

Relatório Técnico  
RT AIR 394-24

Junho 2024  
Revisão 00

Relatório

**Relatório de Qualidade do Ar da Estação Automática de  
Monitoramento da Qualidade do Ar em Sobradinho/DF -  
Estação Escola, Informe de Maio de 2024**

**Relatório Técnico**  
**RT AIR 394-24**

**Junho 2024**  
**Revisão 00**

## Relatório

Relatório de Qualidade do Ar da Estação Automática de Monitoramento da Qualidade do Ar em Sobradinho/DF - Estação Escola, Informe de Maio de 2024

## 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.....            | 10 |
| 6.  | POLUENTES ATMOSFÉRICOS.....                           | 13 |
| 7.  | OCORRÊNCIAS IDENTIFICADAS.....                        | 18 |
| 8.  | DISPONIBILIDADE .....                                 | 20 |
| 9.  | CONCLUSÕES.....                                       | 21 |
| 10. | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....                      | 22 |
| 11. | EQUIPE TÉCNICA .....                                  | 23 |
|     | ANEXO A – CERTIFICADOS DE CALIBRAÇÃO.....             | 24 |

## 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, 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 da Escola em Sobradinho/DF, para o período de Maio de 2024 e compara com os padrões legislados (Resolução Conama N° 491/2018). Os parâmetros monitorados na EAMQAr da Escola são apresentados na **Tabela 1-1**:

**Tabela 1-1:** Parâmetros monitorados pela EAMQAr da Escola.

| Poluentes Atmosféricos                      | Meteorologia                    |
|---------------------------------------------|---------------------------------|
| Partículas Inaláveis (PM <sub>10</sub> )    | Velocidade do Vento (VV)        |
| Partículas Respiráveis (PM <sub>2,5</sub> ) | Direção do Vento (DV)           |
| ---                                         | Temperatura Ambiente (T)        |
| ---                                         | Umidade Relativa (UR)           |
| ---                                         | Pressão Atmosférica (PA)        |
| ---                                         | Radiação Solar (RS)             |
| ---                                         | Precipitação Pluviométrica (PP) |

## 2. LOCALIZAÇÃO DO PONTO DE MONITORAMENTO

A localização da Estação Colégio é apresentada na **Tabela 2-1** e a geolocalização desta está disposta na **Figura 2-1**.

**Tabela 2-1:** Dados de localização da Estação Escola.

| Estação Automática   | Localização                                                                                   | Coordenadas UTM Datum: SIRGAS 2000 - Fuso 23L |                |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------|
|                      |                                                                                               | Longitude                                     | Latitude       |
| Escola Queima Lençol | Rodovia DF-235 Km 8/9 Chácara Patrícia – Setor Habitacional Fercal, Sobradinho, Brasília - DF | 195076.69 m E                                 | 8274471.51 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° 491/2018. É importante ressaltar que apenas o PI-1 para o Conama está em vigor atualmente. Caso não haja valor para os padrões iniciais deve-se considerar o limite seguinte do plano estratégico de qualidade do ar, conforme a **Tabelas 3-1**.

**Tabela 3-1:** Padrão Estadual de Qualidade do Ar.

| Parâmetro                 | Período de Referência | Padrão Nacional |
|---------------------------|-----------------------|-----------------|
| PM <sub>10</sub> [µg/m³]  | 24 horas              | 120             |
|                           | Anual <sup>1</sup>    | 40              |
| PM <sub>2,5</sub> [µg/m³] | 24 horas              | 60              |
|                           | Anual <sup>1</sup>    | 20              |

Legenda: <sup>1</sup>Média aritmética anual.

#### 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.

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> 24h (µg/m³) | PM <sub>10</sub> 24h (µg/m³) |
|-----------------------|---------|-------------------------------|------------------------------|
| Boa                   | 0-40    | 0-25                          | 0-50                         |
| Moderada              | 41-80   | >25-50                        | >50-100                      |
| Ruim                  | 81-120  | >50-75                        | >100-150                     |
| Muito ruim            | 121-200 | >75-125                       | >150-250                     |
| Péssima               | >200    | >125                          | >250                         |

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                                                     |

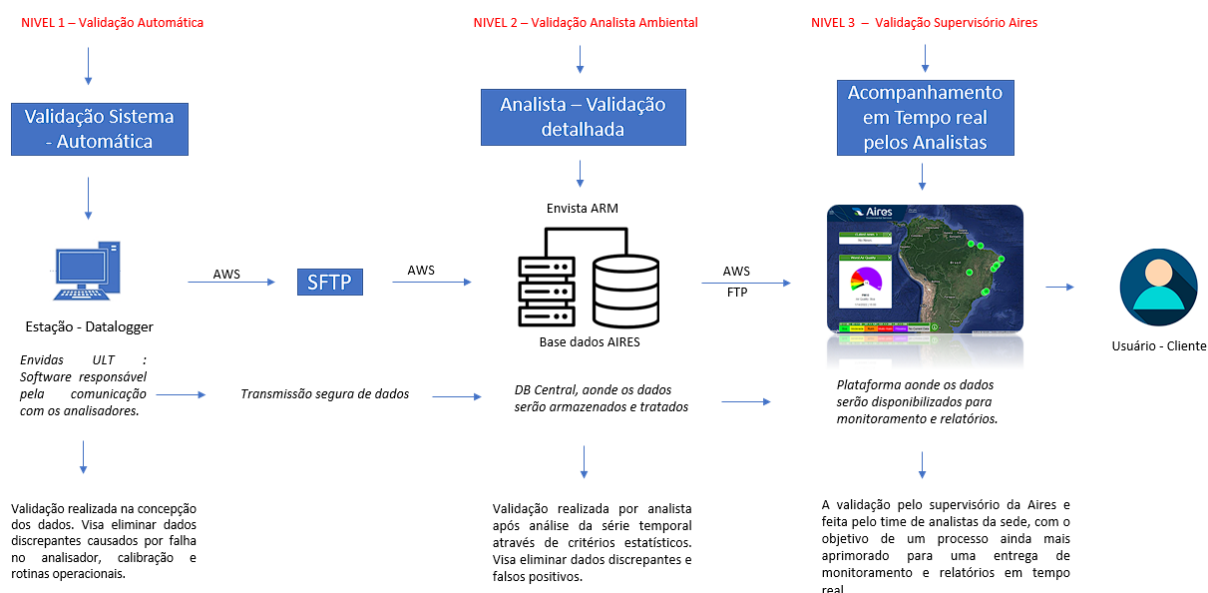
Fonte: MMA, 2020.

## 4. METODOLOGIA DE TRATAMENTO E VALIDAÇÃO DOS DADOS

### 4.1. Validação de Dados

A análise 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 da EAMQAr ocorre pelo seguinte procedimento: as medições dos equipamentos são repassadas para o Software *Envistas Ultimate* do Datalogger, o qual já apresenta algumas invalidações por meio de *flags* pré-estabelecidas. Esses dados pré-validados são repassados para o Software *Envista ARM* onde é feita a validação por meio dos operadores da rede. Por fim, os dados validados são repassados para o Software *Aires Viewer* que permite o acesso online dos dados, em tempo real. Na **Figura 4.1-1** é apresentado o fluxo de transmissão de dados e na **Tabela 4.1-1** são apresentadas as flags utilizadas pelos softwares.



**Figura 4.1-1:** Fluxo de Transmissão de Dados.

**Tabela 4.1-1:** 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 4.2-1**:

**Tabela 4.2-1:** 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.

### 4.3. 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 30/12/2023, para os sensores de meteorologia. As informações dos equipamentos assim como suas últimas calibrações são informadas na **Tabela 4.3-1**.

**Tabela 4.3-1:** Configuração dos analisadores de qualidade do ar e sensores de meteorologia da EAMQAr.

| Parâmetro                            | Modelo           | Fabricante    | Princípio de Medição                      | Última calibração |
|--------------------------------------|------------------|---------------|-------------------------------------------|-------------------|
| Qualidade do Ar                      |                  |               |                                           |                   |
| PM <sub>2,5</sub> - PM <sub>10</sub> | Teom 1405D       | Thermo Fisher | Microbalança de Elemento Cônico Oscilante | 15/05/2024        |
| Meteorologia                         |                  |               |                                           |                   |
| Direção do Vento                     | CWT-SWD-C-360-V5 | CWT           | Orientação da Veleta                      | 26/12/2023        |
| Velocidade do Vento                  | CWT-SWS-C-V5     | CWT           | Anemômetro                                | 27/12/2023        |
| Radiação Solar                       | PYR20            | INFWIN        | Fotovoltaico                              | 27/12/2023        |
| Precipitação                         | 260-2500         | Novalynx      | Básculas                                  | 27/12/2023        |
| Temperatura                          | RK330-01B        | Rika Sensors  | Sensor térmico, higrométrico, barométrico | 27/12/2023        |
| Umidade                              |                  |               |                                           |                   |
| Pressão                              |                  |               |                                           |                   |

## 5. ANÁLISE DOS RESULTADOS METEOROLÓGICOS

Neste capítulo serão apresentados os resultados dos parâmetros monitorados pela EAMQAr durante o mês de Maio de 2024.

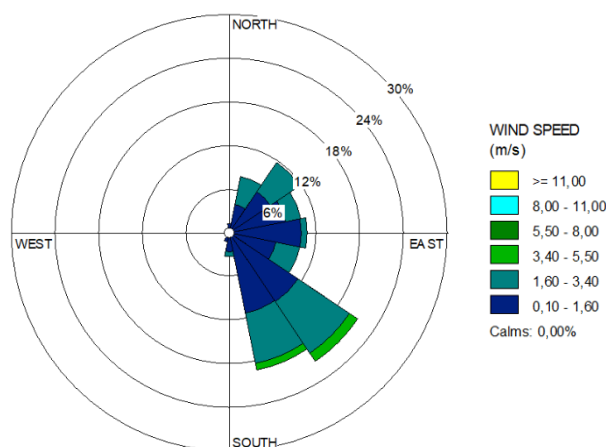
A avaliação da qualidade do ar em uma determinada região está intimamente ligada aos fenômenos atmosféricos observados nesta área. Fatores meteorológicos como ventos, chuvas e instabilidade do ar atuam de forma efetiva na qualidade do ar ambiente. A interação entre as fontes de poluição e a atmosfera 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).

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)

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.

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). Desse modo, temos na **Tabela 5.1-1** os principais dados acerca do comportamento 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:** Comportamento da Direção e Velocidade do Vento para EAMQAr.

| Direções predominantes    | Calmaria [%] | Velocidade média [m/s] | Disponibilidade dos dados [%] |
|---------------------------|--------------|------------------------|-------------------------------|
| Leste, Nordeste e Sudeste | 0,00         | 1,32                   | 99,33                         |

## 5.2. Gráficos de evolução horária com ocorrências

As condições meteorológicas como temperatura, umidade relativa, pressão atmosférica, radiação solar e precipitação interagem complexamente com os componentes químicos presentes no ar, sendo essencial a compreensão dessas interações para entendimento do comportamento atmosférico de uma região.

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.

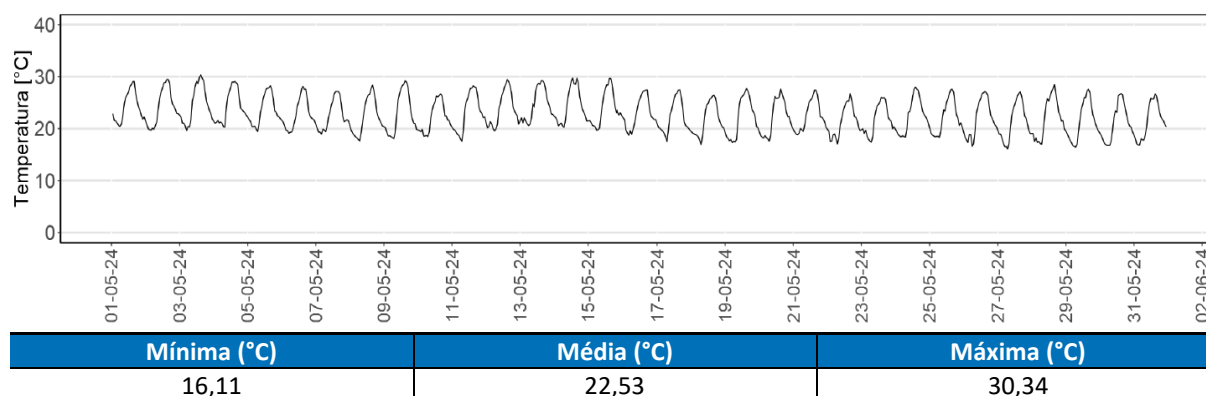
Já na pressão atmosférica, medições mais altas costumam estar relacionadas a massas de ar estagnadas, na qual o ar descendente pode comprimir os poluentes próximos a superfície. Já as medições mais baixas costumam indicar um movimento ascendente do ar, favorecendo a dispersão dos poluentes.

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.

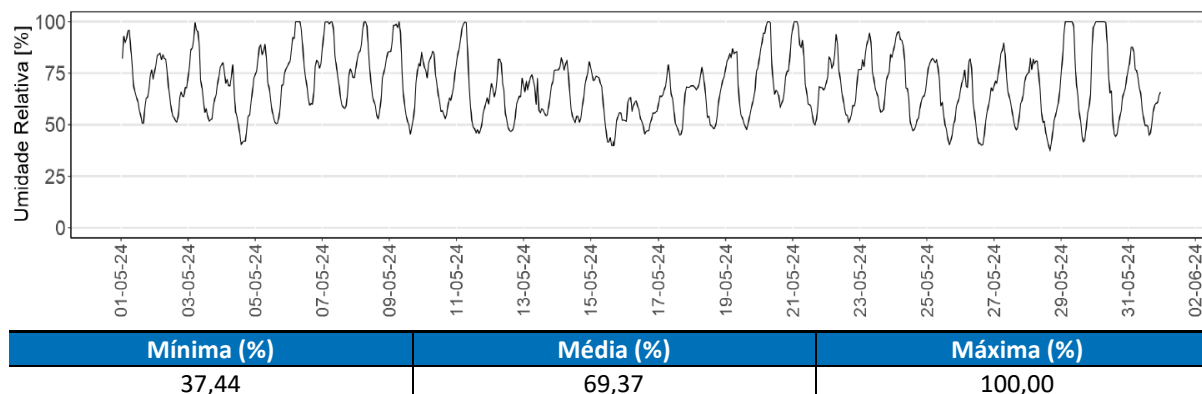
Por fim, a precipitação pluviométrica está atrelada ao fenômeno de lavagem da atmosfera, removendo tanto os gases quanto as partículas da atmosfera.

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. Para esse período, não foi apresentado o gráfico de precipitação pluviométrica devido à ausência de chuva durante o mês de Maio de 2024. A descrição das invalidações será apresentada no **Capítulo 7**.

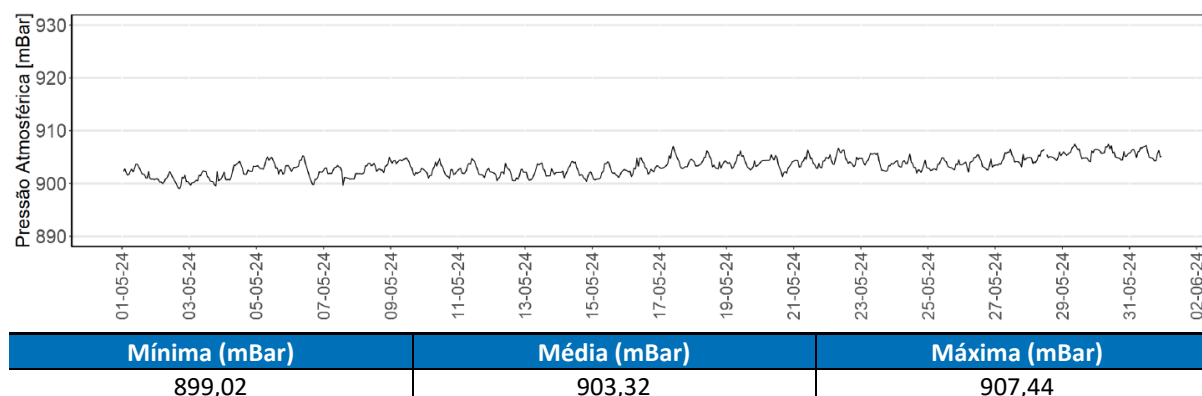
### ☑ Temperatura (T):



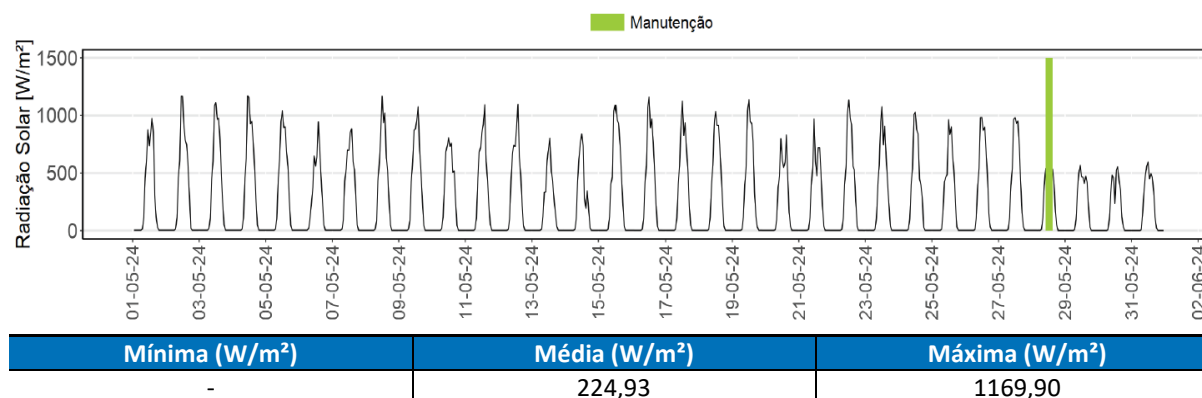
### ☑ Umidade Relativa (UR):



### ☑ Pressão Atmosférica (PA):



### ☑ Radiação Solar (RS):



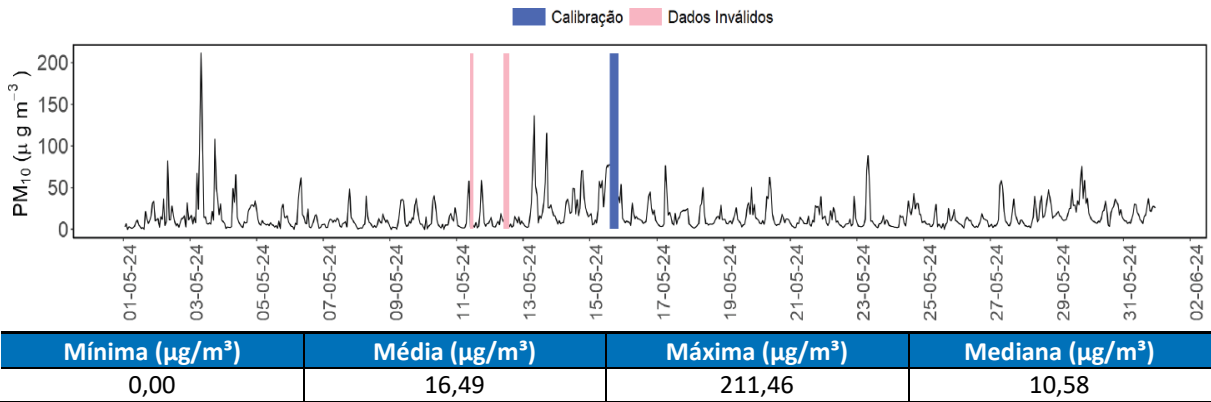
6. POLUENTES ATMOSFÉRICOS

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.

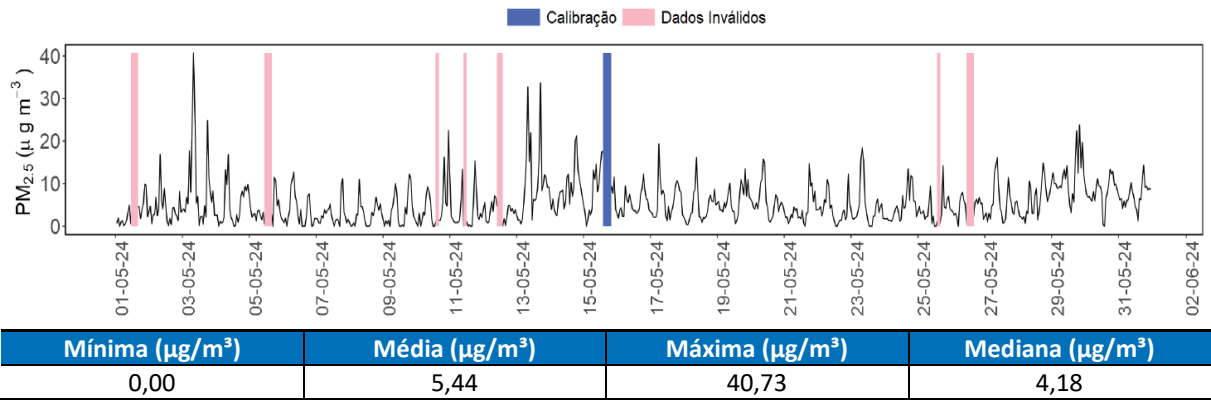
6.1. Gráficos de evolução horária com ocorrências

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 Inalável (PM<sub>10</sub>):



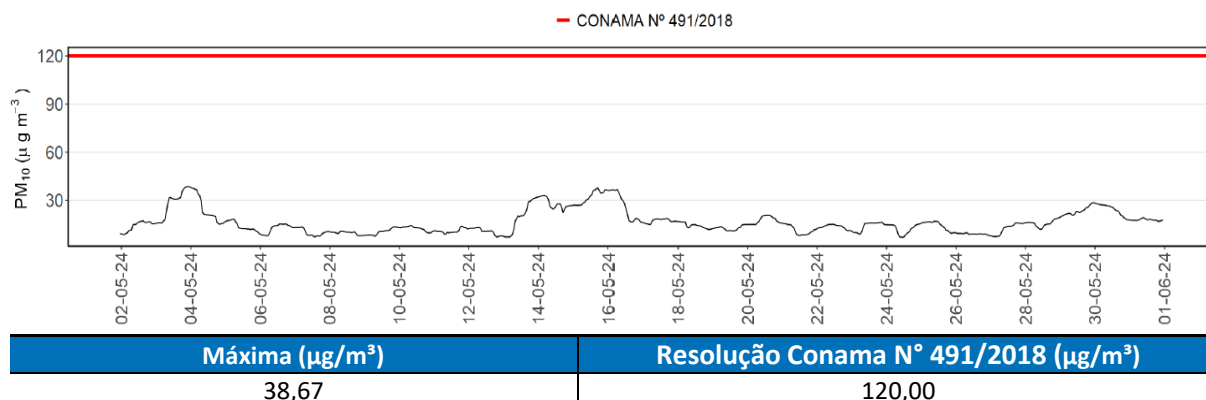
Partículas Respiráveis (PM<sub>2,5</sub>):



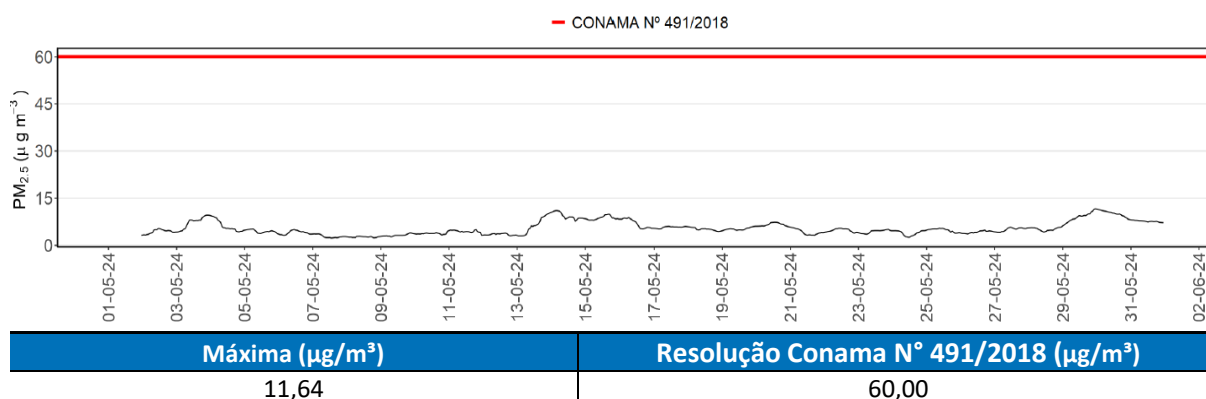
## 6.2. Comparação com a legislação aplicável

Durante o período monitorado não ocorreu ultrapassagem dos padrões de legislações vigentes, sendo estes a Resolução Conama N° 491/2018. Nesta seção serão apresentados os gráficos gerados a partir das médias de concentração de cada um dos parâmetros monitorados ( $PM_{10}$  e  $PM_{2,5}$ ) sendo possível a comparação dos resultados obtidos no monitoramento da EAMQAr com os padrões de qualidade do ar estaduais e nacionais da legislação vigente. Para o período de monitoramento deste presente relatório, não ocorreu a ultrapassagem de nenhum limite da Resolução Conama N° 491/2018.

### Partículas Inalável ( $PM_{10}$ ):



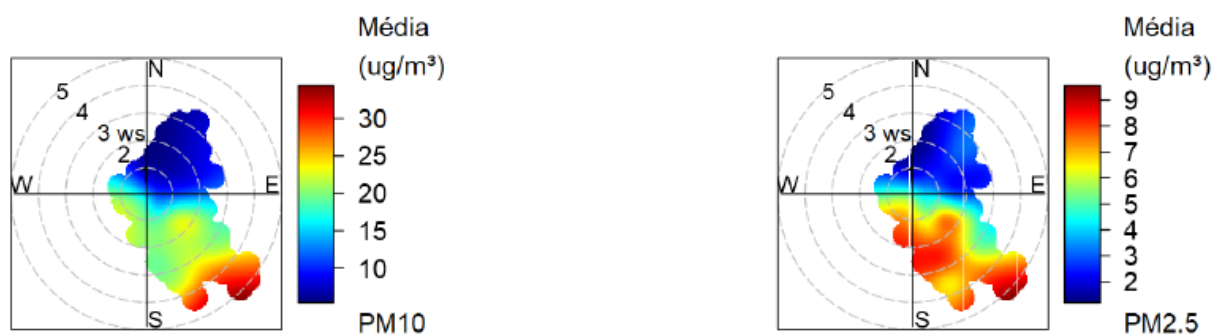
### Partículas Respiráveis ( $PM_{2,5}$ ):



### 6.3. Análise integrada QAr X Meteorologia (DV e VV)

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 (PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub>) da EAMQAr.

Com base nos resultados, a EAMQAr apresenta, para particulados, as maiores concentrações de poluentes próximos ao centro e a Sudeste do PolarPlot, com medições variando em velocidades do vento mais baixas a mais altas, ou seja, indica que as fontes de emissão desses poluentes estão próximas da Estação, possivelmente devido ressuspensão de partículas do tráfego veicular, assim como a ocorrência de carreamento de material particulado de fontes mais distantes.

## 6.4. Avaliação do Padrão Temporal Horário e Diário

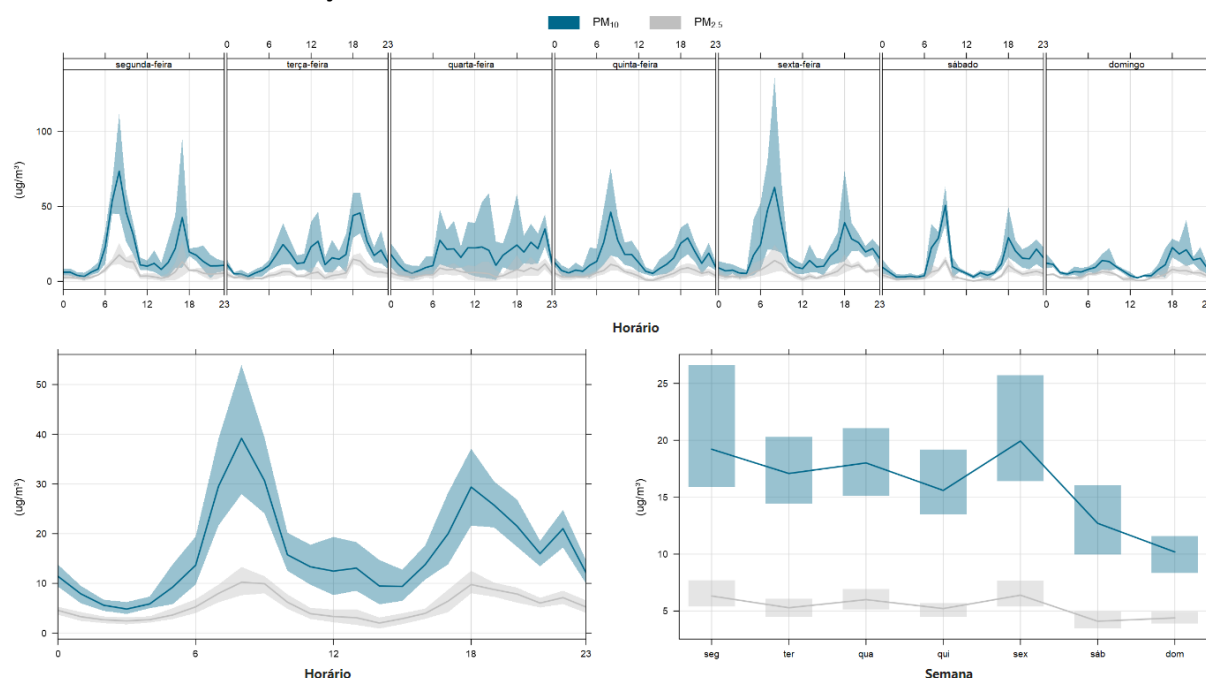
A seguir serão apresentados os gráficos de evolução horária de cada parâmetro monitorado. A avaliação da evolução horária ao longo do período monitorado é importante, para evidenciar o comportamento típico da interação dia/noite de cada parâmetro e assegurar a consistência das medições dos dados de qualidade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

### 6.4.1 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 pico de concentração às 08h e outro às 18h, acarretados por aumento da atividade de tráfego veicular. Quanto ao comportamento semanal, é notado que as maiores concentrações de material particulado ocorrem das segundas às sextas-feiras, com redução nos finais de semana, o que acontece devido a diminuição do fluxo veicular nesses dias.



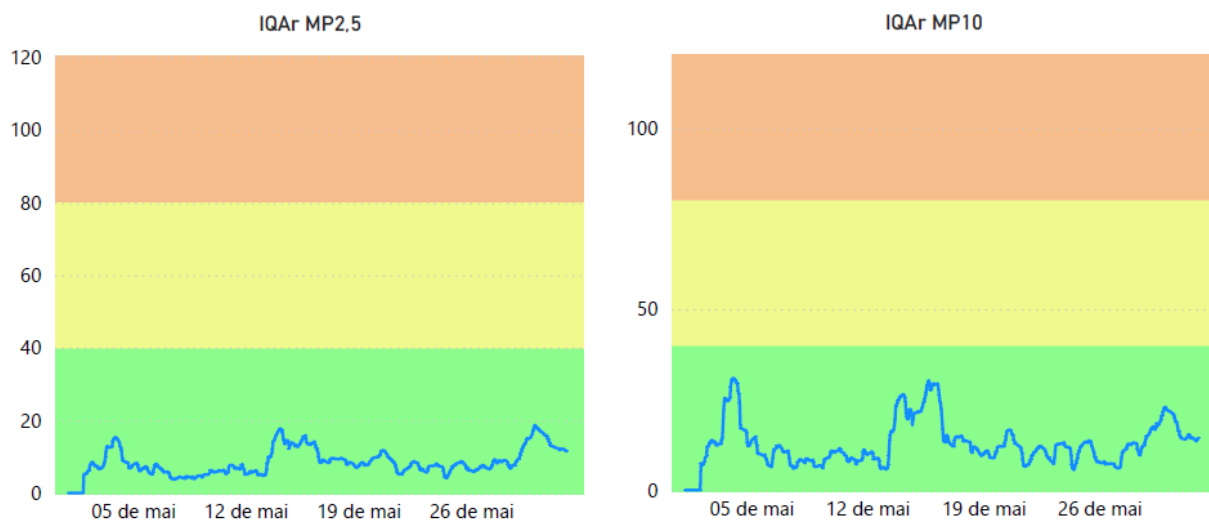
**Figura 6.4.1-1:** Evolução horária e semanal de PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub> da EAMQAr.

## 6.5. Cálculo do IQAr

Para o mês de Maio de 2024 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 | PM <sub>10</sub> | PM <sub>2,5</sub> | Total   |
|-----------------------|------------------|-------------------|---------|
| BOA                   | 100,00%          | 100,00%           | 100,00% |



**Figura 6.5-1:** Gráfico de Índice de qualidade do ar (PM<sub>2,5</sub> e PM<sub>10</sub>) da EAMQAr.

## 7. OCORRÊNCIAS IDENTIFICADAS

A **Tabela 7.1-1** apresenta as invalidações diárias ocorridas durante o mês de referência deste Relatório Técnico, para cada parâmetro monitorado na EAMQAr.

**Tabela 7.1-1:** Invalidações Diárias dos parâmetros monitorados na EAMQAr.

| Data       | Hora       | Parâmetro                          | Motivo da Invalidação                                              |
|------------|------------|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| 01/05/2024 | 14h às 15h | PM2,5                              | Dado Invalidado devido medição negativa acima do limite permitido. |
|            | 12h às 13h | PM2,5                              | Dado Invalidado devido medição zerada acima do limite permitido.   |
| 05/05/2024 | 12h às 15h | PM2,5                              | Dado Invalidado devido medição negativa acima do limite permitido. |
| 07/05/2024 | 15h às 16h | Precipitação, Direção e Velocidade | Manutenção do equipamento.                                         |
| 10/05/2024 | 15h        | PM2,5                              | Dado Invalidado devido medição negativa acima do limite permitido. |
| 11/05/2024 | 11h        | PM2,5 e PM10                       | Dado Invalidado devido medição negativa acima do limite permitido. |
| 12/05/2024 | 11h às 13h | PM2,5 e PM10                       | Dado Invalidado devido medição negativa acima do limite permitido. |
| 15/05/2024 | 09h às 10h | Direção e Velocidade               | Dado Invalidado devido medição suspeita.                           |
|            | 15h às 19h | PM2,5 e PM10                       | Calibração do equipamento.                                         |
| 25/05/2024 | 15h        | PM2,5                              | Dado Invalidado devido medição negativa acima do limite permitido. |
| 26/05/2024 | 12h às 15h | PM2,5                              | Dado Invalidado devido medição zerada acima do limite permitido.   |
| 28/05/2024 | 12h        | Pressão Atmosférica                | Dado Invalidado devido medição suspeita.                           |
|            | 11h às 14h | Radiação Solar                     | Manutenção do equipamento.                                         |

## 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 medição Suspeita ou Negativa, Insuficiência de Amostras e Ausência de Dados.

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

| Parâmetros          | Dados Totas | Dados Inválidos | Manutenção | Calibração | Força Maior | Dados Válidos | Disponibilidade Real | Disponibilidade Contratual |
|---------------------|-------------|-----------------|------------|------------|-------------|---------------|----------------------|----------------------------|
| PM <sub>2,5</sub>   | 744         | 17              | 0          | 5          | 0           | 722           | 97,04%               | 97,70%                     |
| PM <sub>10</sub>    | 744         | 3               | 0          | 5          | 0           | 736           | 98,92%               | 99,59%                     |
| Direção do Vento    | 744         | 2               | 2          | 0          | 0           | 740           | 99,46%               | 99,73%                     |
| Velocidade do Vento | 744         | 2               | 2          | 0          | 0           | 740           | 99,46%               | 99,73%                     |
| Temperatura         | 744         | 0               | 0          | 0          | 0           | 744           | 100,00%              | 100,00%                    |
| Umidade Relativa    | 744         | 0               | 0          | 0          | 0           | 744           | 100,00%              | 100,00%                    |
| Pressão             | 744         | 1               | 0          | 0          | 0           | 743           | 99,87%               | 99,87%                     |
| Radiação Solar      | 744         | 0               | 4          | 0          | 0           | 740           | 99,46%               | 100,00%                    |
| Precipitação        | 744         | 0               | 2          | 0          | 0           | 742           | 99,73%               | 100,00%                    |
| <b>Total</b>        | <b>6696</b> | <b>25</b>       | <b>10</b>  | <b>10</b>  | <b>0</b>    | <b>6651</b>   | <b>99,33%</b>        | <b>99,62%</b>              |

## 9. CONCLUSÕES

Os dados monitorados pela EAMQAr - Escola foram medidos diariamente, com acompanhamento da equipe de monitoramento. O período de medição compreendeu os dias 01/05/2024 a 31/05/2024, 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° 491/2018.

Quanto ao aspecto de IQAr, a Estação da ESCOLA apresentou 100,0% da classificação total como BOA.

Quanto a disponibilidade temos que, a Disponibilidade Real foi de 99,33% enquanto a Disponibilidade Contratual foi de 99,62%.

## 10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

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

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

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

## 11. EQUIPE TÉCNICA

Equipe técnica envolvida na execução do projeto:



Andler Magno Vieira de Melo, Tecnólogo em Saneamento Ambiental, Mestre em Engenharia Ambiental - CREA-ES 027001/D. Diretor Técnico.



Igor de Moraes Gomes, Engenheiro Ambiental.  
Coordenador de Projetos.



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



Kevin da Silva Coelho, Engenheiro Sanitarista e Ambiental.  
Supervisor de Análise de Dados e Monitoramento.



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 | [www.aires.com.br](http://www.aires.com.br)

## **ANEXO A - CERTIFICADOS DE CALIBRAÇÃO**



## Certificado – Qualidade do Ar





Empresa Certificada:  
Certification Standard  
ISO 9001:2015

**CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO DO TEOM 1405**

INFORMAÇÕES GERAIS

Solicitante:  
Número do certificado:  
Endereço:

CIPLAN  
CEAIR-453224  
Sobradinho - DF

Data de emissão:  
16/05/2024

CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA DE CALIBRAÇÃO

Item de calibração:  
Marca/Modelo:  
Método medição:  
Número Serial:

Monitor PM10 e PM2,5  
Thermo Fisher TEOM 1405 D  
Microbalança de Precisão  
1405A204410903

Data da calibração:  
Hora início/Fim :  
Estação:

15/05/2024  
13:51:16:18  
ESCOLA - FERCAL

DADOS DO PADRÃO UTILIZADO

Descrição  
Defender 520  
Filtro Padrão - TX40

Serial  
126798  
NA

Data da Calibração  
20/11/2023  
NA

Validade da Calibração  
19/11/2024  
NA

TESTE DE VAZAMENTO

PM 2.5 Flow  
PM - Coarse Flow  
By pass flow (lpm):

0,00  
0,00  
0,02

Tolerância:  
Tolerância:  
Tolerância:

0,15 lpm  
0,15 lpm  
0,6 lpm

Status:  
Status:  
Status:

OK  
OK  
OK

VERIFICAÇÃO DO FLUXO PRINCIPAL - PM 2.5

Fluxo TEOM (lpm):  
Erro Percentual:  
Previous Flow Adj Factor:  
Valor Final de Fluxo:

3,000  
4,00%  
1,0000  
Leitura no Equipamento

Fluxo Fluxômetro (lpm):  
Tolerância:  
Current Flow Adj Factor:  
Leitura no Fluxômetro

2,88  
10%  
0,9600  
2,96

Status:  
OK

VERIFICAÇÃO DO FLUXO BYPASS

Fluxo TEOM (lpm):  
Erro Percentual:  
Previous Flow Adj Factor  
Valor Final de Fluxo

12  
0,50%  
1,0000  
Leitura no Equipamento

Fluxo Flowmeter (lpm):  
Tolerância:  
Current Flow Adj Factor:  
Leitura no Fluxômetro

11,94  
10%  
0,995  
12,09

Status:  
OK

VERIFICAÇÃO DO FLUXO COARSE

Fluxo TEOM (lpm):  
Erro Percentual:  
Previous Flow Adj Factor:  
Valor Final de Fluxo:

1,68  
2,98%  
1,0116  
Leitura no Equipamento

Fluxo Flowmeter (lpm):  
Tolerância:  
Current Flow Adj Factor:  
Leitura no Fluxômetro

1,63  
10%  
1,0060  
1,69

Status:  
OK

CALIBRAÇÃO MULTIPONTO

Calibração Main Flow

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

Calibração Bypass Flow

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

Calibração Coarse Flow

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

CALIBRAÇÃO DO K0 PM-2.5

K0 Atual:  
1

K0 Audit:  
1

0,00%

CALIBRAÇÃO DO K0 PM-Coarse

K0 Atual:  
1

K0 Audit:  
1

0,00%

EFETUADO AJUSTE:  
EFETUADO AJUSTE:  
NÃO  
NÃO

CONCLUSÃO

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

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

Fluxo (lpm)

Incerteza Expandida (µg/m<sup>3</sup>)

1  
5  
16,67  
24,95

0,41  
0,45  
0,57  
0,74

(k=2 ; v<sub>eff</sub> = ∞)  
(k=2 ; v<sub>eff</sub> = ∞)  
(k=2 ; v<sub>eff</sub> = ∞)  
(k=2 ; v<sub>eff</sub> = ∞)

INCERTEZA - PM<sub>Coarse</sub>

Fluxo (lpm)

Incerteza Expandida (µg/m<sup>3</sup>)

1  
5  
16,67  
24,95

0,46  
0,50  
0,62  
0,79

(k=2 ; v<sub>eff</sub> = ∞)  
(k=2 ; v<sub>eff</sub> = ∞)  
(k=2 ; v<sub>eff</sub> = ∞)  
(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/m3, 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



Paulo Henrique Novais Silveira  
Coordenador de Operação

Relatório Técnico  
RT AIR 394-24

Junho 2024  
Revisão 00

24



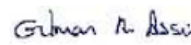
## Certificados – Meteorologia





Empresa Certificada:  
Certification Standard  
ISO9001:2015

**CERTIFICADO DE SENSOR DE VELOCIDADE DO VENTO**

| INFORMAÇÕES GERAIS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                 |                  |              |                                                                                                                                                           |                    |                                    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|------------------------------------|
| Número do certificado:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | CEAIR 372323                                                                                    | Data de emissão: | 27/12/2023   |                                                                                                                                                           |                    |                                    |
| 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:           | CWT          |                                                                                                                                                           |                    |                                    |
| Nº de série:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | CWTVV001                                                                                        | Modelo:          | CWT-SWS-C-V5 |                                                                                                                                                           |                    |                                    |
| DADOS DA CALIBRAÇÃO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                 |                  |              |                                                                                                                                                           |                    |                                    |
| Temperatura (°C):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 24                                                                                              | Umidade (%):     | 54%          |                                                                                                                                                           |                    |                                    |
| Data da calibração:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 22/12/2023                                                                                      | 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.<br><b>Procedimento realizado em observância à Norma ISO/IEC 17025</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                 |                  |              |                                                                                                                                                           |                    |                                    |
| PADRÃO UTILIZADO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                 |                  |              |                                                                                                                                                           |                    |                                    |
| Código                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Padrão                                                                                          | Calibração       | Vencimento   | Laboratório                                                                                                                                               | Certificado        | Rastreabilidade                    |
| TAC-001                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Tacômetro digital                                                                               | 16/03/23         | 16/03/24     | CTJ                                                                                                                                                       | C-0217/23          | RBC - CAL 0477                     |
| Mult-00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Multímetro digital                                                                              | 13/02/23         | 13/02/24     | Medição                                                                                                                                                   | 30140181WS13/02/23 | 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                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 8,5                                                                                             | 8,5              | 8,5          | <b>8,5</b>                                                                                                                                                | <b>0,08</b>        | 0,3 (k=2,00 ; v <sub>eff</sub> =∞) |
| 16,4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 16,5                                                                                            | 16,5             | 16,5         | <b>16,5</b>                                                                                                                                               | <b>0,08</b>        | 0,3 (k=2,00 ; v <sub>eff</sub> =∞) |
| NOTAS E INFORMAÇÕES ADICIONAIS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                 |                  |              |                                                                                                                                                           |                    |                                    |
| <p>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%.</p> <p>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.</p> <p>3) Este certificado é válido somente para o item citado e só deve ser reproduzido completo. Reprodução de partes requer aprovação escrita da Aires</p> <p>4) Realizada a limpeza interna, externa ao sensor e nos rolamentos para remoção de poeira</p> |                                                                                                 |                  |              |                                                                                                                                                           |                    |                                    |
| <b>REALIZADO POR</b><br><br><hr/> Gabriel Prates Loriato<br>Técnico de manutenção                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                 |                  |              | <b>APROVADO POR</b><br><br><hr/> Gilmar Assis<br>Coordenador técnico |                    |                                    |

**CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO DE SENSOR DE RADIAÇÃO SOLAR**
**INFORMAÇÕES GERAIS**

Número do certificado: CEAIR 372023 Data de emissão: 27/12/2023  
 Solicitante: Votorantim Cimentos  
 Endereço: DF-150, S/N - Sobradinho, Brasília - DF, 73001-043

**CARACTERÍSTICAS DO SENSOR**

Item de calibração: Sensor de Radiação Solar Marca: INFWIN  
 Modelo: PYR20 Serial: PY001

**DADOS E CONDIÇÕES AMBIENTAIS**

Temperatura (°C): 24,0 Umidade (%): 54%  
 Data da calibração: 22/12/2023 Pressão (mmHg): 759  
 Local da calibração: Laboratório Aires - R. Desembargador Sampaio, 386 - Praia do Canto, Vitória - ES, CEP 29055-250

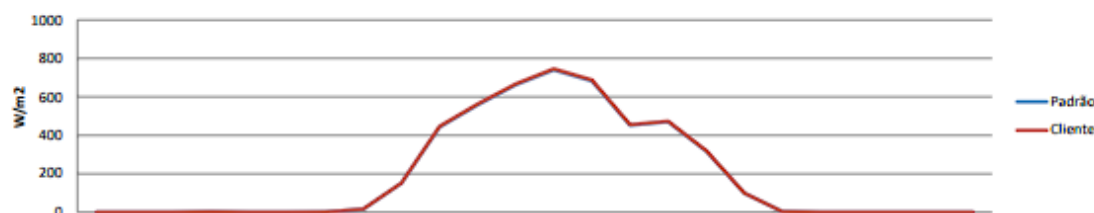
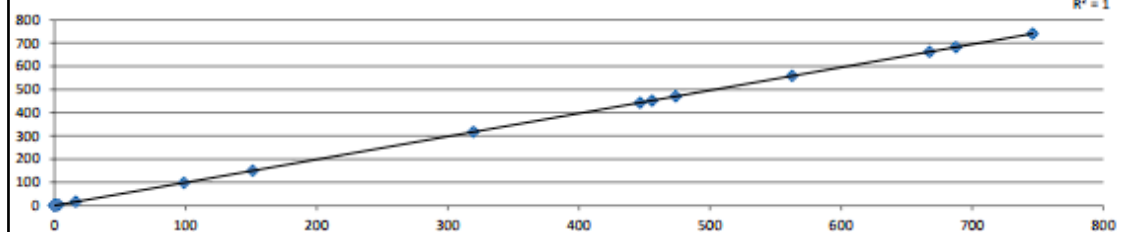
**PROCEDIMENTOS APLICADOS**

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

Procedimento realizado em observância à Norma ISO/IEC 17025

**PADRÕES UTILIZADOS**

| Código  | Padrão                         | Calibração | Vencimento | Laboratório      | Certificado        | Rastreabilidade |
|---------|--------------------------------|------------|------------|------------------|--------------------|-----------------|
| 096-1   | Sensor de Radiação Solar Licor | 20/06/23   | NA         | Hukseflux Brasil | 200723-PY49183     | N.A             |
| Mult-01 | Multímetro digital             | 13/02/23   | 13/02/24   | Medição          | 30140181WS13/02/23 | 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 1 O fator de correção é 0,991897 Sensibilidade 5,06  $\mu\text{V}/\text{Wm}^2$

**REALIZADO POR**
**APROVADO POR**


Gabriel Prates Lorient  
 Técnico de manutenção



Gilmar Assis  
 Coordenador Técnico

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

**INFORMAÇÕES GERAIS**

Solicitante: Votorantim Cimentos  
Número do certificado: CEAIR 372123 Data de emissão: 27/12/2023  
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: R23093347 modelo: RK330-01B

**DADOS E CONDIÇÕES AMBIENTAIS**

Temperatura: 24 Umidade (%): 54%  
Data da calibração: 22/12/23 Pressão (mmHg): 759  
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 |
|----------|--------------------|------------|------------|-------------|--------------------|-----------------|
| MULT-001 | Multímetro digital | 13/02/2023 | 13/02/2024 | MEDIÇÃO     | 30140181WS13/02/23 | RBC - CAL 0183  |
| TER-028  | TERMOHIGRÔMETRO    | 15/02/2023 | 15/02/2024 | MEDIÇÃO     | 21121115715/02/23  | RBC - CAL 0183  |
| bar-003  | Barômetro          | 23/03/2023 | NA         | CTJ         | 13102/22           | RBC - CAL 0477  |

**TEMPERATURA**

| VALORES MEDIDOS |                        |      |      | RESULTADOS       |           |                                    |
|-----------------|------------------------|------|------|------------------|-----------|------------------------------------|
| Padrão (°C)     | Leitura do sensor (°C) |      |      | Valor médio (°C) | Erro (°C) | Incerteza (°C)                     |
|                 | 1                      | 2    | 3    |                  |           |                                    |
| 10              | 10,3                   | 10,2 | 10,8 | 10,3             | 0,3       | 0,9 (k=4,53 ; v <sub>eff</sub> =2) |
| 30              | 30,7                   | 30,8 | 31,0 | 30,8             | 0,8       | 0,3 (k=2,87 ; v <sub>eff</sub> =4) |
| 50              | 51,0                   | 52,0 | 51,5 | 51,5             | 1,5       | 1,3 (k=4,53 ; v <sub>eff</sub> =2) |

| VALORES MEDIDOS |                    |                    |                 | RESULTADOS |               |                                |
|-----------------|--------------------|--------------------|-----------------|------------|---------------|--------------------------------|
| Padrão (%)      | Valor medido 1 (%) | Valor medido 2 (%) | Valor médio (%) | Erro (%)   | Incerteza (%) |                                |
| 75              | 72,5               | 72,0               | 72,3            | 2,8        | 7             | (k=2,00 ; v <sub>eff</sub> =∞) |
| 49              | 48,0               | 48,5               | 48,3            | 0,8        | 6             | (k=2,00 ; v <sub>eff</sub> =∞) |
| 21              | 20,0               | 19,5               | 19,8            | 1,3        | 5             | (k=2,00 ; v <sub>eff</sub> =∞) |

**PRESSÃO ATMOSFÉRICA**

| VALORES MEDIDOS |                          |        |        | RESULTADOS         |             |        |                                     |
|-----------------|--------------------------|--------|--------|--------------------|-------------|--------|-------------------------------------|
| Padrão (mbar)   | Leitura do sensor (mbar) |        |        | Valor médio (mbar) | Erro (mbar) | Erro % |                                     |
|                 | 1                        | 2      | 3      |                    |             |        |                                     |
| 800,4           | 804,0                    | 805,0  | 804,0  | 803,0              | 804,0       | 3,6    | 1,34 (k=2,2 ; v <sub>eff</sub> =16) |
| 855,4           | 859,0                    | 859,0  | 860,0  | 860,0              | 859,5       | 4,1    | 1,13 (k=2,1 ; v <sub>eff</sub> =38) |
| 910,4           | 915,0                    | 914,0  | 914,5  | 915,0              | 914,6       | 4,2    | 1,06 (k=2,0 ; v <sub>eff</sub> =68) |
| 965,4           | 965,8                    | 964,0  | 966,0  | 965,8              | 965,4       | 0,0    | 1,47 (k=2,2 ; v <sub>eff</sub> =12) |
| 1010,4          | 1007,2                   | 1006,0 | 1008,0 | 1007,0             | 1007,1      | -3,3   | 1,35 (k=2,2 ; v <sub>eff</sub> =15) |

**NOTAS E INFORMAÇÕES ADICIONAIS**

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

**REALIZADO POR**

  
Gabriel Prates Loria  
Técnico em Manutenção

**APROVADO POR**

  
Gilmar Assis  
Coordenador Técnico

**CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO DE SENSOR PLUVIOMÉTRICO**

 Empresa Certificada:  
 Certification Standard  
 ISO9001:2015

**INFORMAÇÕES GERAIS**

Número do certificado: CEAIR 371723 Data de emissão: 27/12/2023  
 Solicitante: Votorantim Cimentos  
 Endereço: DF-150, S/N - Sobradinho, Brasília - DF, 73001-043

**CARACTERÍSTICAS DO SENSOR**

Item de calibração: Sensor de precipitação pluviométrica Marca: Novalynx  
 Nº de série: 1832 Modelo: 260-2500

**DADOS E CONDIÇÕES AMBIENTAIS**

Temperatura (°C): 24 Umidade (%): 54%  
 Data da calibração: 22/12/2023 Pressão (mmHg): 759  
 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 | 15/02/2023 | 15/02/2024 | Medição     | PG-AIR021815/02/23 | RBC - CAL 0183  |

**VOLUME DO PLUVIÔMETRO**

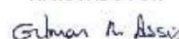
| Teste nº | Volume indicado (ml) por cada balsa D (direita) e E (esquerda) |     |     |     |     |     | Volume Médio (mL) |   |                                   |
|----------|----------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-------------------|---|-----------------------------------|
|          | 1                                                              | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   |                   |   |                                   |
| D        | 8,4                                                            | 8,2 | 8,2 | 8,2 | 8,2 | 8,2 | 8,27              | ± | 0,16 (k=2 ; v <sub>eff</sub> = ∞) |
| E        | 8,0                                                            | 8,2 | 8,2 | 8,2 | 8,2 | 8,2 | 8,20              | ± | 0,16 (k=2 ; v <sub>eff</sub> = ∞) |

**NOTAS E INFORMAÇÕES ADICIONAIS**

- 1) Cada basculada corresponde a aproximadamente 0,254 mm de precipitação pluviométrica na área coletora do instrumento.
- 2) Nos resultados, os números após o símbolo ± são os valores numéricos da incerteza expandida U, que é declarada como a incerteza padrão da medição multiplicada pelo fator de abrangência k, o qual para uma distribuição t com V<sub>eff</sub> 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 Lariato  
 Técnico de manutenção

**APROVADO POR**


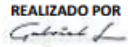
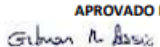
Gilmar Assis  
 Coordenador técnico





Empresa Certificada:  
 Certification Standard  
 ISO9001:2015

### CERTIFICADO DE SENSOR DE DIREÇÃO DO VENTO

| INFORMAÇÕES GERAIS                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                 |            |                  |                                                                                                                                                    |                    |                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------------|
| Número do certificado:                                                                                                                                                                                                                                                    | CEAIR 373123                                                                                    |            | Data de emissão: | 02/01/2024                                                                                                                                         |                    |                          |
| 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 direção do vento                                                                      |            | Marca:           | CWT                                                                                                                                                |                    |                          |
| Nº de série:                                                                                                                                                                                                                                                              | CWTDV003                                                                                        |            | Modelo:          | CWT-SWD-C-360-V5                                                                                                                                   |                    |                          |
| DADOS E CONDIÇÕES AMBIENTAIS                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                 |            |                  |                                                                                                                                                    |                    |                          |
| Temperatura (°C):                                                                                                                                                                                                                                                         | 24                                                                                              |            | Umidade (%):     | 64                                                                                                                                                 |                    |                          |
| Data da calibração:                                                                                                                                                                                                                                                       | 26/12/2023                                                                                      |            | Pressão (mmHg):  | 761                                                                                                                                                |                    |                          |
| 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                                                                         | 09/08/2022 | NA               | CTJ                                                                                                                                                | D-5102/22          | RBC - CAL 0477           |
| MULT-001                                                                                                                                                                                                                                                                  | Multímetro digital                                                                              | 13/02/2023 | 13/02/2024       | Medição                                                                                                                                            | 30140181WS13/02/23 | RBC - CAL 0183           |
| VALORES MEDIDOS                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                 |            |                  | RESULTADOS                                                                                                                                         |                    |                          |
| Padrão (°)                                                                                                                                                                                                                                                                | Leitura do conjunto (°)                                                                         |            |                  | Valor médio (°)                                                                                                                                    | Erro (°)           | Incerteza (°)            |
|                                                                                                                                                                                                                                                                           | 1                                                                                               | 2          | 3                |                                                                                                                                                    |                    |                          |
| 0                                                                                                                                                                                                                                                                         | 3                                                                                               | 2          | 2                | 2                                                                                                                                                  | 2                  | 1,53 (k=3,31 ; veff=3)   |
| 29                                                                                                                                                                                                                                                                        | 31                                                                                              | 31         | 31               | 31                                                                                                                                                 | 2                  | 0,48 (k=2,05 ; veff=51)  |
| 60                                                                                                                                                                                                                                                                        | 60                                                                                              | 60         | 60               | 60                                                                                                                                                 | 0                  | 0,70 (k=2,37 ; veff=8)   |
| 89                                                                                                                                                                                                                                                                        | 91                                                                                              | 90         | 90               | 90                                                                                                                                                 | 1                  | 0,82 (k=2,52 ; veff=6)   |
| 121                                                                                                                                                                                                                                                                       | 120                                                                                             | 121        | 121              | 120                                                                                                                                                | -1                 | 1,59 (k=3,31 ; veff=3)   |
| 150                                                                                                                                                                                                                                                                       | 151                                                                                             | 150        | 151              | 151                                                                                                                                                | 1                  | 0,72 (k=2,37 ; veff=8)   |
| 179                                                                                                                                                                                                                                                                       | 179                                                                                             | 180        | 180              | 180                                                                                                                                                | 1                  | 0,45 (k=2,01 ; veff=301) |
| 209                                                                                                                                                                                                                                                                       | 210                                                                                             | 211        | 210              | 210                                                                                                                                                | 1                  | 0,56 (k=2,15 ; veff=18)  |
| 240                                                                                                                                                                                                                                                                       | 240                                                                                             | 240        | 240              | 240                                                                                                                                                | 0                  | 0,56 (k=2,15 ; veff=18)  |
| 270                                                                                                                                                                                                                                                                       | 272                                                                                             | 272        | 271              | 271                                                                                                                                                | 1                  | 1,20 (k=2,87 ; veff=4)   |
| 300                                                                                                                                                                                                                                                                       | 299                                                                                             | 301        | 301              | 300                                                                                                                                                | 0                  | 3,01 (k=4,53 ; veff=2)   |
| 330                                                                                                                                                                                                                                                                       | 330                                                                                             | 331        | 330              | 330                                                                                                                                                | 0                  | 1,09 (k=2,87 ; veff=4)   |
| NOTAS E INFORMAÇÕES ADICIONAIS                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                 |            |                  |                                                                                                                                                    |                    |                          |
| 1) A incerteza expandida U, que é declarada como a incerteza padrão da medição multiplicada pelo fator de abrangência k, o qual para uma distribuição t com $V_{eff}$ graus de liberdade efetivos, corresponde a uma probabilidade de abrangência de aproximadamente 95%. |                                                                                                 |            |                  |                                                                                                                                                    |                    |                          |
| 2) As incertezas padrão da medição foram determinadas de acordo com a Norma nº NIT-DICLA-021 - Expressão da Incerteza de Medição por Laboratórios de Calibração - Inmetro, revisão 10 de Julho/2020.                                                                      |                                                                                                 |            |                  |                                                                                                                                                    |                    |                          |
| 3) Este certificado é válido somente para o item citado e só deve ser reproduzido completo. Reprodução de partes requer aprovação escrita da Aires.                                                                                                                       |                                                                                                 |            |                  |                                                                                                                                                    |                    |                          |
| <b>REALIZADO POR</b><br><br>Gabriel Prates Lorigato<br>Técnico de manutenção                                                                                                           |                                                                                                 |            |                  | <b>APROVADO POR</b><br><br>Gilmar Assis<br>Coordenador Técnico |                    |                          |