

Relatório Técnico
RT AIR 466-24

Julho 2024
Revisão 00

Relatório

**Relatório de Qualidade do Ar da Estação Automática de
Monitoramento da Qualidade do Ar em Sobradinho/DF –
Estação CRAS, Informe de Junho de 2024**

Relatório Técnico
RT AIR 466-24

Julho 2024
Revisão 00

Relatório

Relatório de Qualidade do Ar da Estação Automática de Monitoramento da Qualidade do Ar em Sobradinho/DF – Estação CRAS, 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	27
8. DISPONIBILIDADE.....	31
9. CONCLUSÕES	32
10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	33
11. EQUIPE TÉCNICA	34
ANEXO A – CERTIFICADOS DE CALIBRAÇÃO	36

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 do CRAS 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 do CRAS são apresentados na **Tabela 1-1**:

Tabela 1-1: Parâmetros monitorados pela EAMQAr do CRAS.

Poluentes Atmosféricos	Meteorologia
Partículas Totais em Suspensão (PTS)	Velocidade do Vento (VV)
Partículas Inaláveis (PM ₁₀)	Direção do Vento (DV)
Partículas Respiráveis (PM _{2,5})	Temperatura Ambiente (T)
Ozônio Troposférico (O ₃)	Umidade Relativa (UR)
Óxidos de Nitrogênio (NO, NO ₂ e NO _x)	Pressão Atmosférica (PA)
Dióxido de Enxofre (SO ₂)	Radiação Solar (RS)
Monóxido de Carbono (CO)	Precipitação Pluviométrica (PP)

2. LOCALIZAÇÃO DO PONTO DE MONITORAMENTO

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

Tabela 2-1: Dados de localização da Estação CRAS.

Estação Automática	Localização	Coordenadas UTM Datum: SIRGAS 2000 - Fuso 23L	
		Longitude	Latitude
CRAS	DF-150, 17 - Sobradinho, Brasília - DF	192186.96 m E	8273104.82 m S

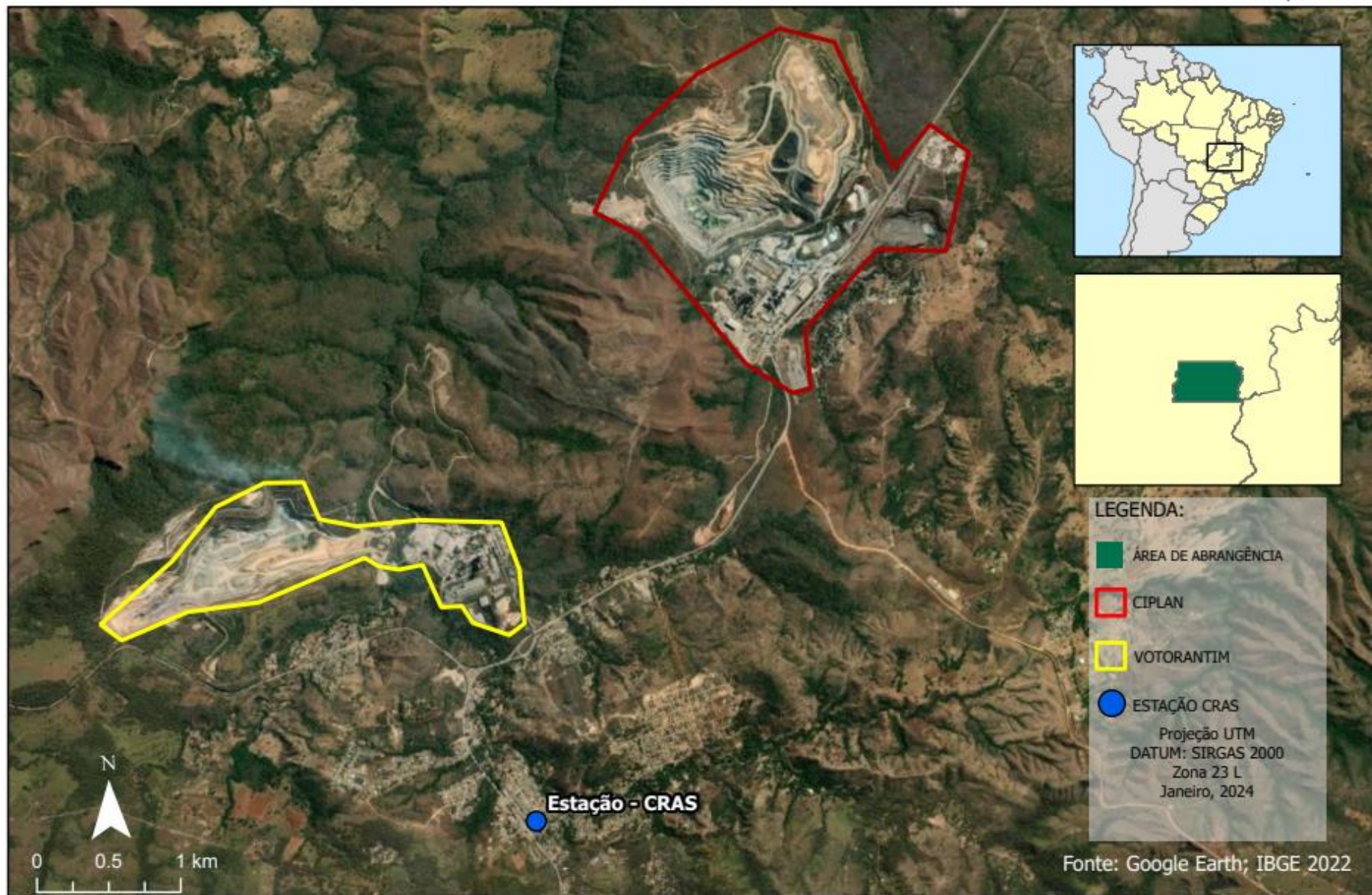


Figura 2-1: Localização do Ponto de Monitoramento.

3. LEGISLAÇÃO AMBIENTAL APLICÁVEL

Os padrões de qualidade do ar são referenciados pela Resolução Conama N° 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 (ex.: Padrões Estaduais, MP_{2,5} 24h, CO 8h e CO 1h) deve-se considerar o limite seguinte do plano estratégico de qualidade do ar, conforme a **Tabelas 3-1**.

Tabela 3-1: Padrão Nacional de Qualidade do Ar.

Parâmetro	Período de Referência	Padrão Nacional
PTS [µg/m³]	24 horas	240
	Anual ⁴	80
PM ₁₀ [µg/m³]	24 horas	120
	Anual ¹	40
PM _{2,5} [µg/m³]	24 horas	60
	Anual ¹	20
SO ₂ [µg/m³]	24 horas	125
	Anual ¹	40
NO ₂ [µg/m³]	1 hora ²	260
	Anual ¹	60
O ₃ [µg/m³]	8 horas ³	140
CO [ppm]	8 horas ³	9

Legenda: ¹Média aritmética anual.

²Média horária.

³Máxima média móvel obtida no dia.

⁴Média geométrica 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 a > 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)	SO ₂ 24h (µg/m³)	NO ₂ 1h (µg/m³)	O ₃ 8h (µg/m³)	CO 8h (ppm)
Boa	0-40	0-25	0-50	0-20	0-200	0-100	0-9
Moderada	41-80	>25-50	>50-100	>20-40	>200-240	>100-130	>9-11
Ruim	81-120	>50-75	>100-150	>40-365	>240-320	>130-160	>11-13
Muito ruim	121-200	>75-125	>150-250	>365-800	>320-1130	>160-200	>13-15
Péssima	>200	>125	>250	>800	>1130	>200	>15

Fonte: Cetesb, 2019.

O cálculo do IQAr é realizado utilizando a **Equação 3.1-1**, desenvolvida pela USEPA (USEPA, 2017):

$$IQAr = índice_i + \frac{índice_f - índice_i}{Conc.f - Conc.i} * (Conc.Med - Conc.i) \quad (3.1-1)$$

Onde:

IQA_r = 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.

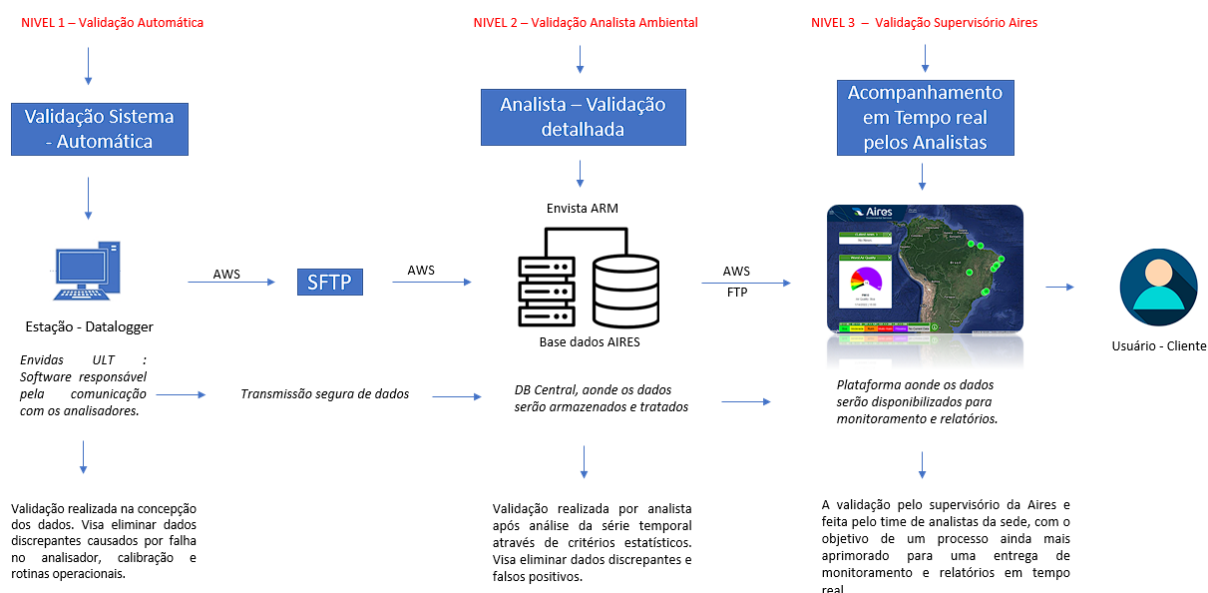


Figura 4.1-1: Fluxo de Transmissão de Dados.

Tabela 4.1-1: Tabela de flags estabelecidas.

Flag	Significado
InVld	Dado Invalido por Medição Negativa ou Suspeita
PwrFail	Motivos de Força 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 29/12/2023, 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				
NO-NO ₂ -NO _x	42i	Thermo Fisher	Quimiluminescência	24/06/2024
CO	48i	Thermo Fisher	Absorção de Infravermelho não dispersivo	18/06/2024
SO ₂	43i	Thermo Fisher	Fluorescência Ultravioleta	25/06/2024
O ₃	49i	Thermo Fisher	Absorção de Luz Ultravioleta	14/06/2024
PTS	Teom 1405	Thermo Fisher	Microbalança de Elemento Cônico Oscilante	06/06/2024
PM _{2,5} - PM ₁₀	Teom 1405D	Thermo Fisher		05/06/2024
Calibrador Multi-Gas	146i	Thermo Fisher	NA	05/12/2023
Gerador Ar Zero	111	Thermo Fisher	NA	NA
Meteorologia				
Direção do Vento	CWT-SWD-C-360-V5	CWT	Orientação da Veleta	22/12/2023
Velocidade do Vento	CWT-SWS-C-V5	CWT	Anemômetro	22/12/2023
Radiação Solar	CWT-SI-M-V5	CWT	Fotovoltaico	22/12/2023
Precipitação	260-2500	Novalynx	Básculas	22/12/2023
Temperatura	RK330-01B	Rika Sensors	Sensor térmico, higrométrico, barométrico	22/12/2023
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.

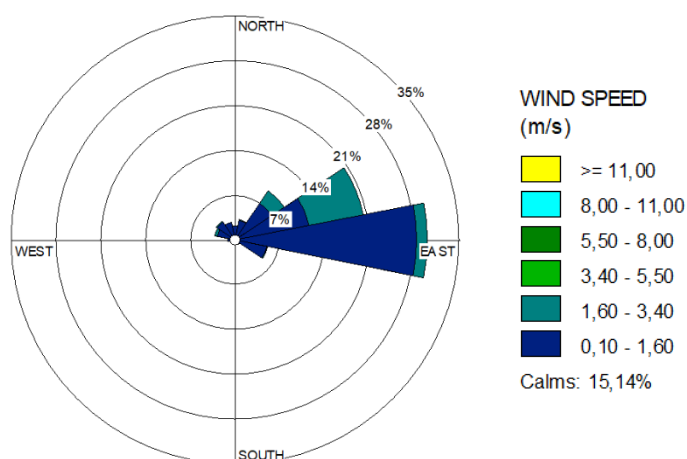


Figura 5.1-1: Rosa dos Ventos da EAMQAr.

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

Direções predominantes	Calmaria [%]	Velocidade média [m/s]	Disponibilidade dos dados [%]
Leste	15,14	0,62	98,75

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.

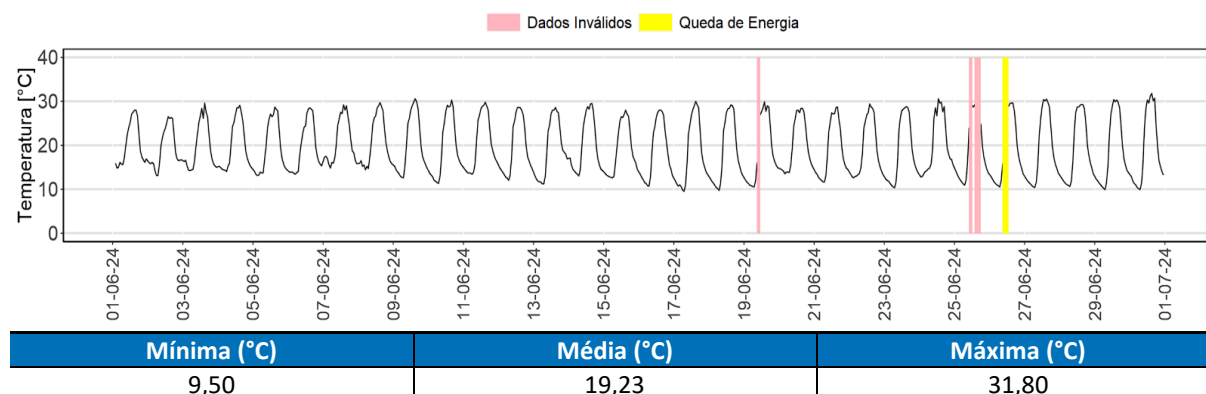
Quanto a umidade relativa, as medições mais elevadas podem interferir na concentração de poluentes, visto que o ar úmido facilita a formação de aerossóis secundários. Além disso, a umidade elevada também pode auxiliar na deposição de partículas, aumentando o peso dessas e facilitando sua remoção.

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.

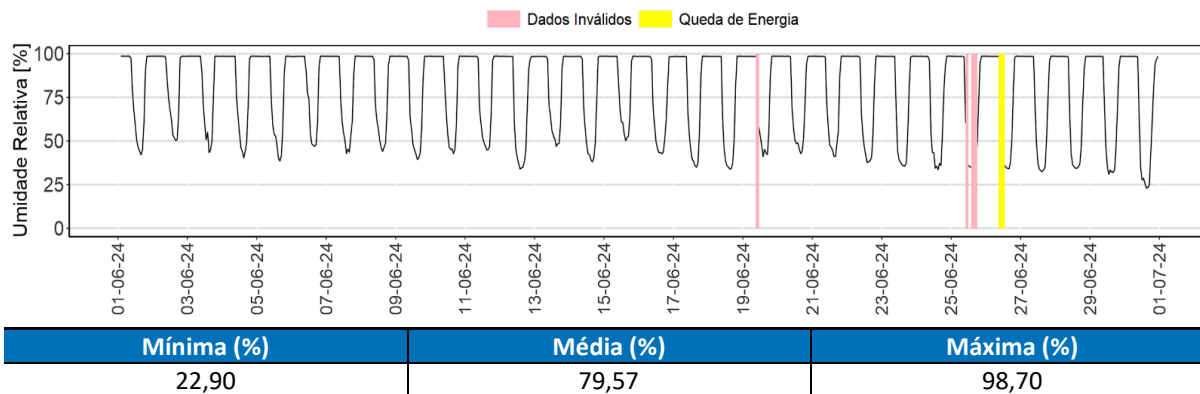
A radiação solar costuma estar mais atrelada quanto as reações fotoquímicas da atmosfera, transformando os óxidos de nitrogênio e compostos orgânicos voláteis em poluentes secundários, como o ozônio Troposférico. Por fim, a precipitação pluviométrica está atrelada ao fenômeno de lavagem da atmosfera, 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**.

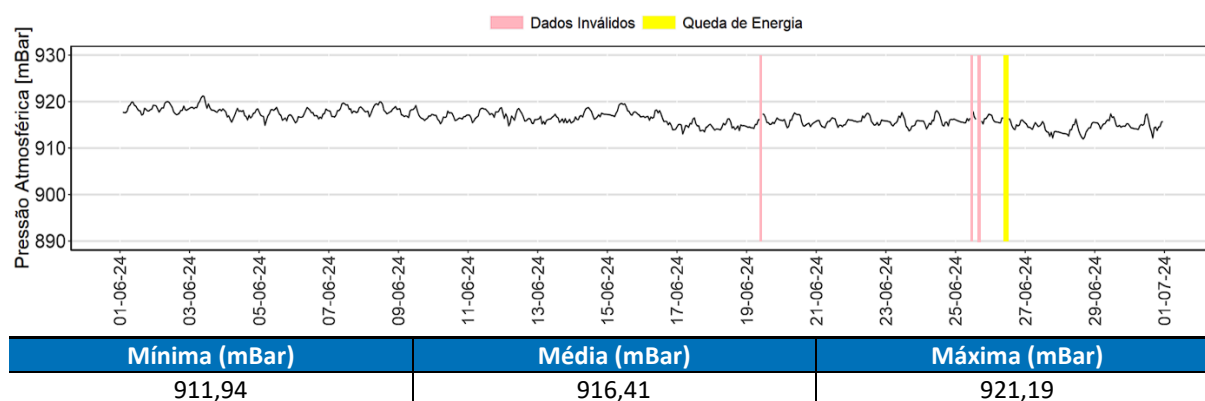
☑ Temperatura (T):



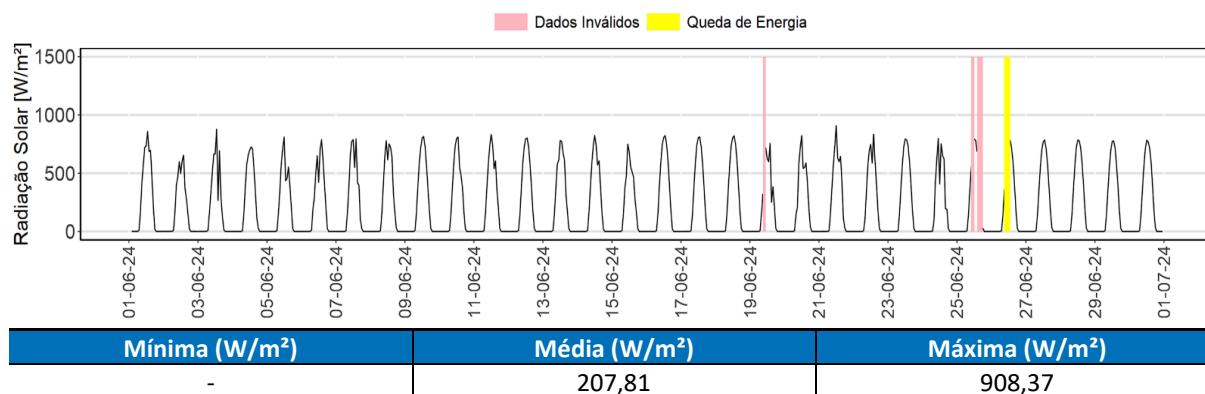
☒ Umidade Relativa (UR):



☒ Pressão Atmosférica (PA):



☒ Radiação Solar (RS):



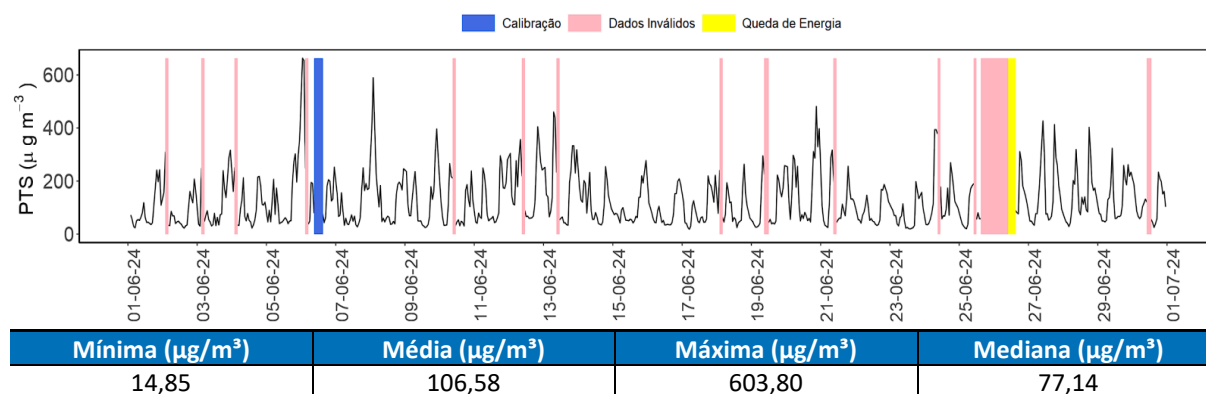
6. POLUENTES ATMOSFÉRICOS

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.

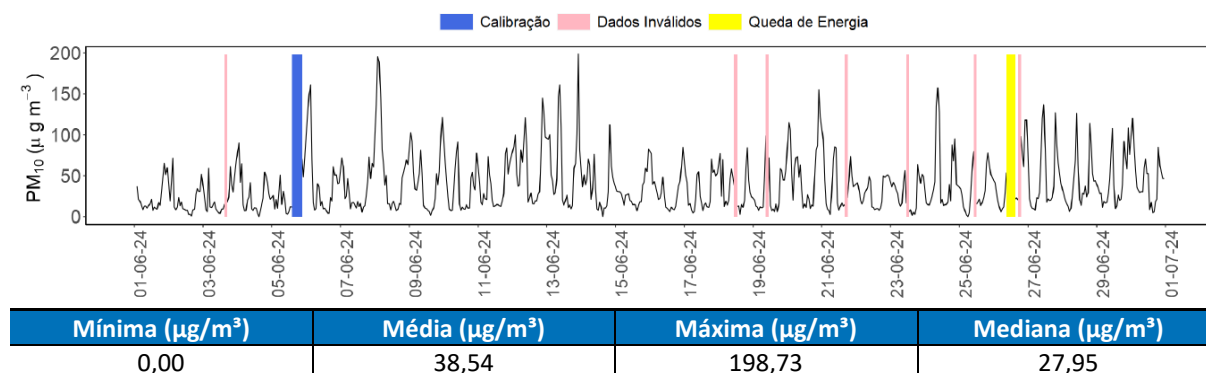
6.1. Gráficos de evolução horária com ocorrências

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**.

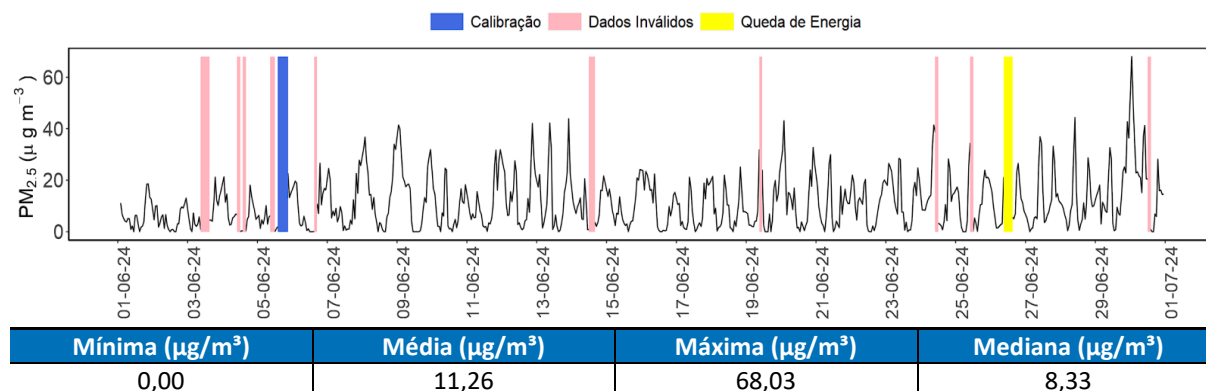
☑ Partículas Totais em Suspensão (PTS):



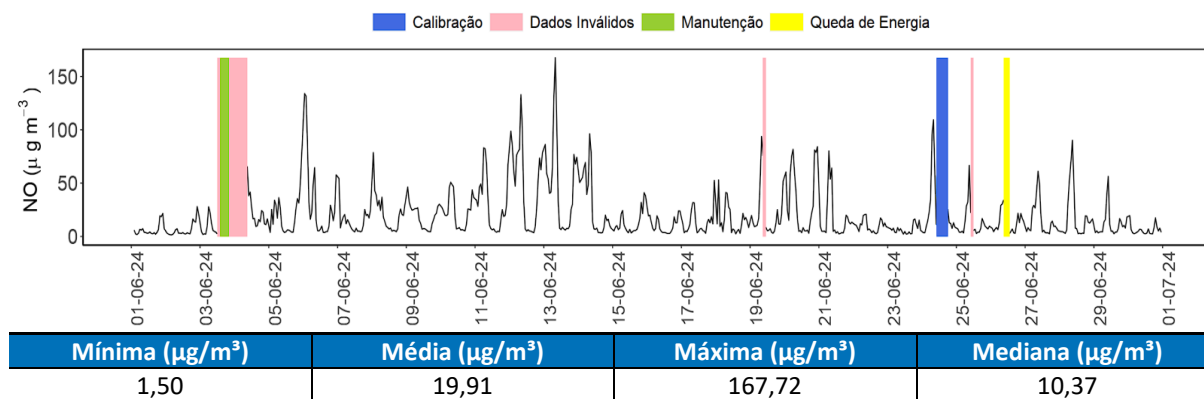
☑ Partículas Inalável (PM₁₀):



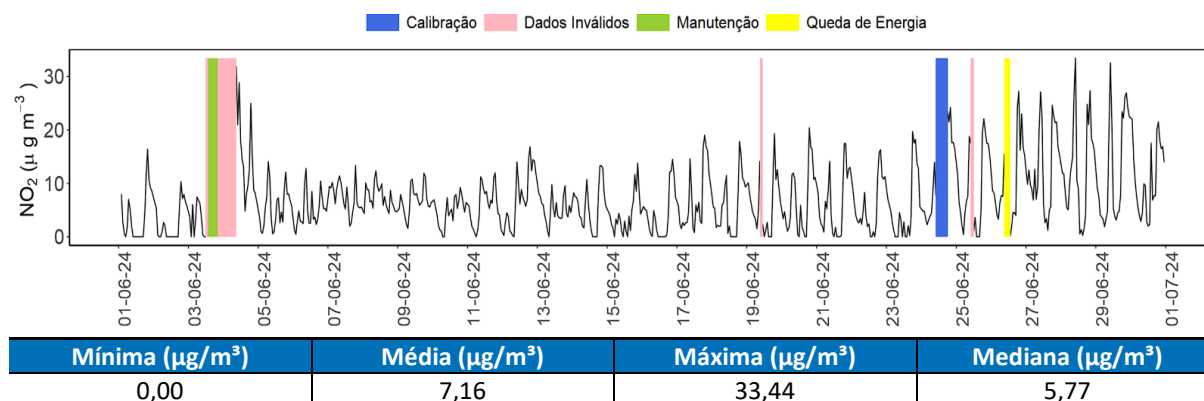
☑ Partículas Respiráveis (PM_{2,5}):



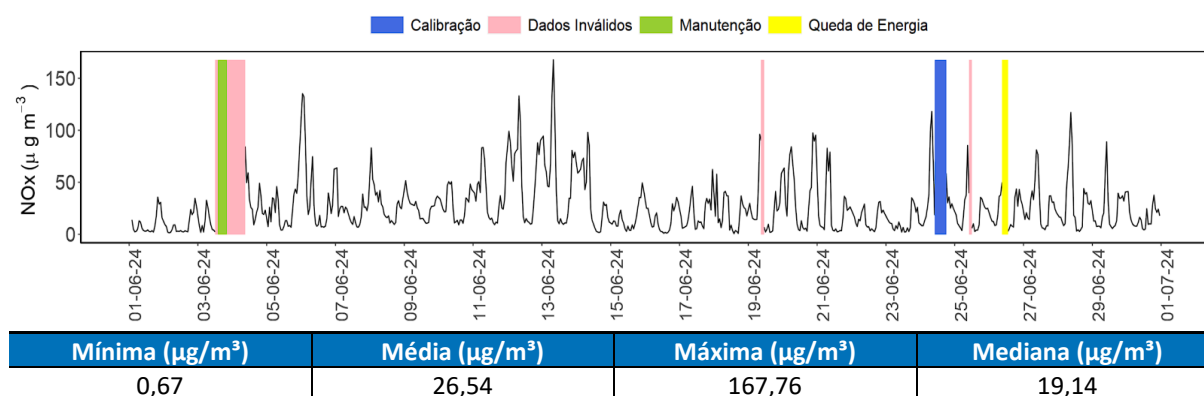
Óxido Nítrico (NO):



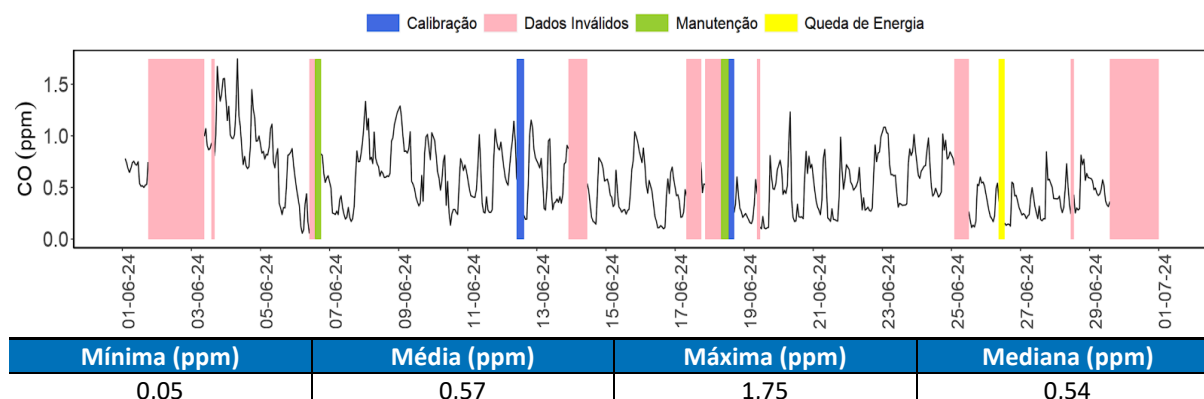
Dióxido de Nitrogênio (NO₂):

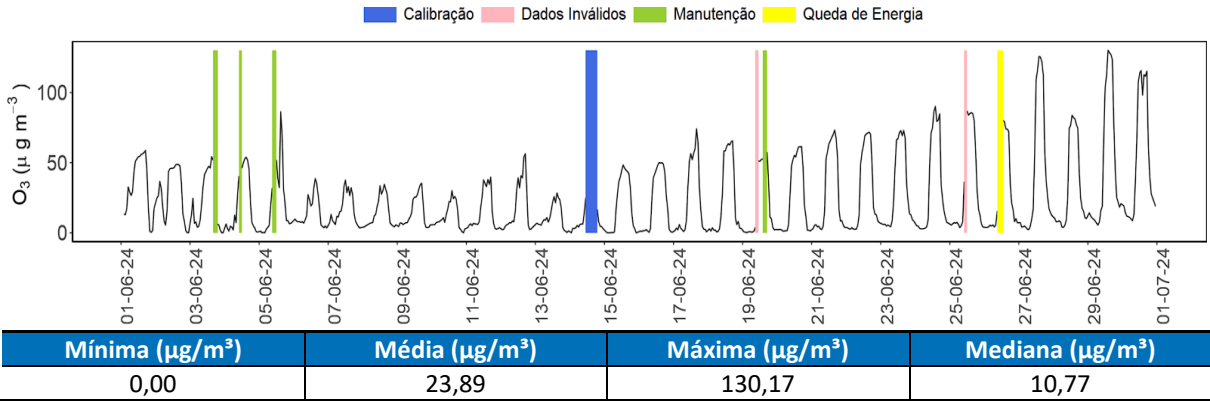
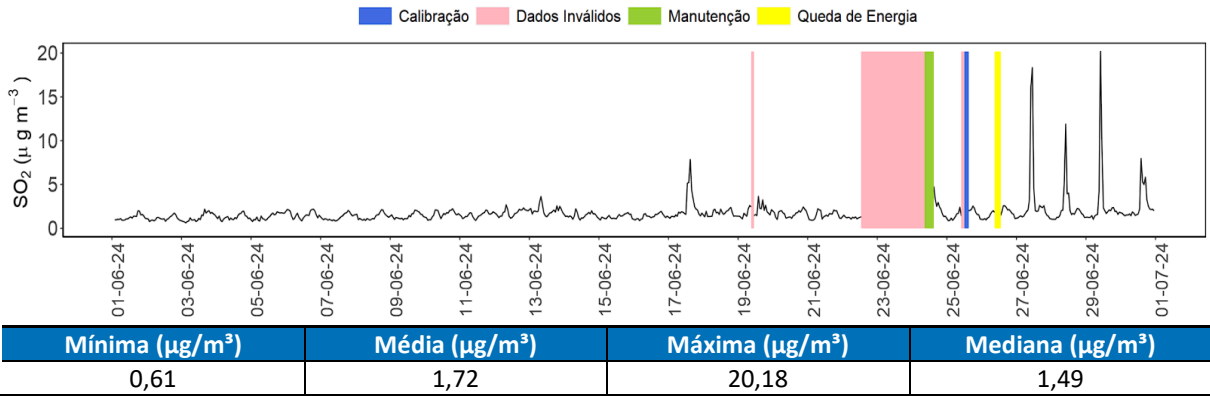


Óxidos de Nitrogênio (NO_x):



Monóxido de Carbono (CO):

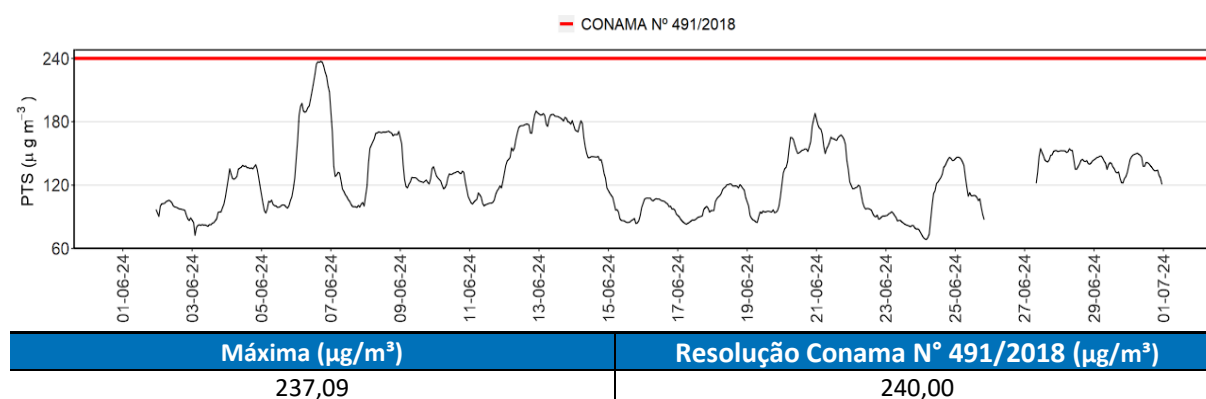


**Ozônio Troposférico (O₃):****Dióxido de Enxofre (SO₂):**

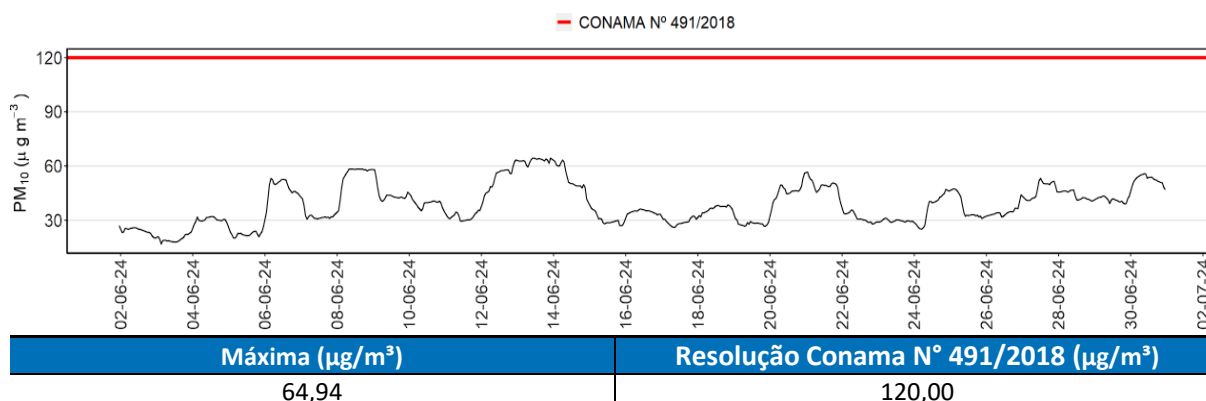
6.2. Comparação com a legislação aplicável

Durante o período monitorado não ocorreu ultrapassagem dos padrões de legislações vigentes, sendo este 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 (PTS, PM₁₀, PM_{2,5}, NO₂, CO, O₃ e SO₂) sendo possível a comparação dos resultados obtidos no monitoramento da EAMQAr com os padrões de qualidade do ar estaduais e nacionais da legislação vigente. Para o período de monitoramento deste presente relatório, não ocorreu a ultrapassagem de nenhum limite da Resolução Conama N° 491/2018.

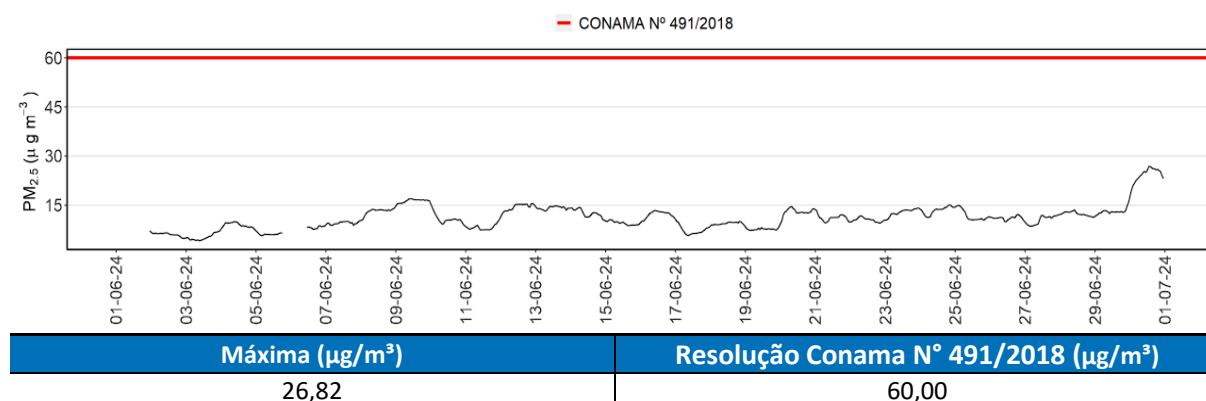
☑ Partículas Totais em Suspensão (PTS):



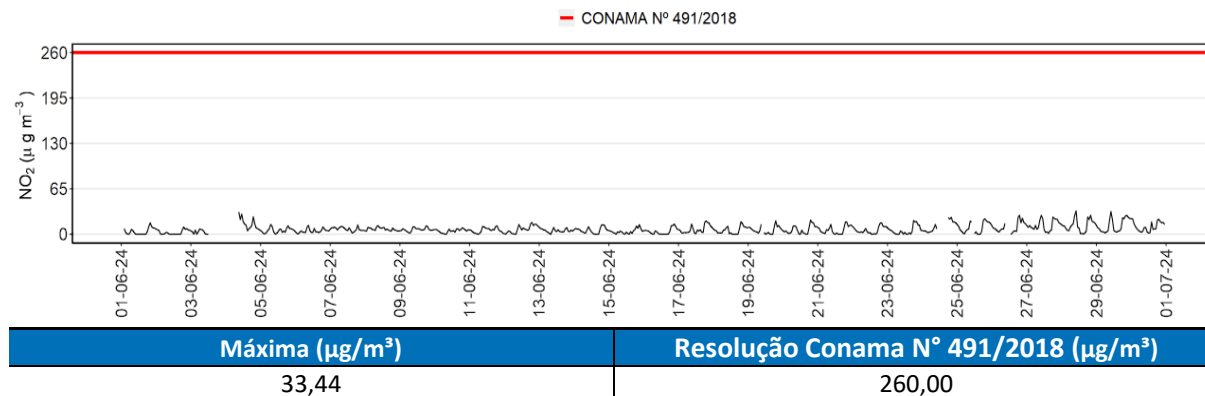
☑ Partículas Inalável (PM₁₀):



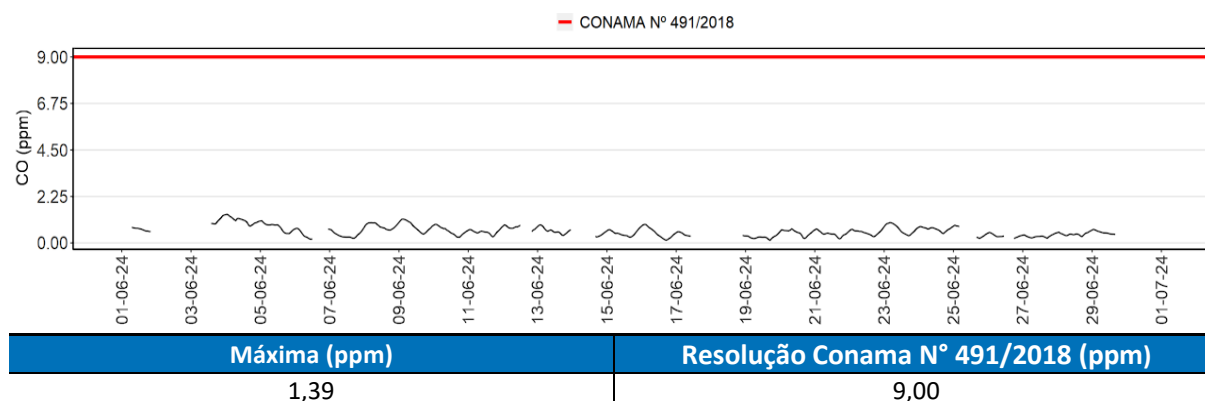
☑ Partículas Respiráveis (PM_{2,5}):



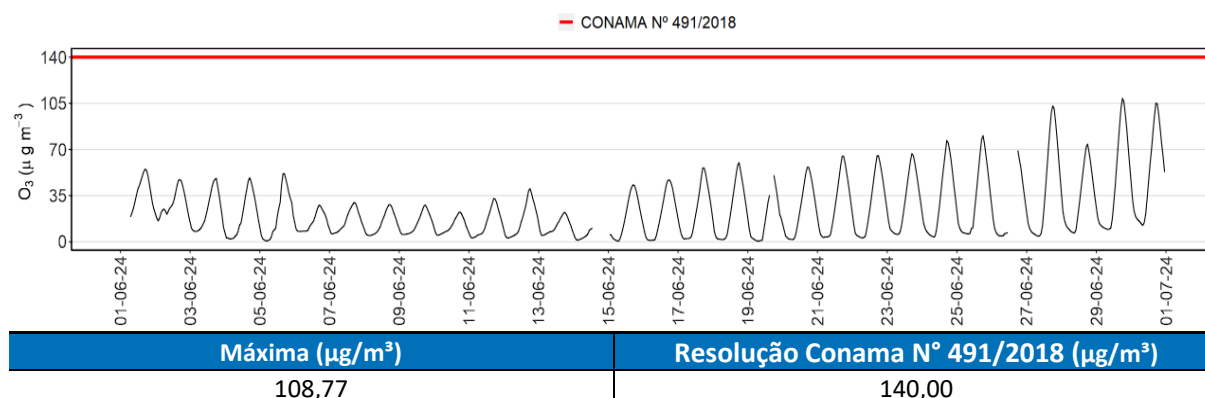
Dióxido de Nitrogênio (NO₂):



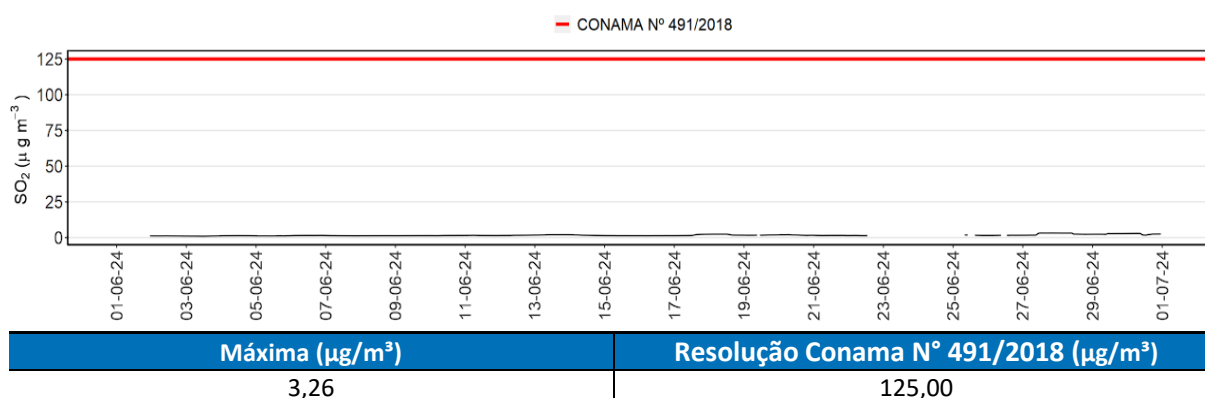
Monóxido de Carbono (CO):



Ozônio Troposférico (O₃):



Dióxido de Enxofre (SO₂):



6.3. Análise integrada QAr X Meteorologia

A **Figura 6.3-1** apresenta as concentrações dos poluentes em coordenadas polares para a EAMQAr. Os gráficos representam a concentração de cada poluente em relação à direção do vento e à velocidade do vento medidos nas próprias estações, sendo a leitura da direção feita da mesma forma que na rosa dos ventos, enquanto a velocidade varia de acordo com o raio de cada círculo, aumentando do centro para a borda. A variação dos poluentes é avaliada conforme a alteração das cores representadas na escala lateral. Essa análise é muito importante, pois permite investigar possíveis fontes, que influenciam diretamente a Estação. Para a maioria das situações com poluentes gasosos, o aumento da velocidade do vento geralmente resulta em menores concentrações, devido ao aumento da diluição através da advecção e aumento da turbulência, enquanto para os materiais particulados, elevados valores de velocidade podem aumentar os níveis de concentração, em função do processo de ressuspensão de poeira em áreas expostas, por exemplo. Entretanto, a obtenção de concentrações elevadas coincidindo com a ocorrência de altas velocidades do vento, podem caracterizar um cenário, no qual as fontes emissoras, podem estar localizadas mais distantes das estações de monitoramento.

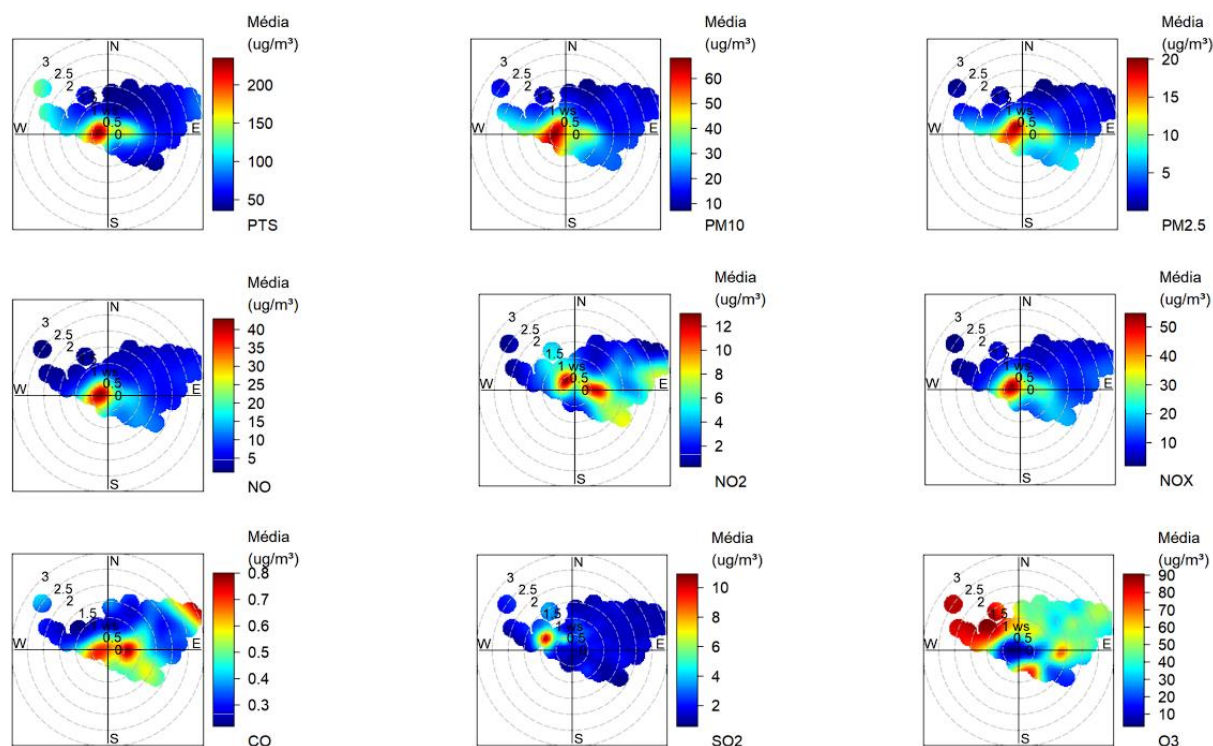


Figura 6.3-1: Gráfico PolarPlot dos parâmetros de qualidade do ar (PTS, PM₁₀, PM_{2,5}, CO, NO, NO₂, NO_x, SO₂ e O₃) da EAMQAr.

Com base nos resultados, a EAMQAr apresenta, para particulados, óxidos de nitrogênio, dióxido de enxofre e monóxido de carbono, as maiores concentrações no centro do Polar Plot, com baixas medições de velocidade do vento, o que indica que para esses poluentes, nesse período específico, as maiores medições foram acarretadas por um comportamento mais próximo da Estação, possivelmente devido as atividades antropogênicas e ao fluxo veicular da obra do CRAS, conforme será descrito no **Capítulo 7**.

Por fim, para o O₃, é notado que as maiores concentrações se encontram em pontos mais distantes a Oeste e a Nordeste, o que é contrário se comparado aos óxidos nítricos, devido a reação fotoquímica entre estes.

6.4. Avaliação do Padrão Temporal Horário e Diário

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

6.4.1. PTS, PM₁₀ e PM_{2,5}

O material particulado possui um comportamento característico. Este comportamento é caracterizado por concentrações mais baixas, no geral, das 00h até às 06h, concentrações crescentes das 06h até às 15h e com maior decréscimo a partir de 18h. Este comportamento é devido, principalmente, ao fluxo veicular, que é responsável pela emissão de material particulado, seja pelo escapamento na queima de combustível, pelo desgaste de pneus e freios à medida que trafegam, além da ressuspensão de partículas presentes nas vias.

Os níveis de concentração de material particulado são relativamente mais baixos no começo do dia, e, a partir de 06h, quando se inicia o aumento do fluxo veicular, ocasionado pelo deslocamento casa-trabalho, as emissões vão aumentando até atingir um máximo. O movimento retorna a ser mais intenso por volta de 18h da intensificação das atividades e da movimentação de veículos.

Analisando o comportamento horário do material particulado para a EAMQAr (**Figura 6.4.1-1**), é notado dois momentos com aumento de concentração de material particulado, sendo por volta das 08h e às 19h, os dois acarretados por aumento da atividade de tráfego veicular. A persistência das medições mais altas no período noturno podem estar atreladas ao fenômeno de inversão térmica, na qual a camada de ar frio fica sob a de ar quente, restringindo a dispersão vertical do ar, o que pode acarretar num aumento das concentrações. Quanto ao comportamento semanal, é notado um incremento nas medições de particulado nos dias de semana (das segundas as quintas-feiras) e redução a partir das sextas-feiras, o que incorre devido a diminuição do fluxo veicular nestes dias.

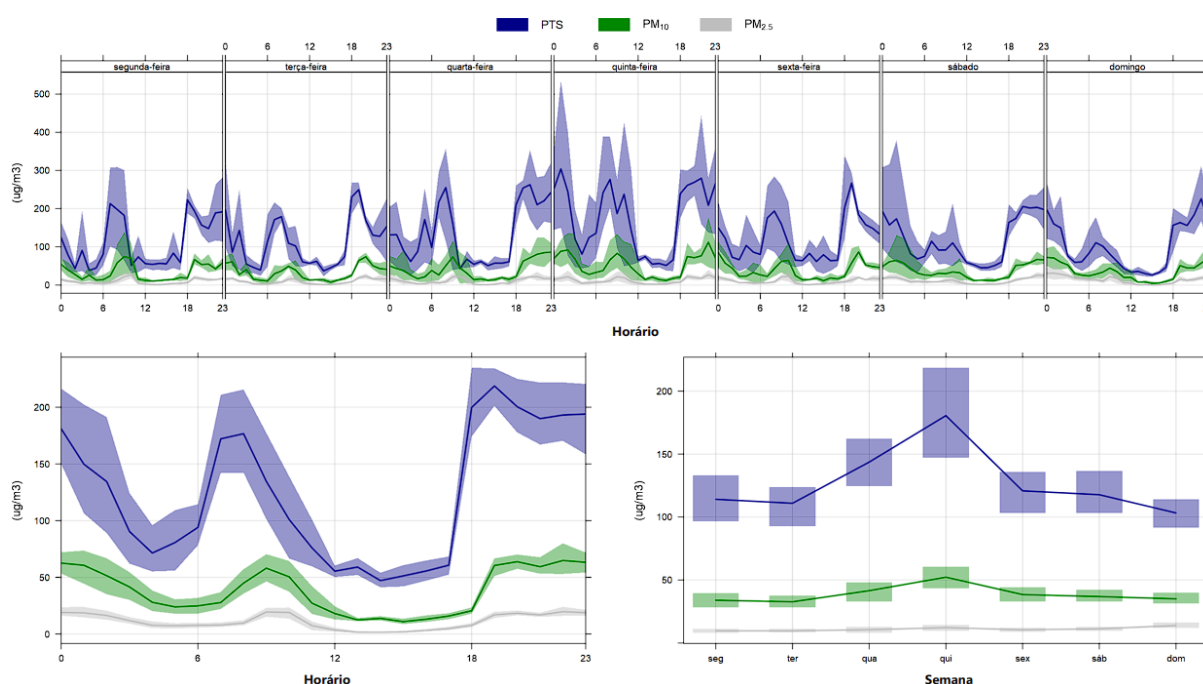


Figura 6.4.1-1: Evolução horária e semanal de PTS, PM₁₀ e PM_{2,5} da EAMQAr.

6.4.2. NO, NO₂ e NO_x

Os parâmetros NO, NO₂ e NO_x possuem um comportamento horário típico, sendo influenciado apenas pela atmosfera. Este comportamento é caracterizado por concentrações menores no começo do dia, entre 00h e 06:30h e concentrações maiores durante o final da manhã e à tarde. A partir das 18h, os valores voltam a aumentar. As variações deste comportamento podem ser ocasionadas por diversos fatores externos, dentre esses, a presença de alguma fonte emissora de combustão e fluxo veicular.

Avaliando as concentrações horárias dos óxidos de nitrogênio (**Figura 6.4.2-1**), é notável um pico por volta das 08h, estando atrelado ao aumento do tráfego veicular na região.

Também é notado um leve aumento a partir das 18h, possivelmente devido o fluxo veicular, mantendo os valores mais elevados no período noturno e no início do dia. O que pode acarretar esse aumento de concentração nessas faixas horárias é a variabilidade de temperatura que tem acontecido entre o dia/noite na região, ocorrendo uma dissipação da inversão térmica pela manhã, de modo que os poluentes acumulados nas camadas mais próximas ao solo possam acabar ascendendo e aumentando temporariamente a concentração.

Quanto ao comportamento semanal, é notado um incremento nas medições de particulado nos dias de semana (das segundas as quintas-feiras) e redução a partir das sextas-feiras, o que incorre devido a diminuição do fluxo veicular nestes dias.

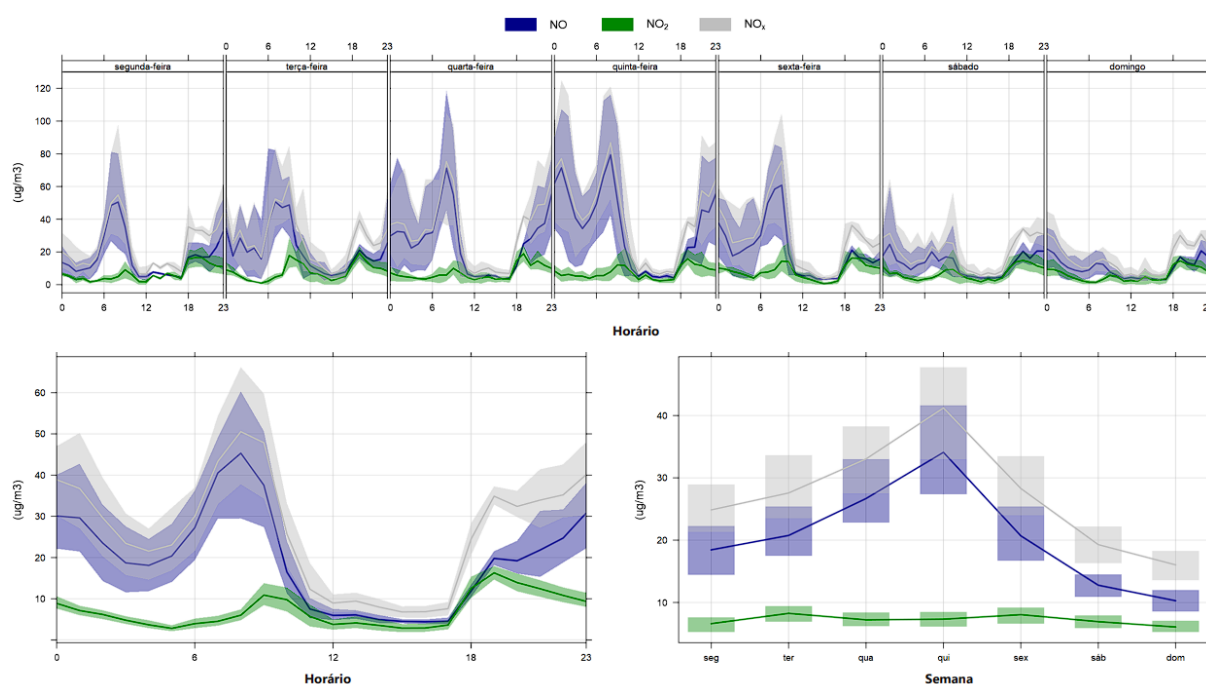


Figura 6.4.2-1: Evolução horária e semanal de NO, NO₂ e NO_x da EAMQAr.

6.4.3. SO₂

O parâmetro SO₂ possui um padrão diário que é amplamente influenciado por atividades antropogênicas e padrões meteorológicos. No geral, seu comportamento aumenta durante o início do dia devido a intensificação de atividades, alcançando medições mais elevadas durante o dia, com uma redução após diminuição das atividades industriais e do tráfego veicular.

Avaliando as concentrações do dióxido de enxofre (**Figura 6.4.3-1**), é possível observar um aumento na concentração das 8h às 12h, possivelmente influenciado devido a queima de combustíveis fósseis durante o aumento de fluxo veicular nesses horários.

Analisando os dias, temos que, a mesma variabilidade apresentada para os óxidos de nitrogênio e particulados, ocorre no dióxido de enxofre, com aumento em escala das segundas às quintas-feiras com redução nos fins de semana. É válido observar que a variação das concentrações entre os dias é inexpressiva.

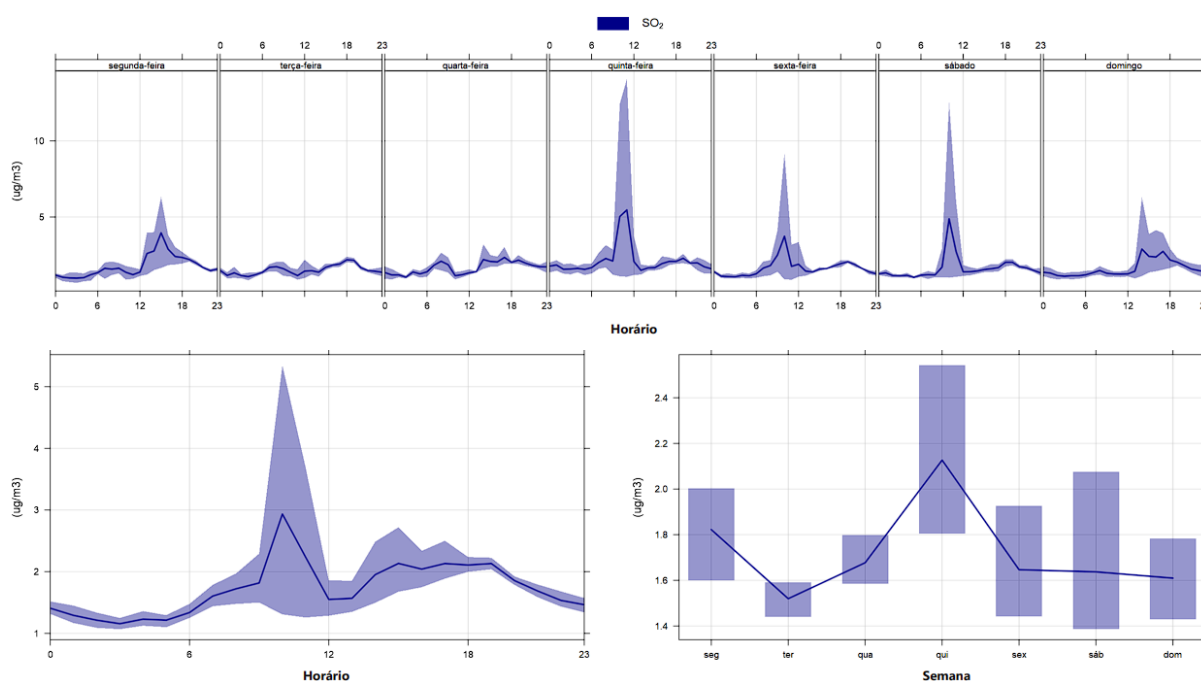


Figura 6.4.3-1: Evolução horária e semanal de SO₂ da EAMQAr.

6.4.4. O₃

Na análise dos resultados, é possível perceber o comportamento atmosférico é advindo de reações que ocorrem na troposfera terrestre envolvendo o ozônio (O₃). A partir da radiação solar, o oxigênio presente na atmosfera sofre a quebra da ligação entre os átomos, originando um radical livre, que em seguida liga-se com outra molécula de oxigênio, dando origem ao ozônio. O ozônio, por sua vez, reage com o monóxido de nitrogênio (NO) produzindo NO₂ e oxigênio. Esta reação, inerente da atmosfera, dá origem a comportamentos horários complementares entre os poluentes O₃ e NO₂, ou seja, à medida que a concentração do O₃ aumenta, a concentração de NO₂ tende a diminuir. O ozônio, por ser influenciado diretamente pela radiação solar, apresenta seus picos de valor nos horários de máxima radiação, que gira das 12h às 14h. Este valor decresce à medida que a radiação solar diminui. Este parâmetro também possui valores mais baixos no começo do dia, entre 00h e 06h, horários sem ou com baixa incidência solar (*Seinfeld, 2006*).

Por mais que normalmente o ozônio seja maior no período diurno, é possível ocorrer a geração de picos noturno, assim como a formação de picos secundários, o que foi documentado em diversos trabalhos como: REITEBUCH, et al., 2000; SALMOND e MCKENDRY, 2002; MAVRAKIS, et al., 2010; SOUSA, et al., 2011; KULKARNI, et al., 2013; KLEIN, et al., 2014. Essa correlação entre o aumento de ozônio durante a noite pode ocorrer devido aumento na velocidade do vento, o cisalhamento dele e o fluxo descendente de O₃. Também é frequente ocorrer um aumento na concentração do ozônio dentro das 3h após o pôr-do-sol, devido a mistura vertical e o transporte horizontal.

Avaliando as concentrações horárias do ozônio (**Figura 6.4.4-1**), é possível observar um notável aumento das 11h às 17h, horários com maiores medições de radiação solar. Para a variação semanal, é notável um aumento nos finais de semana, o que é contrário ao comportamento dos óxidos de nitrogênio, o que já era esperado devido a reação fotoquímica entre estes.

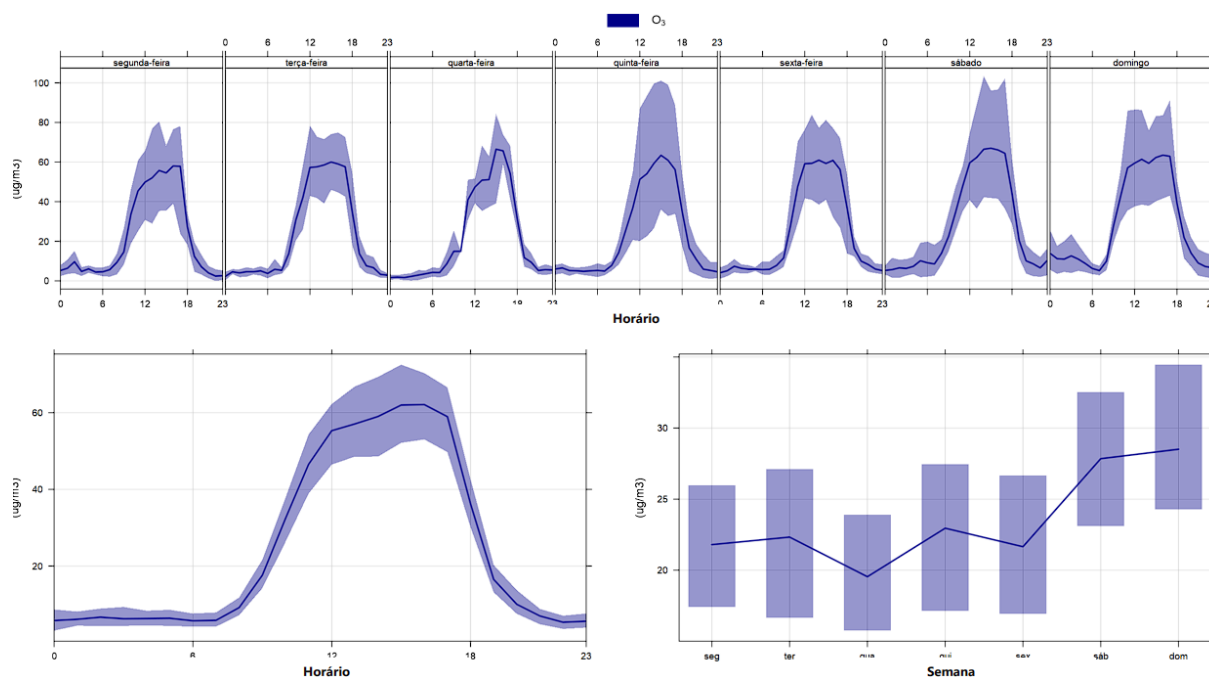


Figura 6.4.4-1: Evolução horária e semanal de O₃ da EAMQAr.

6.4.5.CO

O monóxido de carbono, assim como os outros poluentes, apresenta, no geral, maiores valores de concentração com o pico de movimentação veicular. Analisando os dados, é possível notar que isso ocorre de fato devido a um aumento às 08h e 19h.

É notável uma certa persistência de valores mais elevados de CO no final da noite, o que pode ser explicado com a ocorrência de eventos de inversão térmica na região. A queda da temperatura, seguido de baixa velocidade do vento e ausência de radiação, pode acarretar numa baixa dispersão do poluente, o enclausurando nas regiões mais próximas do solo. Isso acontece devido a não diminuição da temperatura com a altitude, impedindo o CO de se dispersar verticalmente.

Quanto a variação semanal, temos que as maiores concentrações ocorrem nas segundas e terças-feiras, assim como aos finais de semana, com redução entre quarta a sexta-feira, o que pode indicar a ocorrência de fontes de monóxido de carbono próximas da Estação.

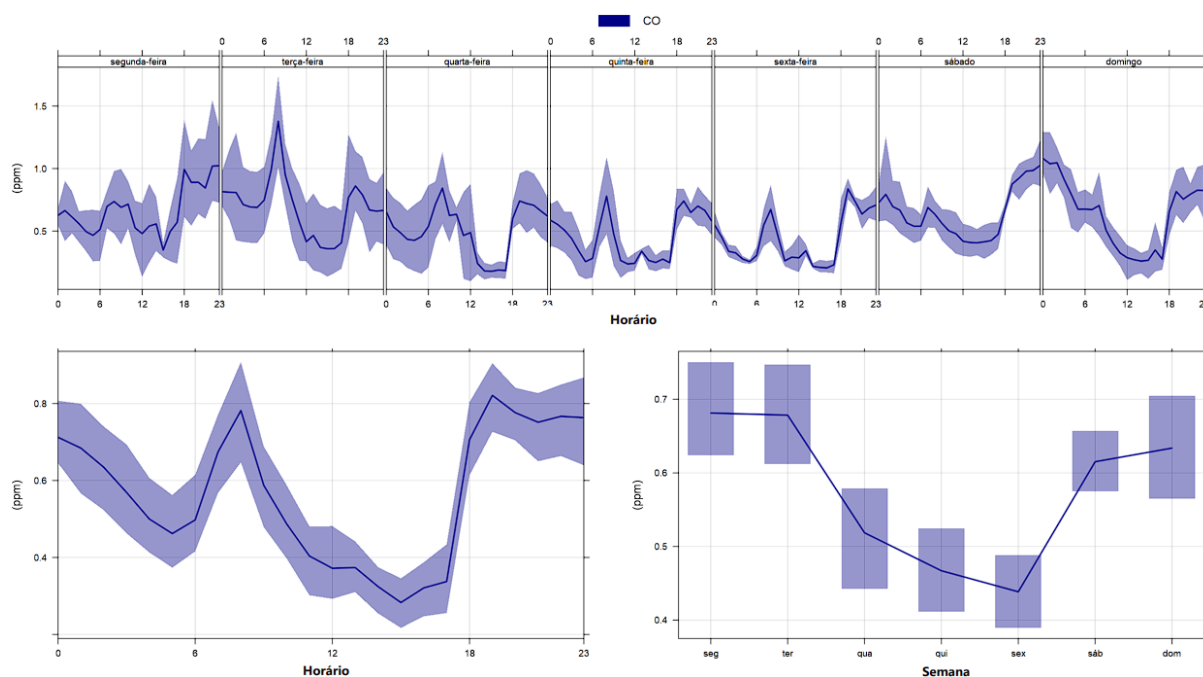


Figura 6.4.5-1: Evolução horária e semanal de CO da EAMQAr.

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	CO	SO ₂	NO ₂	O ₃	PM ₁₀	PM _{2,5}	Total
BOA	100,00%	100,00%	100,00%	99,17%	84,70%	99,30%	97,20%
MODERADO	-	-	-	0,83%	15,30%	0,70%	2,80%



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

7. OCORRÊNCIAS IDENTIFICADAS

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

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

Data	Hora	Parâmetro	Motivo da Invalidação
01/06/2024	19h às 23h	CO	Ausência de Dados devido travamento do sensor.
02/06/2024	00h às 23h		Ausência de Dados devido travamento do sensor.
	03h	PTS	Dado Invalidado devido PM10 > PTS acima do limite permitido.
03/06/2024	00h às 08h	CO	Ausência de Dados devido travamento do sensor.
	15h às 18h		Dado Invalidado devido medição suspeita.
	13h às 14h, 20h às 23h	NO-NO2-NOx	Dado Invalidado devido medição suspeita.
	15h às 19h		Manutenção do Equipamento.
	10h às 14h	PM2,5	Dado Invalidado devido medições negativas além do limite permitido.
	04h	PTS	Dado Invalidado devido PM10 > PTS acima do limite permitido.
	17h às 18h	O3	Manutenção do Equipamento.
04/06/2024	00h às 08h	NO-NO2-NOx	Dado Invalidado devido medição suspeita.
	11h	O3	Manutenção do Equipamento.
	3h	PTS	Dado Invalidado devido PM10 > PTS acima do limite permitido.
	11h, 15h	PM2,5	Dado Invalidado devido medições negativas além do limite permitido.
05/06/2024	10h às 11h	O3	Manutenção do Equipamento.
	10h às 11h	PM2,5	Dado Invalidado devido medições negativas além do limite permitido.
	15h às 20h	PM2,5 e PM10	Calibração do Equipamento.
06/06/2024	04h	PTS	Dado Invalidado devido PM10 > PTS acima do limite permitido.
	10h às 14h		Calibração do Equipamento.
	11h às 14h	CO	Dado Invalidado devido alarme no equipamento
	15h às 17h		Manutenção do Equipamento.
	16h	PM2,5	Dado Invalidado devido medição suspeita.
10/06/2024	10h	PM2,5 e PM10	Dado Invalidado devido PM10 > PTS acima do limite permitido.
12/06/2024	10h	PTS	Dado Invalidado devido PM10 > PTS acima do limite permitido.
	11h	CO	Calibração do Equipamento.
13/06/2024	10h	PTS	Dado Invalidado devido PM10 > PTS acima do limite permitido.
	23h	CO	Ausência de Dados devido inconsistência no equipamento.
14/06/2024	00h às 10h	CO	Ausência de Dados devido inconsistência no equipamento.
	12h às 18h	O3	Calibração do equipamento.
	13h às 15h	PM2,5	Dado invalidado devido medição negativa acima do limite permitido.
17/06/2024	09h às 17h	CO	Dado Invalidado devido medições suspeitas.
	22h às 23h		Ausência de Dados devido travamento no sensor.
18/06/2024	00h às 08h		Ausência de Dados devido travamento no sensor.
	09h às 12h		Manutenção no equipamento.
	13h às 16h		Calibração do equipamento.
	03h	PTS	Dado Invalidado devido medição de PM10 > PTS acima do limite permitido.
	12h	PM10	Dado Invalidado devido medição de PM2,5 > PM10 acima do limite permitido.

Data	Hora	Parâmetro	Motivo da Invalidação
19/06/2024	09h	Todos os Parâmetros	Insuficiência de Amostras.
	10h	PTS	Dado Invalidado devido medição de PM10 > PTS acima do limite permitido.
	14h às 15h	O3	Manutenção do Equipamento.
21/06/2024	16h	PM10	Dado Invalidado devido medição de PM2,5 > PM10 acima do limite permitido.
	09h	PTS	Dado Invalidado devido medição de PM10 > PTS acima do limite permitido.
22/06/2024	13h às 23h	SO2	Ausência de dados devido travamento no sensor.
23/06/2024	11h	PM10	Dado Invalidado devido medição de PM2,5 > PM10 acima do limite permitido.
	00h às 23h	SO2	Ausência de dados devido travamento no sensor.
24/06/2024	10h	PM2,5	Dado Invalidado devido medição de PM2,5 > PM10 acima do limite permitido.
	09h	PTS	Dado Invalidado devido medição de PM10 > PTS acima do limite permitido.
	00h às 08h	SO2	Ausência de dados devido travamento no sensor.
	09h às 13h		Manutenção do Equipamento.
	10h às 16h	NO-NO2-NOx	Calibração do Equipamento.
	17h	Todos os Parâmetros	Insuficiência de Amostras.
25/06/2024	02h às 09h	CO	Ausência de dados devido travamento no sensor.
	11h	Todos os Parâmetros	Insuficiência de Amostras.
	12h às 14h	SO2	Calibração do Equipamento.
	15h às 17h	Meteorológicos	Dado Invalidado devido medição suspeita.
	16h às 23h	PTS	Ausência de Dados devido a falha de comunicação com datalogger.
26/06/2024	00h às 09h	PTS	Ausência de Dados devido a falha de comunicação com datalogger.
	10h às 12h	Todos os parâmetros	Instabilidade no fornecimento de energia elétrica da Estação devido manutenção realizada no CRAS.
	13h às 14h	PM2,5, PM10 e PTS	Estabilização dos equipamentos após retorno da alimentação de energia elétrica.
28/06/2024	12h	CO	Ausência de Dados devido travamento do sensor.

É válido a ressalva da ocorrência de obras no entorno da Estação durante o mês de Junho, com atividades como: grande fluxo de veículos leves e pesados, atividades de construção civil, carga e descarga de materiais, corte de ferragens e cerâmicas, pinturas, tráfego nas vias não pavimentadas, entre outras. Segue (**Figuras 7-1 a 7-2**) o registro fotográfico das atividades na obra.



Figuras 7-1 a 7-2: Registro Fotográfico das atividades realizadas no CRAS.

8. DISPONIBILIDADE

A **Tabela 8-1** apresenta a disponibilidade por parâmetro e total da EAMQAr. A disponibilidade contratual é calculada com base nas considerações realizadas contratualmente entre CONTRATANTE e CONTRATADA. Os Dados Inválidos incluem: Dados Inválidos devido inconsistência na medição do equipamento, Insuficiência de Amostras e Ausência de Dados.

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

Parâmetros	Dados Totais	Dados Inválidos	Manutenção	Calibração	Força Maior	Dados Válidos	Disponibilidade Real	Disponibilidade Contratual
PM _{2,5}	720	17	0	6	5	692	96,11%	97,60%
PM ₁₀	720	7	0	6	5	702	97,50%	99,01%
PTS	720	33	0	5	5	677	94,03%	95,35%
CO	720	118	7	8	3	584	81,11%	83,19%
NO	720	17	5	7	3	688	95,56%	97,59%
NO ₂	720	17	5	7	3	688	95,56%	97,59%
NO _x	720	17	5	7	3	688	95,56%	97,59%
O ₃	720	2	7	7	3	701	97,36%	99,72%
SO ₂	720	46	5	3	3	663	92,08%	93,51%
Direção do Vento	720	5	0	0	3	712	98,89%	99,30%
Velocidade do Vento	720	5	0	0	3	712	98,89%	99,30%
Temperatura	720	5	0	0	3	712	98,89%	99,30%
Umidade Relativa	720	5	0	0	3	712	98,89%	99,30%
Pressão	720	5	0	0	3	712	98,89%	99,30%
Radiação Solar	720	5	0	0	3	712	98,89%	99,30%
Precipitação	720	6	0	0	3	711	98,75%	99,16%
Total	11520	310	34	56	54	11066	96,06%	97,26%

9. CONCLUSÕES

Os dados monitorados pela EAMQAr - CRAS foram medidos diariamente, com acompanhamento da equipe de monitoramento. O período de medição compreendeu os dias 01/06/2024 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 do CRAS apresentou 97,20% da classificação total como BOA e 2,80% como MODERADO.

É importante ressaltar que as alterações no IQAr, assim como para outras análises de qualidade do ar no geral, podem ter recebido influência devido as atividades realizadas na obra do CRAS, conforme relatado no **Capítulo 7**.

Quanto a disponibilidade temos que, a Disponibilidade Real foi de 96,06% enquanto a Disponibilidade Contratual foi de 97,26%.

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 |

ANEXO A - CERTIFICADOS DE CALIBRAÇÃO

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO DO TEOM 1405

INFORMAÇÕES GERAIS

Solicitante: Votorantin - Ciplan
Número do certificado: CEAIR-470824
Endereço: Sobradinho - DF
Data de emissão: 13/06/2024

CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA DE CALIBRAÇÃO

Item de calibração: Monitor de PTS
Marca/Modelo: TEOM 1405 Ambient Particulate
Método medição: Microbalança de precisão
Número Serial: 1405A211301010
Data da calibração: 06/06/2024
Hora início/Fim: 09:10/11:35
Estação: CRAS FERCAL-DF

DADOS DO PADRÃO UTILIZADO

Descrição	Serial	Data da Calibração	Validade da Calibração
Defender 520	126798	20/11/2023	19/11/2024

TESTE DE VAZAMENTO

Main flow (lpm)	0,02	Tolerância:	0,15 lpm	Status:	OK
By pass flow (lpm)	0,03	Tolerância:	0,6 lpm	Status:	OK

VERIFICAÇÃO DO FLUXO PRINCIPAL

Fluxo TEOM (lpm):	3,000	Fluxo Fluxômetro (lpm):	2,97		
Erro Percentual:	1,00%	Tolerância:	10%	Status:	OK
Previous Flow Adj Factor:	1,0030	Current Flow Adj Factor:	0,9900		
Valor Final de Fluxo:	Leitura no Equipamento:	3,000	Leitura no Fluxômetro:	3,000	

VERIFICAÇÃO DO FLUXO BYPASS

Fluxo TEOM (lpm):	13,67	Fluxo Flowmeter (lpm):	13,61		
Erro Percentual:	0,44%	Tolerância:	10%	Status:	OK
Previous Flow Adj Factor:	1,0322	Current Flow Adj Factor:	0,9956		
Valor Final de Fluxo:	Leitura no Equipamento:	13,670	Leitura no Fluxômetro:	13,69	

CALIBRAÇÃO MULTIPONTO

Calibração Main Flow

Leitura no Equipamento:	3	Leitura no Padrão:	2,99	Erro (%):	0%
-------------------------	---	--------------------	------	-----------	----

Calibração Bypass Flow

Leitura no Equipamento:	13,67	Leitura no Padrão:	13,68	Erro (%):	0%
-------------------------	-------	--------------------	-------	-----------	----

KO Atual: NA
STATUS PM 2,5: NA
EFETUADO AJUSTE: NA
NÃO

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

INCERTEZA - PRINCIPAL

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

INCERTEZA - BYPASS

NOTAS E INFORMAÇÕES ADICIONAIS

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

REALIZADO POR

João Vitor S. de Sousa

João Vitor Santos de Sousa
Técnico de operação

APROVADO POR

Victor Pereira Rodrigues
Coordenador de Operação

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO DO TEOM 1405

INFORMAÇÕES GERAIS

Solicitante: Votorantin - Ciplan
Número do certificado: CEAIR-470724
Endereço: Sobradinho - DF
Data de emissão: 13/06/2024

CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA DE CALIBRAÇÃO

Item de calibração: Monitor de PM10 e PM2,5
Marca/Modelo: Thermo Fisher TEOM 1405D
Método medição: Microbalança de Precisão
Número Serial: 1405A244801910
Data da calibração: 05/06/2024
Hora início/Fim: 14:03/16:35
Estação: CRAS FERCAL-DF

DADOS DO PADRÃO UTILIZADO

Descrição	Serial	Data da Calibração	Validade da Calibração
Defender 520	126798	20/11/2023	20/11/2024
Filtro Padrão - TX40	NA	NA	NA

TESTE DE VAZAMENTO

		Tolerância:		Status:
PM 2.5 Flow	0,04	0,15 lpm		OK
PM - Coarse Flow	0,00	0,15 lpm		OK
By pass flow (lpm):	0,03	0,6 lpm		OK

VERIFICAÇÃO DO FLUXO PRINCIPAL - PM 2.5

Fluxo TEOM (lpm):	3,000	Fluxo Fluxômetro (lpm):	3,02
Erro Percentual:	0,67%	Tolerância:	10%
Previous Flow Adj Factor:	1,0000	Current Flow Adj Factor:	1,0067
Valor Final de Fluxo:	Leitura no Equipamento	3,000	Leitura no Fluxômetro
			3

VERIFICAÇÃO DO FLUXO BYPASS

Fluxo TEOM (lpm):	12	Fluxo Flowmeter (lpm):	11,54
Erro Percentual:	3,83%	Tolerância:	10%
Previous Flow Adj Factor	1,0000	Current Flow Adj Factor:	0,9617
Valor Final de Fluxo	Leitura no Equipamento:	12,000	Leitura no Fluxômetro:
			12,02

VERIFICAÇÃO DO FLUXO COARSE

Fluxo TEOM (lpm):	1,67	Fluxo Flowmeter (lpm):	1,68
Erro Percentual:	0,60%	Tolerância:	10%
Previous Flow Adj Factor:	1,0000	Current Flow Adj Factor:	1,0060
Valor Final de Fluxo:	Leitura no Equipamento:	1,670	Leitura no Fluxômetro:
			1,67

CALIBRAÇÃO MULTIPONTO

Calibração Main Flow

Leitura no Equipamento:	3	Leitura no Padrão:	3,04	Erro (%):	1%
-------------------------	---	--------------------	------	-----------	----

Calibração Bypass Flow

Leitura no Equipamento:	12	Leitura no Padrão:	11,84	Erro (%):	1%
-------------------------	----	--------------------	-------	-----------	----

Calibração Coarse Flow

Leitura no Equipamento:	1,67	Leitura no Padrão:	1,66	Erro (%):	1%
-------------------------	------	--------------------	------	-----------	----

CALIBRAÇÃO DO K0 PM-2.5

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

CALIBRAÇÃO DO K0 PM-Coarse

K0 Atual:	NA	K0 Audit:	NA	NA
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}

Fluxo (lpm)	Incerteza Expandida (µg/m ³)	Fluxo (lpm)	Incerteza Expandida (µg/m ³)
1	0,41 (k=2 ; veff = ∞)	1	0,46 (k=2 ; veff = ∞)
5	0,45 (k=2 ; veff = ∞)	5	0,50 (k=2 ; veff = ∞)
16,67	0,57 (k=2 ; veff = ∞)	16,67	0,62 (k=2 ; veff = ∞)
24,95	0,74 (k=2 ; veff = ∞)	24,95	0,79 (k=2 ; veff = ∞)

INCERTEZA - PM_{Coarse}

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

João Vitor S. de Sousa

João Vitor Santos de Sousa
Técnico de Operação

APROVADO POR

Victor Pereira Rodrigues
Coordenador de Operação

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO DO ANALISADOR DE MONÓXIDO DE CARBONO

INFORMAÇÕES GERAIS

Solicitante: Votorantin - Ciplan
Número do certificado: CEAIR-470924
Data de emissão: 13/06/2024
Endereço: Sobradinho - DF

CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA DE CALIBRAÇÃO

Item de calibração: Analisador de CO
Marca/Modelo: Thermo Fisher 48i
Método medição: Absorção de radiação infravermelha
Número Serial: 1131400066
Data da calibração: 12/06/2024
Hora início / fim: 9:58/13:30
Fundo de escala (ppm): 10
Marca / Mod Calibrador: Thermo/146i
Marca/mod. Gerador Ar zero: Thermo Scientific - 111i
Número Serial: 1030945145
Número Serial: 704619826
Cert. Calibração: CEAIR 352223
Pressão Ar zero: 30 PSI
Data Calibração: 05/12/2023 Validade: 05/12/2024
Local: CRAS FERCAL-DF

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO ANALISADOR

Componentes medidos	Range de medição (ppm)		Menor limite inferior detectável (média 60s):	0,04 ppm
	Mínimo	Máximo		
CO	0	50	Desvio de zero (24 horas):	<0,1 ppm
			Desvio de span (range total):	± 1 %
			Linearidade (range total):	± 1 %
			Precisão:	0,1 ppm

PROCEDIMENTO APLICADO

Leitura da resposta do instrumento em comparação ao conjunto de calibração multicalibrador e gás padrão.
Procedimento realizado em observância à Norma NBR ISO/IEC 17025

GÁS PADRÃO UTILIZADO

Cilindro Nº: 68388
Concentração (ppm): 1450ppm
Certificado Nº: 202200426
Data de fabricação: 10/08/2022
Pressão: 117 Bar 1696 PSI
Validade: 09/08/2027

VALOR DO COEFICIENTE E BKG

DADOS INICIAIS		DADOS FINAIS	
CO COEF	1,31	CO COEF	1,31
CO BKG (ppm)	3,169	CO BKG (ppm)	3,39

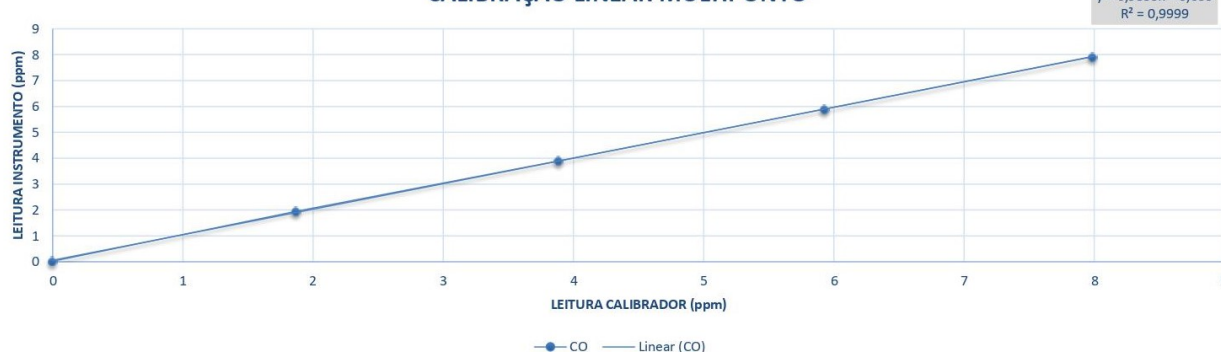
VERIFICAÇÃO ZERO / SPAN

ESCALA	LEITURA CALIBRADOR (ppm)	LEITURA INSTRUMENTO (ppm)	DIFERENÇA %
0%	0,00	0,02	0,19%
80%	7,99	7,92	0,70%

CALIBRAÇÃO LINEAR MULTIPONTO

ESCALA	LEITURA CALIB (ppm)	LEITURA INST (ppm)	DIFERENÇA %	ERRO ESCALA COMPLETA %
0%	0	0,019	0,00	0,19%
20%	1,87	1,95	0,01	0,80%
40%	3,89	3,9	0,00	0,10%
60%	5,93	5,9	0,00	0,30%
80%	7,99	7,92	0,01	0,70%

CALIBRAÇÃO LINEAR MULTIPONTO



STATUS DA CALIBRAÇÃO

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

NOTAS E INFORMAÇÕES ADICIONAIS

1) Foi realizado ajuste a fim de melhorar a precisão do equipamento, embora a diferença percentual tenha sido menor que 2% fs.

REALIZADO POR

João Vitor S. de Sousa

João Vitor Santos de Sousa
Técnico Operação

APROVADO POR

Vhictor Pereira Rodrigues
Coordenador de Operação

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO DO ANALISADOR DE OZÔNIO

INFORMAÇÕES GERAIS

Solicitante: Votorantim e Ciplan
Número do certificado: CEAIR-473424 Data de emissão: 19/06/2024
Endereço: Sobradinho - DF

CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA DE CALIBRAÇÃO

Item de calibração: Analisador de Ozônio Data da calibração: 14/06/2024
Marca/Modelo: Thermo Fisher 4900 Hora início / fim: 11:50/16:47
Método medição: Fotometria UV Fundo de escala (ppm): 1,00
Número Serial: 713021143
Marca / Mod Calibrador: Thermo Scientific - 146i Marca/mod. Gerador Ar zero: Thermo Scientific - 111i
Número Serial: 1030945145 Número Serial: 704619826
Cert. Calibração: CEAIR 352323 Pressão Ar zero: 30 PSI
Data Calibração: 05/12/2023 Validade: 05/12/2024
Local: CRAS FERCAL-DF

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO ANALISADOR

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

PROCEDIMENTO APLICADO

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

Procedimento realizado em observância à Norma NBR ISO/IEC 17025

GÁS PADRÃO UTILIZADO

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

DADOS DO COEFICIENTE E BKG

DADOS INICIAS		DADOS FINAIS	
O3 COEF	1,86	O3 COEF	-1,10
O3 BKG (ppb)	-1,10	O3 BKG (ppb)	1,95

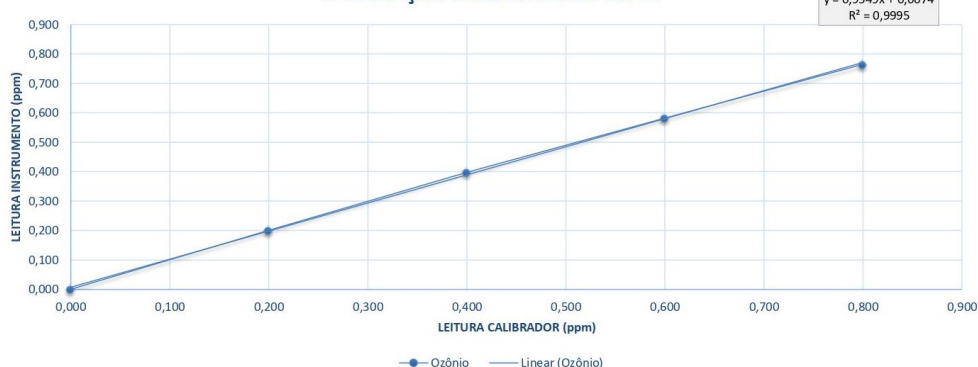
VERIFICAÇÃO ZERO / SPAN

ESCALA	LEITURA CALIBRADOR (ppb)	LEITURA INSTRUMENTO (ppm)	DIFERENÇA %
0%	0,00	0,0006	0,06%
80%	0,80	0,764	3,60%

CALIBRAÇÃO LINEAR MULTIPONTO

ESCALA	LEITURA CALIB (ppm)	LEITURA INST (ppm)	DIFERENÇA	ERRO ESCALA COMPLETA %
0%	0,000	0,001	0,001	0,06%
20%	0,200	0,201	0,005	0,10%
40%	0,400	0,398	0,005	0,20%
60%	0,600	0,582	0,030	1,80%
80%	0,800	0,765	0,044	3,50%

CALIBRAÇÃO LINEAR MULTIPONTO



STATUS DA CALIBRAÇÃO

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

NOTAS E INFORMAÇÕES ADICIONAIS

1) Foi necessário ajuste, pois a diferença percentual foi maior que 2% fs, conforme procedimento adotado.

REALIZADO POR

João Vitor S. de Sousa

João Vitor Santos de Sousa
Técnico de Operação

APROVADO POR

Vitor Pereira Rodrigues
Coordenador de Operação

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO DO ANALISADOR DE MONÓXIDO DE CARBONO

INFORMAÇÕES GERAIS

Solicitante: Votorantin - Ciplan
Número do certificado: CEAIR-474324 Data de emissão: 19/06/2024
Endereço: Sobradinho - DF

CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA DE CALIBRAÇÃO

Item de calibração: Analisador de CO Data da calibração: 18/06/2024
Marca/Modelo: Thermo Fisher 48i Hora início / fim: 10:50/15:18
Método medição: Absorção de radiação infravermelha Fundo de escala (ppm): 10
Número Serial: 1131400066
Marca / Mod Calibrador: Thermo/146i Marca/mod. Gerador Ar zero: Thermo Scientific - 111i
Número Serial: 1030945145 Número Serial: 704619826
Cert. Calibração: CEAIR 352223 Pressão Ar zero: 30 PSI
Data Calibração: 05/12/2023 Validade: 05/12/2024
Local: CRAS FERCAL-DF

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO ANALISADOR

Componentes medidos	Range de medição (ppm)		Menor limite inferior detectável (média 60s):	0,04	ppm
	Mínimo	Máximo			
CO	0	50	Desvio de zero (24 horas):	<0,1	ppm
			Desvio de span (range total):	± 1	%
			Linearidade (range total):	± 1	%
			Precisão:	0,1	ppm

PROCEDIMENTO APLICADO

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

Procedimento realizado em observância à Norma NBR ISO/IEC 17025

GÁS PADRÃO UTILIZADO

Cilindro Nº: 68388 Concentração (ppm): 1450ppm
Certificado Nº: 202200426 Data de fabricação: 10/08/2022
Pressão: 117 Bar 1696 PSI Validade: 09/08/2027

VALOR DO COEFICIENTE E BKG

	DADOS INICIAS	DADOS FINAIS
CO COEF	1,31%	1.211
CO BKG (ppm)	3,39%	1.663

VERIFICAÇÃO ZERO / SPAN

ESCALA	LEITURA CALIBRADOR (ppm)	LEITURA INSTRUMENTO (ppm)	DIFERENÇA %
0%	0,00	0,01	0,11%
80%	7,99	6,58	14,10%

STATUS DA CALIBRAÇÃO

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

NOTAS E INFORMAÇÕES ADICIONAIS

1) Foi necessário ajuste, pois a diferença percentual foi maior que 2% fs, conforme procedimento adotado.

REALIZADO POR

João Vitor Santos de Sousa
Técnico de Operação

APROVADO POR

Vhictor Pereira Rodrigues
Coordenador de Operação

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO DO ANALISADOR DE OZÔNIO

INFORMAÇÕES GERAIS

Solicitante: Votorantim e Ciplan
Número do certificado: CEAIR-474424 Data de emissão: 19/06/2024
Endereço: Sobradinho - DF

CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA DE CALIBRAÇÃO

Item de calibração: Analisador de Ozônio Data da calibração: 19/06/2024
Marca/Modelo: Thermo Fisher 49i2 Hora início / fim: 14:23/16:08
Método medição: Fotometria UV Fundo de escala (ppm): 1,00
Número Serial: 713021143
Marca / Mod Calibrador: Thermo Scientific - 146i Marca/mod. Gerador Ar zero: Thermo Scientific - 111i
Número Serial: 1030945145 Número Serial: 704619826
Cert. Calibração: CEAIR 352323 Pressão Ar zero: 30 PSI
Data Calibração: 05/12/2023 Validade: 05/12/2024
Local: CRAS FERCAL-DF

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO ANALISADOR

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

PROCEDIMENTO APLICADO

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

Procedimento realizado em observância à Norma NBR ISO/IEC 17025

GÁS PADRÃO UTILIZADO

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

DADOS DO COEFICIENTE E BKG

DADOS INICIAS		DADOS FINAIS	
O3 COEF	1,95	O3 COEF	1,95
O3 BKG (ppb)	-1,10	O3 BKG (ppb)	-1,10

VERIFICAÇÃO ZERO / SPAN

ESCALA	LEITURA CALIBRADOR (ppb)	LEITURA INSTRUMENTO (ppm)	DIFERENÇA %
80%	0,80	0,795	0,50%

STATUS DA CALIBRAÇÃO

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

NOTAS E INFORMAÇÕES ADICIONAIS

1) Não foi necessário ajuste, pois a diferença percentual foi menor que 2% fs, conforme procedimento adotado.

REALIZADO POR

João Vitor S. de Sousa

João Vitor Santos de Sousa
Técnico de Operação

APROVADO POR

Vhictor Pereira Rodrigues
Coordenador de Operação

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO DO ANALISADOR DE NOx

INFORMAÇÕES GERAIS

Solicitante: Votorantin - Ciplan
Número do certificado: CEAIR-476924 Data de emissão: 26/06/2024
Endereço: Sobradinho - DF

CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA DE CALIBRAÇÃO

Item de calibração: Analisador de NO, NO₂ e NOx Data da calibração: 24/06/2024
Marca/Modelo: Thermo Fisher 42i Hora início / fim: 10:20/17:21
Método medição: Quimioluminescência Fundo de escala (ppm): 1
Número Serial: 1212452713
Marca / Mod Calibrador: ThermoFisher/146i Marca/mod. Gerador Ar zero: Thermo Scientific - 111i
Número Serial: 1030945145 Número Serial: 704619826
Cert. Calibração: CEAIR 352223 Pressão Ar zero: 30 PSI
Data Calibração: 05/12/2023 Validade: 05/12/2024
Local: CRAS FERCAL-DF

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO ANALISADOR

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

PROCEDIMENTO APLICADO

Leitura da resposta do instrumento em comparação ao conjunto de calibração multicalibrador e gás padrão.
Procedimento realizado em observância à Norma NBR ISO/IEC 17025

GÁS PADRÃO UTILIZADO

Cilindro Nº: 4686 Concentração (ppm): 49,55
Certificado Nº: 202213827 Data de fabricação: 08/11/2023
Pressão: 89 Bar 1300 PSI Validade: 07/11/2024

VALOR DO COEFICIENTE E BKG

DADOS INICIAIS		DADOS FINAIS	
NO COEF:	1,00	NO COEF:	1,07
NO BKG (ppb):	16,6	NO BKG (ppb):	15,8
NO ₂ COEF:	1,00	NO ₂ COEF:	1,00
NOX COEF:	0,991	NOX COEF:	1,00
NOX BKG (ppb):	18,6	NOX BKG (ppb):	18,2

VERIFICAÇÃO DE ZERO / SPAN - NO

ESCALA	LEITURA CALIBRADOR (ppm)	LEITURA INSTRUMENTO (ppm)	DIFERENÇA %
0%	0,000	0,003	0,26%
80%	0,800	0,848	4,80%

VERIFICAÇÃO ZERO / SPAN - NOX

ESCALA	LEITURA CALIBRADOR (ppm)	LEITURA INSTRUMENTO (ppm)	ERRO ESCALA COMPLETA %
0%	0,000	0,008	0,78%
80%	0,800	0,825	2,50%

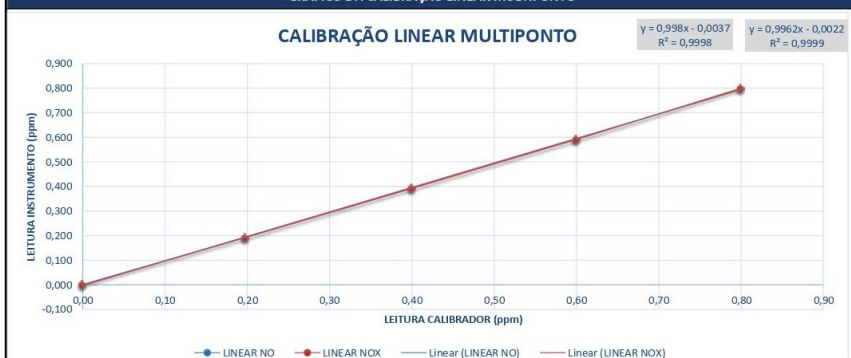
CALIBRAÇÃO LINEAR MULTIPONTO NO

ESCALA	LEITURA CALIB (ppm)	LEITURA INST (ppb)	DIFERENÇA %	ERRO ESCALA COMPLETA %
0%	0,00	0,001	0,10%	0,10%
20%	0,20	0,193	2,23%	0,44%
40%	0,40	0,394	1,50%	0,60%
60%	0,60	0,592	1,33%	0,80%
80%	0,80	0,799	0,00%	0,10%

CALIBRAÇÃO LINEAR MULTIPONTO NOX

ESCALA	LEITURA CALIB (ppm)	LEITURA INST (ppb)	DIFERENÇA %	ERRO ESCALA COMPLETA %
0%	0,00	0,000	0,04%	0,04%
20%	0,20	0,192	2,94%	0,58%
40%	0,40	0,392	2,00%	0,80%
60%	0,60	0,591	1,50%	0,90%
80%	0,80	0,800	0,00%	0,00%

GRÁFICO DA CALIBRAÇÃO LINEAR MULTIPONTO



STATUS DA CALIBRAÇÃO

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

NOTAS E INFORMAÇÕES ADICIONAIS

1) Foi necessário ajuste, pois a diferença percentual foi maior que 2% fs, conforme procedimento adotado.

REALIZADO POR

João Vitor S. de Sousa

João Vitor Santos de Sousa
Técnico de Operação

APROVADO POR

Vhictor Pereira Rodrigues

Vhictor Pereira Rodrigues
Coordenador Técnico de Operação

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO DO ANALISADOR DE DIÓXIDO DE ENXOFRE

INFORMAÇÕES GERAIS

Solicitante: Votorantin - Ciplan
Número do certificado: CEAIR-477024 Data de emissão: 26/06/2024
Endereço: Sobradinho - DF

CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA DE CALIBRAÇÃO

Item de calibração: Analisador de SO₂ Data da calibração: 25/06/2024
Marca/Modelo: Thermo Fisher 43i Hora início / fim: 09:26/14:49
Método medição: Fluorescência em UV Fundo de escala (ppm): 1
Número Serial: 721523330
Marca / Mod Calibrador: Thermo/146i Marca/mod. Gerador Ar zero: Thermo Scientific - 111i
Número Serial: 1030945145 Número Serial: 704619826
Cert. Calibração: CEAIR 352223 Pressão Ar zero: 30 PSI
Data Calibração: 05/12/2023 Validade: 05/12/2024
Local: CRAS FERCAL - DF

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO ANALISADOR

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

PROCEDIMENTO APLICADO

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

Procedimento realizado em observância à Norma NBR ISO/IEC 17025

GÁS PADRÃO UTILIZADO

Cilindro Nº: 29165 Concentração (ppm): 14,1186
Certificado Nº: 202210909 Data de fabricação: 07/08/2023
Pressão: 102 Bar 1490 PSI Validade: 06/08/2024

VALOR DO COEFICIENTE E BKG

DADOS INICIAIS		DADOS FINAIS	
SO ₂ COEF:	1,201	SO ₂ COEF:	1,201
SO ₂ BKG (ppb):	20,3	SO ₂ BKG (ppb):	20,30

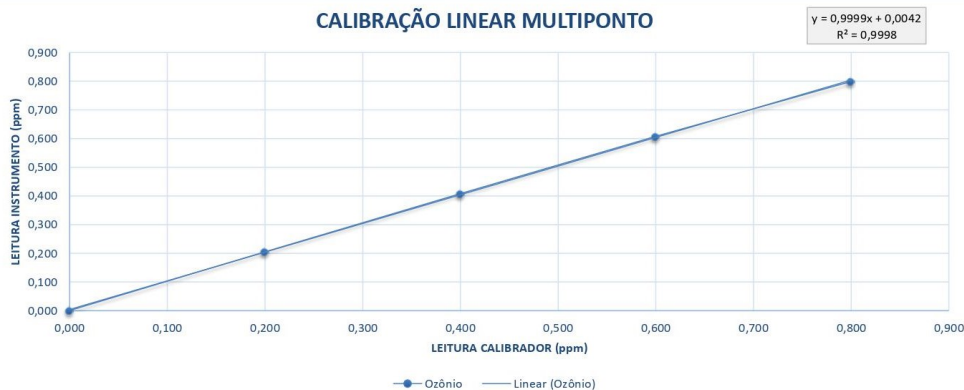
VERIFICAÇÃO DE ZERO / SPAN

ESCALA	LEITURA CALIBRADOR (ppb)	LEITURA INSTRUMENTO (ppb)	DIFERENÇA %
0%	0,000	0,0004	0,04%
80%	0,800	0,799	0,1%

CALIBRAÇÃO LINEAR MULTIPONTO

ESCALA	LEITURA CALIB (ppm)	LEITURA INST (ppm)	DIFERENÇA	ERRO ESCALA COMPLETA %
0%	0,000	0,001	0,001	0,06%
20%	0,200	0,205	0,025	0,50%
40%	0,400	0,408	0,020	0,80%
60%	0,600	0,608	0,013	0,80%
80%	0,800	0,799	0,001	0,10%

CALIBRAÇÃO LINEAR MULTIPONTO



STATUS DA CALIBRAÇÃO

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

NOTAS E INFORMAÇÕES ADICIONAIS

1) Não foi necessário ajuste, pois a diferença percentual foi menor que 2% fs, conforme procedimento adotado.

REALIZADO POR

João Vitor S. de Sousa

João Vitor Santos de Sousa
Técnico de Operação

APROVADO POR

Victor Pereira Rodrigues
Coordenador de Operação

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO DE SENSOR DE VELOCIDADE DO VENTO

INFORMAÇÕES GERAIS

Número do certificado: CEAIR 372423 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: CWTVV002 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	8,6	8,6	8,6	8,6	0,13	0,3	(k=2,00 ; v _{eff} =∞)
16,4	16,6	16,6	16,6	16,6	0,13	0,3	(k=2,00 ; v _{eff} =∞)

NOTAS E INFORMAÇÕES ADICIONAIS

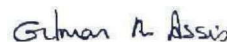
- 1) A incerteza expandida U, que é declarada como a incerteza padrão da medição multiplicada pelo fator de abrangência k, o qual para uma distribuição t com V_{eff} graus de liberdade efetivos, corresponde a uma probabilidade de abrangência de aproximadamente 95%.
- 2) As incertezas padrão da medição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

INFORMAÇÕES GERAIS

Número do certificado: CEAIR 371623 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 direção do vento Marca: CWT
Nº de série: CWTDV001 Modelo: CWT-SWD-C-360-V5

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 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
RQDA	Escala angular graduada	09/08/2022	NA	CTJ	D-5102/22	RBC - CAL 0477
MULT-001	Multímetro digital	13/02/2022	13/02/2024	Medição	30140181WS13/02/23	RBC - CAL 0183

VALORES MEDIDOS

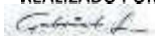
RESULTADOS

Padrão (°)	Leitura do conjunto (°)			Valor médio (°)	Erro (°)	Incerteza (°)	
	1	2	3				
0	4	3	3	4	4	0,65	(k=2,28 ; v _{eff} =10)
29	31	33	32	32	3	1,80	(k=3,31 ; v _{eff} =3)
60	61	63	63	62	2	3,69	(k=4,53 ; v _{eff} =2)
89	87	90	90	89	0	4,55	(k=4,53 ; v _{eff} =2)
121	123	124	123	123	2	1,09	(k=2,87 ; v _{eff} =4)
150	152	152	154	152	2	2,14	(k=3,31 ; v _{eff} =3)
179	183	181	182	182	3	3,03	(k=4,53 ; v _{eff} =2)
209	210	212	211	211	2	2,98	(k=4,53 ; v _{eff} =2)
240	241	242	243	242	2	1,96	(k=3,31 ; v _{eff} =3)
270	268	274	273	272	2	8,49	(k=4,53 ; v _{eff} =2)
300	302	303	303	303	3	0,70	(k=2,37 ; v _{eff} =8)
330	333	332	332	332	2	1,54	(k=3,31 ; v _{eff} =3)

NOTAS E INFORMAÇÕES ADICIONAIS

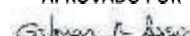
- 1) A incerteza expandida U, que é declarada como a incerteza padrão da medição multiplicada pelo fator de abrangência k, o qual para uma distribuição t com V_{eff} graus de liberdade efetivos, corresponde a uma probabilidade de abrangência de aproximadamente 95%.
- 2) As incertezas padrão da medição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

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO DE SENSOR PLUVIOMÉTRICO

INFORMAÇÕES GERAIS

Número do certificado: CEAIR 371823 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: 0366 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	8,3	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,25	±	0,16 (k=2 ; v _{eff} = ∞)
E	8,1	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,22	±	0,16 (k=2 ; v _{eff} = ∞)

NOTAS E INFORMAÇÕES ADICIONAIS

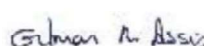
- 1) Cada basculada corresponde a aproximadamente 0,254 mm de precipitação pluviométrica na área coletora do instrumento.
- 2) Nos resultados, os números após o símbolo ± são os valores numéricos da incerteza expandida U, que é declarada como a incerteza padrão da medição multiplicada pelo fator de abrangência 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 Loriato
Técnico de manutenção

APROVADO POR



Gilmar Assis
Coordenador técnico

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO DE SENSOR DE RADIAÇÃO SOLAR
INFORMAÇÕES GERAIS

Número do certificado: CEAIR 389424 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: CWT
 Modelo: CWT-SI-M-V5 Serial: CWR5001

DADOS E CONDIÇÕES AMBIENTAIS

Temperatura (°C): 23,0 Umidade (%): 48%
 Data da calibração: 22/12/2023 Pressão (mmHg): 758
 Local da calibração: Laboratório Aires - R. Desembargador Sampaio, 386 - Praia do Canto, Vitória - ES, CEP 29055-250

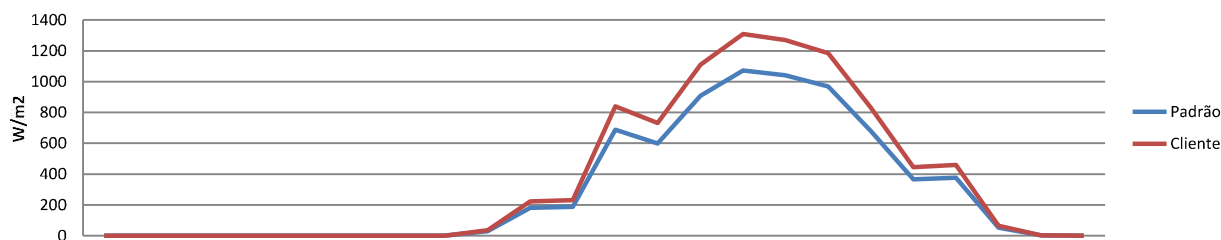
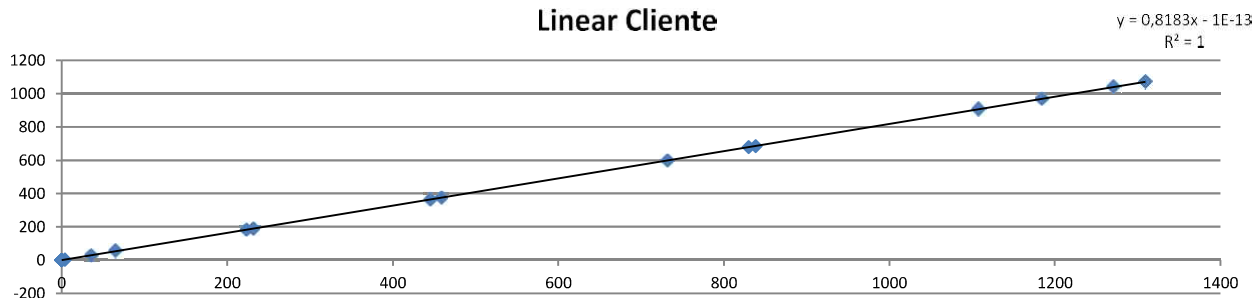
PROCEDIMENTOS APLICADOS

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

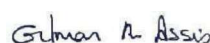
O fator de correção é 0,81834 Sensibilidade 6,14 $\mu\text{V}/\text{Wm}^2$

REALIZADO POR



Gabriel Prates Lorigato
Técnico de manutenção

APROVADO POR



Gilmar Assis
Coordenador Técnico

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

INFORMAÇÕES GERAIS

Solicitante: Votorantim Cimentos
Número do certificado: CEAIR 372223 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: R23093348 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	10,5	10,4	10,4	10,4	0,4	0,1	(k=2,08 ; v _{eff} =31)
30	30,2	30,7	30,8	30,7	0,7	0,9	(k=4,53 ; v _{eff} =2)
50	51,0	51,5	50,8	51,0	1,0	1,0	(k=4,53 ; v _{eff} =2)

VALORES MEDIDOS

RESULTADOS

Padrão (%)	Valor medido 1 (%)	Valor medido 2 (%)	Valor médio (%)	Erro (%)	Incerteza (%)	
75	73,0	72,0	72,5	2,5	7	(k=2,00 ; v _{eff} =∞)
49	47,0	46,5	46,8	2,3	6	(k=2,00 ; v _{eff} =∞)
21	19,0	19,5	19,3	1,8	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	810,0	811,0	810,0	810,0	810,3	9,9	(k=2,0 ; v _{eff} =59)
855,4	858,8	858,0	859,0	859,0	858,7	3,3	(k=2,0 ; v _{eff} =69)
910,4	912,0	912,8	913,0	913,0	912,7	2,3	(k=2,0 ; v _{eff} =69)
965,4	965,0	965,6	966,0	966,0	965,7	0,3	(k=2,0 ; v _{eff} =71)
1010,4	1007,0	1007,0	1008,0	1007,0	1.007,3	-3,1	(k=2,0 ; v _{eff} =59)

NOTAS E INFORMAÇÕES ADICIONAIS

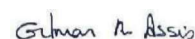
- 1) A incerteza declarada é a incerteza padrão da medição multiplicada pelo fator de abrangência k, o qual para uma distribuição t com V_{eff} graus de liberdade efetivos, corresponde a uma probabilidade de abrangência de aproximadamente 95%.
- 2) As incertezas padrão da medição foram determinadas de 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