

Relatório Técnico
RT AIR 015-26

Janeiro 2026
Revisão 00

Relatório

**Relatório de Qualidade do Ar da Estação Automática de
Monitoramento da Qualidade do Ar em Sobradinho/DF -
Estação Escola, Informe de Dezembro de 2025**

Relatório Técnico
RT AIR 015-26

Janeiro 2026
Revisão 00

Relatório

Relatório de Qualidade do Ar da Estação Automática de Monitoramento da Qualidade do Ar em Sobradinho/DF - Estação Escola, Informe de Dezembro de 2025

Sumário

1.	INTRODUÇÃO E OBJETIVOS	3
2.	LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO E PONTO DE MONITORAMENTO	4
3.	LEGISLAÇÃO AMBIENTAL APLICÁVEL	6
4.	METODOLOGIA DE TRATAMENTO E VALIDAÇÃO DOS DADOS	8
5.	ANÁLISE DOS RESULTADOS METEOROLÓGICOS	11
6.	POLUENTES ATMOSFÉRICOS	17
7.	OCORRÊNCIAS IDENTIFICADAS	23
8.	DISPONIBILIDADE	25
9.	CONCLUSÕES	26
10.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27
11.	EQUIPE TÉCNICA	28
	ANEXO A - CERTIFICADOS DE CALIBRAÇÃO	29

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 **dezembro de 2025** e compara com os padrões legislados (Resolução Conama N° 506/2024). 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 EMPREENDIMENTO E PONTO DE MONITORAMENTO

A Estação da Escola está localizada na Rodovia DF-235, Km 8/9, Chácara Patrícia – Setor Habitacional Fercal, Sobradinho (Brasília/DF). A região está inserida em um ponto estratégico do Distrito Federal, com fácil conexão às principais rodovias da área norte de Brasília, em especial à DF-205 (Estrada da Fercal) e à DF-001.

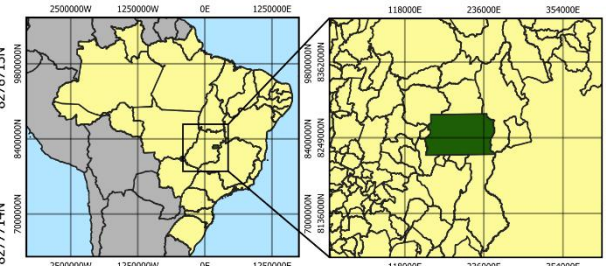
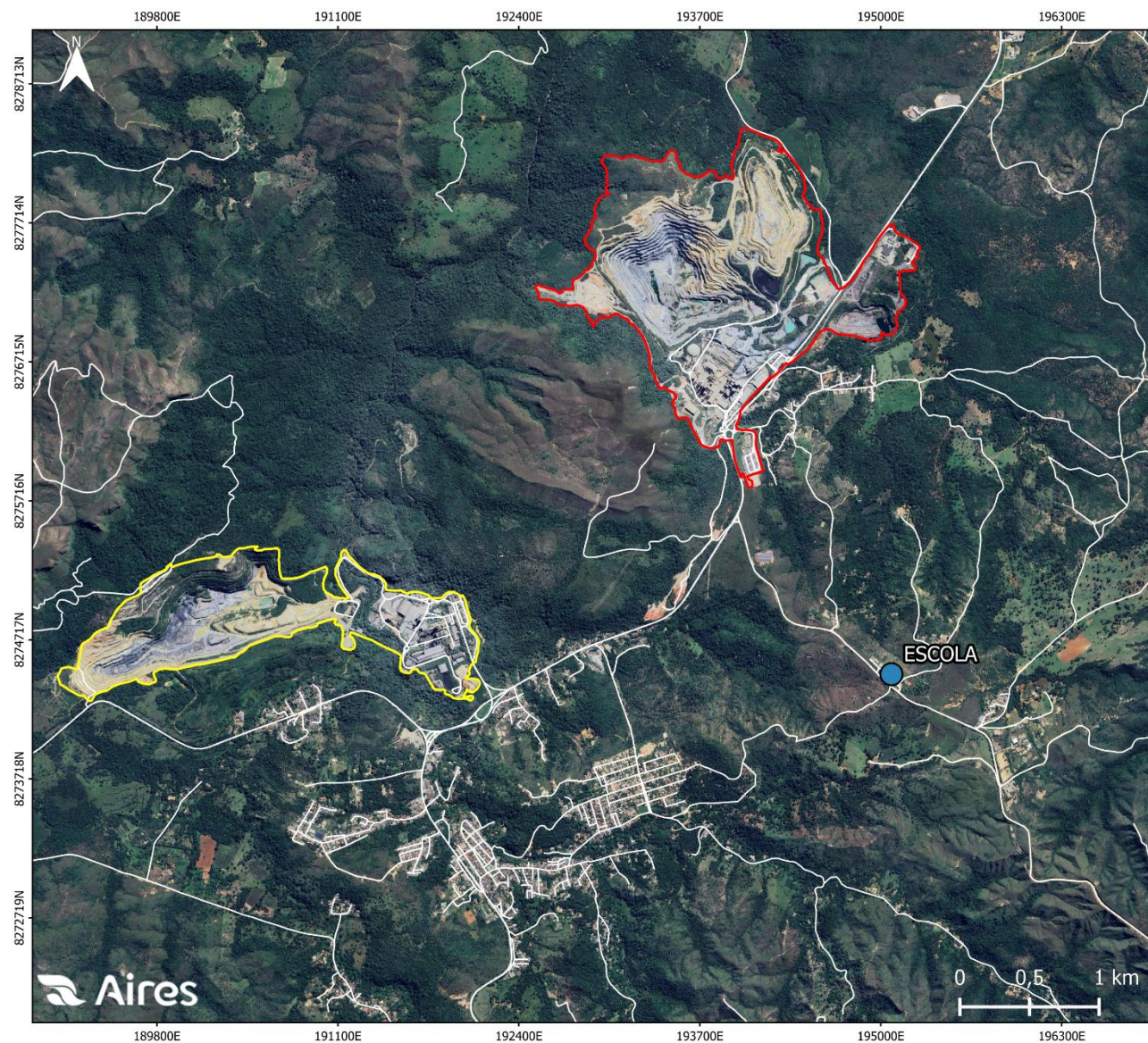
A localização da Estação Escola é apresentada na **Tabela 2-1** e a geolocalização desta está disposta na **Figura 2-2**. Além disso, a **Figura 2-1** apresenta a EAMQAr da Escola em Sobradinho/DF.

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



Monitoramento EAMQAr ESCOLA, Sobradinho/DF

Localização Geográfica da Estação Automática de Monitoramento da Qualidade do Ar.

Legenda:

- Área de abrangência
- CIPLAN
- VOTORANTIM
- Estradas
- ESCOLA



Projeção SIRGAS 2000 / UTM zone 23S.
Referências: IBGE, ESRI, Satellite 2025, Geofabrik.
Escala Numérica: 1:35391.
Data: 07/07/2025.
Autor(a): Ana Carolina Grillo de Vasconcelos, Analista de Projetos.

Figura 2-2: Localização do Ponto de Monitoramento.

3. LEGISLAÇÃO AMBIENTAL APLICÁVEL

Os padrões de qualidade do ar são referenciados pela Resolução Conama N° 506/2024. É importante ressaltar que o PI-2 da Resolução está em vigor atualmente. Caso não haja valor para os padrões iniciais (ex.: Padrões Estaduais, PM_{2,5} 24h, CO 8h e CO 1h) deve-se considerar o limite seguinte do plano estratégico de qualidade do ar, conforme a **Tabelas 3-1**.

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

Padrões de Qualidade do ar							
Parâmetro	Períodos de Referência	PI-1	PI-2	PI-3	PI-4	PF	
		µg/m³	µg/m³	µg/m³		µg/m³	ppm
PM ₁₀	24 horas	120	100	75	50	45	-
	Anual ¹	40	35	30	20	15	-
PM _{2,5}	24 horas	60	50	37	25	15	-
	Anual ¹	20	17	15	10	5	-

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. As faixas atuais de classificação do IQAr serão alteradas, conforme definido na Resolução Conama N° 506/2024. Entretanto, a troca das faixas serão realizadas após a revisão do Guia Técnico para Qualidade do Ar (MMA), tendo o prazo de 18 meses para realizar a atualização dessas após a definição das classes.

A **Tabela 3.1-1** apresenta as faixas de concentração dos poluentes e suas respectivas classificações, bem como as cores utilizadas para ilustrar o IQAr.

Tabela 3.1-1: Estrutura do índice de qualidade do Ar.

Classificação do IQAr	PM _{2,5} 24h (µg/m³)	PM ₁₀ 24h (µg/m³)
Boa	0-40	0-45
Moderada	41-80	>45-100
Ruim	81-120	>100-150
Muito ruim	121-200	>150-250
Péssima	>200	>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. Operação da RAMQAr

As operações de Estações de monitoramento da qualidade do ar requerem auditorias constantes para verificação da qualidade e integridade dos dados (QA/QC). Para isso, a **Aires** se baseia em recomendações e procedimentos operacionais propostos pela agência de proteção ambiental dos Estados Unidos, a US EPA, conhecidos como SOP (*Standard Operating Procedures*). As operações de redes da **Aires** são divididas em quatro categorias de instruções de trabalho:

- ✓ A primeira categoria descreve informações importantes quanto às instalações do site e procedimentos de iniciação da operação. Pode ser entendida como reconhecimento do problema, levantamento fotográfico e avaliação de pontos fracos e fortes da rede de monitoramento.
- ✓ A segunda categoria é a operação propriamente dita que inclui as atividades do operador da rede. A função principal é a substituição de consumíveis e análises semanais dos dados obtidos. Investigações adicionais, reparos e substituições são realizadas com instruções diretas do responsável técnico da **Aires** pelo funcionamento da rede.
- ✓ A terceira categoria refere-se às calibrações dos analisadores, que incluem as calibrações multiponto (zero e *span*) que são realizadas mensalmente em cada Estação. Cada calibração realizada pela **Aires** acompanha os relatórios de calibração que são entregues ao cliente para garantir a confiabilidade dos dados e procedimentos realizados.
- ✓ A quarta categoria se refere à avaliação sistematizada da rede de monitoramento na qual os dados são avaliados quanto ao seu comportamento típico diário e sazonal, permitindo identificar as importâncias que estão sendo recolhidas para cada poluente monitorado. Essas informações são colocadas em forma de análise gerencial para decisão e comunicação relacionadas à verificação da eficácia de cada Estação da rede.

Além dos SOPs apresentados, a Aires realiza, rotineiramente em suas operações, acesso remoto às Estações de monitoramento com acompanhamento online integral dos dados obtidos e dos parâmetros vitais dos equipamentos e componentes das Estações, ou seja, um técnico é dedicado exclusivamente à análise dos dados produzidos nas Estações, evitando que qualquer anomalia comprometa a obtenção de dados.

4.2. Verificação, Validação e Análise de Dados

As organizações de monitoramento são obrigadas a estabelecer sistemas de qualidade para os seus programas. Um sistema de qualidade é aquele que a organização aplica práticas suficientes de controle de qualidade (QC) e de garantia de qualidade (QA) para garantir que os resultados do programa atendam as expectativas.

Uma das principais etapas para garantia desses resultados, é a análise dos dados. É válido a ressalva que existe uma diferença entre os termos de verificação, validação e análise dos dados. De acordo com a USEPA, a verificação de dados é o processo de garantir que os dados foram coletados e registrados corretamente, observando a conformidade com os procedimentos de monitoramento e garantindo que os dados não contenham erros evidentes. A validação de dados envolve um exame mais profundo

para assegurar que os dados atendem aos critérios de qualidade, incluindo precisão, completude e consistência com os padrões estabelecidos. A análise de dados consiste em revisar e interpretar os dados validados, permitindo a identificação de tendências, anomalias e o suporte à tomada de decisões ambientais e regulatórias. A análise, verificação e validação dos dados são de extrema importância em um sistema de monitoramento. O não atendimento aos critérios estabelecidos para a rede de monitoramento significa que as falhas de medição ocorridas comprometem a interpretação dos resultados obtidos.

O processo de validação dos dados de uma EAMQAr ocorre pelo seguinte procedimento: as medições dos equipamentos são repassadas para o Software *Envistas Ultimate* do Datalogger (computador central da Estação), o qual já apresenta algumas invalidações por meio de *flags* pré-estabelecidas, de acordo com range de medição do equipamento, ocorrência de alarmes e validações recomendadas pela USEPA. Esses dados pré-validados são repassados então para o Software *Envista ARM* onde é feito a validação por meio dos analistas de qualidade do ar, sendo está realizada diariamente, por de análises estatísticas, validações cruzadas (com outras Estações), verificação da série histórica, comparando com padrões vigentes, assim como se embasando em diversos fatores como os relatórios de campo, avaliação dos parâmetros operacionais, evidências encontradas em campo, entre outras.

Por fim, os dados validados são repassados para o Software *Aires Viewer* que permite o acesso online dos dados, em tempo real, assim como a visualização desses por meio de diferentes funções. Na **Figura 4.2-1** é apresentado o fluxo de transmissão de dados e na **Tabela 4.2-1** são apresentadas as flags utilizadas pelos softwares.

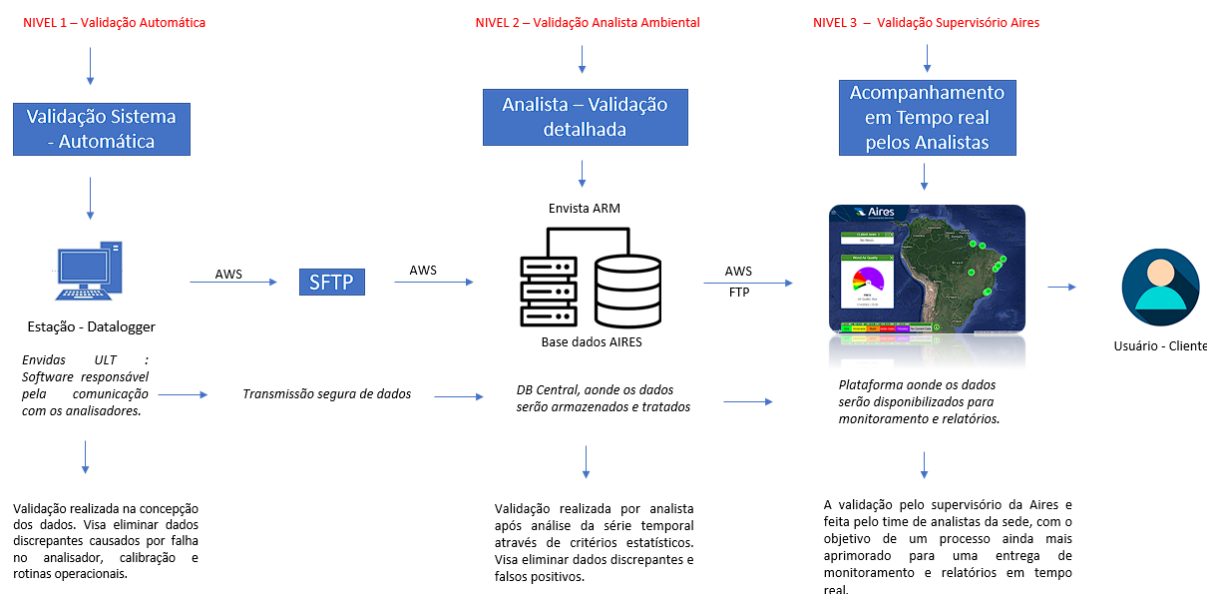


Figura 4.2-1: Fluxo de Transmissão de Dados.

Tabela 4.2-1: Tabela de flags estabelecidas.

Flag	Significado
InVld	Dado Invalido por Medição Negativa ou Suspeita
PwrFail	Motivos de Força Maio
RS232	Falha de Comunicação
Calib	Calibração
Maintain	Manutenção
< Samp	Insuficiência de Amostras
No Data	Ausência de Dados

4.3. Representatividade dos Dados

A representatividade assume papel fundamental para a análise dos dados, uma vez que só são válidas as comparações com os padrões legislados e demais parâmetros de qualidade, se os dados monitorados expressarem com veracidade todo o período em análise. De acordo com o Guia Técnico de Qualidade do Ar, a representatividade de um parâmetro é calculada com base no total de dados brutos subtraído dos dados invalidados, seja por invalidação automática ou a partir da análise crítica. A representatividade dos dados é calculada para as médias horárias e diárias, conforme os critérios de representatividade de dados utilizados pelo órgão ambiental, que estão dispostos na **Tabela 4.3-1**:

Tabela 4.3-1: Critérios adotados para a representatividade dos parâmetros monitorados.

Média do Parâmetro	Critério adotados
Médias horárias	75% dos dados válidos durante uma hora.
Médias de 24 horas	67% das médias horárias válidas durante as 24 horas.
Média mensal	67% das médias diárias válidas no mês.
Média anual	50% das médias de 24 horas válidas para os quadrimestres Janeiro-Abril, Maio-Agosto e Setembro-Dezembro.

Fonte: Cetesb, 2019.

4.4. Configuração da EAMQAr

O monitoramento da Estação, com o funcionamento e medição, teve início no dia 20/12/2023, para os analisadores de qualidade do ar, e em 30/12/2023, para os sensores de meteorologia. As informações dos equipamentos assim como suas últimas calibrações são informadas na **Tabela 4.4-1**.

Tabela 4.4-1: Configuração dos analisadores de qualidade do ar e sensores de meteorologia da EAMQAr.

Parâmetro	Modelo	Fabricante	Princípio de Medição	Última calibração
Qualidade do Ar				
PM _{2,5} - PM ₁₀	Teom 1405D	Thermo Fisher	Microbalança de Elemento Cônico Oscilante	31/12/2025
Meteorologia				
Direção do Vento	CWT-SWD-C-360- RS485	CWT	Orientação da Veleta	11/11/2025
Velocidade do Vento	CWT-SWS-C-RS485	CWT	Anemômetro	11/11/2025
Radiação Solar	CWT-SI-RS485	CWT	Fotovoltaico	11/11/2025
Precipitação Pluviométrica	CWT-RG-S	CWT	Básculas	11/11/2025
Temperatura do Ar	CWT-BY	CWT	Sensor térmico, higrométrico, barométrico	11/11/2025
Umidade Relativa				
Pressão Atmosférica				

5. ANÁLISE DOS RESULTADOS METEOROLÓGICOS

Neste capítulo serão apresentados os resultados dos parâmetros monitorados pela EAMQAr durante o mês de **dezembro de 2025**.

A atmosfera é o meio propagador dos poluentes emitidos, e os movimentos atmosféricos, representados pela meteorologia, exercem um papel determinante na frequência, duração e concentração dos poluentes a que estão expostos os possíveis receptores.

A avaliação da qualidade do ar em uma determinada região está intimamente ligada aos fenômenos atmosféricos observados nesta área. Fatores meteorológicos como ventos, chuvas e instabilidade do ar atuam de forma efetiva na qualidade do ar ambiente. A interação entre as fontes de poluição e a atmosfera vai definir o nível de qualidade do ar que determina, por sua vez, o surgimento de efeitos adversos da poluição sobre os receptores (MMA, 2020).

A temperatura pode influenciar significativamente na qualidade do ar de uma região. Em dias mais quentes (temperaturas mais altas), a atmosfera pode reter mais umidade e, por conseguinte, poluentes, além de intensificar as reações químicas de alguns gases. Em contraponto a isto, em dias mais frios (temperaturas mais baixas), pode ocorrer o fenômeno meteorológico definido como inversão térmica, na qual uma camada de ar frio fica sob a de ar quente, limitando a dispersão dos poluentes.

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

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

A radiação solar costuma estar mais atrelada quanto as reações fotoquímicas da atmosfera, transformando os óxidos de nitrogênio e compostos orgânicos voláteis em poluentes secundários, como o ozônio troposférico.

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

Dessa forma, pode-se notar que o conhecimento da climatologia local é imprescindível para o estudo da qualidade do ar em uma região. Sendo assim, serão utilizados dados referentes ao monitoramento meteorológico da EAMQAr com o objetivo de descrever as condições atmosféricas predominantes na região.

5.1. Velocidade e Direção do Vento (VV e DV)

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

alcances possíveis. Em situações de calmaria ocorre a estagnação do ar, proporcionando um aumento nas concentrações de poluentes (Pontes, 2015).

A escala de Beaufort é uma ferramenta utilizada para avaliar a intensidade do vento e seus impactos no ambiente. Ela classifica os ventos em uma escala conforme a **Tabela 5.1-1**, fornecendo uma descrição tanto quantitativa quanto qualitativa dos efeitos do vento. Essa classificação contribui para a compreensão dos padrões de dispersão e transporte dos poluentes na atmosfera.

Tabela 5.1-1: Escala de Beaufort.

Grau	Designação	m/s	Efeitos em terra
0	Calmaria	$\leq 0,2$	Fumaça sobe na vertical.
1	Bafagem	0,30 - 1,50	Fumaça indica direção do vento.
2	Brisa leve	1,60 - 3,30	As folhas das árvores movem; os moinhos começam a trabalhar.
3	Brisa fraca	3,40 - 5,40	As folhas agitam-se e as bandeiras desfraldam ao vento.
4	Brisa moderada	5,50 - 7,90	Poeira e pequenos papéis levantados; movem-se os galhos das árvores.
5	Brisa forte	8,00 - 10,70	Movimentação de grandes galhos e árvores pequenas.
6	Vento fresco	$\geq 10,80$	Movem-se os ramos das árvores; dificuldade em manter um guarda-chuva aberto; assobio em fios de postes.

Desse modo, temos na **Tabela 5.1-1** a distribuição da frequência da direção e velocidade do vento na EAMQAr. Já na **Figura 5.1-1** é apresentado o padrão de Rosa dos Ventos para a EAMQAr.

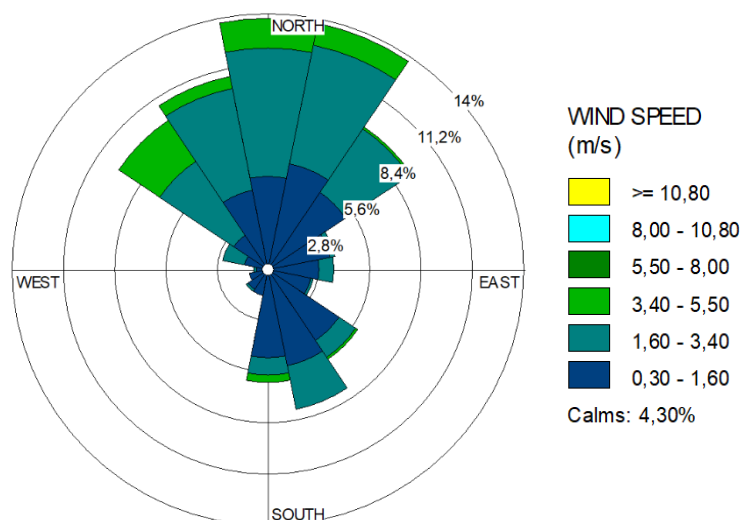


Figura 5.1-1: Rosa dos Ventos da EAMQAr.

Tabela 5.1-2: Distribuição da frequência de ventos EAMQAr.

Vel [m/s] x Dir [graus]	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Total
	%																
0,30 - 1,60	5,11	5,91	5,11	3,49	2,82	2,42	4,70	5,38	4,84	1,48	1,34	1,08	0,67	1,34	2,28	4,44	52,42
1,60 - 3,40	6,99	6,59	4,17	0,27	0,81	0,13	1,08	2,42	0,94	0,00	0,13	0,00	0,13	1,21	4,84	5,65	35,35
3,40 - 5,50	1,61	1,21	0,13	0,00	0,00	0,00	0,13	0,00	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,69	0,67	6,85
Subtotal	13,71	13,71	9,41	3,76	3,63	2,55	5,91	7,80	6,18	1,48	1,48	1,08	0,81	2,55	9,81	10,75	94,62
Calmaria (< 0,3 m/s)																	4,30
Faltantes																	1,08
Total																	100,00

Na EAMQAr, de acordo com a escala de Beaufort, as maiores concentrações de velocidade do vento estão associadas à categoria de "Bafagem". Essa classificação indica a ventos moderados, com intensidade suficiente para mover ramos finos e fazer com que as folhas se movam, mas sem provocar grandes alterações no ambiente. Ventos nessa faixa podem desempenhar um papel importante na dispersão de poluentes atmosféricos, contribuindo para a mistura e diluição de partículas no ar, o que pode influenciar a qualidade do ar na região, especialmente em áreas com fontes de emissão de poluentes.

Na **Figura 5.1-2** a seguir, está apresentada a rosa dos ventos plotada na EAMQAr, referente ao mês de **dezembro de 2025**.

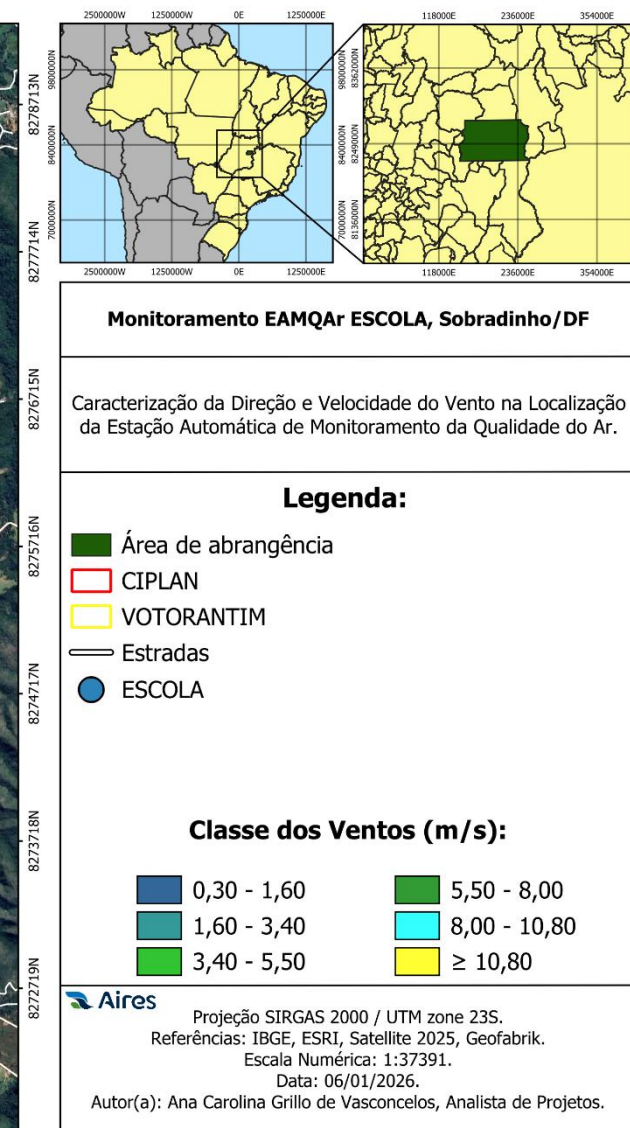
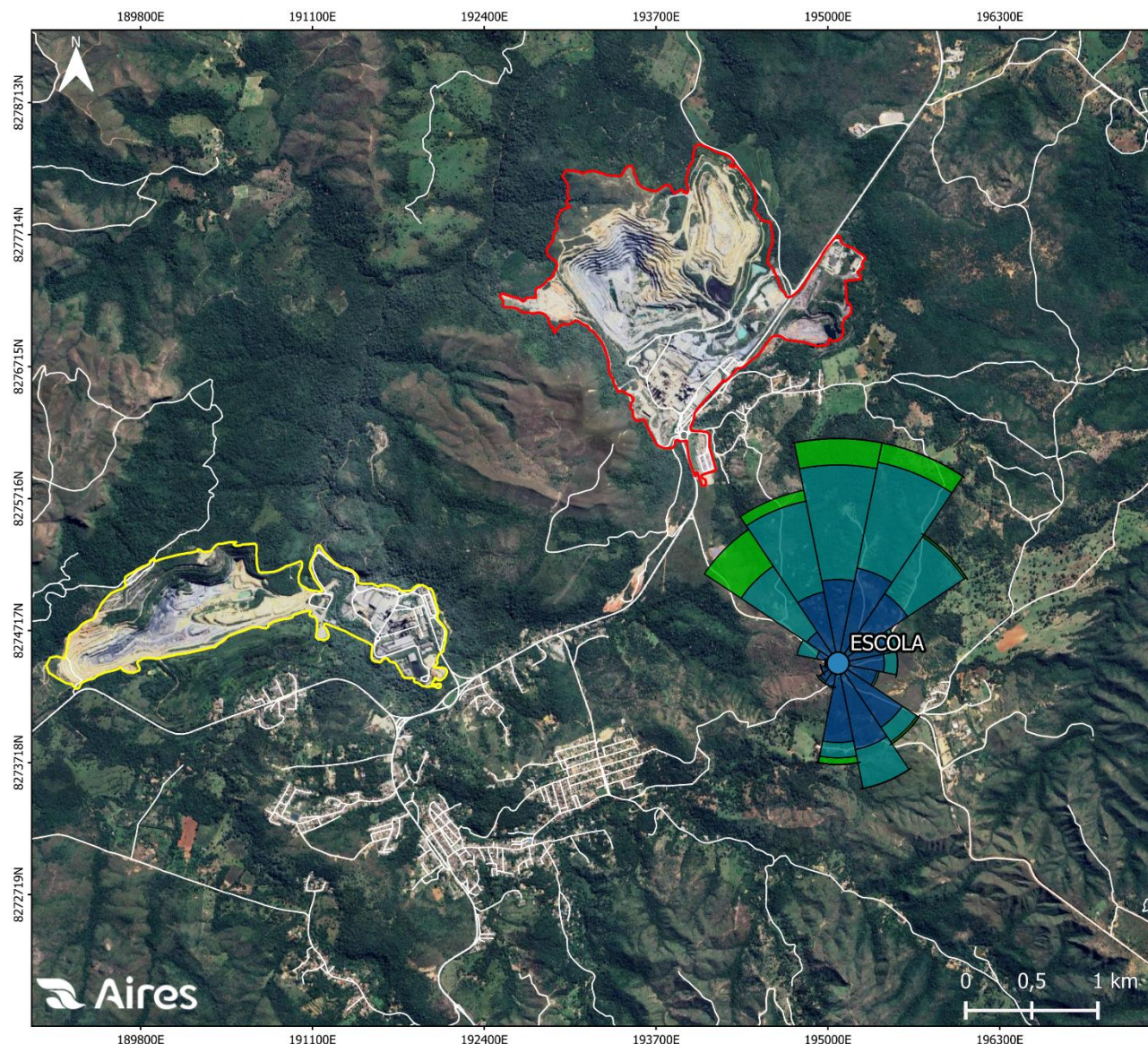
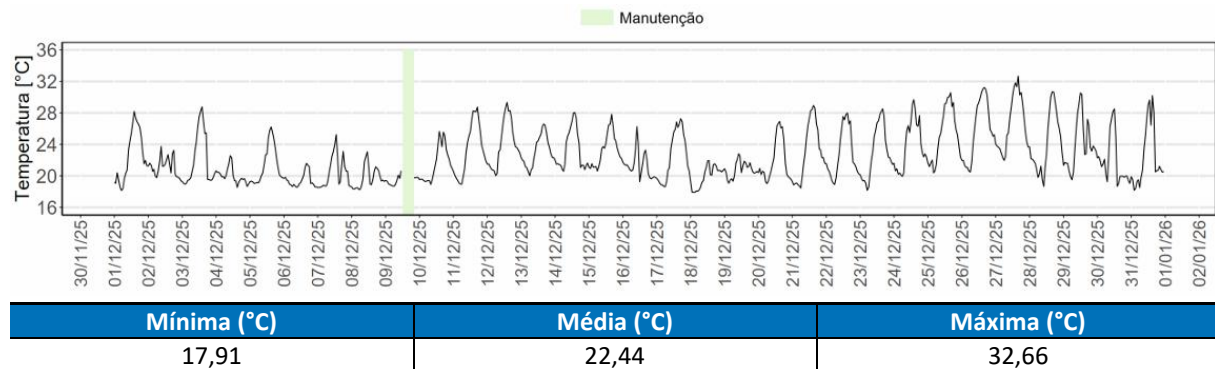


Figura 5.1-2: Localização do ponto e a rosa dos ventos referente ao mês de dezembro de 2025.

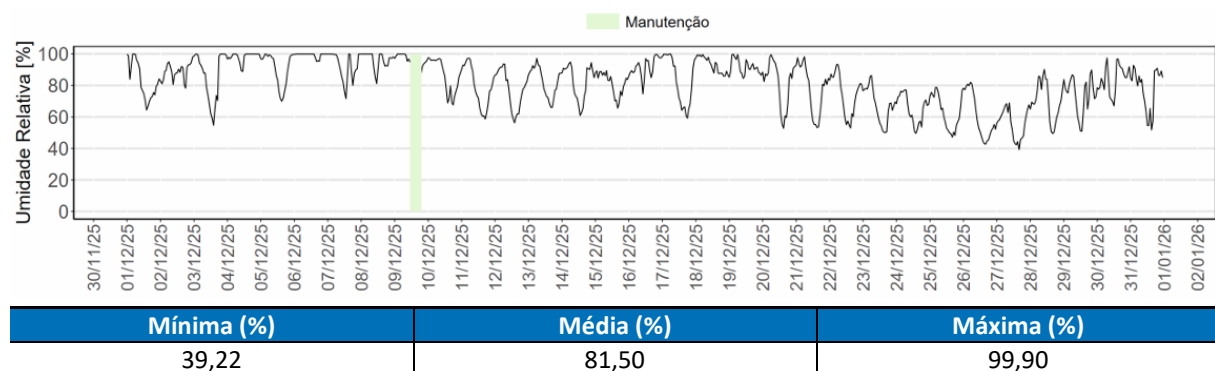
5.2. Gráficos de evolução horária com ocorrências

A seguir serão apresentados os gráficos de medições horárias dos parâmetros meteorológicos com as ocorrências, ou seja, os respectivos eventos que ocasionaram perda de dados. A descrição das invalidações será apresentada no **Capítulo 7**.

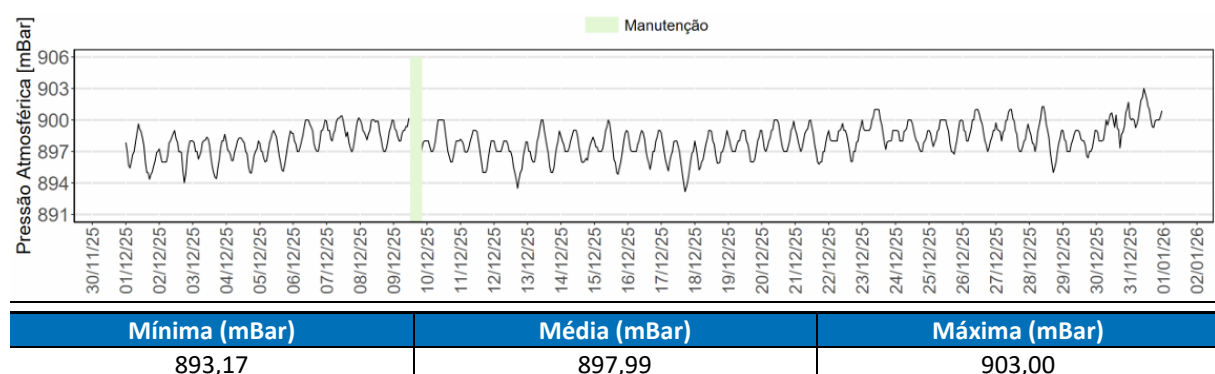
☑ Temperatura (T):



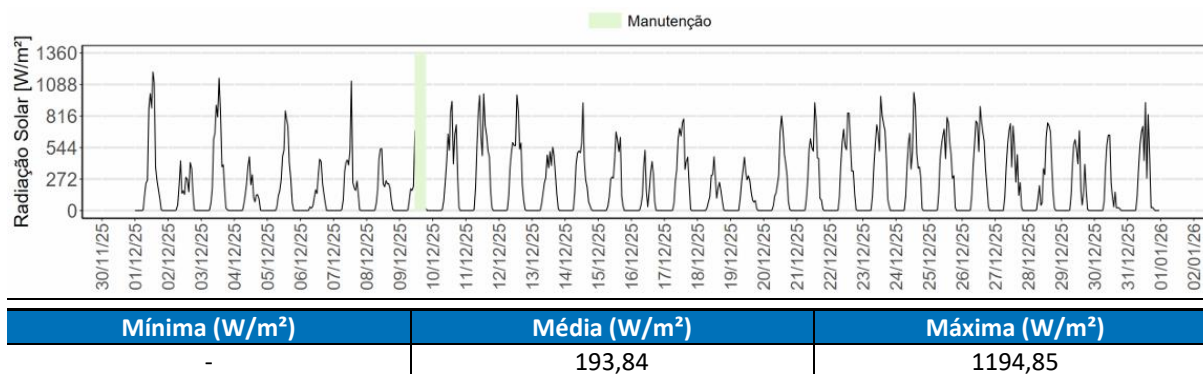
☑ Umidade Relativa (UR):



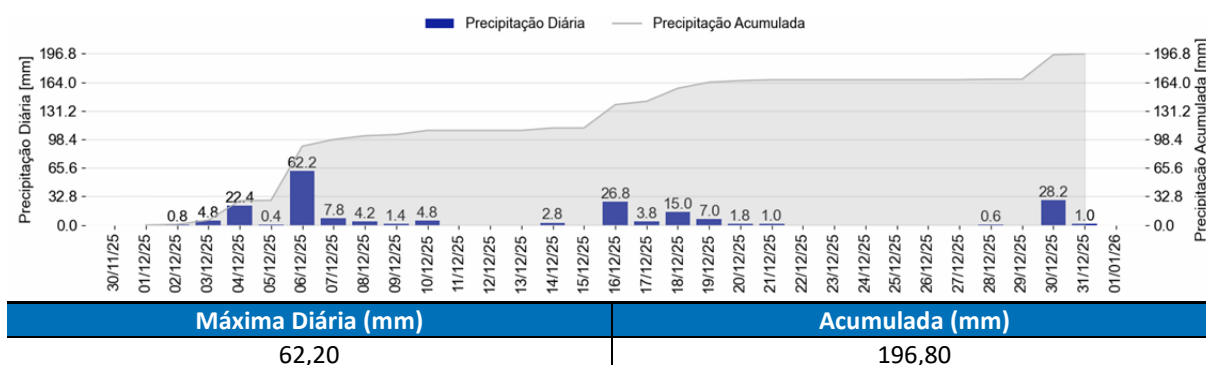
☑ Pressão Atmosférica (PA):



☑ Radiação Solar (RS):



☑ Precipitação Pluviométrica (PP):



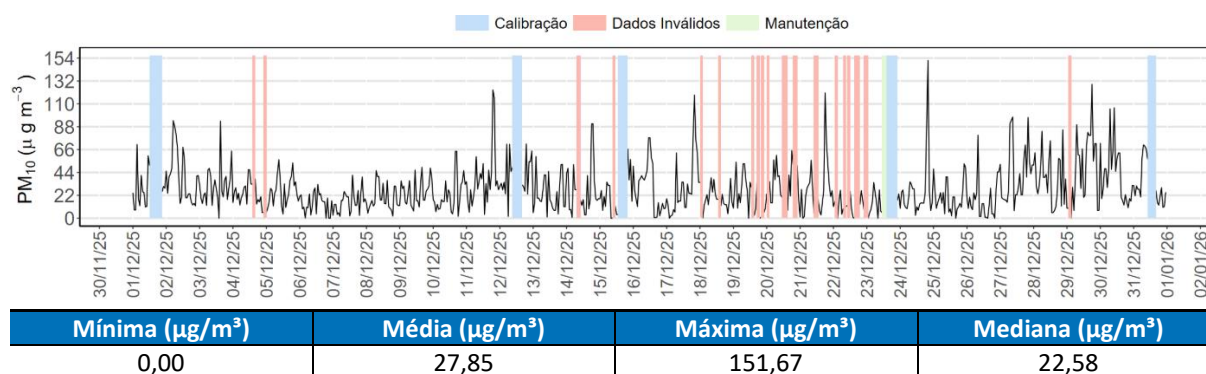
6. POLUENTES ATMOSFÉRICOS

Este capítulo apresenta os gráficos de evolução com as médias horárias, diárias e móveis de qualidade do ar, análises de evolução horária e diária, comparando os resultados encontrados com a legislação vigente.

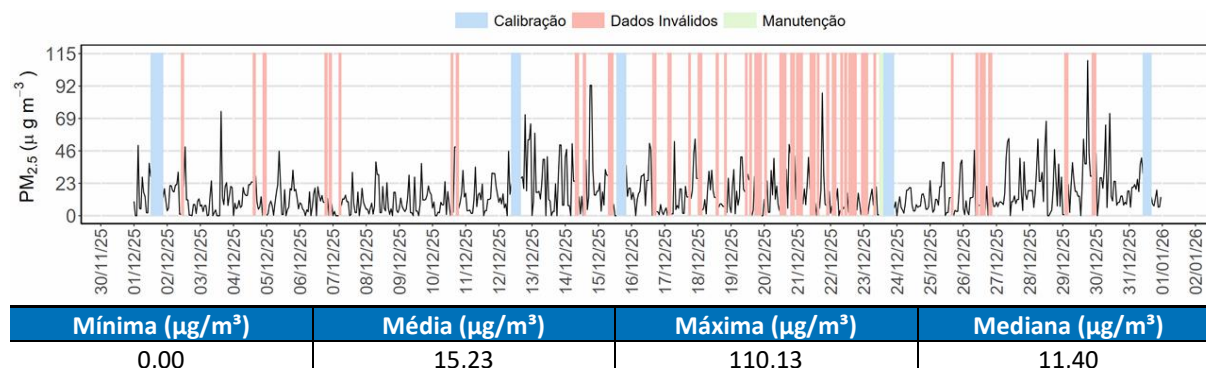
6.1. Gráficos de evolução horária com ocorrências

A seguir serão apresentados os gráficos de concentração horária dos parâmetros de qualidade do ar com as ocorrências, ou seja, os respectivos eventos que ocasionaram perda de dados. A descrição das invalidações será apresentada no **Capítulo 7**.

☑ Partículas Inalável (PM₁₀):



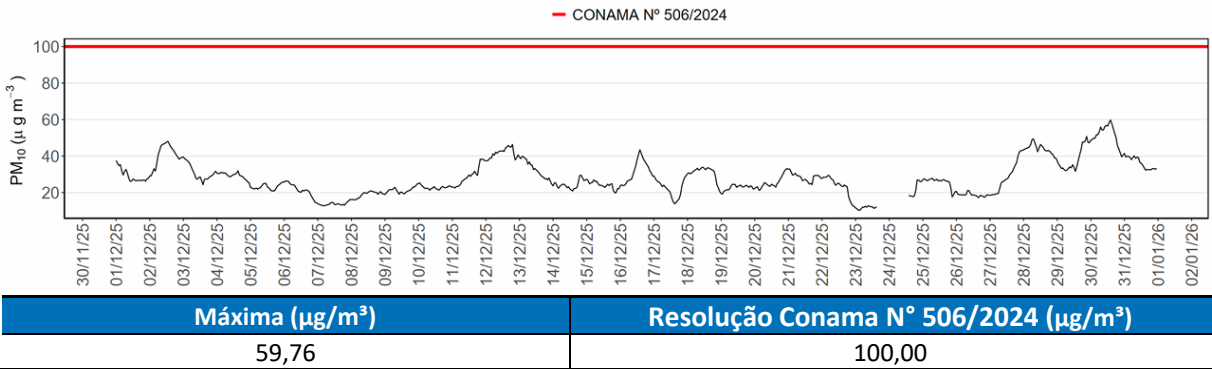
☑ Partículas Respiráveis (PM_{2,5}):



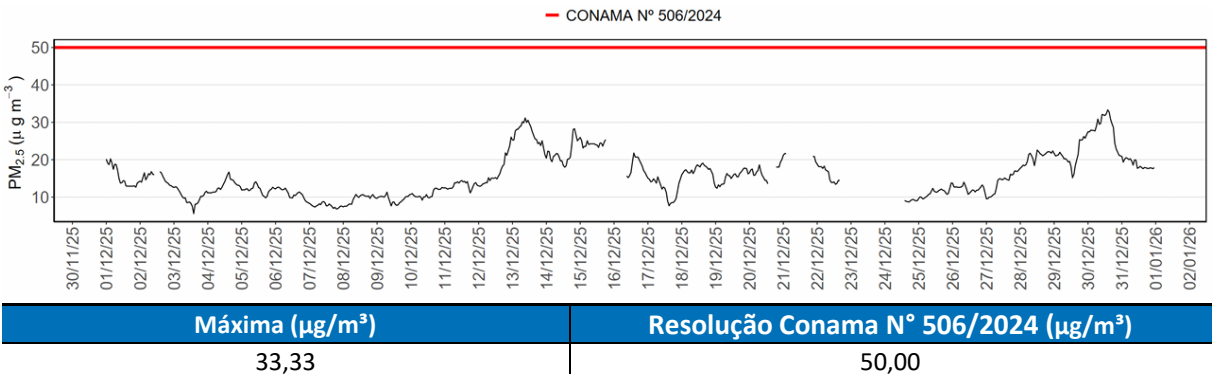
6.2. Comparação com a legislação aplicável

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

☑ 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.

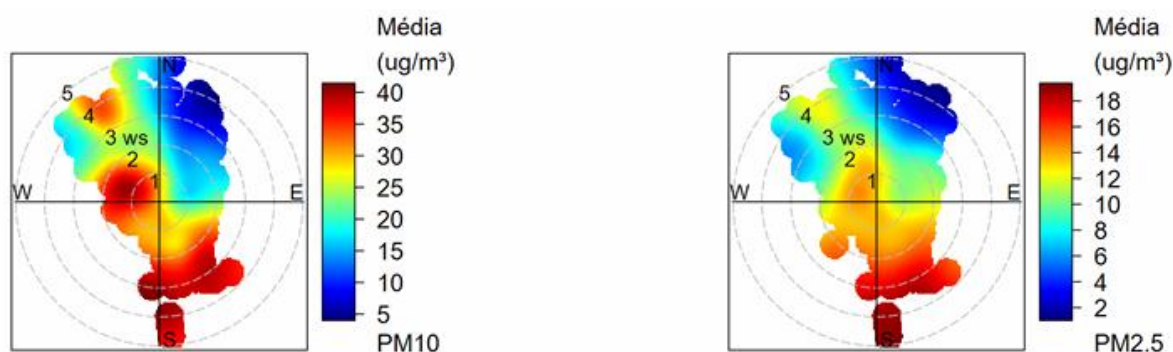


Figura 6.3-1: Gráfico PolarPlot dos parâmetros de qualidade do ar (PM₁₀ e PM_{2,5}) da EAMQAr.

Com base nos resultados, a EAMQAr apresenta para os particulados apresentamos maiores concentrações predominantemente no centro, oeste, sul e sudoeste do PolarPlot associadas a velocidades de vento moderadas. Esse padrão indica influência significativa de fontes emissoras em proximidade da estação. A distribuição direcional é compatível com processos de ressuspensão de partículas associados ao tráfego veicular, possivelmente vinculados à DF-326 (via não pavimentada nas proximidades da estação), bem como com a contribuição de transporte advectivo e carreamento de material particulado proveniente 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 19h da intensificação das atividades e da movimentação de veículos.

Analisando o comportamento horário do material particulado para a EAMQAr (**Figura 6.4.1-1**), observa-se um pico de concentração por volta das 07h e outro por volta das 18h, ambos associados ao aumento da atividade de tráfego veicular. Esses picos são típicos dos horários de maior movimentação de veículos, que são fontes significativas de emissões de material particulado, especialmente de PM₁₀ e PM_{2,5}.

Quanto ao comportamento semanal, é possível notar que o PM₁₀ apresenta uma tendência de aumento das concentrações de segunda-feira para terça-feira, seguido de um leve aumento até quinta-feira, com um pico no sábado e uma queda no domingo. Isso sugere que, durante a semana, há uma intensificação da atividade de fontes emissoras, como o tráfego e as atividades industriais, e que, no final de semana, as concentrações diminuem devido à redução dessas fontes emissoras.

Já o PM_{2,5} apresenta um comportamento diferente, com uma diminuição nas concentrações de segunda a quinta-feira, seguido por um aumento gradual até o domingo. Esse padrão pode ser explicado pela combinação de fatores como a dispersão atmosférica e a variação das fontes de emissão ao longo da semana, com uma redução nas emissões durante os dias úteis e um aumento nas concentrações no fim de semana, provavelmente relacionado a atividades específicas ou mudanças nas condições climáticas que favorecem a retenção das partículas finas.

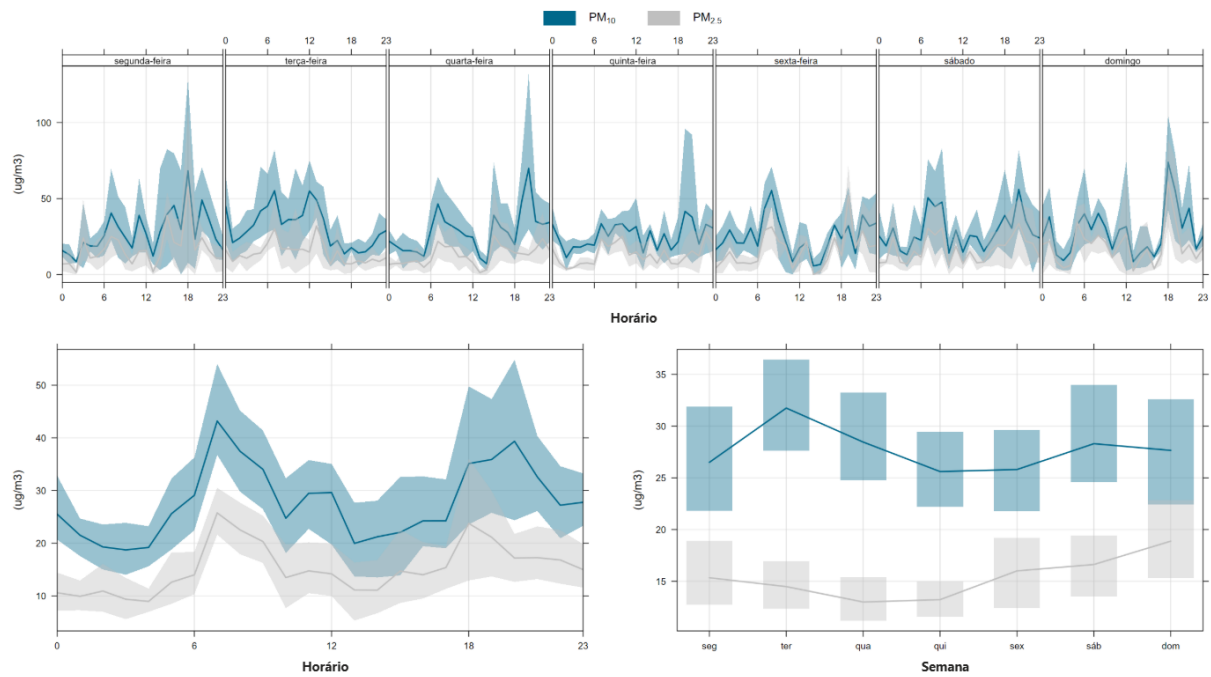


Figura 6.4.1-1: Evolução horária e semanal de PM₁₀ e PM_{2.5} da EAMQAr.

6.5. Cálculo do IQAr

Para o mês de **dezembro de 2025** são apresentados, na **Figura 6.5-1**, os gráficos de IQAr durante o período de monitoramento. Já na **Tabela 6.5-1** é apresentada a Distribuição da Classificação do IQAr, ou seja, esta apresenta as porcentagens associadas às classificações de qualidade do ar para os poluentes mensurados e um total combinado ao longo do mês. 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	94,27%	57,73%	76,84%
MODERADO	5,73%	42,27%	23,16%

A qualidade do ar classificada como "moderado" pode causar sintomas como tosse seca e cansaço em pessoas de grupos sensíveis. A população em geral não é afetada.

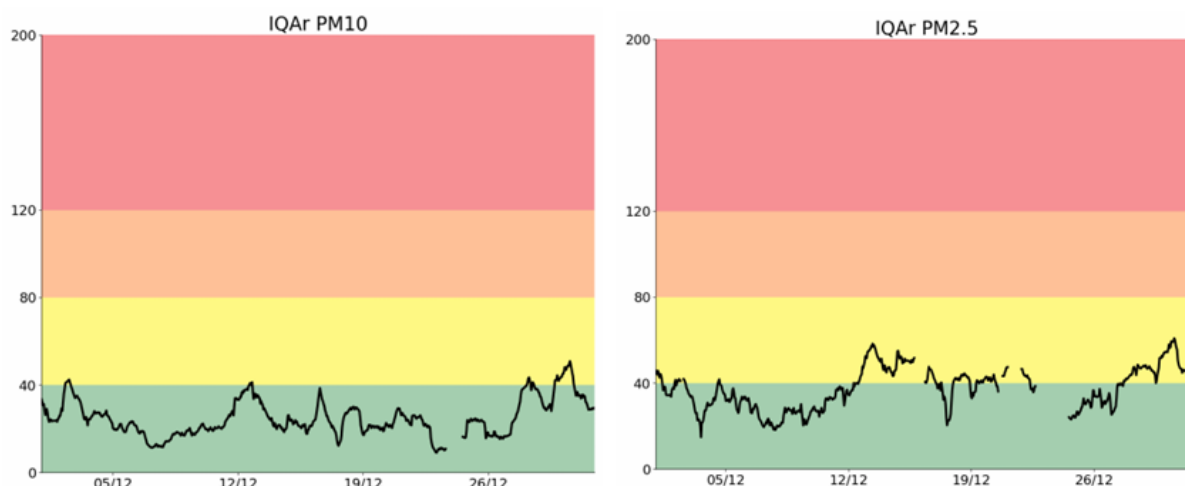


Figura 6.5-1: Gráfico de Índice de qualidade do ar (PM_{2,5} e PM₁₀) da EAMQAr.

7. OCORRÊNCIAS IDENTIFICADAS

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

No mês de **dezembro**, a principal causa da perda de dados foi devido a invalidações nos particulados (PM_{10} e $PM_{2,5}$) e devido a troca dos sensores meteorológicos.

Para os particulados, partir do dia 04/11/2025, foram identificadas invalidações devido a medições negativas. Foram realizadas ações corretivas, incluindo calibração do equipamento e substituição do filtro, visando minimizar as invalidações, porém sem sucesso. Devido a isso, no dia 31/12/2025, o equipamento foi submetido a uma série de verificações, ajustes e calibração. Após essas intervenções, as invalidações decorrentes das medições negativas foram resolvidas.

Já a respeito dos sensores meteorológicos no dia 10/12/2025, às 12h, fora realizada a substituição dos sensores de meteorologia da Estação por novos sensores calibrados, em razão do vencimento da calibração em dezembro deste ano (2025). Em decorrência da substituição, foram executadas as configurações, verificações e testes necessários, com término às 18h do mesmo dia, após esse horário, as medições passaram a ser válidas e de acordo com a série histórica.

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

Data	Horário	Parâmetros	Motivo da Invalidação
01/12/2025	13h às 20h	PM ₁₀ e PM _{2,5}	Calibração do equipamento.
02/12/2025	11h	PM _{2,5}	Dado Inválido devido medição de PM _{2,5} > PM ₁₀ acima do limite permitido.
04/12/2025	15h	PM ₁₀ e PM _{2,5}	Dado Invalidado devido medição negativa além do limite permitido.
	22h às 23h	PM _{2,5}	
	23h	PM ₁₀	
06/12/2025	19h	PM _{2,5}	Dado Invalidado devido medição negativa além do limite permitido.
	22h		
07/12/2025	05h	PM _{2,5}	Dado Invalidado devido medição negativa além do limite permitido.
10/12/2025	12h às 18h	Meteorológicos	Manutenção dos sensores - Troca e configuração dos sensores.
	14h	PM _{2,5}	Dado Invalidado devido medição negativa além do limite permitido.
	18h		
12/12/2025	10h às 15h	PM ₁₀ e PM _{2,5}	Calibração do equipamento.
14/12/2025	08h às 09h	PM ₁₀ e PM _{2,5}	Dado Invalidado devido medição negativa além do limite permitido.
	14h	PM _{2,5}	
15/12/2025	14h às 19h	PM ₁₀ e PM _{2,5}	Calibração do equipamento.
16/12/2025	15h às 16h	PM _{2,5}	Dado Invalidado devido medição negativa além do limite permitido.
17/12/2025	02h às 03h	PM _{2,5}	Dado Invalidado devido medição negativa além do limite permitido.
	18h		
18/12/2025	01h às 02h	PM _{2,5}	Dado Invalidado devido medição negativa além do limite permitido.
	20h		
	01h	PM ₁₀	
	14h	PM ₁₀ e PM _{2,5}	
19/12/2025	11h	PM _{2,5}	Dado Invalidado devido medição negativa além do limite permitido.
	19h às 20h		
	14h	PM ₁₀ e PM _{2,5}	
	18h		

Data	Horário	Parâmetros	Motivo da Invalidação
	21h		
20/12/2025	01h	PM ₁₀ e PM _{2,5}	Dado Invalidado devido medição negativa além do limite permitido.
	12h às 14h		
	20h às 21h		
	15h	PM _{2,5}	
21/12/2025	00h	PM _{2,5}	Dado Invalidado devido medição negativa além do limite permitido.
	02h às 03h		
	10h		
	15h		
	22h		
	11h às 12h	PM ₁₀ e PM _{2,5}	
22/12/2025	02h	PM ₁₀ e PM _{2,5}	Dado Invalidado devido medição negativa além do limite permitido.
	08h		
	11h		
	16h		
	18h		
	03h	PM _{2,5}	
	14h às 15h		
	17h		
	23h		
	PM ₁₀		
23/12/2025	00h	PM ₁₀	Dado Invalidado devido medição negativa além do limite permitido.
	00h às 02h	PM _{2,5}	
	08h		
23/12/2025	12h às 13h	PM ₁₀ e PM _{2,5}	Manutenção do equipamento - Verificação da bomba de fluxo.
	14h às 21h		Calibração do equipamento.
25/12/2025	16h	PM _{2,5}	Dado Inválido devido medição negativa além do limite permitido.
26/12/2025	10h	PM _{2,5}	Dado Inválido devido medição negativa além do limite permitido.
	13h às 15h		
	19h às 20h		
29/12/2025	02h	PM ₁₀ e PM _{2,5}	Dado Inválido devido medição negativa além do limite permitido.
	03h	PM _{2,5}	
29/12/2025	22h às 23h	PM _{2,5}	Dado Inválido devido medição negativa além do limite permitido.
31/12/2025	11h às 15h	PM ₁₀ e PM _{2,5}	Calibração do equipamento.

8. DISPONIBILIDADE

A **Tabela 8-1** apresenta a disponibilidade por parâmetro e total da EAMQAr. Os Dados Inválidos incluem: Dados Inválidos devido inconsistência na medição do equipamento, Insuficiência de Amostras e Ausência de Dados.

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

Parâmetros	Dados Totais	Dados Inválidos	Manutenção	Calibração	Força Maior	Dados Válidos	Disponibilidade Real
PM ₁₀	744	26	2	33	0	683	91,80%
PM _{2,5}	744	70	2	33	0	639	85,89%
Direção do Vento	744	0	7	0	0	737	99,06%
Velocidade do Vento	744	0	7	0	0	737	99,06%
Temperatura	744	0	7	0	0	737	99,06%
Umidade Relativa	744	0	7	0	0	737	99,06%
Pressão	744	0	7	0	0	737	99,06%
Radiação Solar	744	0	7	0	0	737	99,06%
Precipitação	744	0	7	0	0	737	99,06%
Total	6696	96	53	66	0	6481	96,79%

9. CONCLUSÕES

Os dados monitorados pela EAMQAr - Escola foram medidos diariamente, com acompanhamento da equipe de monitoramento. O período de medição compreendeu os dias 01/12/2025 a 31/12/2025, registrando as médias horárias e diárias para os parâmetros supracitados.

Durante o período analisado, as temperaturas apresentaram variação entre 17,91°C e 32,64°C, com média de 22,44°C. A umidade relativa do ar oscilou entre 39,22% e 99,90%, com valor médio de 81,50%. E precipitação pluviométrica, com um acumulado mensal de 196,80 mm.

Essas condições climáticas têm um impacto direto e significativo na dinâmica dos poluentes atmosféricos, especialmente no material particulado. A ampla variação da umidade relativa, que variou entre 39,22% e 99,90%, favorece tanto a formação e crescimento higroscópico de aerossóis secundários quanto a agregação de partículas finas, especialmente durante os períodos mais úmidos, quando a maior umidade dificulta a dispersão dessas partículas. Em contrapartida, os intervalos mais secos, com valores de umidade relativa mais baixos, intensificam a ressuspensão de partículas previamente depositadas, o que resulta em concentrações mais elevadas de poluentes. As temperaturas, com uma média de 22,44°C e picos de até 32,64°C, também podem potencializar reações fotoquímicas, que são responsáveis pela formação de precursores de aerossóis, agravando ainda mais a concentração de poluentes no ambiente.

A precipitação pluviométrica acumulada de 196,80 mm ao longo do período contribui de maneira importante para a remoção de poluentes atmosféricos por meio da lavagem atmosférica, diminuindo temporariamente as concentrações de material particulado durante e imediatamente após os eventos de chuva. No entanto, a ocorrência intermitente das precipitações, combinada com as variações de temperatura e a grande oscilação da umidade relativa, cria períodos alternados de remoção e acúmulo de poluentes. Esse cenário, em que períodos de alta umidade e alta precipitação se alternam com intervalos secos e mais quentes, modula diretamente as concentrações de poluentes na atmosfera, refletindo diretamente na qualidade do ar ao longo do período monitorado.

Após a análise dos dados apresentados neste relatório, pode-se observar que não houve ultrapassagem para os padrões de legislações vigentes, sendo este a Resolução Conama N° 506/2024.

Em relação ao aspecto de IQAr, a Estação da Escola apresentou 78,84% da classificação total como BOA e 23,16% da classificação total como MODERADA.

Quanto a disponibilidade de dados totais, obteve-se um percentual de 96,79%.

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARYA, S.P., 1999, *Air Pollution Meteorology and Dispersion*, 310p. Oxford University Press.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 506, de 27 de junho de 2024. Estabelece padrões nacionais de qualidade do ar e fornece diretrizes para sua aplicação. Revoga os arts. 1º ao 8º, os arts. 12 a 14 e o Anexo I da Resolução Conama nº 491, de 19 de novembro de 2018; e os itens 2.2.1 e 2.3 da Resolução Conama nº 5, de 15 de junho de 1989. Disponível em: https://conama.mma.gov.br/index.php?option=com_sisconama&view=attonormativo&id=756

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>

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

FIOCRUZ. Rosa dos ventos. Disponível em: <http://www.invivo.fiocruz.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=805&sid=3>.

INMET, 2021 – Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: www.inmet.gov.br.

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>.

NATIONAL WEATHER SERVICE. **Beaufort Wind Scale**. Disponível em: <https://www.weather.gov/mfl/beaufort>.

O TEMPO. **INMET emite alerta vermelho de baixa umidade com grande risco de incêndios em Brasília e Região até sexta-feira (3)**. *O Tempo*, Belo Horizonte, 3 out. 2025. Disponível em: <https://www.otempo.com.br/tempo/2025/10/3/inmet-emite-alerta-vermelho-de-baixa-umidade-com-grande-risco-de-incendios-em-brasilia-e-regiao-ate-sexta-feira-3>

SEINFELD, John H. Atmospheric chemistry and physics: from air pollution to climate change / John H. Seinfeld, Spyros N. Pandis.- 2nd ed., 1339 p., 2006.

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.

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.
- ✓ Adrielle Luiza Vieira de Melo, Engenheira Química. Gerente de Projetos.
- ✓ Igor de Moraes Gomes, Engenheiro Ambiental. Coordenador de Projetos.
- ✓ Guilherme Oliveira Guimarães, Engenheiro Sanitarista e Ambiental. Coordenador de Operações.
- ✓ Vhictor Pereira Rodrigues, Técnico em Instrumentação Eletrônica e Controle de Processos. Especialista de Operações.
- ✓ Kevin da Silva Coelho, Engenheiro Sanitarista e Ambiental. Coordenador 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 DE CALIBRAÇÃO DO TEOM 1405

INFORMAÇÕES GERAIS

Solicitante: CIPLAN
Número do certificado: CEAIR-843025 Data de emissão: 05/01/2026
Endereço: Sobradinho - DF

CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA DE CALIBRAÇÃO

Item de calibração: Monitor PM10 e PM2,5 Data da calibração: 31/12/2025
Marca/Modelo: Thermo Scientific TEOM 1405D Hora início/Fim: 10:30/11:00
Método medição: Microbalança de Precisão Estação: ESCOLA - FERCAL
Número Serial: 1405A204410903

DADOS DO PADRÃO UTILIZADO

Descrição	Serial	Data da Calibração	Validade da Calibração
TSI / 4045G	40451522002	12/11/2024	12/11/2025
Filtro Padrão - TX40	NA	NA	NA

TESTE DE VAZAMENTO

Item	Valor	Tolerância	Status
PM 2.5 Flow	0,01	0,15 lpm	OK
PM - Coarse Flow	0,00	0,15 lpm	OK
By pass flow (lpm):	0.00	0,6 lpm	OK

VERIFICAÇÃO DO FLUXO PRINCIPAL - PM 2.5

Item	Valor	Tolerância	Status	
Fluxo TEOM (lpm):	3,000	Fluxo Fluxômetro (lpm): 3,01	OK	
Erro Percentual:	0,33%	Tolerância: 10%		
Previous Flow Adj Factor:	0,9800	Current Flow Adj Factor:	1,0033	
Valor Final de Fluxo:	Leitura no Equipamento	3,000	Leitura no Fluxômetro	3

VERIFICAÇÃO DO FLUXO BYPASS

Item	Valor	Tolerância	Status	
Fluxo TEOM (lpm):	12	Fluxo Flowmeter (lpm): 11,99	OK	
Erro Percentual:	0,08%	Tolerância: 10%		
Previous Flow Adj Factor	0,9983	Current Flow Adj Factor:	0,9992	
Valor Final de Fluxo	Leitura no Equipamento:	12,000	Leitura no Fluxômetro:	12

VERIFICAÇÃO DO FLUXO COARSE

Item	Valor	Tolerância	Status	
Fluxo TEOM (lpm):	1,67	Fluxo Flowmeter (lpm): 1,65	OK	
Erro Percentual:	1,20%	Tolerância: 10%		
Previous Flow Adj Factor:	0,9820	Current Flow Adj Factor:	0,9820	
Valor Final de Fluxo:	Leitura no Equipamento:	1,670	Leitura no Fluxômetro:	1,67

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 = ∞)

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 n° 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

Victor Pereira Rodrigues
Coordenador de Operação

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO DE SENSOR DE VELOCIDADE DO VENTO

INFORMAÇÕES GERAIS

Número do certificado: CEAIR 797125 Data de emissão: 12/11/2025
Endereço: DF-150, S/N - Sobradinho, Brasília - DF, 73001-043

DADOS DO CLIENTE

Solicitante: Votorantim
Endereço: DF-150, S/N - Sobradinho, Brasília - DF, 73001-043

CARACTERÍSTICAS DO SENSOR

Item de calibração: Sensor de velocidade do vento Marca: ComWinTop
Nº de série: CWTVV068 Modelo: CWT-SWS-C-RS485

DADOS DA CALIBRAÇÃO

Temperatura (°C): 22,1 Umidade (%): 64%
Data da calibração: 11/11/2025 Pressão (mmHg): 764
Local da calibração: Laboratório Aires - R. Desembargador Sampaio, 386 - Praia do Canto, Vitória - ES, CEP 29010-490

PROCEDIMENTO APLICADO

Comparação da resposta do conjunto sensor e motor a partir da rotação de motores não variáveis de 300 e 600 RPM, em triplicata.
Procedimento realizado em observância à Norma ISO/IEC 17025

PADRÃO UTILIZADO

Código	Padrão	Calibração	Vencimento	Laboratório	Certificado	Rastreabilidade
CL-3444	Tacômetro digital	12/04/2024	12/04/2026	CTJ	C-0359/24	RBC - CAL 0477
106	Multímetro digital	06/03/2025	06/03/2026	SOCINTEC	RI 2946/25	RBC - CAL 0250

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	8,4	8,5	8,5	8,5	0,02	0,3	(k=2,00 ; veff=∞)
16,4	16,5	16,4	16,5	16,5	0,02	0,3	(k=2,00 ; veff=∞)

NOTAS E INFORMAÇÕES ADICIONAIS

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

REALIZADO POR



Gabriel Prates Loriato
Técnico de manutenção

APROVADO POR



Gilmar Assis
Coordenador técnico

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

INFORMAÇÕES GERAIS

Solicitante: Votorantim
Número do certificado: CEAIR 797025 Data de emissão: 12/11/2025
Endereço: DF-150, S/N - Sobradinho, Brasília - DF, 73001-043

CARACTERÍSTICAS DO SENSOR

Item de calibração: Sensor de temperatura, umidade e pressão atmosférica Marca: ComWinTop
Nº Série: CWTUR040 modelo: CWT-BY

DADOS E CONDIÇÕES AMBIENTAIS

Temperatura (°C): 22 Umidade (%): 64%
Data da calibração: 11/11/25 Pressão (mmHg): 764
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
106	Multímetro digital	06/03/2025	06/03/2026	SOCINTEC	RI 2946/25	RBC - CAL 0250
DT-625	TERMOHIGRÔMETRO	21/03/2025	21/03/2026	Medição	21121115721/03/25	RBC - CAL 0183
PC-507-1-4-C	Barômetro	21/02/2025	21/02/2026	Medição	P-1832/25	RBC - CAL 0477

TEMPERATURA

VALORES MEDIDOS

RESULTADOS

Padrão (°C)	Leitura do sensor (°C)			Valor médio (°C)	Erro (°C)	Incerteza (°C)	
	1	2	3				
10	10,8	10,5	10,6	10,6	0,6	0,3	(k=2,87 ; v _{eff} =4)
30	29,2	29,3	29,3	29,3	-0,7	0,1	(k=2,08 ; v _{eff} =31)
50	49,2	49,5	49,6	49,5	-0,5	0,4	(k=3,31 ; v _{eff} =3)

VALORES MEDIDOS

RESULTADOS

Padrão (%)	Valor medido 1 (%)	Valor medido 2 (%)	Valor médio (%)	Erro (%)	Incerteza (%)	
74	73,4	73,6	73,5	0,5	7	(k=2,00 ; v _{eff} =∞)
44	43,7	43,9	43,8	0,2	6	(k=2,00 ; v _{eff} =∞)
21	21,2	20,7	21,0	0,1	5	(k=2,00 ; v _{eff} =∞)

PRESSÃO ATMOSFÉRICA

VALORES MEDIDOS

RESULTADOS

Padrão (hPa)	Leitura do conjunto (hPa)				Valor médio (hPa)	Erro (hPa)	Incerteza (hPa)	
	1	2	3	4				
800,4	801,0	802,0	801,0	802,0	801,5	1,1	1,13	(k=2,1 ; v _{eff} =38)
855,4	855,0	851,0	855,0	855,0	854,0	-1,4	3,16	(k=2,9 ; v _{eff} =4)
910,4	911,0	912,0	911,0	911,0	911,3	0,9	1,08	(k=2,0 ; v _{eff} =59)
965,4	966,0	966,0	966,0	965,0	965,8	0,4	1,08	(k=2,0 ; v _{eff} =59)
1016,5	1015,0	1016,0	1015,0	1016,0	1.015,5	-1,0	1,13	(k=2,1 ; v _{eff} =38)

NOTAS E INFORMAÇÕES ADICIONAIS

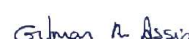
- 1) A incerteza declarada é a incerteza padrão da medição multiplicada pelo fator de abrangência k, o qual para uma distribuição t com V_{eff} graus de liberdade efetivos, corresponde a uma probabilidade de abrangência de aproximadamente 95%.
- 2) As incertezas padrão da medição foram determinadas de 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 Lariato
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 796925 Data de emissão: 12/11/2025
Solicitante: Votorantim
Endereço: DF-150, S/N - Sobradinho, Brasília - DF, 73001-043

CARACTERÍSTICAS DO SENSOR

Item de calibração: Sensor de precipitação pluviométrica Marca: ComWinTop
Nº de série: CWTTP053 Modelo: CWT-RG-S

DADOS E CONDIÇÕES AMBIENTAIS

Temperatura (°C): 22,1 Umidade (%): 64%
Data da calibração: 11/11/2025 Pressão (mmHg): 764
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-AIR0118	Pipeta Graudada	18/03/2025	18/03/2026	Medição	PG-AIR011818/03/25	RBC - CAL 0183

VOLUME DO PLUVIÔMETRO

Teste nº	Volume indicado (ml) por cada balsa D (direita) e E (esquerda)						Volume Médio (mL)		
	1	2	3	4	5	6			
D	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,50	±	0,16 (k=2 ; v _{eff} = ∞)
E	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,50	±	0,16 (k=2 ; v _{eff} = ∞)

NOTAS E INFORMAÇÕES ADICIONAIS

- 1) Cada basculada corresponde a aproximadamente 0,2 mm de precipitação pluviométrica na área coletora do instrumento.
- 2) Nos resultados, os números após o símbolo ± são os valores numéricos da incerteza expandida U, que é declarada como a incerteza padrão da medição multiplicada pelo fator de abrangência k, o qual para uma distribuição t com V_{eff} graus de liberdade efetivos, corresponde a uma probabilidade de abrangência de aproximadamente 95%.
- 3) As incertezas padrão da medição foram determinadas de acordo com a Norma nº NIT-DICLA-021 - Expressão da Incerteza de Medição por Laboratórios de Calibração - Inmetro, revisão 10 de julho/2020.
- 4) Este certificado é válido somente para o item citado e só deve ser reproduzido completo. Reprodução de partes requer aprovação escrita da Aires.

REALIZADO POR

Gabriel L.

Gabriel Prates Lariato
Técnico de manutenção

APROVADO POR

Gilmar A. Assis

Gilmar Assis
Coordenador técnico

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO DE SENSOR DE RADIAÇÃO SOLAR

INFORMAÇÕES GERAIS

Número do certificado: CEAIR 796825 Data de emissão: 12/11/2025
Solicitante: Votorantim
Endereço: DF-150, S/N - Sobradinho, Brasília - DF, 73001-043

CARACTERÍSTICAS DO SENSOR

Item de calibração: Sensor de Radiação Solar Marca: ComWinTop
Modelo: CWT-SI-RS485 Serial: CWTRS042

DADOS E CONDIÇÕES AMBIENTAIS

Temperatura (°C): 22,1 Umidade (%): 64%
Data da calibração: 11/11/2025 Pressão (mmHg): 764,0
Local da calibração: Laboratório Aires - R. Desembargador Sampaio, 386 - Praia do Canto, Vitória - ES, CEP 29055-250

PROCEDIMENTOS APLICADOS

Comparação entre a resposta do sensor (lida em 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

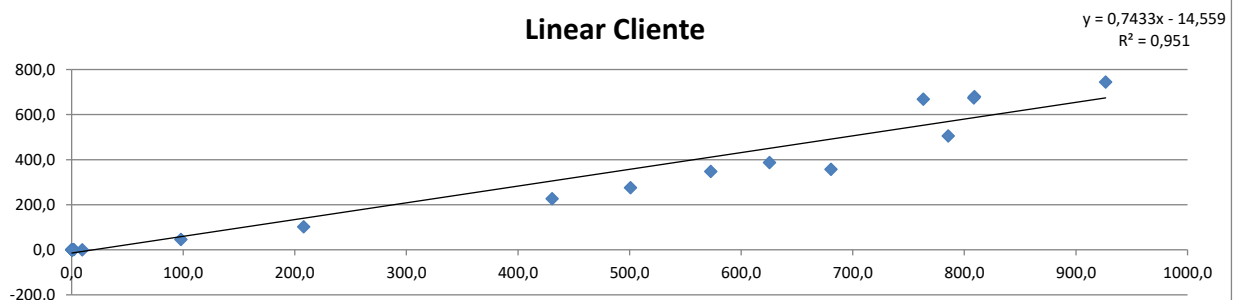
Código	Padrão	Calibração	Vencimento	Laboratório	Certificado	Rastreabilidade
1688	Sensor de Radiação Solar CWT	28/06/2024	27/06/2027	Unimetro	35283/2024	N.A
106	Multímetro digital	06/03/2025	06/03/2026	SOCINTEC	RI 2946/25	RBC - CAL 0250

RESULTADOS

Padrão x Cliente



Linear Cliente



NOTAS E INFORMAÇÕES ADICIONAIS

Para o monitoramento da radiação solar não é aplicado a medida de incerteza, uma vez que a calibração não é realizada em ambiente controlado. A calibração é realizada por meio de comparação entre os sensores que são expostos aos raios solares.

Os sensores foram igualmente instalados e configurados para registrar dados a cada 60 min em um mesmo local durante um período de 24h.

A correlação linear entre o sensor medido e o sensor padrão foi de 0,951 O fator de correção é 0,694927 Sensibilidade 7,23 $\mu\text{V}/\text{Wm}^2$

REALIZADO POR

Gabriel L.

Gabriel Prates Loriato
Técnico de manutenção

APROVADO POR

Gilmar A. Assis

Gilmar Assis
Coordenador Técnico

CERTIFICADO DE SENSOR DE DIREÇÃO DO VENTO

INFORMAÇÕES GERAIS

Número do certificado: CEAIR 796725 Data de emissão: 12/11/2025
Endereço: DF-150, S/N - Sobradinho, Brasília - DF, 73001-043

DADOS DO CLIENTE

Solicitante: Votorantim
Endereço: DF-150, S/N - Sobradinho, Brasília - DF, 73001-043

CARACTERÍSTICAS DO SENSOR

Item de calibração: Sensor de direção do vento Marca: ComWinTop
Nº de série: CWTDV068 Modelo: CWT-SWD-C-360-RS485

DADOS E CONDIÇÕES AMBIENTAIS

Temperatura (°C): 22,1 Umidade (%): 64%
Data da calibração: 11/11/2025 Pressão (mmHg): 764
Local da calibração: Laboratório Aires - R. Desembargador Sampaio, 386 - Praia do Canto, Vitória - ES, CEP 29010-490

PROCEDIMENTO APLICADO

Leitura da resposta do sensor a partir de pontos fixos no padrão.

Procedimento realizado em observância à Norma ISO/IEC 17025

PADRÃO UTILIZADO

Código	Padrão	Calibração	Vencimento	Laboratório	Certificado	Rastreabilidade
RODA	Escala angular graduada	20/08/2024	20/08/2026	CTJ	D-8117/24	RBC - CAL 0477
106	Multímetro digital	06/03/2025	06/03/2026	SOCINTEC	RI 2946/25	RBC - CAL 0250

VALORES MEDIDOS

RESULTADOS

Padrão (°)	Leitura do conjunto (°)			Valor médio (°)	Erro (°)	Incerteza (°)	
	1	2	3				
0	0	1	1	1	1	1,45	(k=3,31 ; v _{eff} =3)
29	31	31	30	31	2	0,70	(k=2,37 ; v _{eff} =8)
60	62	61	62	62	2	0,70	(k=2,37 ; v _{eff} =8)
89	92	92	92	92	3	0,48	(k=2,05 ; v _{eff} =50)
121	123	122	122	123	2	0,95	(k=2,65 ; v _{eff} =5)
150	151	152	148	150	0	6,13	(k=4,53 ; v _{eff} =2)
179	180	180	180	180	1	0,43	(k=2,00 ; v _{eff} =∞)
209	211	212	211	212	3	0,46	(k=2,03 ; v _{eff} =97)
240	241	241	241	241	1	0,74	(k=2,43 ; v _{eff} =7)
270	270	270	270	270	0	0,52	(k=2,09 ; v _{eff} =29)
300	300	300	300	300	0	0,49	(k=2,05 ; v _{eff} =52)
330	330	330	330	330	0	0,47	(k=2,03 ; v _{eff} =98)

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 Loriato
Técnico de manutenção

APROVADO POR



Gilmar Assis
Coordenador Técnico