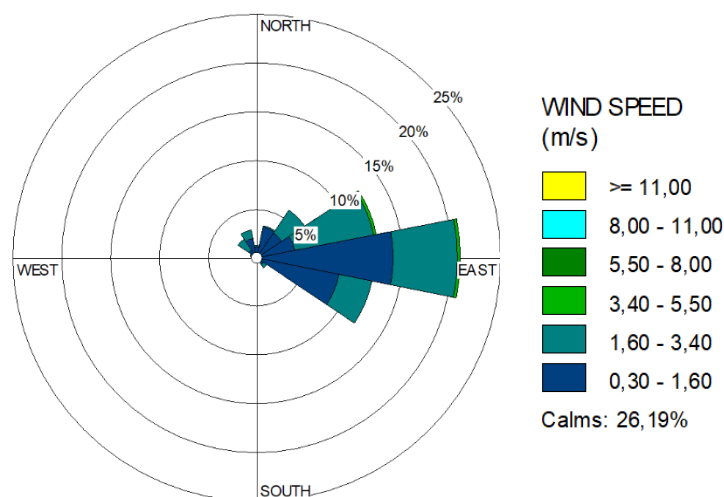
Nesse contexto a avaliação da qualidade do ar em uma determinada região está intimamente ligada aos fenômenos atmosféricos observados nesta área. A direção e velocidade dos ventos, por exemplo, propiciam o transporte e a dispersão dos poluentes atmosféricos, determinando suas trajetórias e alcances possíveis. 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 5.1-1** 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.



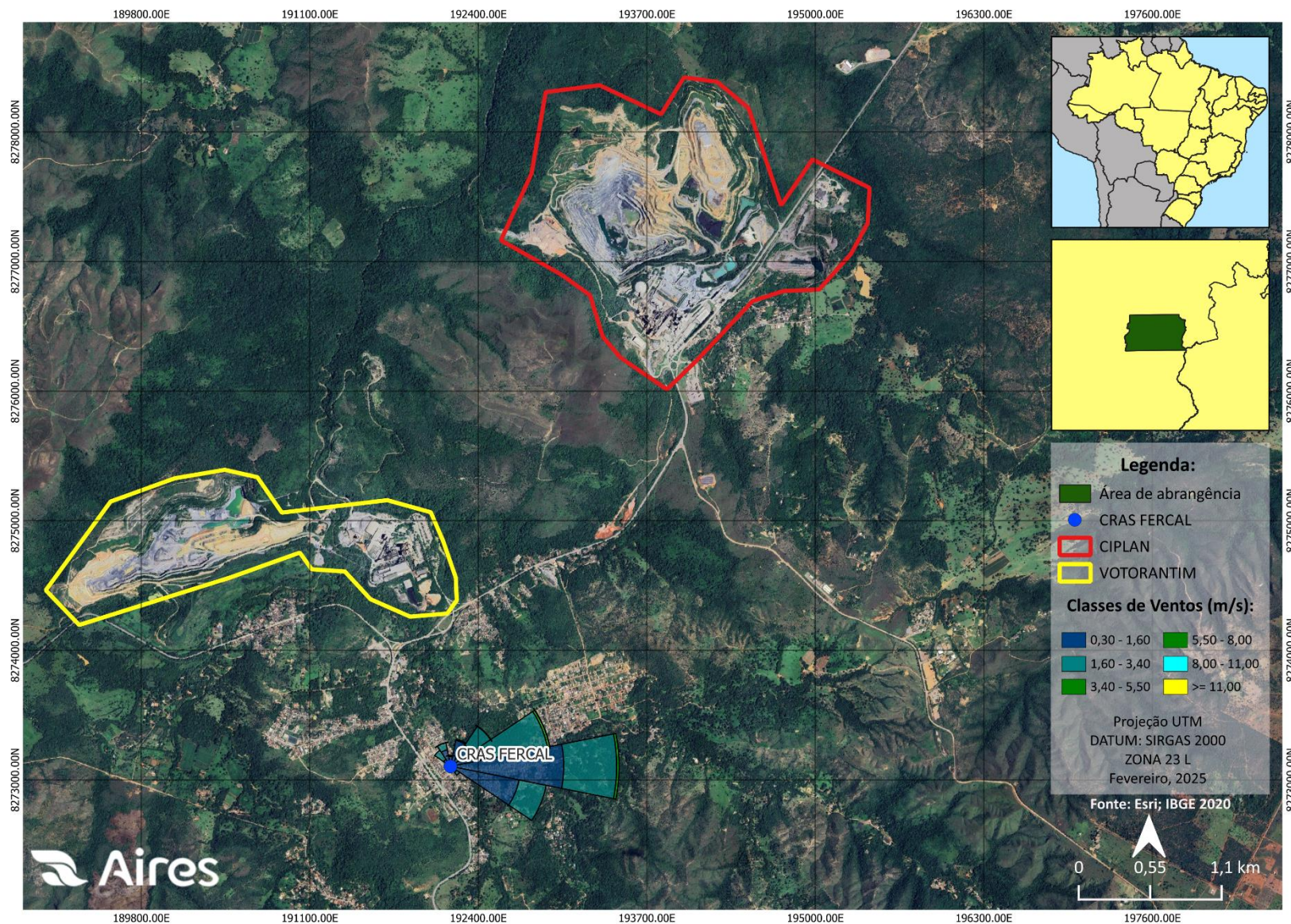
**Figura 5.1-1:** Rosa dos Ventos da EAMQAr.

**Tabela 5.1-1:** Distribuição da frequência de ventos EAMQAr.

| Vel [m/s] x Dir [graus] | N    | NNE  | NE   | ENE   | E     | ESE   | SE   | SSE  | SSW  | W    | WNW  | NW   | NNW  | Total  |
|-------------------------|------|------|------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
|                         | %    |      |      |       |       |       |      |      |      |      |      |      |      |        |
| 0,30 - 1,60             | 1,19 | 3,27 | 3,13 | 4,02  | 13,99 | 8,63  | 0,89 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,60 | 1,04 | 2,08 | 39,29  |
| 1,60 - 3,40             | 0,15 | 0,15 | 2,83 | 8,18  | 6,55  | 3,42  | 0,45 | 0,00 | 0,00 | 0,15 | 0,15 | 1,34 | 0,89 | 24,26  |
| 3,40 - 5,50             | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,30  | 0,30  | 0,00  | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,60   |
| Subtotal                | 1,34 | 3,42 | 5,95 | 12,50 | 20,83 | 12,05 | 1,34 | 0,15 | 0,15 | 0,30 | 0,74 | 2,38 | 2,98 | 64,14  |
| Calmaria (< 0,3 m/s)    |      |      |      |       |       |       |      |      |      |      |      |      |      | 26,19  |
| Faltantes               |      |      |      |       |       |       |      |      |      |      |      |      |      | 9,67   |
| 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 **fevereiro de 2025**.

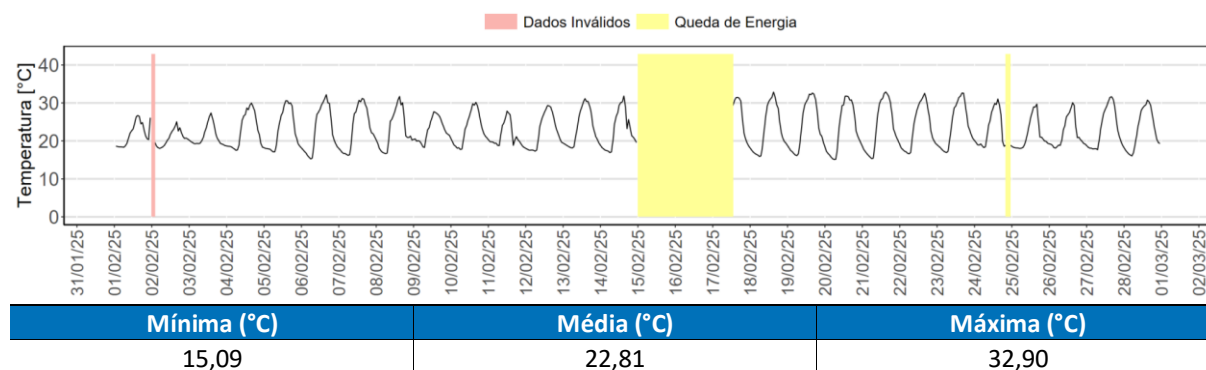


**Figura 5.1-2:** Localização do ponto e a rosa dos ventos referente ao mês de fevereiro de 2025.

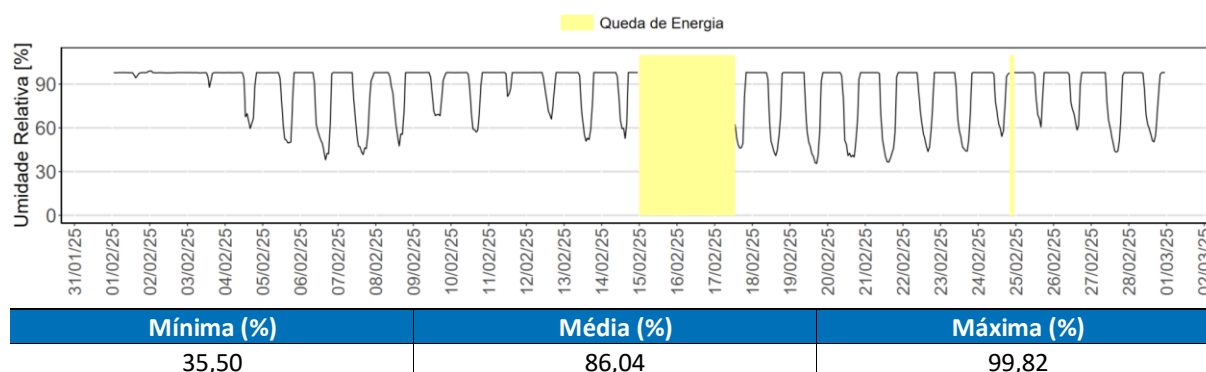
## 5.2. Gráficos de evolução horária com ocorrências

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**.

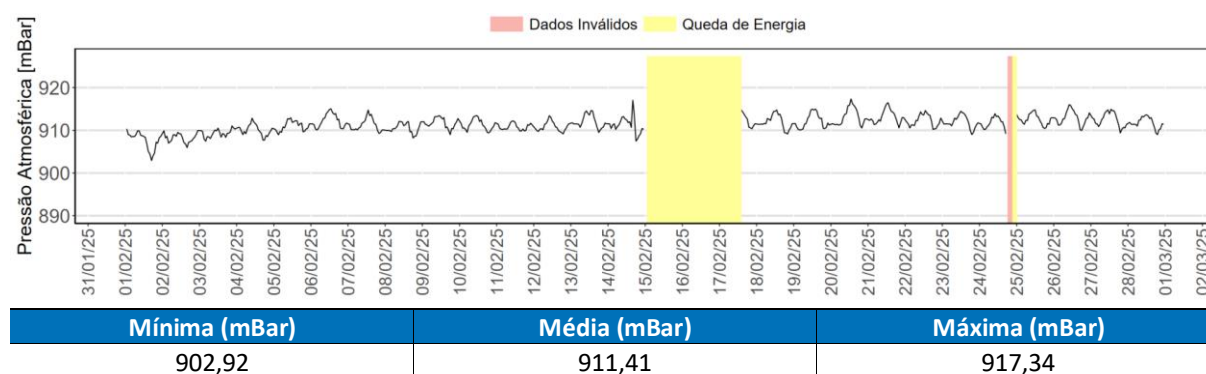
### ☑ Temperatura (T):



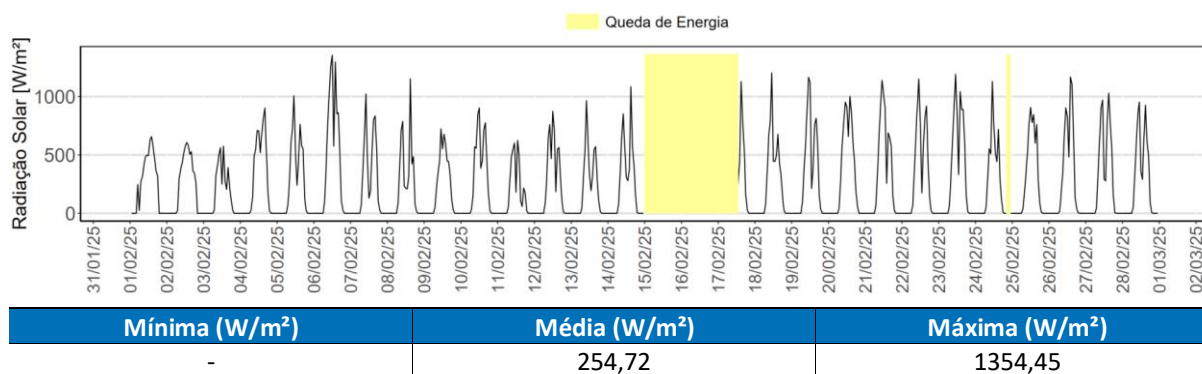
### ☑ Umidade Relativa (UR):



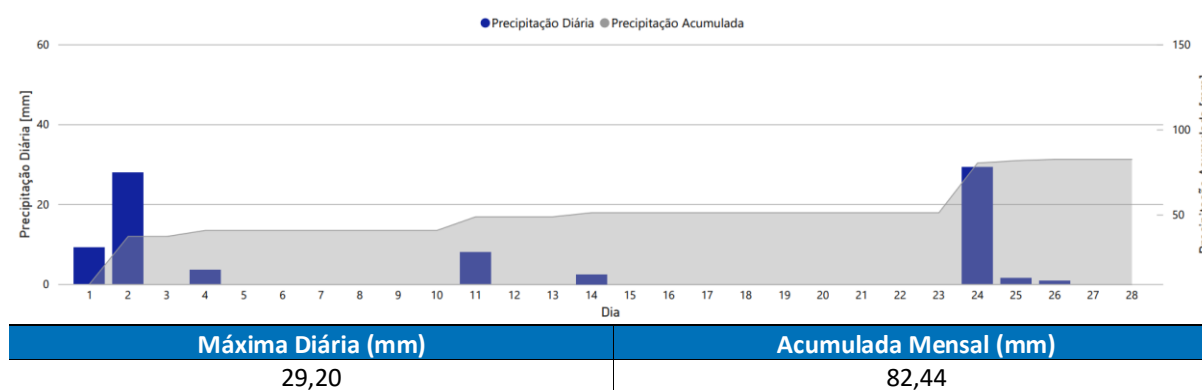
### ☑ Pressão Atmosférica (PA):



### ☑ Radiação Solar (RS):



### ☑ Precipitação Pluviométrica (PP):



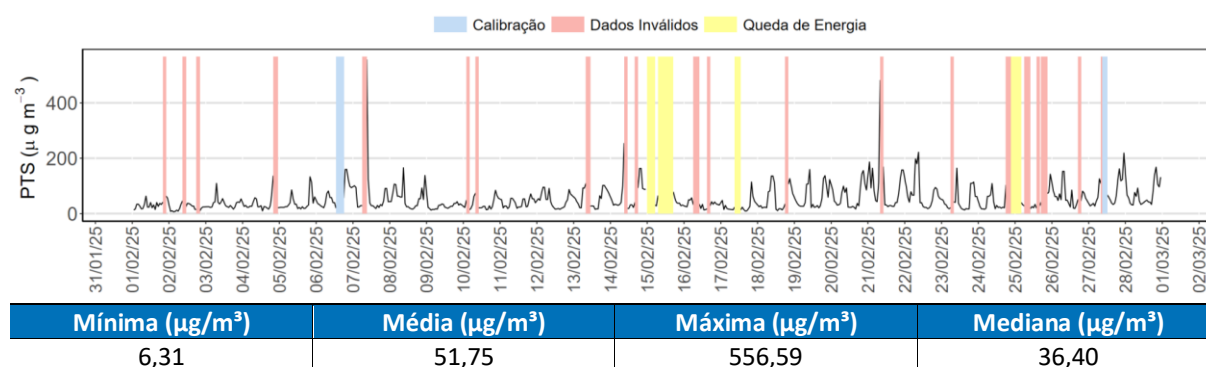
## 6. POLUENTES ATMOSFÉRICOS

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.

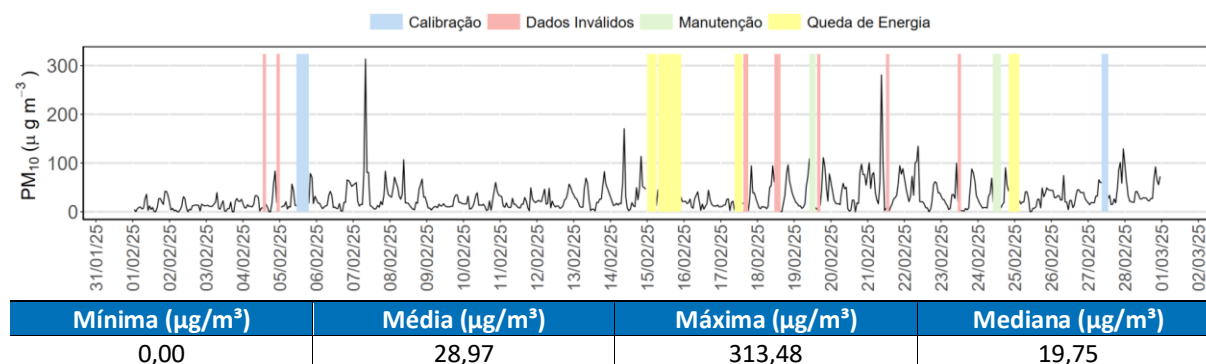
### 6.1. Gráficos de evolução horária com ocorrências

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**.

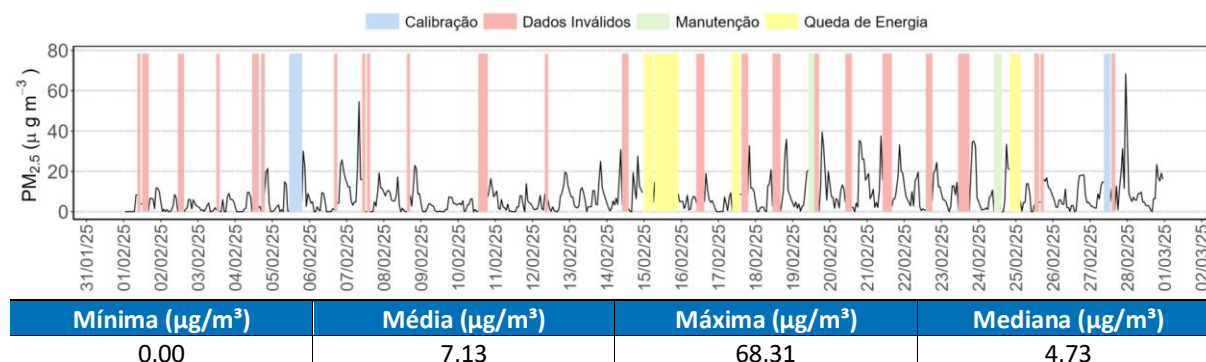
#### ☑ Partículas Totais em Suspensão (PTS):



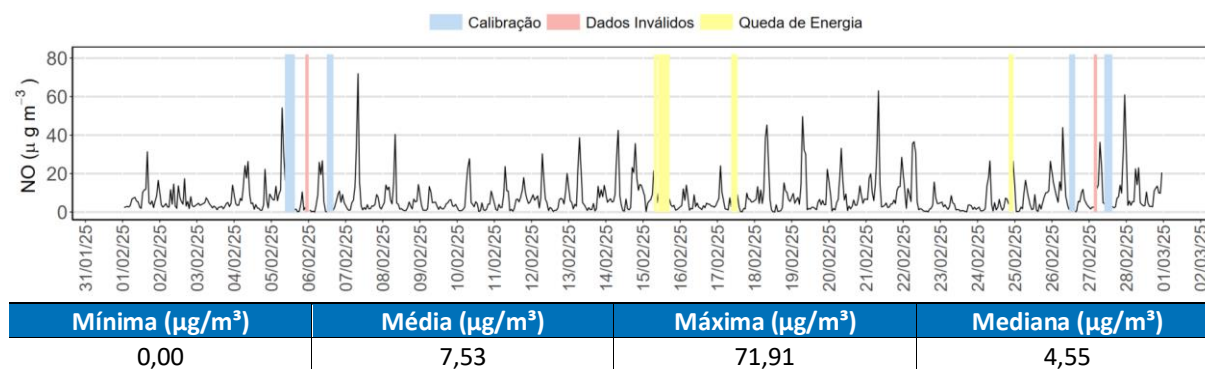
#### ☑ Partículas Inalável (PM<sub>10</sub>):



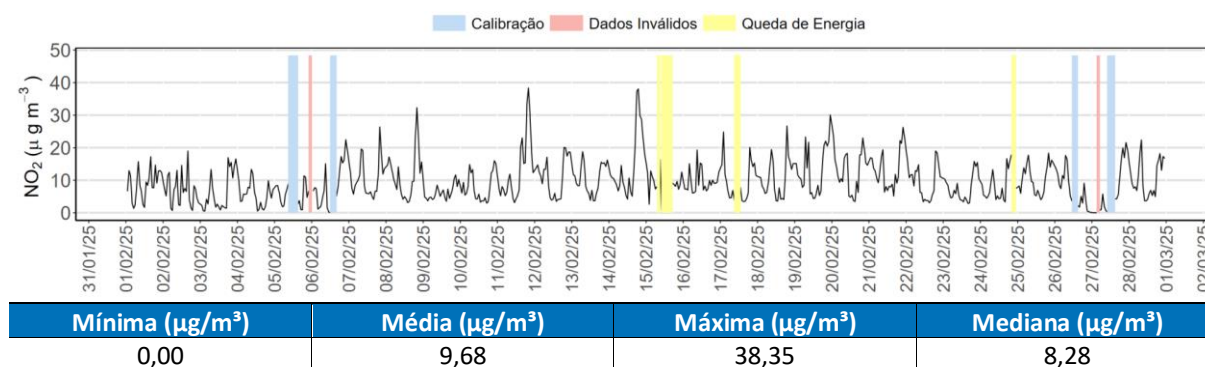
#### ☑ Partículas Respiráveis (PM<sub>2,5</sub>):



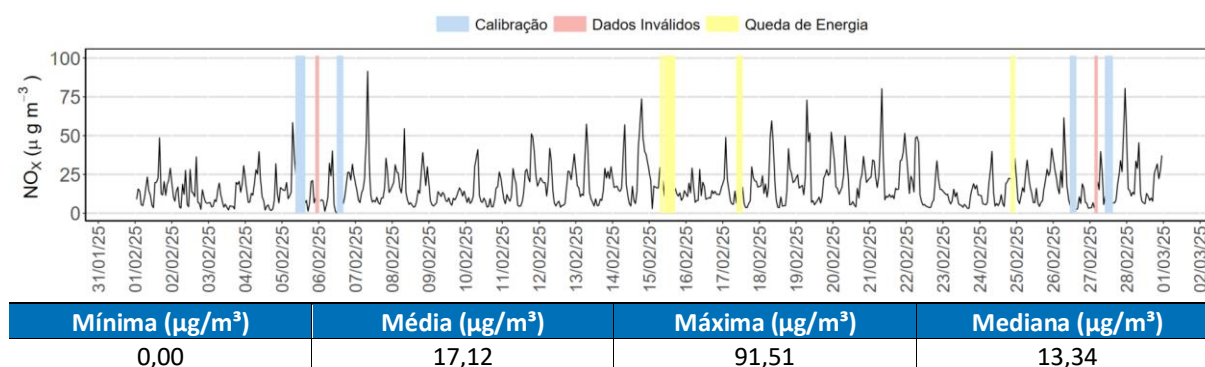
### Óxido Nítrico (NO):



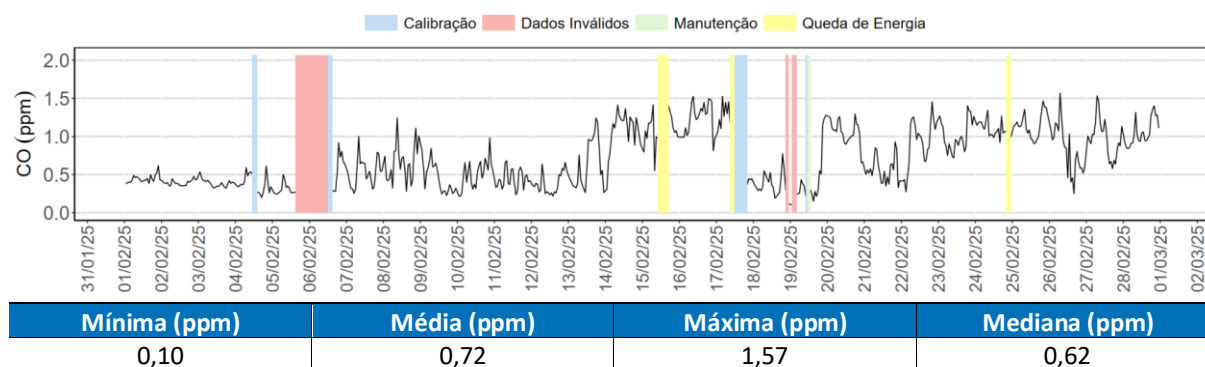
### Dióxido de Nitrogênio (NO<sub>2</sub>):



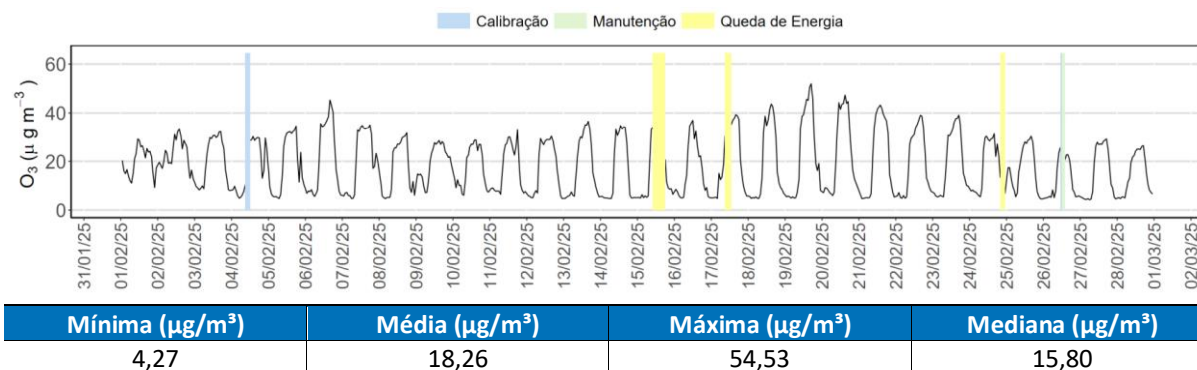
### Óxidos de Nitrogênio (NO<sub>x</sub>):



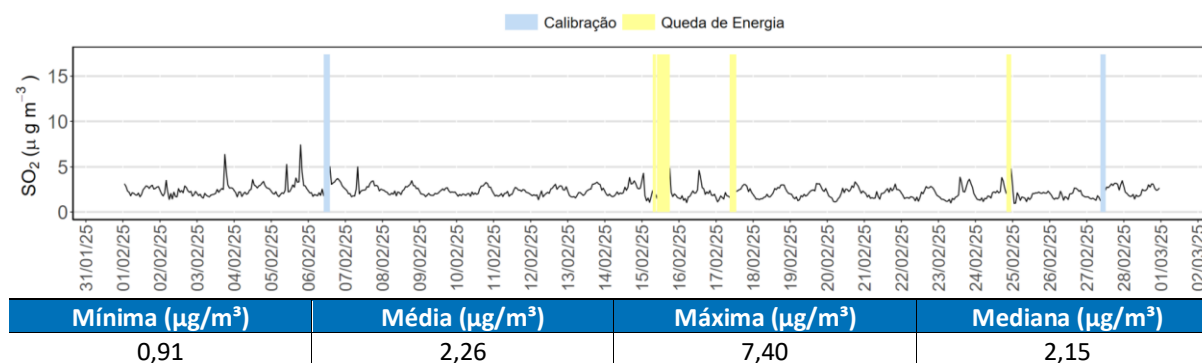
### Monóxido de Carbono (CO):



### 📉 Ozônio Troposférico (O<sub>3</sub>):



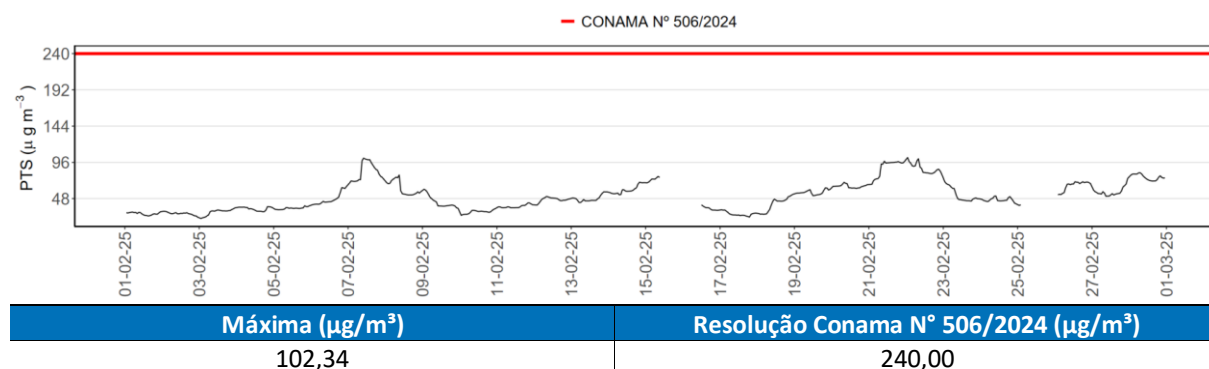
### 📉 Dióxido de Enxofre (SO<sub>2</sub>):



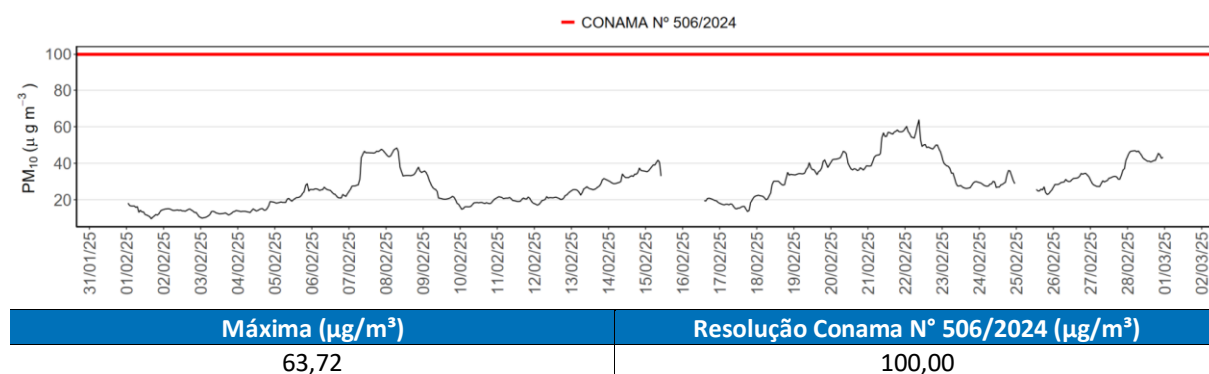
## 6.2. Comparação com a legislação aplicável

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, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, NO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub> e SO<sub>2</sub>) sendo possível a comparação dos resultados obtidos no monitoramento da EAMQAr com os padrões de qualidade do ar estaduais e nacionais da legislação vigente.

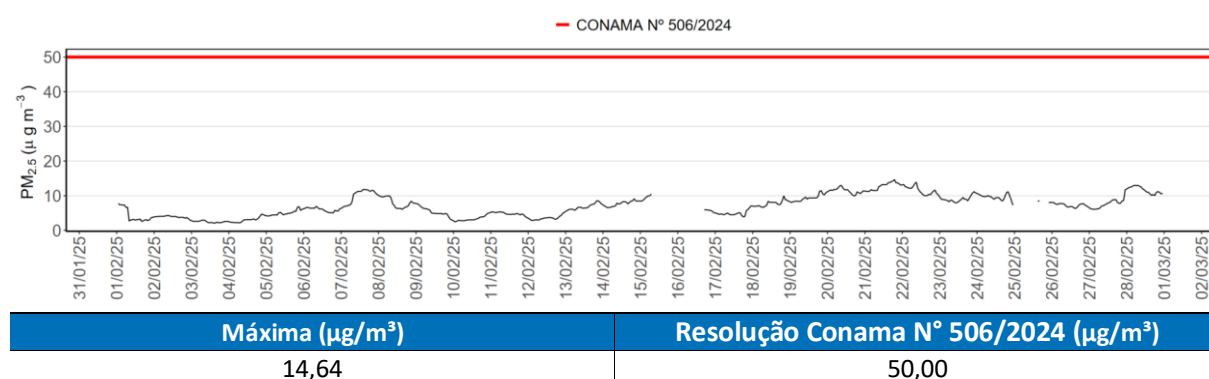
### Partículas Totais em Suspensão (PTS):



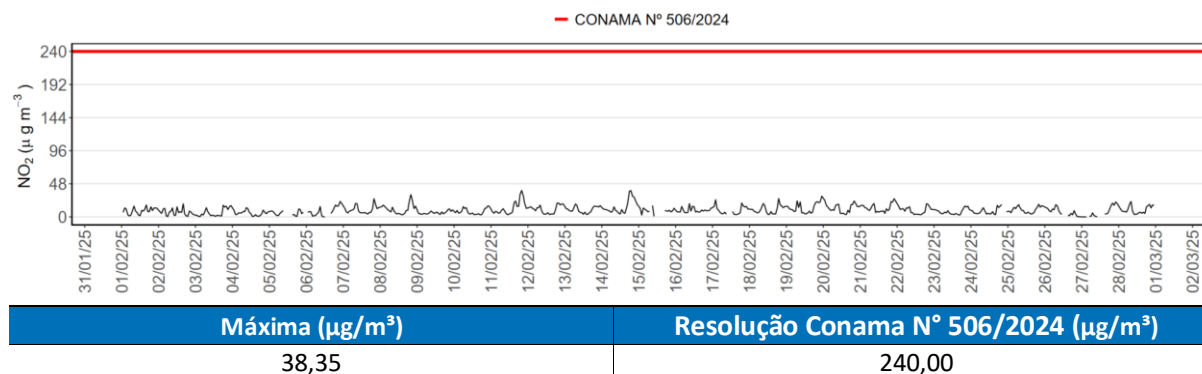
### Partículas Inalável (PM<sub>10</sub>):



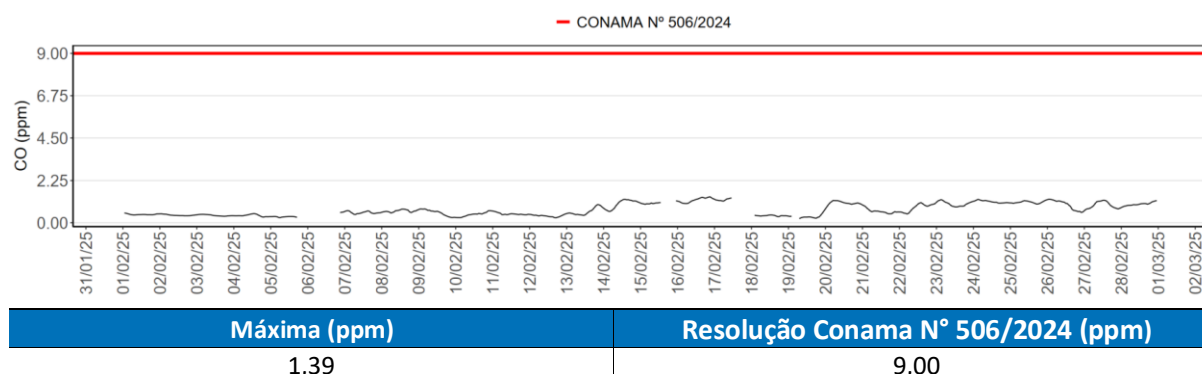
### Partículas Respiráveis (PM<sub>2,5</sub>):



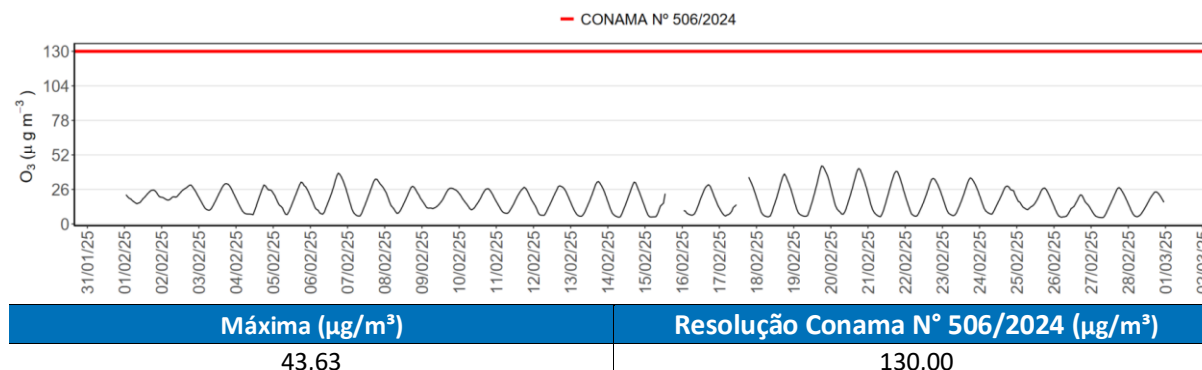
### ☑ Dióxido de Nitrogênio (NO<sub>2</sub>):



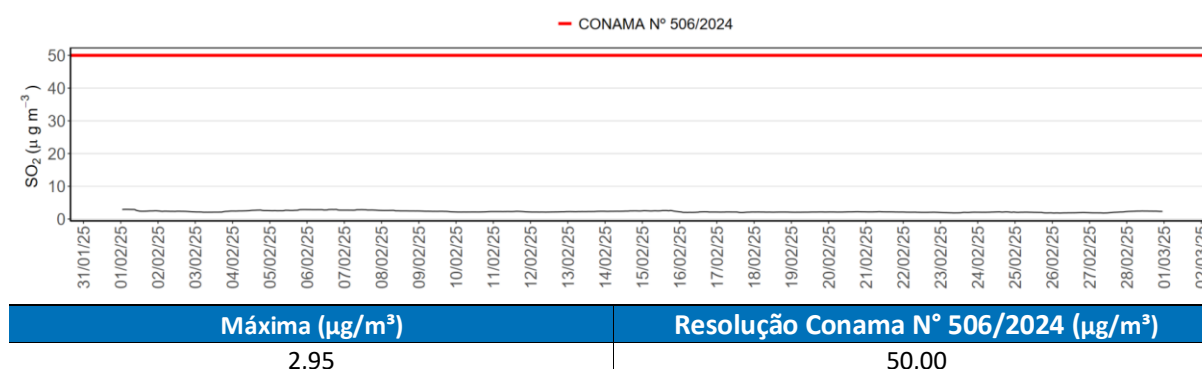
### ☑ Monóxido de Carbono (CO):



### ☑ Ozônio Troposférico (O<sub>3</sub>):



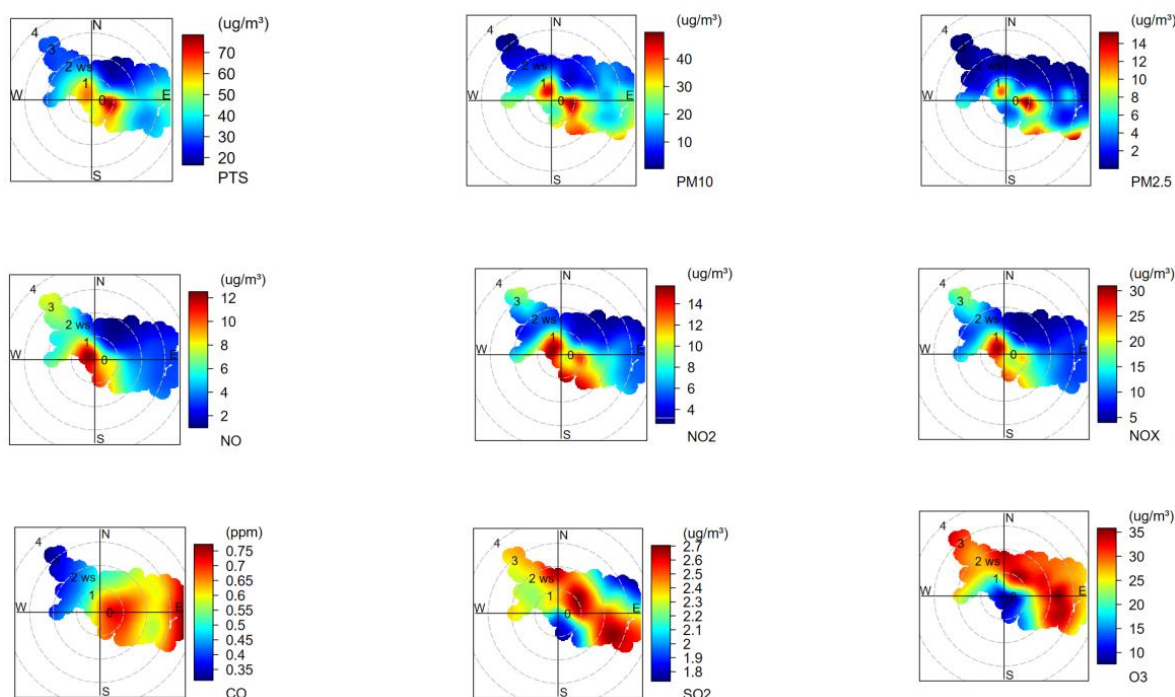
### ☑ Dióxido de Enxofre (SO<sub>2</sub>):



### 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 menor 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, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, CO, NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> e O<sub>3</sub>) 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 leste, e sudeste, a baixa e média velocidades, o que sugere que os poluentes se deslocam de áreas mais distantes 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

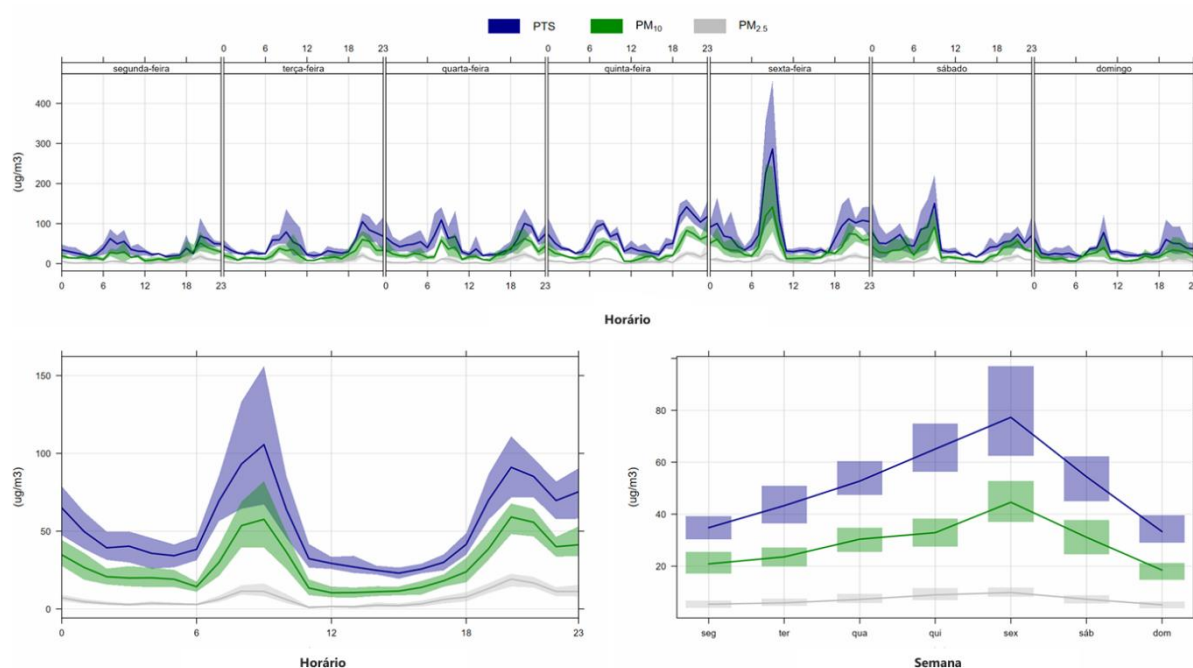
A seguir serão apresentados os gráficos de evolução horária de cada parâmetro monitorado. A avaliação da evolução horária ao longo do período monitorado é importante, para evidenciar o comportamento típico da interação dia/noite de cada parâmetro e assegurar a consistência das medições dos dados de qualidade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

### 6.4.1. PTS, PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub>

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 e um decréscimo aos finais de semana.

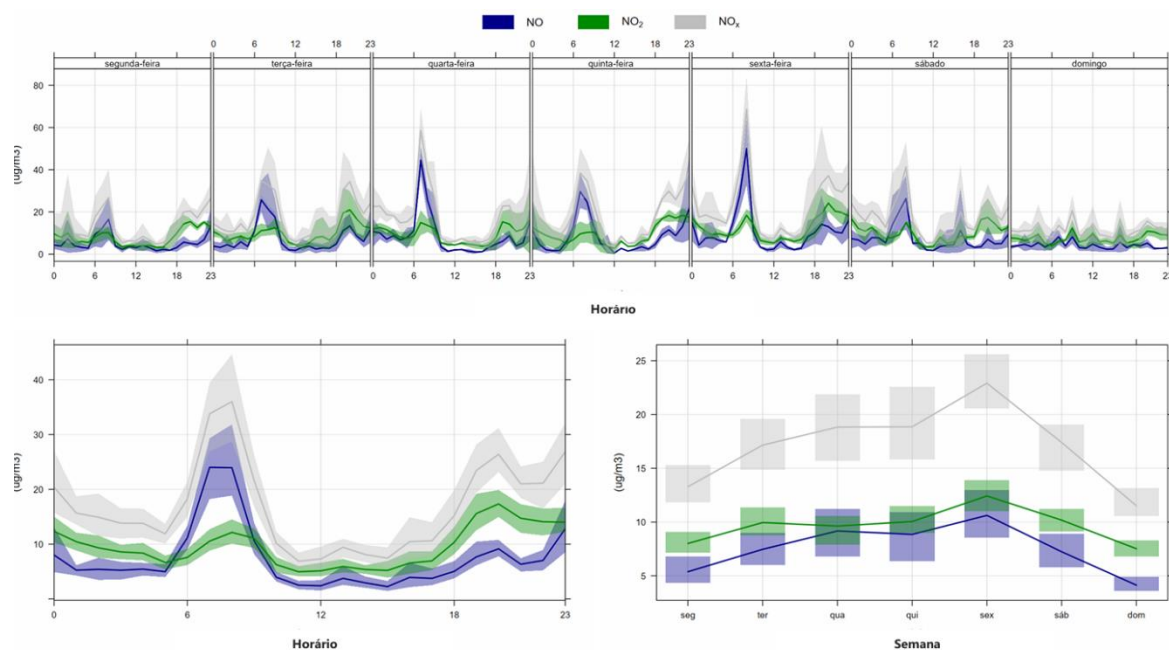


**Figura 6.4.1-1:** Evolução horária e semanal de PTS, PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub> da EAMQAr.

## 6.4.2. NO, NO<sub>2</sub> e NO<sub>x</sub>

Os parâmetros NO, NO<sub>2</sub> e NO<sub>x</sub> 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 e um decréscimo aos finais de semana.

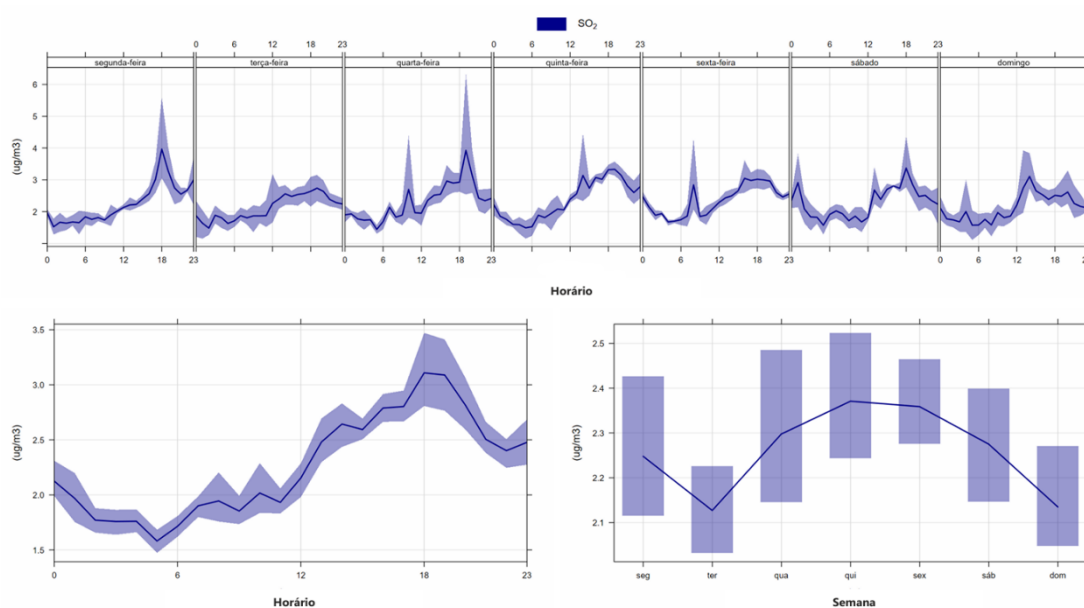


**Figura 6.4.2-1:** Evolução horária e semanal de NO, NO<sub>2</sub> e NO<sub>x</sub> da EAMQAr.

### 6.4.3. SO<sub>2</sub>

O parâmetro SO<sub>2</sub> 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 13h às 15h, possivelmente influenciado devido a queima de combustíveis fosseis 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 das terças-feiras às quintas-feiras.



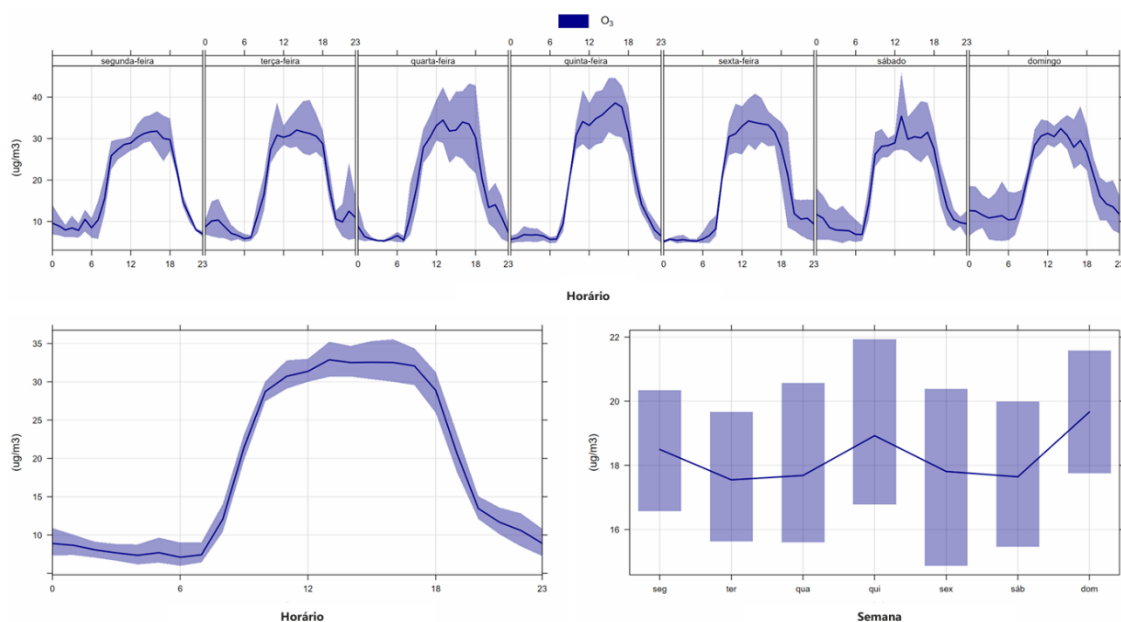
**Figura 6.4.3-1:** Evolução horária e semanal de SO<sub>2</sub> da EAMQAr.

#### 6.4.4. O<sub>3</sub>

Na análise dos resultados, é possível perceber o comportamento atmosférico é advindo de reações que ocorrem na troposfera terrestre envolvendo o ozônio (O<sub>3</sub>). 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 NO<sub>2</sub> e oxigênio. Esta reação, inerente da atmosfera, dá origem a comportamentos horários complementares entre os poluentes O<sub>3</sub> e NO<sub>2</sub>, ou seja, à medida que a concentração do O<sub>3</sub> aumenta, a concentração de NO<sub>2</sub> 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 O<sub>3</sub>. 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 uma um aumento nas quintas-feiras e aos domingos.

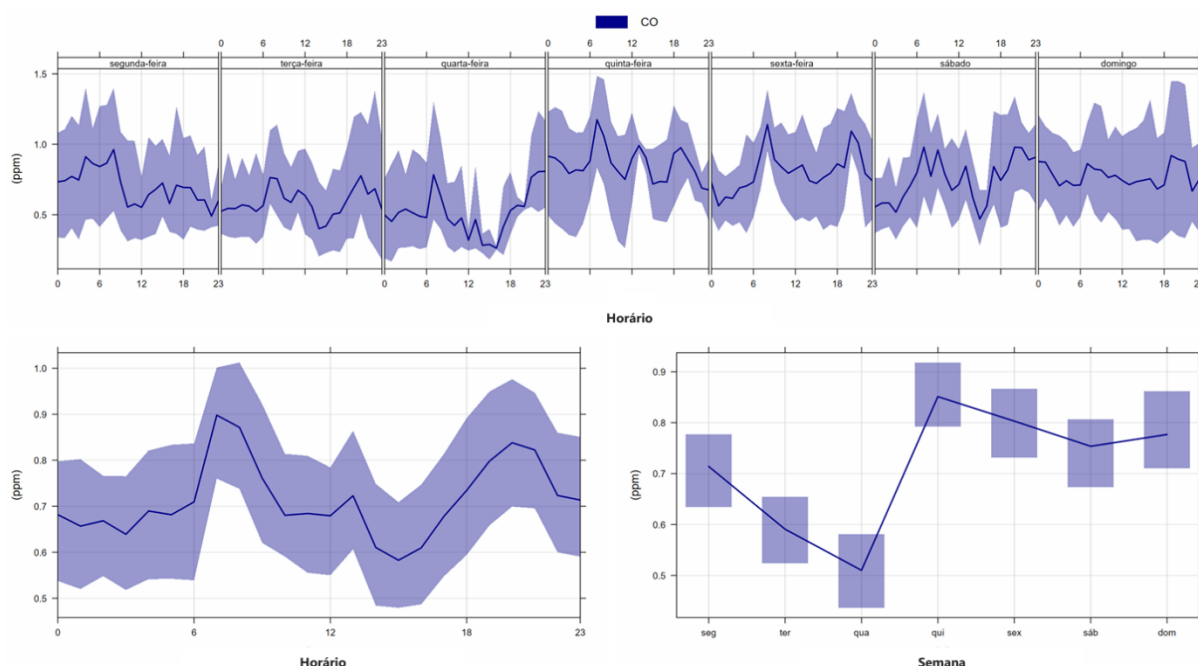


**Figura 6.4.4-1:** Evolução horária e semanal de O<sub>3</sub> da EAMQAR.

## 6.4.5. CO

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

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



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

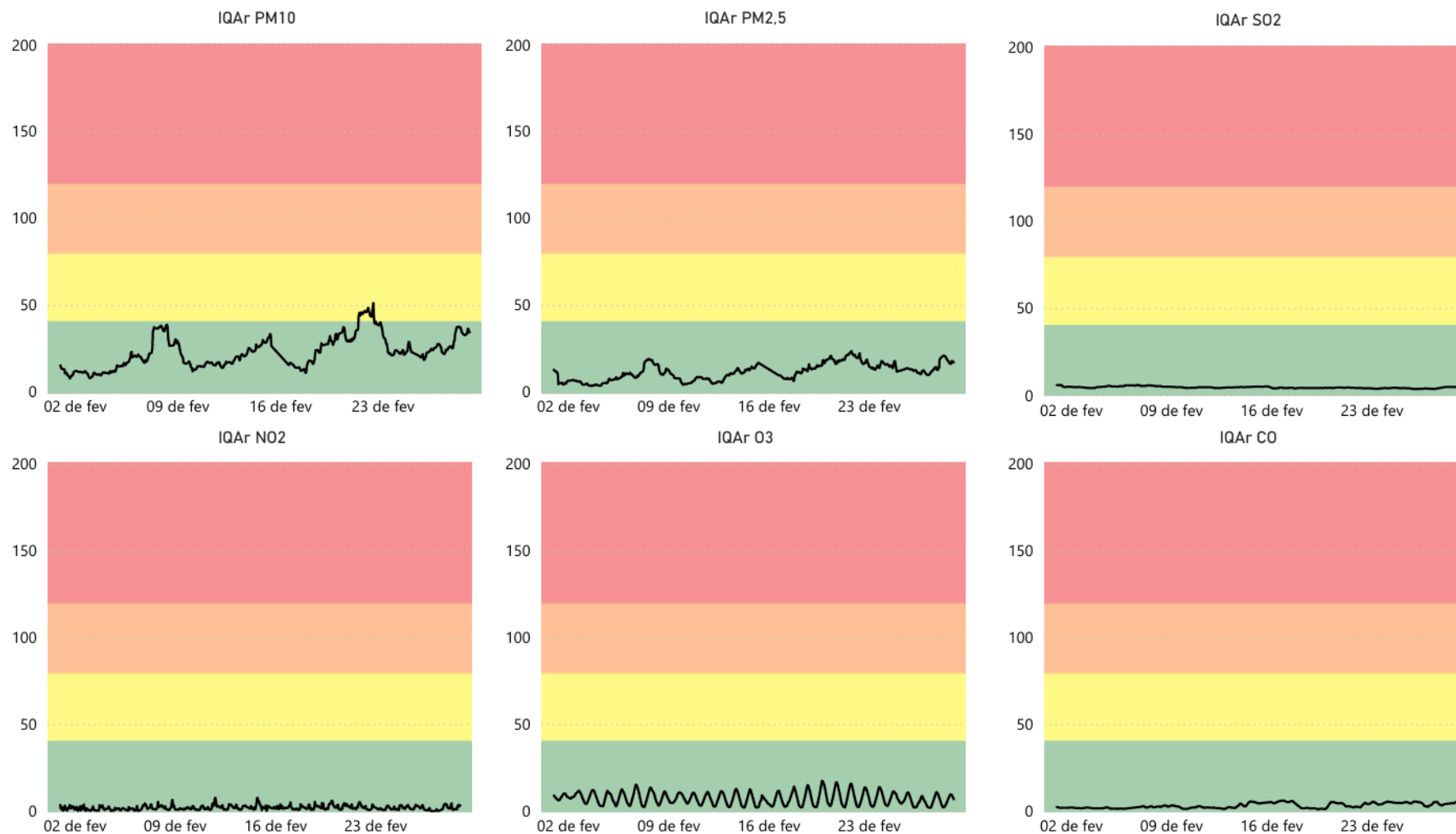
## 6.5. Cálculo do IQAr

Para o mês de **fevereiro 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 <sub>2</sub> | NO <sub>2</sub> | O <sub>3</sub> | PM <sub>10</sub> | PM <sub>2,5</sub> | Total  |
|-----------------------|---------|-----------------|-----------------|----------------|------------------|-------------------|--------|
| <b>BOA</b>            | 100,00% | 100,00%         | 100,00%         | 100,00%        | 96,13%           | 100,00%           | 99,36% |
| <b>MODERADO</b>       | -       | -               | -               | -              | 3,87%            | -                 | 0,64%  |

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<sub>2,5</sub>, PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, 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 fevereiro, a principal causa da perda de dados foi devido às quedas de energia que ocorreram no dia 15/02/2025 nos horários de 01h, 08h, 11h às 12h e 14h às 16h, ocasionando na perda de dados para os parâmetros até o dia 17/02/2025 às 12h, quando o operador restabeleceu o funcionamento da estação. No entanto, foi possível recuperar os dados dos equipamentos, com exceção dos parâmetros meteorológicos, pois o *FieldLogger* não armazenou as medições. Após a retomada da Estação, os sensores voltaram a operar normalmente.

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

| Data       | Horário    | Parâmetros                 | Motivo da Invalidação                                                        |
|------------|------------|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| 01/02/2025 | 10h        | PM2,5                      | Dado Inválido devido medições de PM10 < PM2,5 para além do limite permitido. |
|            | 13h às 15h |                            | Dado Inválido devido medições negativas além do limite permitido.            |
|            | 21h        | PTS                        | Dado Inválido devido medições de PTS < PM10 para além do limite permitido.   |
| 02/02/2025 | 10h        | PTS                        | Dado Inválido devido medições de PTS < PM10 para além do limite permitido.   |
|            | 19h        |                            |                                                                              |
|            | 12h às 14h | PM2,5                      | Dado Inválido devido medições negativas além do limite permitido.            |
| 03/02/2025 | 13h        | PM2,5                      | Dado Inválido devido medições negativas além do limite permitido.            |
| 03/02/2025 | 18h        | Velocidade do Vento        | Dado invalidado devido à medição incoerente considerando a série histórica.  |
| 04/02/2025 | 10h às 11h | O3                         | Calibração do equipamento.                                                   |
|            | 12h às 13h | CO                         |                                                                              |
|            | 12h        | PM2,5                      | Dado Inválido devido medições negativas além do limite permitido.            |
|            | 18h        |                            |                                                                              |
|            | 14h        | PM10 e PM2,5               |                                                                              |
|            | 23h        | PM10                       |                                                                              |
|            | 15h        | Precipitação Pluviométrica | Manutenção do equipamento - Teste do sensor.                                 |
|            | 21h às 22h | PTS                        | Dado Inválido devido medições de PTS < PM10 para além do limite permitido.   |
| 05/02/2025 | 12h às 18h | PM10 e PM2,5               | Calibração do equipamento.                                                   |
|            | 10h às 14h | NO-NO2-NOX                 |                                                                              |
|            | 23h        |                            | Dado invalidado devido à uma falha na medição do equipamento.                |
|            | 16h às 23h | CO                         | Dado Inválido devido medições negativas além do limite permitido.            |
| 06/02/2025 | 00h às 12h | CO                         | Dado Inválido devido medições negativas além do limite permitido.            |
|            | 13h às 14h |                            | Calibração do equipamento.                                                   |
|            | 11h às 13h | SO2                        |                                                                              |
|            | 13h às 15h | NO-NO2-NOX                 |                                                                              |
|            | 14h às 17h | PTS                        |                                                                              |
|            | 17h        | PM2,5                      | Dado Inválido devido medições negativas além do limite permitido.            |
| 07/02/2025 | 07h às 08h | PTS                        | Dado Inválido devido medições de PTS < PM10 para além do limite permitido.   |
|            | 11h        | PM2,5                      | Dado Inválido devido medições negativas além do limite permitido.            |
|            | 14h        |                            |                                                                              |
| 08/02/2025 | 16h        | PM2,5                      | Dado Inválido devido medições negativas além do limite permitido.            |
| 10/02/2025 | 03h        | PTS                        | Dado Inválido devido medições de PTS < PM10 para além do limite permitido.   |
|            | 09h        |                            |                                                                              |
|            | 14h às 16h | PM2,5                      | Dado Inválido devido medições negativas além do limite permitido.            |

| Data       | Horário    | Parâmetros          | Motivo da Invalidação                                                                        |
|------------|------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
|            | 18h        |                     |                                                                                              |
| 12/02/2025 | 09h        | PM2,5               | Dado Inválido devido medições negativas além do limite permitido.                            |
| 13/02/2025 | 09h às 10h | PTS                 | Dado Inválido devido medições de PTS < PM10 para além do limite permitido.                   |
| 14/02/2025 | 10h        | PTS                 | Dado Inválido devido medições de PTS < PM10 para além do limite permitido.                   |
|            | 17h        |                     |                                                                                              |
|            | 11h às 13h | PM2,5               | Dado Inválido devido medições negativas além do limite permitido.                            |
|            | 15h        | Velocidade do Vento | Dado invalidado devido à medição incoerente para o parâmetro considerando a série histórica. |
| 15/02/2025 | 01h às 05h | PM10 e PM2,5        | Queda da alimentação de energia elétrica da Estação devido à inconsistência na região.       |
|            | 08h às 21h |                     |                                                                                              |
|            | 01h às 04h | PTS                 |                                                                                              |
|            | 08h às 16h |                     |                                                                                              |
|            | 08h        | SO2 e NO-NO2-NOX    |                                                                                              |
|            | 11h às 12h | Gases               |                                                                                              |
|            | 14h às 16h | NO-NO2-NOX e CO     |                                                                                              |
|            | 14h às 17h | SO2 e O3            |                                                                                              |
|            | 01h às 23h | Meteorológicos      |                                                                                              |
| 16/02/2025 | 07h às 09h | PTS                 | Dado Inválido devido medições de PTS < PM10 para além do limite permitido.                   |
|            | 16h        |                     |                                                                                              |
|            | 11h        | PM2,5               | Dado Inválido devido medições negativas além do limite permitido.                            |
|            | 13h às 14h |                     |                                                                                              |
|            | 01h às 23h | Meteorológicos      | Queda da alimentação de energia elétrica da Estação devido à inconsistência na região.       |
| 17/02/2025 | 00h        | PM2,5               | Dado Inválido devido medições negativas além do limite permitido.                            |
|            | 01h às 09h | Meteorológicos      | Queda da alimentação de energia elétrica da Estação devido à inconsistência na região.       |
|            | 10h às 12h | Todos os Parâmetros |                                                                                              |
|            | 13h        | PM10 e PM2,5        | Estabilização do equipamento devido à queda da alimentação de energia elétrica da Estação.   |
|            | 13h às 19h | CO                  | Calibração do equipamento.                                                                   |
|            | 16h às 17h | PM10 e PM2,5        | Dado Inválido devido medições negativas além do limite permitido.                            |
|            | 18h        | PM2,5               |                                                                                              |
| 18/02/2025 | 12h às 14h | PM10 e PM2,5        | Dado Inválido devido medições negativas além do limite permitido.                            |
|            | 15h        | PM2,5               | Estabilização do equipamento devido à queda da alimentação de energia elétrica da Estação.   |
|            | 19h        | PTS                 | Dado Inválido devido medições de PTS < PM10 para além do limite permitido.                   |
|            | 22h        | CO                  | Dado Inválido devido medições negativas além do limite permitido.                            |
| 19/02/2025 | 02h às 03h | CO                  | Dado Inválido devido medições negativas além do limite permitido.                            |
|            | 11h        |                     | Calibração do equipamento.                                                                   |
|            | 12h        |                     | Manutenção do equipamento - Troca do filtro.                                                 |
|            | 11h às 13h | PM10 e PM2,5        | Manutenção do equipamento - Reinício do equipamento.                                         |
|            | 14h às 16h | PM2,5               | Dado Inválido devido medições negativas além do limite permitido.                            |
|            | 16h        | PM10                |                                                                                              |
| 20/02/2025 | 11h às 13h | PM2,5               | Dado Inválido devido medições negativas além do limite permitido.                            |
| 21/02/2025 | 09h        | PTS                 | Dado Inválido devido medições de PTS < PM10 para além do limite permitido.                   |
|            | 11h às 15h | PM2,5               | Dado Inválido devido medições negativas além do limite permitido.                            |
|            | 13h        | PM10                |                                                                                              |
| 22/02/2025 | 15h às 17h | PM2,5               | Dado Inválido devido medições negativas além do limite permitido.                            |
| 23/02/2025 | 07h        | PTS                 | Dado Inválido devido medições de PTS < PM10 para além do limite permitido.                   |

| Data       | Horário    | Parâmetros          | Motivo da Invalidação                                                                      |
|------------|------------|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
|            | 12h às 15h | PM2,5               | Dado Inválido devido medições negativas além do limite permitido.                          |
|            | 17h        |                     |                                                                                            |
|            | 12h        | PM10                |                                                                                            |
| 24/02/2025 | 11h às 14h | PM10 e PM2,5        | Manutenção do equipamento - Ajuste de configuração.                                        |
|            | 18h às 19h | Pressão Atmosférica | Dado invalidado devido à medição incoerente considerando a série histórica.                |
|            | 19h às 20h | PTS                 | Dado Inválido devido medições de PTS < PM10 para além do limite permitido.                 |
|            | 21h às 22h | Todos os parâmetros | Queda da alimentação de energia elétrica da Estação devido à inconsistência na região.     |
|            | 23h        | Particulados        | Estabilização do equipamento devido à queda da alimentação de energia elétrica da Estação. |
| 25/02/2025 | 00h às 02h | PM10 e PM2,5        | Estabilização do equipamento devido à queda da alimentação de energia elétrica da Estação. |
|            | 00h às 03h | PTS                 |                                                                                            |
|            | 07h        |                     |                                                                                            |
|            | 15h        |                     |                                                                                            |
|            | 18h às 20h |                     |                                                                                            |
|            | 13h às 14h | PM2,5               | Dado Inválido devido medições negativas além do limite permitido.                          |
|            | 17h        |                     |                                                                                            |
| 26/02/2025 | 12h        | O3                  | Calibração do equipamento.                                                                 |
|            | 13h        |                     | Manutenção do equipamento - Troca do filtro.                                               |
|            | 12h às 14h | NO-NO2-NOX          | Calibração do equipamento.                                                                 |
|            | 18h        | PTS                 | Dado Inválido devido medições de PTS < PM10 para além do limite permitido.                 |
| 27/02/2025 | 04h        | NO-NO2-NOX          | Dado Inválido devido medições negativas além do limite permitido.                          |
|            | 09h        | PTS                 | Dado Inválido devido medições de PTS < PM10 para além do limite permitido.                 |
|            | 10h às 12h | PM10 e PM2,5        | Calibração do equipamento.                                                                 |
|            | 10h às 11h | PTS                 |                                                                                            |
|            |            | SO2                 |                                                                                            |
|            | 11h às 14h | NO-NO2-NOX          |                                                                                            |
|            | 15h        | PM2,5               | Dado Inválido devido medições negativas além do limite permitido.                          |

## 8. DISPONIBILIDADE

A **Tabela 8-1** apresenta a disponibilidade por parâmetro e total da EAMQAr. A disponibilidade contratual é calculada com base nas considerações realizadas contratualmente entre CONTRATANTE e CONTRATADA. 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 | Disponibilidade Contratual |
|---------------------|--------------|-----------------|------------|------------|-------------|---------------|----------------------|----------------------------|
| PTS                 | 672          | 30              | 0          | 6          | 23          | 613           | 91,22%               | 95,33%                     |
| PM <sub>10</sub>    | 672          | 10              | 7          | 10         | 29          | 616           | 91,67%               | 98,40%                     |
| PM <sub>2,5</sub>   | 672          | 57              | 7          | 10         | 29          | 569           | 84,67%               | 90,89%                     |
| CO                  | 672          | 24              | 1          | 12         | 10          | 625           | 93,01%               | 96,30%                     |
| NO                  | 672          | 2               | 0          | 15         | 11          | 644           | 95,83%               | 99,69%                     |
| NO <sub>2</sub>     | 672          | 2               | 0          | 15         | 11          | 644           | 95,83%               | 99,69%                     |
| NO <sub>x</sub>     | 672          | 2               | 0          | 15         | 11          | 644           | 95,83%               | 99,69%                     |
| O <sub>3</sub>      | 672          | 0               | 1          | 3          | 11          | 657           | 97,77%               | 100,00%                    |
| SO <sub>2</sub>     | 672          | 0               | 0          | 5          | 12          | 655           | 97,47%               | 100,00%                    |
| Direção do Vento    | 672          | 0               | 0          | 0          | 62          | 610           | 90,77%               | 100,00%                    |
| Velocidade do Vento | 672          | 2               | 0          | 0          | 62          | 608           | 90,48%               | 99,67%                     |
| Temperatura         | 672          | 1               | 0          | 0          | 62          | 609           | 90,62%               | 99,84%                     |
| Umidade Relativa    | 672          | 0               | 0          | 0          | 62          | 610           | 90,77%               | 100,00%                    |
| Pressão             | 672          | 2               | 0          | 0          | 62          | 608           | 90,48%               | 99,67%                     |
| Radiação Solar      | 672          | 0               | 0          | 0          | 62          | 610           | 90,77%               | 100,00%                    |
| Precipitação        | 672          | 0               | 1          | 0          | 62          | 609           | 90,62%               | 100,00%                    |
| <b>Total</b>        | <b>10752</b> | <b>132</b>      | <b>17</b>  | <b>91</b>  | <b>581</b>  | <b>9931</b>   | <b>92,36%</b>        | <b>98,70%</b>              |

## 9. CONCLUSÕES

Os dados monitorados pela EAMQAr - CRAS foram medidos diariamente, com acompanhamento da equipe de monitoramento. O período de medição compreendeu os dias 01/02/2025 a 28/02/2025, 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 99,36% da classificação total como BOA e 0,64% da classificação total como MODERADO.

Quanto a disponibilidade temos que, a Disponibilidade Real foi de 92,36% enquanto a Disponibilidade Contratual foi de 98,70%.

## 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>.

CNN Brasil. Incêndio florestal atinge área do Parque Ecológico do Riacho Fundo, DF. 2024. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/incendio-florestal-atinge-area-do-parque-ecologico-do-riacho-fundo-df/#:~:text=Um%20incêndio%20florestal%20atingiu%20uma>. Acesso em: 12 de setembro de 2024.

G1. DF registra pelo menos 11 incêndios neste sábado (7) e fumaça encobre Brasília; veja fotos e vídeo. 2024. Disponível em: <https://g1.globo.com/df/distrito-federal/noticia/2024/09/07/df-registra-pelo-menos-11-incendios-neste-sabado-7-e-fumaca-encobre-brasilia-veja-fotos-e-video.ghtml>. Acesso em: 9 de setembro de 2024.

Poder360. Brasília fica com céu amarelo e esfumaçado no Dia da Independência. 2024. Disponível em: <https://www.poder360.com.br/poder-sustentavel/brasilia-fica-com-ceu-amarelo-e-esfumacado-no-dia-da-independencia/#:~:text=Brasília%20foi%20encoberta%20por%20fumaça>. Acesso em: 9 de setembro de 2024.

G1. Queimadas: cerca de 30 incêndios atingem o DF nesta quarta-feira; veja imagens. 2024. Disponível em: <https://g1.globo.com/df/distrito-federal/noticia/2024/09/11/queimadas-cerca-de-30-incendios-atingem-o-df-nesta-quarta-feira-veja-imagens.ghtml>. Acesso em: 12 de setembro de 2024.

## 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.



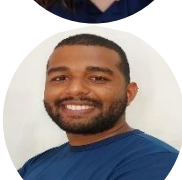
Vhictor Pereira Rodrigues, Técnico em Instrumentação Eletrônica e Controle de Processos.  
Coordenador de Operações.



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.



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-624825** Data de emissão: **06/03/2025**  
Endereço: Sobradinho - DF

### CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA DE CALIBRAÇÃO

Item de calibração: Monitor de PTS  
Marca/Modelo: TEOM 1405 Ambient Particulate  
Método medição: Microbalança de precisão  
Número Serial: 1405A211301010  
Data da calibração: 26/02/2025  
Hora início/Fim: 09:13/10:53  
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

| Item               | Valor | Tolerância | Status |
|--------------------|-------|------------|--------|
| Main flow (lpm)    | 0,01  | 0,15 lpm   | OK     |
| By pass flow (lpm) | 0,01  | 0,6 lpm    | OK     |

### VERIFICAÇÃO DO FLUXO PRINCIPAL

| Item                      | Valor                         | Tolerância                   | Status |
|---------------------------|-------------------------------|------------------------------|--------|
| Fluxo TEOM (lpm):         | 3,000                         | Fluxo Fluxômetro (lpm): 3,13 | OK     |
| Erro Percentual:          | 4,33%                         | Tolerância: 10%              |        |
| Previous Flow Adj Factor: | 1,0581                        | Current Flow Adj Factor:     | 1,0433 |
| Valor Final de Fluxo:     | Leitura no Equipamento: 3,000 | Leitura no Fluxômetro:       | 3,000  |

### VERIFICAÇÃO DO FLUXO BYPASS

| Item                      | Valor                          | Tolerância                   | Status |
|---------------------------|--------------------------------|------------------------------|--------|
| Fluxo TEOM (lpm):         | 13,67                          | Fluxo Flowmeter (lpm): 07:55 | OK     |
| Erro Percentual:          | 4,83%                          | Tolerância: 10%              |        |
| Previous Flow Adj Factor: | 1,0036                         | Current Flow Adj Factor:     | 1,0483 |
| Valor Final de Fluxo:     | Leitura no Equipamento: 13,670 | Leitura no Fluxômetro:       | 13,67  |

KO Atual: NA KO 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  $V_{\text{eff}}$  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 KO 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*

Victor Pereira Rodrigues  
Coordenador de Operação

## CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO DO ANALISADOR DE NOx

### INFORMAÇÕES GERAIS

Solicitante: Votorantin - Ciplan  
Número do certificado: CEAIR-624925 Data de emissão: 06/03/2025  
Endereço: Sobradinho - DF

### CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA DE CALIBRAÇÃO

Item de calibração: Analisador de NO, NO2 e NOx Data da calibração: 27/02/2025  
Marca/Modelo: Thermo Fisher 42i Hora início / fim: 10:38  
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: 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) | 0,4   | 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 Concentração (ppm): 45,06  
Certificado Nº: 202223821 Data de fabricação: 20/09/2024  
Pressão: 144 Bar 2100 PSI Validade: 20/09/2025

### VALOR DO COEFICIENTE E BKG

| DADOS INICIAS  |       | DADOS FINAIS   |       |
|----------------|-------|----------------|-------|
| NO COEF:       | 1,30  | NO COEF:       | 1,297 |
| NO BKG (ppb):  | 20,90 | NO BKG (ppb):  | 21,10 |
| NO2 COEF:      | 1,00  | NO2 COEF:      | 1,00  |
| NOX COEF:      | 1,00  | NOX COEF:      | 1,00  |
| NOX BKG (ppb): | 26,20 | NOX BKG (ppb): | 26,70 |

### VERIFICAÇÃO DE ZERO / SPAN - NO

| ESCALA | LEITURA CALIBRADOR (ppm) | LEITURA INSTRUMENTO (ppm) | DIFERENÇA % |
|--------|--------------------------|---------------------------|-------------|
| 0%     | 0,000                    | 0,001                     | 0,06%       |
| 80%    | 0,800                    | 0,800                     | 0,00%       |

### VERIFICAÇÃO ZERO / SPAN - NOX

| ESCALA | LEITURA CALIBRADOR (ppm) | LEITURA INSTRUMENTO (ppm) | ERRO ESCALA COMPLETA % |
|--------|--------------------------|---------------------------|------------------------|
| 0%     | 0,000                    | 0,002                     | 0,17%                  |
| 80%    | 0,800                    | 0,804                     | 0,40%                  |

### 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, 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 CALIBRAÇÃO DO ANALISADOR DE MONÓXIDO DE CARBONO

## INFORMAÇÕES GERAIS

Solicitante: Votorantin - Ciplan  
Número do certificado: CEAIR-624325 Data de emissão: 06/03/2025  
Endereço: Sobradinho - DF

## CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA DE CALIBRAÇÃO

Item de calibração: Analisador de CO Data da calibração: 19/02/2025  
Marca/Modelo: Thermo Fisher 48i Hora início / fim: 09:47/11:11  
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: 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 |                                               |      |     |
| CO                  | 0                      | 50     | 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: 103 Bar 1500 PSI Validade: 09/08/2027

## VALOR DO COEFICIENTE E BKG

| DADOS INICIAIS |       | DADOS FINAIS |       |
|----------------|-------|--------------|-------|
| CO COEF        | 5.663 | CO COEF      | 1.336 |
| CO BKG (ppm)   | 1.322 | CO BKG (ppm) | 4.879 |

## VERIFICAÇÃO ZERO / SPAN

| ESCALA | LEITURA CALIBRADOR (ppm) | LEITURA INSTRUMENTO (ppm) | DIFERENÇA % |
|--------|--------------------------|---------------------------|-------------|
| 0%     | 0,00                     | 0,79                      | 7,90%       |
| 80%    | 7,99                     | 7,91                      | 0,80%       |

## 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 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 CALIBRAÇÃO DO ANALISADOR DE OZÔNIO

## INFORMAÇÕES GERAIS

Solicitante: Votorantim e Ciplan  
Número do certificado: CEAIR-624525 Data de emissão: 06/03/2025  
Endereço: Sobradinho - DF

## CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA DE CALIBRAÇÃO

Item de calibração: Analisador de Ozônio Data da calibração: 26/02/2025  
Marca/Modelo: Thermo Fisher 49i2 Hora início / fim: 11:05/12:04  
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) | 0,04 | ppm |
|---------------------|------------------------|--------|----------------------------------------------|------|-----|
|                     | 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       | 0,934 | O3 COEF      | 0,844 |
| O3 BKG (ppb)  | -2,40 | O3 BKG (ppb) | -2,10 |

## VERIFICAÇÃO ZERO / SPAN

| ESCALA | LEITURA CALIBRADOR (ppb) | LEITURA INSTRUMENTO (ppm) | DIFERENÇA % |
|--------|--------------------------|---------------------------|-------------|
| 0%     | 0,00                     | 0,0024                    | 0,24%       |
| 80%    | 0,80                     | 0,885                     | 8,50%       |

## 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 operar no monitoramento contínuo de concentração de O3.

## NOTAS E INFORMAÇÕES ADICIONAIS

1) Foi necessário ajusteno 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 CALIBRAÇÃO DO ANALISADOR DE DIÓXIDO DE ENXOFRE

## INFORMAÇÕES GERAIS

Solicitante: Votorantin - Ciplan  
Número do certificado: CEAIR-624625 Data de emissão: 06/03/2025  
Endereço: Sobradinho - DF

## CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA DE CALIBRAÇÃO

Item de calibração: Analisador de SO<sub>2</sub> Data da calibração: 27/02/2025  
Marca/Modelo: Thermo Fisher 43i Hora início / fim: 08:49/10:10  
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 <sub>2</sub>     | 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: FF36343 Concentração (ppm): 14,3925  
Certificado Nº: 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 <sub>2</sub> COEF:      | 1,531 | SO <sub>2</sub> COEF:      |  |
| SO <sub>2</sub> BKG (ppb): | 26,1  | SO <sub>2</sub> BKG (ppb): |  |

## VERIFICAÇÃO DE ZERO / SPAN

| ESCALA | LEITURA CALIBRADOR (ppb) | LEITURA INSTRUMENTO (ppb) | DIFERENÇA % |
|--------|--------------------------|---------------------------|-------------|
| 0%     | 0,000                    | 0,0005                    | 0,05%       |
| 80%    | 0,800                    | 0,767                     | 3,3%        |

## 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 <sub>2</sub> . |                 |     |

## 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  
Coordenador de Operação

## CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO DO TEOM 1405

## INFORMAÇÕES GERAIS

Solicitante: Votorantin - Ciplan  
Número do certificado: CEAIR-624725  
Endereço: Sobradinho - DF  
Data de emissão: 06/03/2025

## CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA DE CALIBRAÇÃO

Item de calibração: Monitor de PM10 e PM2,5  
Marca/Modelo: Thermo Scientific TEOM 1405D  
Método medição: Microbalança de Precisão  
Número Serial: 1405A244811910  
Data da calibração: 26/02/2025  
Hora início/Fim: 9:13/10:50  
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             |
| Filtro Padrão - TX40 | NA          | NA                 | NA                     |

## TESTE DE VAZAMENTO

|                     |      | Tolerância: |  | Status: |
|---------------------|------|-------------|--|---------|
| PM 2.5 Flow         | 0,00 | 0,15 lpm    |  | OK      |
| PM - Coarse Flow    | 0,12 | 0,15 lpm    |  | OK      |
| By pass flow (lpm): | 0,60 | 0,6 lpm     |  | OK      |

## VERIFICAÇÃO DO FLUXO PRINCIPAL - PM 2.5

|                           |                        |                          |                       |
|---------------------------|------------------------|--------------------------|-----------------------|
| Fluxo TEOM (lpm):         | 3,000                  | Fluxo Fluxômetro (lpm):  | 3,18                  |
| Erro Percentual:          | 6,00%                  | Tolerância:              | 10%                   |
| Previous Flow Adj Factor: | 0,9700                 | Current Flow Adj Factor: | 1,0600                |
| Valor Final de Fluxo:     | Leitura no Equipamento | 3,000                    | Leitura no Fluxômetro |
|                           |                        |                          | 3                     |

## VERIFICAÇÃO DO FLUXO BYPASS

|                           |                         |                          |                        |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|------------------------|
| Fluxo TEOM (lpm):         | 12                      | Fluxo Flowmeter (lpm):   | 12,46                  |
| Erro Percentual:          | 3,83%                   | Tolerância:              | 10%                    |
| Previous Flow Adj Factor: | 0,9875                  | Current Flow Adj Factor: | 1,0383                 |
| Valor Final de Fluxo      | Leitura no Equipamento: | 12,000                   | Leitura no Fluxômetro: |
|                           |                         |                          | 12                     |

## VERIFICAÇÃO DO FLUXO COARSE

|                           |                         |                          |                        |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|------------------------|
| Fluxo TEOM (lpm):         | 1,67                    | Fluxo Flowmeter (lpm):   | 1,79                   |
| Erro Percentual:          | 7,19%                   | Tolerância:              | 10%                    |
| Previous Flow Adj Factor: | 0,9581                  | Current Flow Adj Factor: | 1,0719                 |
| Valor Final de Fluxo:     | Leitura no Equipamento: | 1,670                    | Leitura no Fluxômetro: |
|                           |                         |                          | 1,67                   |

## CALIBRAÇÃO DO K0 PM-2.5

|           |    |           |    |
|-----------|----|-----------|----|
| K0 Atual: | NA | K0 Audit: | NA |
|-----------|----|-----------|----|

## CALIBRAÇÃO DO K0 PM-Coarse

|           |    |           |    |
|-----------|----|-----------|----|
| K0 Atual: | NA | K0 Audit: | NA |
|-----------|----|-----------|----|

|                |                  |     |
|----------------|------------------|-----|
| STATUS PM 2,5: | EFETUADO AJUSTE: | NA  |
| STATUS PM 10:  | EFETUADO AJUSTE: | NÃO |

## CONCLUSÃO

Não foi necessário ajuste do fluxo, considerando a tolerância de 10%.

INCERTEZA - PM<sub>2,5</sub>INCERTEZA - PM<sub>Coarse</sub>

| Fluxo (lpm) | Incerteza Expandida (µg/m <sup>3</sup> ) | Fluxo (lpm) | Incerteza Expandida (µg/m <sup>3</sup> ) |
|-------------|------------------------------------------|-------------|------------------------------------------|
| 1           | 0,41 (k=2 ; v <sub>eff</sub> = ∞)        | 1           | 0,46 (k=2 ; v <sub>eff</sub> = ∞)        |
| 5           | 0,45 (k=2 ; v <sub>eff</sub> = ∞)        | 5           | 0,50 (k=2 ; v <sub>eff</sub> = ∞)        |
| 16,67       | 0,57 (k=2 ; v <sub>eff</sub> = ∞)        | 16,67       | 0,62 (k=2 ; v <sub>eff</sub> = ∞)        |
| 24,95       | 0,74 (k=2 ; v <sub>eff</sub> = ∞)        | 24,95       | 0,79 (k=2 ; v <sub>eff</sub> = ∞)        |

## 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<sub>eff</sub> 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, tanto para o PM2.5 como para o PM Coarse
- 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 µg/m<sup>3</sup>, 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

Vhictor Pereira Rodrigues  
Coordenador de Operação



Empresa Certificada:  
Certification Standard  
ISO9001:2015

## 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 <sub>eff</sub> =98) |
| 29         | 31                      | 31  | 30  | 31              | 2        | 0,65          | (k=2,28 ; v <sub>eff</sub> =10) |
| 60         | 61                      | 60  | 60  | 60              | 0        | 0,46          | (k=2,03 ; v <sub>eff</sub> =91) |
| 89         | 91                      | 92  | 91  | 91              | 2        | 0,55          | (k=2,14 ; v <sub>eff</sub> =19) |
| 121        | 121                     | 121 | 120 | 121             | 0        | 0,61          | (k=2,23 ; v <sub>eff</sub> =12) |
| 150        | 152                     | 151 | 152 | 151             | 1        | 0,62          | (k=2,23 ; v <sub>eff</sub> =12) |
| 179        | 180                     | 180 | 180 | 180             | 1        | 0,43          | (k=2,00 ; v <sub>eff</sub> =∞)  |
| 209        | 211                     | 210 | 210 | 211             | 2        | 0,68          | (k=2,32 ; v <sub>eff</sub> =9)  |
| 240        | 241                     | 241 | 241 | 241             | 1        | 0,56          | (k=2,16 ; v <sub>eff</sub> =17) |
| 270        | 272                     | 271 | 272 | 272             | 2        | 0,64          | (k=2,25 ; v <sub>eff</sub> =11) |
| 300        | 300                     | 301 | 301 | 301             | 1        | 0,82          | (k=2,52 ; v <sub>eff</sub> =6)  |
| 330        | 330                     | 331 | 331 | 330             | 0        | 0,51          | (k=2,08 ; v <sub>eff</sub> =34) |

### 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<sub>eff</sub> 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 L.*

Gabriel Prates Lorigato  
Técnico de manutenção

#### APROVADO POR

*Gilmar A. Assis*

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 <sub>eff</sub> =∞) |
| 16,4         | 16,7                      | 16,6 | 16,7 | 16,6              | 0,20       | 0,3             | (k=2,00 ; v <sub>eff</sub> =∞) |

### 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<sub>eff</sub> 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 <sub>eff</sub> =3)  |
| 30,5        | 29,9                   | 29,8 | 29,8 | 29,8             | -0,7      | 0,2            | (k=2,20 ; v <sub>eff</sub> =14) |
| 50,5        | 49,6                   | 49,8 | 49,8 | 49,7             | -0,7      | 0,2            | (k=2,43 ; v <sub>eff</sub> =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 <sub>eff</sub> 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.

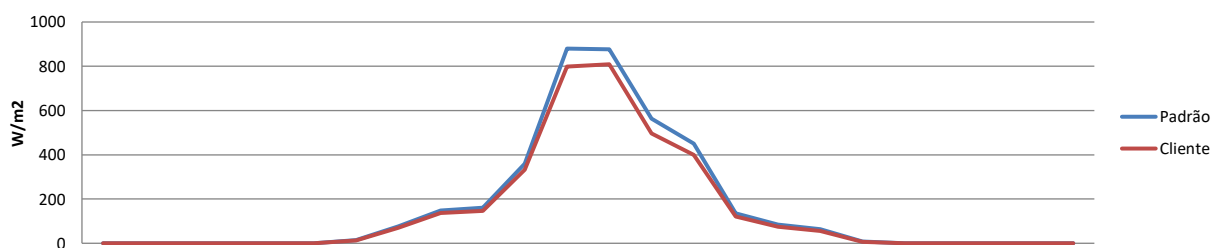
Procedimento realizado em observância à Norma ISO/IEC 17025

## PADRÕES UTILIZADOS

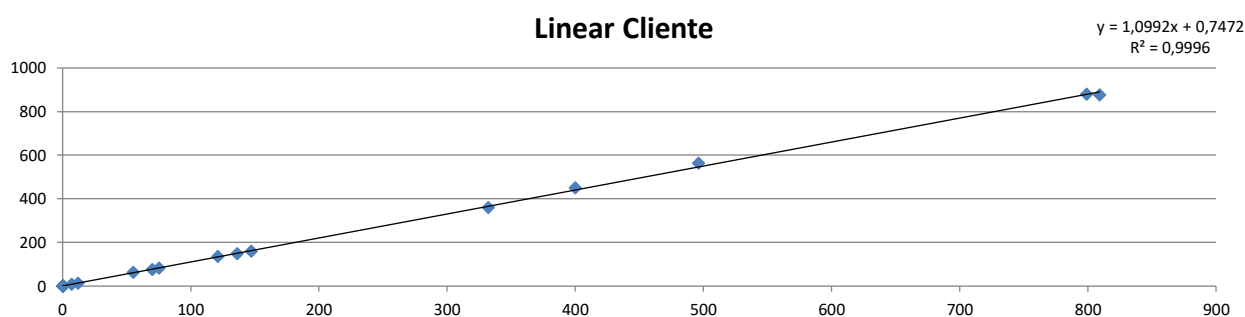
| Código | Padrão                         | Calibração | Vencimento | Laboratório | Certificado       | Rastreabilidade |
|--------|--------------------------------|------------|------------|-------------|-------------------|-----------------|
| 0-96   | Sensor de Radiação Solar Licor | 20/07/2023 | 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  $\Omega$  4,55  $\mu\text{V}/\text{Wm}^2$

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 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 ; $v_{eff} = \infty$ ) |
| E        | 6,5                                                            | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,50              | ± | 0,16 (k=2 ; $v_{eff} = \infty$ ) |

## 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 Lorient  
Técnico de manutenção

## APROVADO POR



Gilmar Assis  
Coordenador técnico