

Relatório Técnico
RT AIR 467-24

Julho 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 Junho de 2024**

Relatório Técnico
RT AIR 467-24

Julho 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 Junho 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 junho 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 ₁₀)	Velocidade do Vento (VV)
Partículas Respiráveis (PM _{2,5})	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 ₁₀ [µg/m³]	24 horas	120
	Anual ¹	40
PM _{2,5} [µg/m³]	24 horas	60
	Anual ¹	20

Legenda: ¹Média 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 _{2,5} 24h (µg/m³)	PM ₁₀ 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_i = Valor do índice que corresponde à concentração inicial da faixa;

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

Conc._{Med} = Concentração medida;

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

Conc._f = Concentração final da faixa.

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

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

Fonte: MMA, 2020.

4. METODOLOGIA DE TRATAMENTO E VALIDAÇÃO DOS DADOS

4.1. 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.

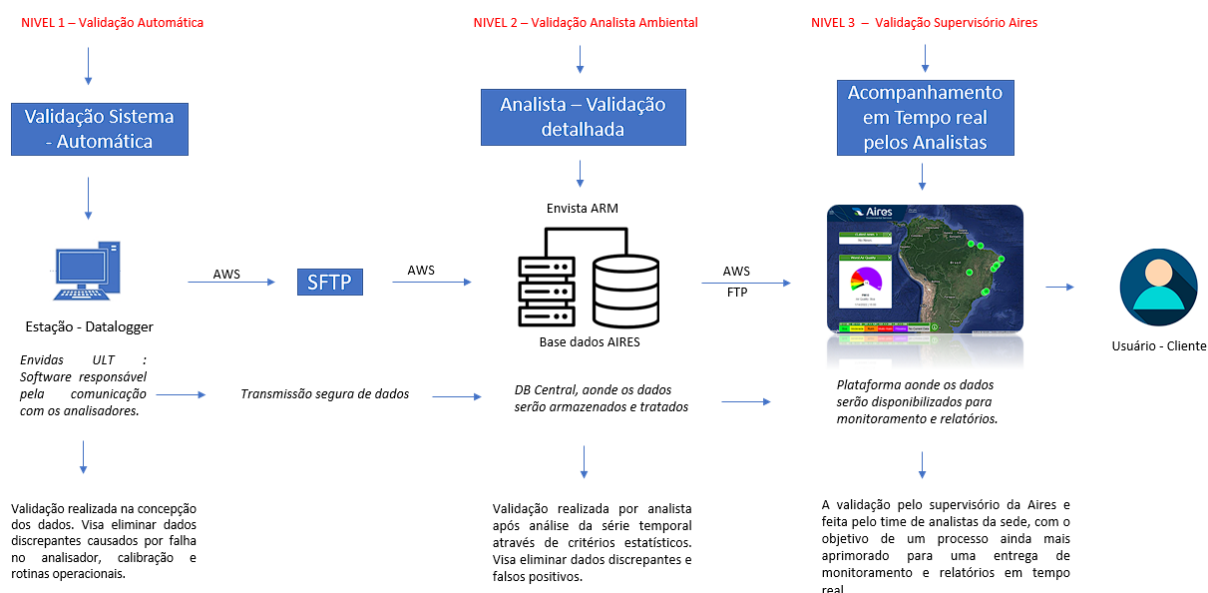


Figura 4.1-1: Fluxo de Transmissão de Dados.

Tabela 4.1-1: Tabela de flags estabelecidas.

Flag	Significado
InVld	Dado Invalido por Medição Negativa ou Suspeita
PwrFail	Motivos de Força Maio
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 _{2,5} - PM ₁₀	Teom 1405D	Thermo Fisher	Microbalança de Elemento Cônico Oscilante	10/06/2024
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 junho 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.

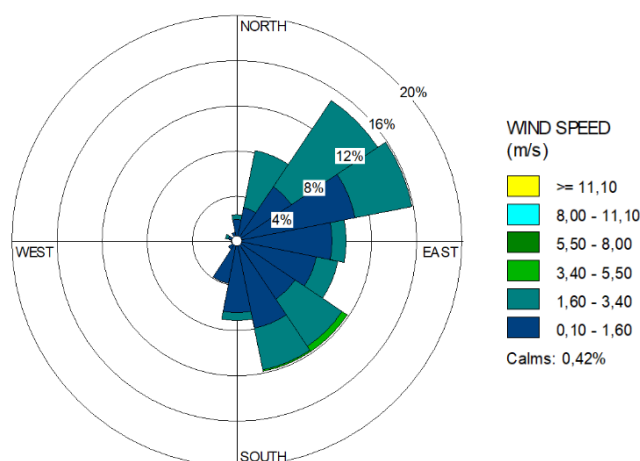


Figura 5.1-1: Rosa dos Ventos da EAMQAr.

Tabela 5.1-1: Comportamento da Direção e Velocidade do Vento para EAMQAr.

Direções predominantes	Calmaria [%]	Velocidade média [m/s]	Disponibilidade dos dados [%]
Nordeste e Sudeste	0,42	1,28	99,31

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.

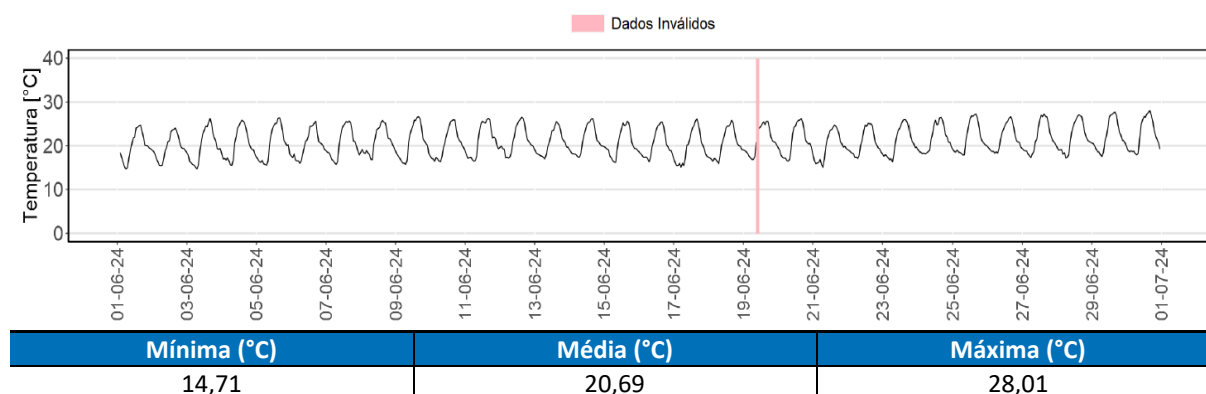
Já na pressão atmosférica, medições mais altas costumam estar relacionadas a massas de ar estagnadas, na qual o ar descendente pode comprimir os poluentes próximos a superfície. Já as medições mais baixas costumam indicar um movimento ascendente do ar, favorecendo a dispersão dos poluentes.

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.

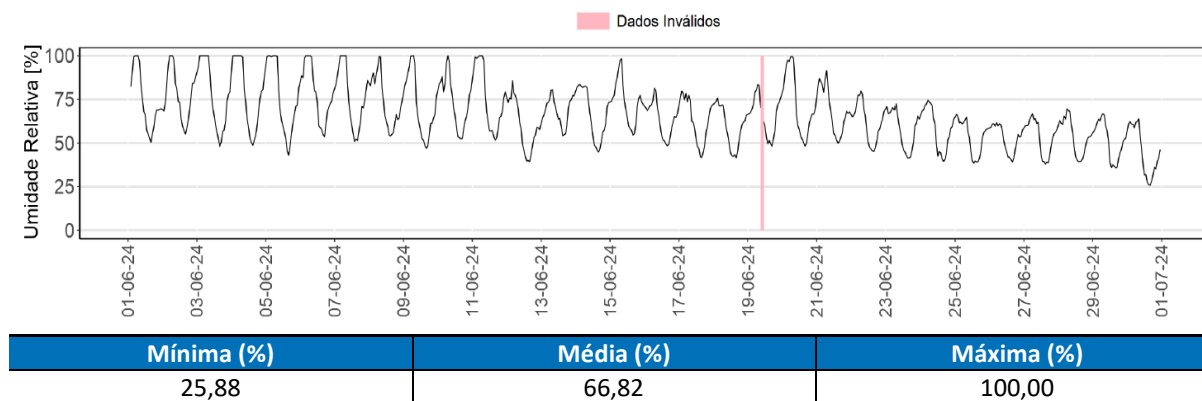
Por fim, a precipitação pluviométrica está atrelada ao fenômeno de lavagem da atmosfera, removendo tanto os gases quanto as partículas da atmosfera.

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 junho de 2024. A descrição das invalidações será apresentada no **Capítulo 7**.

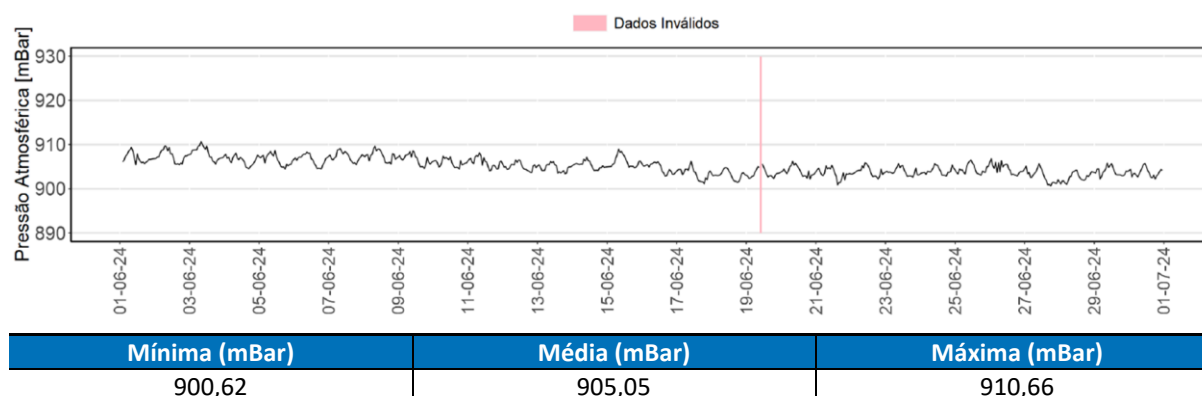
☑ Temperatura (T):



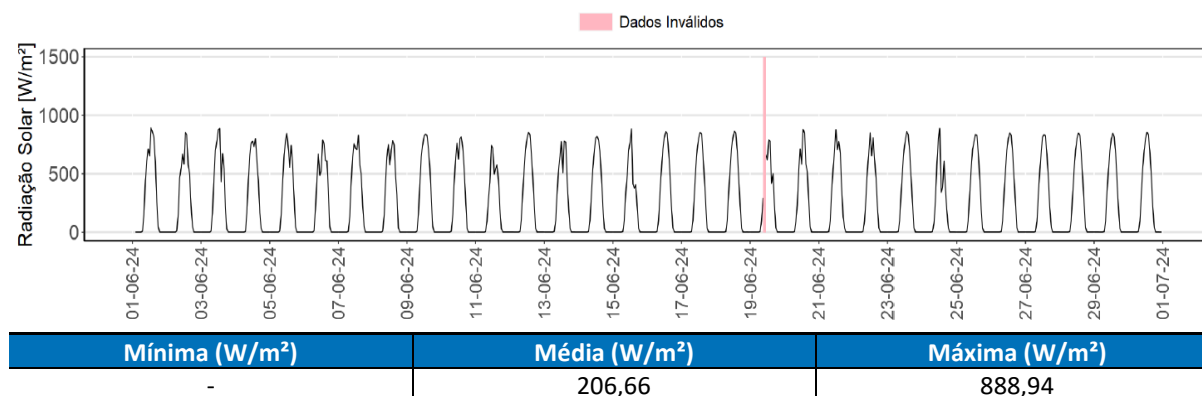
☒ Umidade Relativa (UR):



☒ Pressão Atmosférica (PA):



☒ Radiação Solar (RS):



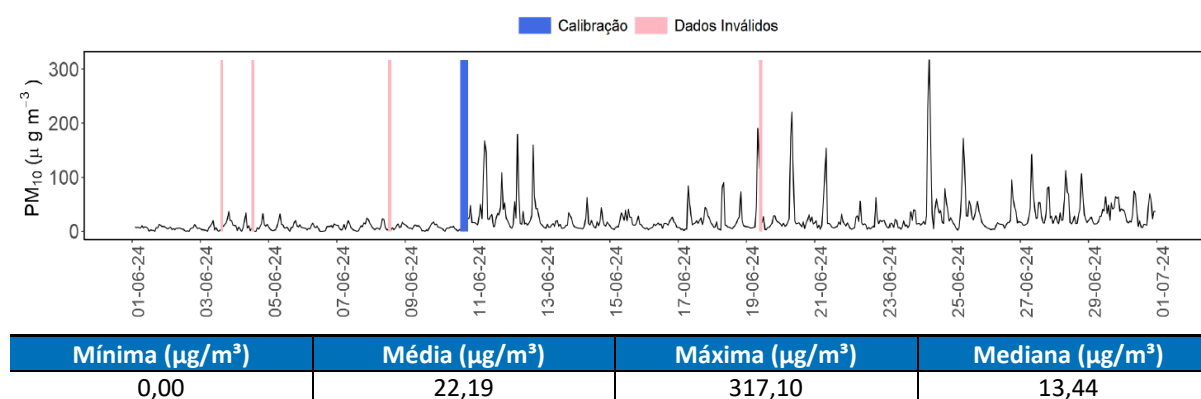
6. POLUENTES ATMOSFÉRICOS

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.

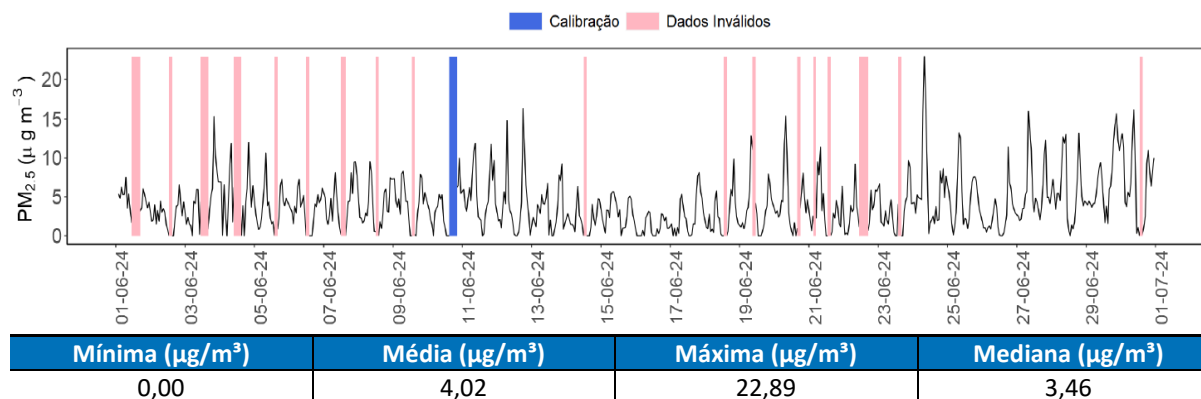
6.1. Gráficos de evolução horária com ocorrências

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 (PM₁₀):



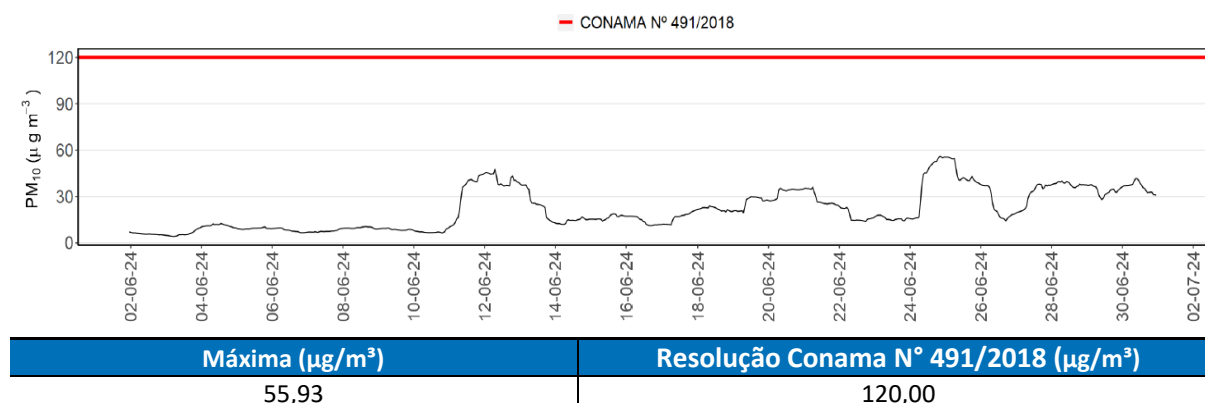
☑ Partículas Respiráveis (PM_{2,5}):



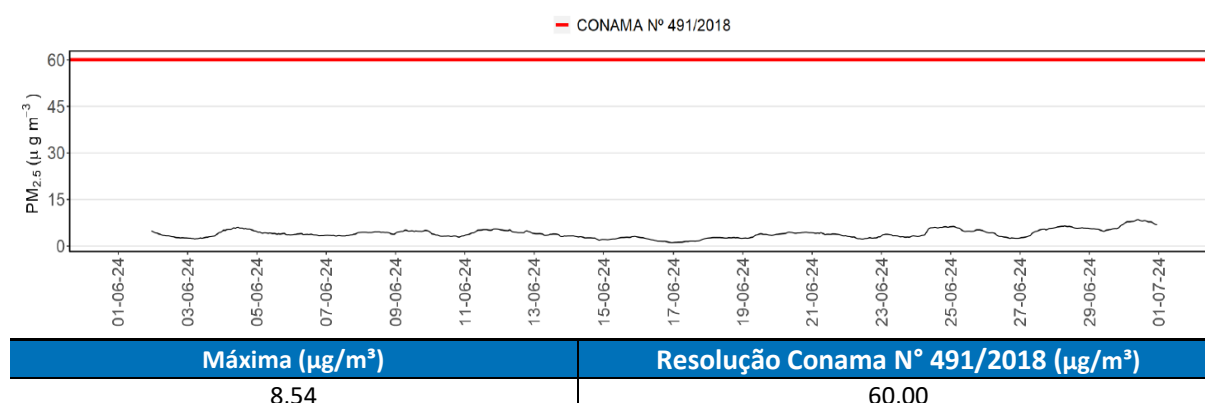
6.2. Comparação com a legislação aplicável

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 (PM₁₀ 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 (PM₁₀):



⌵ 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.

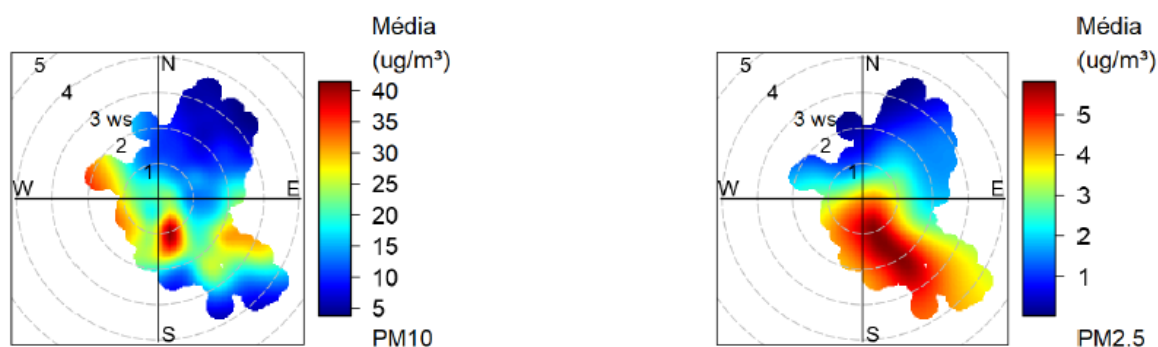


Figura 6.3-1: Gráfico PolarPlot dos parâmetros de qualidade do ar (PM₁₀ e PM_{2,5}) da EAMQAr.

Com base nos resultados, a EAMQAr apresenta, para particulados, as maiores concentrações de poluentes próximo ao centro e a Sudeste do PolarPlot. Especificamente para o parâmetro de PM₁₀, também foram observadas altas concentrações provenientes da direção oeste, com medições variando em velocidades de vento baixas a altas. Isso, 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 PM₁₀ e PM_{2,5}

O material particulado possui um comportamento característico. Este comportamento é caracterizado por concentrações mais baixas, em geral, das 00h às 06h; concentrações crescentes das 06h às 10h; um maior decréscimo a partir das 11h; um novo aumento das concentrações das 17h às 19h; e uma redução a partir das 20h. 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 por volta das 18h30min, 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.

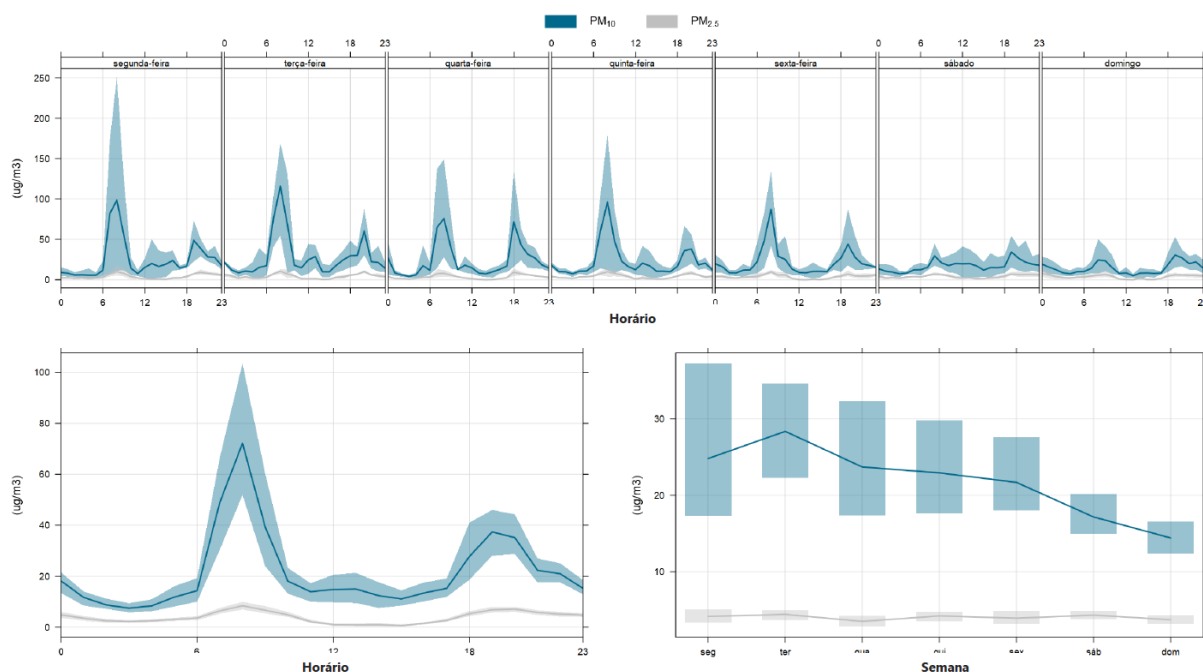


Figura 6.4.1-1: Evolução horária e semanal de PM₁₀ e PM_{2,5} da EAMQAr.

6.5. Cálculo do IQAr

Para o mês de junho 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 ₁₀	PM _{2,5}	Total
BOA	97,77%	100,00%	98,89%
MODERADO	2,23%	0,00%	1,11%

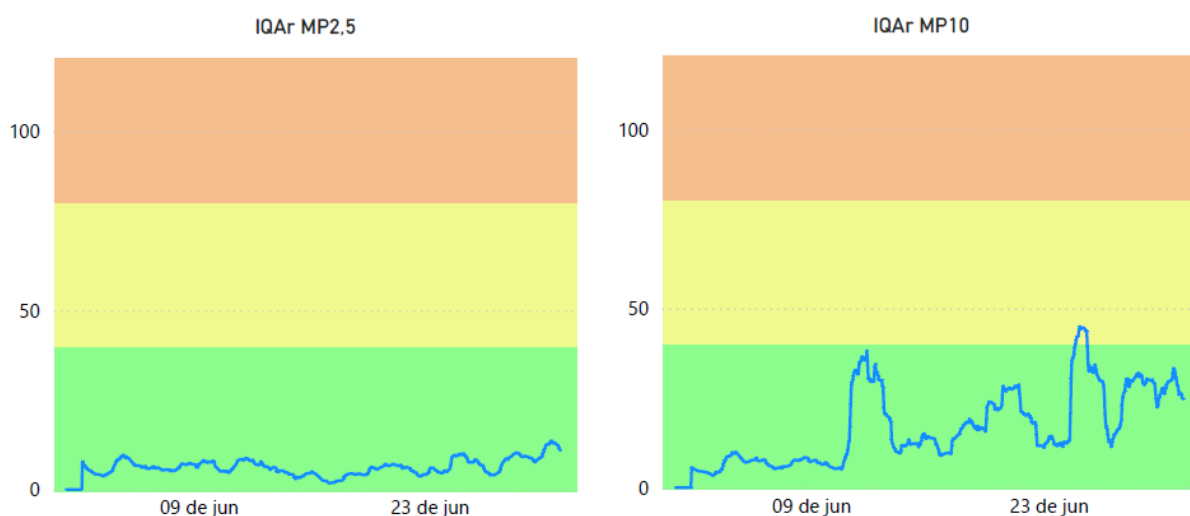


Figura 6.5-1: Gráfico de Índice de qualidade do ar (PM_{2,5} e PM₁₀) da EAMQAr.

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
01/06/2024	12h às 16h	PM2,5	Dado Invalidado devido medições negativas além do limite permitido.
02/06/2024	14h	PM2,5	Dado Invalidado devido medições negativas além do limite permitido.
03/06/2024	12h às 15h	PM2,5	Dado Invalidado devido medições negativas além do limite permitido.
	15h	PM10	Dado Invalidado devido medições negativas além do limite permitido.
04/06/2024	11h, 13h às 14h	PM2,5	Dado Invalidado devido medições negativas além do limite permitido.
	13h	PM10	Dado Invalidado devido medições negativas além do limite permitido.
05/06/2024	15h	PM2,5	Dado Invalidado devido medições negativas além do limite permitido.
06/06/2024	13h	PM2,5	Dado Invalidado devido medição negativa acima do limite permitido.
07/06/2024	13h às 14h	PM2,5	Dado Invalidado devido medição negativa acima do limite permitido.
08/06/2024	13h	PM2,5 e PM10	Dado Invalidado devido medição negativa acima do limite permitido.
09/06/2024	14h	PM2,5	Dado Invalidado devido medição negativa acima do limite permitido.
10/06/2024	16h às 19h	PM2,5 e PM10	Calibração do Equipamento.
18/06/2024	14h	PM2,5	Dado Invalidado devido medição negativa de PM2,5 acima do limite permitido.
19/06/2024	09h	Todos os Parâmetros	Insuficiência de Amostras.
20/06/2024	16h	PM2,5	Dado Negativo acima do limite permitido
21/06/2024	03h, 13h	PM2,5	Dado Negativo acima do limite permitido
22/06/2024	11h às 15h	PM2,5	Dado Zerado acima do limite permitido
23/06/2024	14h	PM2,5	Dado Negativo acima do limite permitido
30/06/2024	14h	PM2,5	Dado Invalidado devido medição negativa acima do limite permitido.

8. DISPONIBILIDADE

A **Tabela 8-1** apresenta a disponibilidade por parâmetro e total da EAMQAr. A disponibilidade contratual é calculada com base nas considerações realizadas contratualmente entre CONTRATANTE e CONTRATADA. Os Dados Inválidos incluem: Dados Inválidos devido 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 _{2,5}	720	32	0	4	0	684	95,00%	95,53%
PM ₁₀	720	4	0	4	0	712	98,89%	99,44%
Direção do Vento	720	1	0	0	0	719	99,86%	99,86%
Velocidade do Vento	720	1	0	0	0	719	99,86%	99,86%
Temperatura	720	1	0	0	0	719	99,86%	99,86%
Umidade Relativa	720	1	0	0	0	719	99,86%	99,86%
Pressão	720	1	0	0	0	719	99,86%	99,86%
Radiação Solar	720	1	0	0	0	719	99,86%	99,86%
Precipitação	720	1	0	0	0	719	99,86%	99,86%
Total	6480	43	0	8	0	6429	99,21%	99,33%

9. CONCLUSÕES

Os dados monitorados pela EAMQAr - Escola foram medidos diariamente, com acompanhamento da equipe de monitoramento. O período de medição compreendeu os dias 01/06/2024 a 30/06/2024, 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 98,89% da classificação total como BOA e 1,11% da classificação total como MODERADO.

Quanto a disponibilidade temos que, a Disponibilidade Real foi de 99,21% enquanto a Disponibilidade Contratual foi de 99,33%.

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

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

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

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

11. EQUIPE TÉCNICA

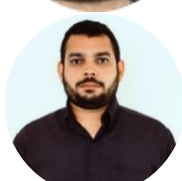
Equipe técnica envolvida na execução do projeto:



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



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



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



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



Ana Carolina Grillo de Vasconcelos, Engenheira Química.
Analista de Projetos.



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

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:	CIPLAN	Data de emissão:	13/06/2024
Número do certificado:	CEAIR-470624		
Endereço:	Sobradinho - DF		
CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA DE CALIBRAÇÃO			
Item de calibração:	Monitor PM10 e PM2,5	Data da calibração:	10/06/2024
Marca/Modelo:	ThermoFisher/TEOM 1405D	Hora início/Fim :	14:54/16:46
Método medição:	Microbalança de Precisão	Estação:	ESCOLA - FERCAL
Número Serial:	1405A204410903		
DADOS DO PADRÃO UTILIZADO			
Descrição	Serial	Data da Calibração	Validade da Calibração
Defender 520	126798	20/11/2023	19/11/2024
Filtro Padrão - TX40	NA	NA	NA
TESTE DE VAZAMENTO			
PM 2.5 Flow	0,00	Tolerância:	0,15 lpm
PM - Coarse Flow	0,01	Tolerância:	0,15 lpm
By pass flow (lpm):	0,02	Tolerância:	0,6 lpm
		Status:	OK
		Status:	OK
		Status:	OK
VERIFICAÇÃO DO FLUXO PRINCIPAL - PM 2.5			
Fluxo TEOM (lpm):	3,000	Fluxo Fluxômetro (lpm):	2,90
Erro Percentual:	3,33%	Tolerância:	10%
Previous Flow Adj Factor:	0,9600	Current Flow Adj Factor:	0,9667
Valor Final de Fluxo:	Leitura no Equipamento	3,000	Leitura no Fluxômetro
		3,01	
VERIFICAÇÃO DO FLUXO BYPASS			
Fluxo TEOM (lpm):	12	Fluxo Flowmeter (lpm):	11,93
Erro Percentual:	0,58%	Tolerância:	10%
Previous Flow Adj Factor:	0,9995	Current Flow Adj Factor:	0,9942
Valor Final de Fluxo	Leitura no Equipamento:	12,000	Leitura no Fluxômetro:
		12	
VERIFICAÇÃO DO FLUXO COARSE			
Fluxo TEOM (lpm):	1,68	Fluxo Flowmeter (lpm):	1,65
Erro Percentual:	1,79%	Tolerância:	10%
Previous Flow Adj Factor:	0,9760	Current Flow Adj Factor:	0,9880
Valor Final de Fluxo:	Leitura no Equipamento:	1,680	Leitura no Fluxômetro:
		1,67	
CALIBRAÇÃO MULTIPONTO			
Calibração Main Flow			
Leitura no Equipamento:	3	Leitura no Padrão:	2,93
		Erro (%):	2%
Calibração Bypass Flow			
Leitura no Equipamento:	12	Leitura no Padrão:	12
		Erro (%):	0%
Calibração Coarse Flow			
Leitura no Equipamento:	1,67	Leitura no Padrão:	1,67
		Erro (%):	0%
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
STATUS PM 2,5:		EFETUADO AJUSTE:	NÃO
STATUS PM 10:		EFETUADO AJUSTE:	NÃO
CONCLUSÃO	Não foi necessário ajuste do fluxo, considerando a tolerância de 10%.		
INCERTEZA - PM _{2,5}		INCERTEZA - PM _{Coarse}	
Fluxo (lpm)	Incerteza Expandida (µg/m³)	Fluxo (lpm)	Incerteza Expandida (µg/m³)
1	0,41 (k=2 ; v _{eff} = ∞)	1	0,46 (k=2 ; v _{eff} = ∞)
5	0,45 (k=2 ; v _{eff} = ∞)	5	0,50 (k=2 ; v _{eff} = ∞)
16,67	0,57 (k=2 ; v _{eff} = ∞)	16,67	0,62 (k=2 ; v _{eff} = ∞)
24,95	0,74 (k=2 ; v _{eff} = ∞)	24,95	0,79 (k=2 ; v _{eff} = ∞)
NOTAS E INFORMAÇÕES ADICIONAIS			
1) A incerteza expandida U, que é declarada como a incerteza padrão da medição multiplicada pelo fator de abrangência k, o qual para uma distribuição t com V _{eff} graus de liberdade efetivos, corresponde a uma probabilidade de abrangência de aproximadamente 95%.			
2) As incertezas padrão da medição foram determinadas de acordo com a Norma nº NIT-DICLA-021 - Expressão da Incerteza de Medição por Laboratórios de Calibração - Inmetro, revisão 10 de julho/2020.			
3) 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		APROVADO POR	
			
João Vitor Santos de Sousa Técnico de Operação		Vhictor Pereira Rodrigues Coordenador de Operação	



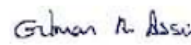
Certificados – Meteorologia





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. Procedimento realizado em observância à Norma ISO/IEC 17025						
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	8,5	0,08	0,3 (k=2,00 ; v _{eff} =∞)
16,4	16,5	16,5	16,5	16,5	0,08	0,3 (k=2,00 ; v _{eff} =∞)
NOTAS E INFORMAÇÕES ADICIONAIS						
1) A incerteza expandida U, que é declarada como a incerteza padrão da medição multiplicada pelo fator de abrangência k, o qual para uma distribuição t com V_{eff} graus de liberdade efetivos, corresponde a uma probabilidade de abrangência de aproximadamente 95%. 2) As incertezas padrão da medição foram determinadas de acordo com a Norma nº NIT-DICLA-021 - Expressão da Incerteza de Medição por Laboratórios de Calibração - Inmetro, revisão 10 de julho/2020. 3) Este certificado é válido somente para o item citado e só deve ser reproduzido completo. Reprodução de partes requer aprovação escrita da Aires 4) Realizada a limpeza interna, externa ao sensor e nos rolamentos para remoção de poeira						
REALIZADO POR  Gabriel Prates Loriato Técnico de manutenção				APROVADO POR  Gilmar Assis Coordenador técnico		

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO 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

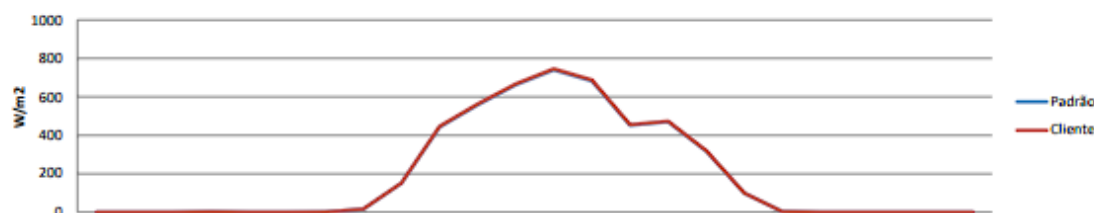
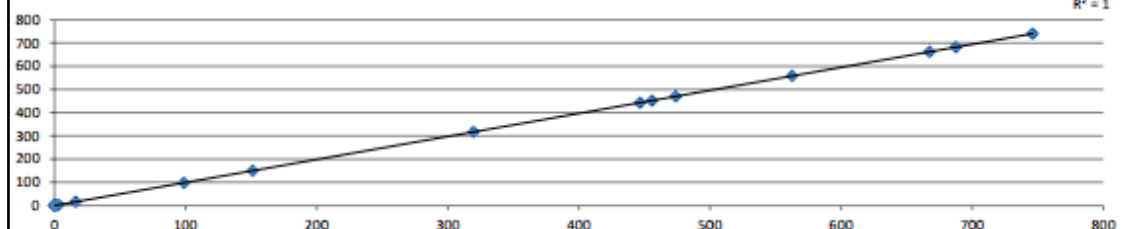
PROCEDIMENTOS APLICADOS

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	MEDICÃO	30140181WS13/02/23	RBC - CAL 0183
TER-028	TERMOHIGRÔMETRO	15/02/2023	15/02/2024	MEDICÃO	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 _{eff} =2)
30	30,7	30,8	31,0	30,8	0,8	0,3 (k=2,87 ; v _{eff} =4)
50	51,0	52,0	51,5	51,5	1,5	1,3 (k=4,53 ; v _{eff} =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 _{eff} =∞)
49	48,0	48,5	48,3	0,8	6	(k=2,00 ; v _{eff} =∞)
21	20,0	19,5	19,8	1,3	5	(k=2,00 ; v _{eff} =∞)

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 (k=2,2 ; v _{eff} =16)
855,4	859,0	859,0	860,0	860,0	859,5	4,1 (k=2,1 ; v _{eff} =38)
910,4	915,0	914,0	914,5	915,0	914,6	4,2 (k=2,0 ; v _{eff} =68)
965,4	965,8	964,0	966,0	965,8	965,4	0,0 (k=2,2 ; v _{eff} =12)
1010,4	1007,2	1006,0	1008,0	1007,0	1.007,1	-3,3 (k=2,2 ; v _{eff} =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

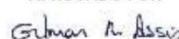
Teste nº	Volume indicado (ml) por cada balsa D (direita) e E (esquerda)						Volume Médio (mL)		
	1	2	3	4	5	6			
D	8,4	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,27	±	0,16 (k=2 ; v _{eff} = ∞)
E	8,0	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,20	±	0,16 (k=2 ; v _{eff} = ∞)

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

REALIZADO POR


 Gabriel Prates Lariato
 Técnico de manutenção

APROVADO POR


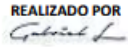
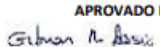
 Gilmar Assis
 Coordenador técnico





CERTIFICADO DE SENSOR DE DIREÇÃO DO VENTO

Empresa Certificada:
Certification Standard
ISO9001:2015

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.						
REALIZADO POR  Gabriel Prates Lorigato Técnico de manutenção			APROVADO POR  Gilmar Assis Coordenador Técnico			