



RELATÓRIO MENSAL DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR E METEOROLOGIA MARÇO/2024

Estação automática móvel de monitoramento da SEUMA
Contrato nº 21/2021

-Fortaleza/CE-

Abril/2024



RELATÓRIO MENSAL DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR E METEOROLOGIA MARÇO/2024

Estação de Monitoramento da Qualidade do Ar da SEUMA
Contrato nº 21/2021

CONTRATANTE:



ELABORAÇÃO E RESPONSABILIDADE:



Divulgação restrita

De Curitiba/PR para Fortaleza/CE,
Abril/2024

APRESENTAÇÃO DA EQUIPE

Coordenação Geral

André Luciano Malheiros | *Engenheiro Civil, Dr.*

Equipe

Helder Rafael Nocko | *Eng. Ambiental*

Débora Lia Perazzoli | *Analista de Projetos Ambientais*

João Vitor Correia Palhano | *Analista de Projetos Ambientais*

Amanda Pontes Maia Pires Alcantara | *Analista de Projetos Ambientais*

Andreas Friedrich Grauer | *Analista de Projetos Ambientais*

Sandro Vissotto | *Consultor*

00	05/04/2024	Mensal	APA	DLP	ALM
<i>Revisão</i>	<i>Data</i>	<i>Descrição Breve</i>	<i>Ass. do Autor.</i>	<i>Ass. do Superv.</i>	<i>Ass. de Aprov</i>

RELATÓRIO MENSAL DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR E METEOROLOGIA – MARÇO/2024			
Estação de Monitoramento da Qualidade do Ar (EMQAr) da SEUMA – Contrato nº 21/2021			
Elaborado por: Amanda Alcantara		Supervisionado por: Débora Lia Perazzoli	
Aprovado por: André Malheiros		Revisão	Finalidade
		00	01
Data 05/04/2024			
Legenda Finalidade: [1] Para informação [2] Para comentário [3] Para aprovação			
		EnvEx Engenharia e Consultoria Rua Doutor Jorge Meyer Filho, 93 – Jardim Botânico CEP 80.210-190 Curitiba – PR Tel: (41)3053-3487 envex@envexengenharia.com.br www.envexengenharia.com.br	

APRESENTAÇÃO

Apresentamos à Secretaria Municipal de Urbanismo e Meio Ambiente – SEUMA, o “Relatório Mensal de Monitoramento da Qualidade do Ar e Meteorologia – Estação de Monitoramento da Qualidade do Ar da SEUMA”, referente ao serviço objeto do Contrato nº 21/2021, “Monitoramento e Transmissão de Dados Relativos à Qualidade do Ar, Incluindo Manutenção e Operacionalização de Estação Móvel da Qualidade do Ar – EMQAr, de Propriedade da SEUMA”, localizada no município de Fortaleza, no Ceará.

André Luciano Malheiros

Engenheiro Civil, Dr.
Coordenador Geral

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	9
2.	DADOS CADASTRAIS	11
3.	ASPECTOS LEGAIS	12
4.	DESCRIÇÃO DO LOCAL DE MONITORAMENTO	16
5.	RESULTADOS DO MONITORAMENTO	19
5.1.	Temperatura Ambiente.....	19
5.2.	Precipitação Pluviométrica	20
5.3.	Umidade Relativa do Ar.....	22
5.4.	Pressão atmosférica	23
5.5.	Radiação Solar.....	24
5.6.	Velocidade e Direção dos Ventos	25
5.7.	Material Particulado com Tamanho Aerodinâmico Inferior a 10 µm (MP ₁₀)... ..	27
5.8.	Material Particulado com Tamanho Aerodinâmico Inferior a 2,5µm (MP _{2,5}) ..	29
5.9.	Dióxido de Enxofre (SO ₂).....	32
5.10.	Dióxido de Nitrogênio (NO ₂).....	34
5.1.	Ozônio (O ₃).....	36
5.2.	Monóxido de Carbono (CO).....	38
5.3.	Índice de Qualidade do Ar (IQA).....	40
5.4.	Análise Operacional	42
6.	CONCLUSÃO.....	45
7.	REFERÊNCIAS	46
	ANEXO A – ART – Anotações de Responsabilidade Técnica.....	47

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Registro fotográfico do ponto de monitoramento P08 – SEUMA.....	17
Figura 2: Localização da EMQAr.....	18
Figura 3: Registro da Temperatura Ambiente na EMQAr em Março de 2024.....	19
Figura 4: Registro da Precipitação Pluviométrica na EMQAr em Março de 2024.....	20
Figura 5: Precipitação acumulada diária na EMQAr em Março de 2024.....	21
Figura 6: Registro da Umidade Relativa do Ar na EMQAr em Março de 2024.....	22
Figura 7: Registro da Pressão Atmosférica na EMQAr em Março de 2024.....	23
Figura 8: Registro da Radiação Solar na EMQAr em Março de 2024.....	24
Figura 9: Registro da Velocidade do Vento na EMQAr em Março de 2024.....	25
Figura 10: Registro da Direção do Vento na EMQAr em Março de 2024.....	26
Figura 11: Rosa dos Ventos na EMQAr em Março de 2024.....	26
Figura 12: Concentrações médias horárias de MP ₁₀ na EMQAr em Março de 2024....	27
Figura 13: Concentrações médias diárias de MP ₁₀ na EMQAr em Março de 2024.....	29
Figura 14: Concentrações médias horárias de MP _{2,5} na EMQAr em Março de 2024...	30
Figura 15: Concentrações médias diárias MP _{2,5} na EMQAr em Março de 2024.....	31
Figura 16: Concentrações médias horárias de SO ₂ na EMQAr em Março de 2024.	32
Figura 17: Concentrações médias diárias de SO ₂ na EMQAr em Março de 2024.	34
Figura 18: Concentrações médias horárias de NO ₂ na EMQAr em Março de 2024.	35
Figura 19: Concentrações médias horárias de O ₃ na EMQAr em Março de 2024.....	36
Figura 20: Concentrações médias móveis de 8h de O ₃ na EMQAr em Março de 2024.	37
Figura 21: Concentrações médias horárias de CO na EMQAr em Março de 2024.....	38
Figura 22. Concentrações médias móveis de 8h de CO na EMQAr em Março de 2024.	40
Figura 23: Índice de qualidade do ar na EMQAr em Março de 2024.....	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Dados cadastrais da contratante.....	11
Tabela 2: Dados cadastrais da empresa responsável pelo monitoramento.....	11
Tabela 3: Padrões de qualidade do ar.....	12
Tabela 4: Critérios para episódios agudos de poluição do ar.....	13
Tabela 5: Classificação do IQAr.....	14
Tabela 6: Critério de validação dos dados das estações automáticas.....	15
Tabela 7: Informações técnicas da EMQAr e do ponto amostral em março de 2024..	16
Tabela 8: Faixas de classificação de IQAr obtidas em Março de 2024.....	41
Tabela 9. Disponibilidade de dados na Estação SEUMA no mês de referência.....	43
Tabela 10: Representatividade dos dados em relação aos critérios do MMA.....	44

1. INTRODUÇÃO

As condições de qualidade do ar em uma região estão relacionadas a fatores complexos diversos. Parâmetros como relevo, clima, meteorologia, vegetação, uso e ocupação do solo, bem como a variedade das fontes de emissões de poluentes atmosféricos, sejam elas fixas ou móveis, têm importância sumária na qualidade do ar ambiente de uma região e do seu entorno. Tais características impactam diretamente os tipos, os níveis e a dispersão dos poluentes existentes na atmosfera local.

Em grandes centros urbanos, como é o caso de Fortaleza–CE, há uma variedade de fontes de emissões atmosféricas que afetam a qualidade do ar ambiente: fontes móveis (veículos leves e pesados), indústrias, atividades construtivas em geral, atividades portuárias e aeroviárias, dentre outras. Conhecer os níveis de poluentes atmosféricos da cidade pode constituir uma importante ferramenta de análise das problemáticas urbanas, bem como, de apoio aos processos de tomadas de decisão e direcionamentos de políticas públicas municipais.

Este documento trata-se do "Relatório Mensal de Monitoramento da Qualidade do Ar e Meteorologia" elaborado a partir dos dados obtidos pela Estação Móvel de Qualidade do Ar (EMQAr) de propriedade da Secretaria Municipal de Urbanismo e Meio Ambiente (SEUMA), instalada no município de Fortaleza/CE. A estação tem sido operada e mantida pela EnvEx Engenharia e Consultoria, conforme contrato nº 21/2021.

O monitoramento realizado pela EMQAr contempla os seguintes parâmetros de qualidade do ar: Material Particulado com tamanho aerodinâmico inferior a 10 µm (MP₁₀) e a 2,5 µm (MP_{2,5}), Ozônio (O₃), Monóxido de Carbono (CO), Dióxido de

Nitrogênio (NO_2), e Dióxido de Enxofre (SO_2). Além destes, são monitorados os seguintes parâmetros meteorológicos: Temperatura do ar, Umidade Relativa, Pressão Atmosférica, Direção e Velocidade do Vento, Precipitação Pluviométrica e Radiação Solar.

A metodologia aplicada esteve em conformidade com as exigências da Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) 491/2018, que entrou em vigor no dia 19 de novembro de 2018, e do Guia Técnico Para o Monitoramento e Avaliação da Qualidade do Ar (MMA, 2019). Por fim, o presente relatório apresenta os dados do mês de março de 2024 e os compara aos padrões intermediários (PI-1) da supracitada Resolução.

2. DADOS CADASTRAIS

Os dados cadastrais da proprietária da estação e da empresa responsável pela operação e manutenção da rede de monitoramento de qualidade do ar estão dispostos, respectivamente, nas Tabela 1 e Tabela 2.

Tabela 1: Dados cadastrais da contratante.

CONTRATANTE	
Razão Social	Município de Fortaleza (Secretaria Municipal de Urbanismo e Meio Ambiente – SEUMA)
CNPJ	4.923.143/0001-26
Endereço	Av. Deputado Paulino Rocha, nº 1343, Bairro Cajazeiras, CEP: 60.864-311, Fortaleza – CE
Telefone	(85) 3452-6900
Coordenador	Gustavo Henrique Macedo Rocha (Coordenador de Políticas Ambientais)
Gestora do contrato	Maria Raquel do Vale Lima (Coordenadora do Laboratório da Cidade Sustentável)

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2024).

Tabela 2: Dados cadastrais da empresa responsável pelo monitoramento.

EMPRESA EXECUTORA	
Razão Social	EnvEx Engenharia e Consultoria Ltda
CNPJ	08.418.789/0001-07
Endereço	Rua Dr. Jorge Meyer Filho, Nº 93, Curitiba / PR, CEP 80210-190
Telefone	(41) 3053-3487
Homepage	www.envexengenharia.com.br
Coordenador Geral	André Luciano Malheiros (CREA PR 67038/D)
Contatos	andre@envexengenharia.com.br / 41 9906-3860
Gestora Técnica	Débora Lia Perazzoli (CREA PR 150025/D)
Contatos	debora.perazzoli@envexengenharia.com.br
Contrato e OS	Contrato nº 21/2021 e Ordem de Serviços nº 28/2021
Data de Início do Serviço	22/10/2021

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2024).

3. ASPECTOS LEGAIS

No Brasil, a Portaria Normativa IBAMA 348/90 e a Resolução CONAMA 491/2018 estabelecem os padrões nacionais de qualidade do ar. A supracitada Resolução, revogou a CONAMA 003/90 e se tornou vigente a partir do dia 19 de novembro de 2018. Portanto, os dados obtidos no mês de março de 2024 foram analisados conforme as novas diretrizes da Resolução CONAMA 491/2018, conforme a Tabela 3.

Tabela 3: Padrões de qualidade do ar.

POLUENTES	PI-1 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PF ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	TEMPO DE AMOSTRAGEM
Material Particulado	120	50	24h
MP₁₀	40	20	Anual ⁽¹⁾
Material Particulado	60	25	24h
MP_{2,5}	20	10	Anual ⁽¹⁾
Dióxido de Enxofre	125	20	24h
(SO₂)	40	-	Anual ⁽¹⁾
Dióxido de Nitrogênio	260	200	1h ⁽²⁾
(NO₂)	60	40	Anual ⁽¹⁾
Ozônio	140	100	8h ⁽³⁾
(O₃)			
Fumaça	120	50	24h
	40	20	Anual ⁽¹⁾
Monóxido de Carbono	-	9 ppm	8h ⁽³⁾
(CO)			
Partículas Totais em	-	240	24h
Suspensão (PTS)		80	Anual ⁽⁴⁾
Chumbo ⁽⁵⁾	-	0,5	Anual ⁽¹⁾
(Pb)			

Notas: (1) Média aritmética anual; (2) Média horária; (3) Máxima média móvel obtida no dia; (4) Média geométrica anual; (5) Medido nas partículas totais em suspensão.

Fonte: Adaptado de CONAMA (2018).

Segundo a Resolução CONAMA 491/2018, os padrões intermediários (PI) são aqueles estabelecidos como temporários a serem cumpridos em etapas. Atualmente, está em vigor o PI-1: padrão intermediário 1. Já o padrão de qualidade do ar final (PF) refere-se aos valores guia estabelecidos pela Organização Mundial da Saúde (OMS) em 2005 e correspondem aos objetivos a serem alcançados. A Resolução CONAMA 491/2018 estabelece, ainda, os critérios para episódios agudos de poluição do ar, conforme apresentado na Tabela 4.

Tabela 4: Critérios para episódios agudos de poluição do ar.

POLUENTES	UNIDADE	NÍVEL		
		ATENÇÃO	ALERTA	EMERGÊNCIA
Dióxido de Enxofre (SO₂)	µg/m ³ (24h)	800	1.600	2.100
Material Particulado (MP₁₀)	µg/m ³ (24h)	250	420	500
Material Particulado (MP_{2,5})	µg/m ³ (24h)	125	210	250
Monóxido de Carbono (CO)	ppm (8h)	15	30	40
Ozônio (O₃)	µg/m ³ (8h)	200	400	600
Dióxido de Nitrogênio (NO₂)	µg/m ³ (1h)	1.130	2.260	3.000

Fonte: Adaptado de CONAMA (2018).

Para avaliar a qualidade do ar utiliza-se o Índice de Qualidade do Ar (IQA) que é calculado a partir dos níveis de concentração dos poluentes atmosféricos. O IQA é uma ferramenta matemática que pode ser aplicada para classificar a qualidade do ar de acordo com as concentrações dos poluentes atmosféricos observados. Este índice é um valor adimensional que tem como intuito a padronização dos resultados das concentrações dos poluentes atmosféricos em uma mesma escala, que permite

distinguir qual poluente tem maior impacto na região monitorada, o que acaba por facilitar a interpretação das condições da qualidade do ar.

A Equação 1 define o IQAr,

$$IQAr = I_{ini} + \frac{I_{fin} - I_{ini}}{C_{fin} - C_{ini}} (C - C_{ini}) \quad (1)$$

onde I_{ini} e I_{fin} são, respectivamente, os valores dos índices que correspondem às concentrações iniciais e finais da faixa; C_{ini} e C_{fin} são, respectivamente, as concentrações iniciais e finais da faixa onde se localiza a concentração medida; e C é a concentração medida do poluente (CONAMA, 2018).

Assim, o IQAr é obtido através de uma função linear segmentada na qual o limite superior corresponde ao valor de concentração adotado como PF para cada poluente. Portanto, para cada dia de medição obtém-se o IQAr dos poluentes monitorados. O maior valor diário do IQAr determina a qualidade do ar e recebe uma classificação. A Tabela 5 dispõe os IQAr para cada poluente legislado.

Tabela 5: Classificação do IQAr.

Qualidade do ar	Índice	MP ₁₀ (µg/m ³) 24h	MP _{2,5} (µg/m ³) 24h	O ₃ (µg/m ³) 8h	CO (ppm) 8h	NO ₂ (µg/m ³) 1h	SO ₂ (µg/m ³) 1h
N1 - Boa	0 - 40	0 - 50	0 - 25	0 - 100	0 - 9	0 - 200	0 - 20
N2 - Moderada	41 - 80	>50 - 100	>25- 50	>100- 130	>9 - 11	>200- 240	>20- 40
N3 - Ruim	81 - 120	>100- 150	>50- 75	>130- 160	>11- 13	>240- 320	>40- 365
N4 - Muito Ruim	121 - 200	>150 - 250	>75- 125	>160- 200	>13- 15	>320- 1130	>365- 800
N5 - Péssima	201 - 400	>250- 600	>125-300	>200- 800	>15- 50	>1130- 3750	>800- 2620

Fonte: Adaptado de MMA (2019).

Destaca-se ainda que a representatividade dos dados obtidos durante o período de monitoramento é avaliada com base em critérios definidos pelo Guia Técnico

supracitado (MMA, 2019). A adoção destes critérios (Tabela 6) se faz necessária para que haja padronização nacional no procedimento de obtenção dos dados pelas redes de monitoramento de qualidade do ar do país.

Tabela 6: Critério de validação dos dados das estações automáticas.

Representatividade dos dados	
Média horária	$\frac{3}{4}$ das médias válidas na hora, ou seja, 75% de medidas válidas em 1 hora
Média diária	$\frac{2}{3}$ das médias horárias válidas no dia, ou seja, 67% das médias horárias válidas em 24h
Média anual	$\frac{1}{2}$ das médias diárias válidas no quadrimestre, ou seja, 50% das médias diárias válidas para os períodos: janeiro-abril; maio-agosto; setembro-dezembro.

Fonte: Adaptado de MMA (2019).

4. DESCRIÇÃO DO LOCAL DE MONITORAMENTO

A EMQAr é do tipo móvel e encontra-se instalada no estacionamento da Secretaria de Urbanismo e Meio Ambiente (SEUMA), onde permanece alocada desde o mês de setembro de 2023. Tal ponto amostral foi aqui nomeado de “P08 – SEUMA” e localiza-se na Av. Deputado Paulino Rocha, nº 1343, Bairro Cajazeiras, 60.864-311, Fortaleza–CE.

Na EMQAr, os parâmetros de qualidade do ar são amostrados por analisadores automáticos que monitoram continuamente os níveis de poluentes e utilizam os métodos de referência determinados no Guia Técnico para o monitoramento e avaliação da qualidade do ar (MMA, 2019). Na Tabela 7 são apresentadas as informações técnicas da EMQAr e do novo ponto amostral.

Tabela 7: Informações técnicas da EMQAr e do ponto amostral em março de 2024.

Nome do ponto	P08 – SEUMA
Coordenada UTM	554.583 mE / 9.578.855 mS
Topografia/altitude	Plana / Não disponível
Endereço	Av. Deputado Paulino Rocha, 1343, Cajazeiras, Fortaleza-CE, 60864-310
Característica do solo no entorno	Pavimentado
Contagem de veículos Ano	Não disponível
Vias relevantes mais próximas	BR-116
Distância da via mais relevante	800 m
Principais fontes (indústrias e/ou móveis)	Fontes móveis - veículos
Parâmetros medidos	O ₃ , CO, NO, NO ₂ , NO _x , SO ₂ , MP _{2,5} , MP ₁₀ e meteorológicos
Tipo de monitoramento	A
Objetivo do monitoramento	Concentrações mais altas
Escala espacial	Microescala (impacto de veículos nas vias próximas)
Início do monitoramento	01/09/2023
Frequência do monitoramento	Contínuo

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2024).

Na Figura 1 são apresentados os registros fotográficos dos equipamentos de medição da qualidade do ar instalados no P08. A localização deste ponto de monitoramento é mostrada no mapa da Figura 2.



Figura 1: Registro fotográfico do ponto de monitoramento P08 – SEUMA.

Fonte: EnvEx Engenharia e Consultoria (2023).



Figura 2: Localização da EMQAr.

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2023).

5. RESULTADOS DO MONITORAMENTO

Apresenta-se nesta seção os resultados obtidos pela EMQAr no mês de março de 2024. Neste período, a estação esteve alocada no P08 – SEUMA. A seguir, estão apresentados os resultados gerados e demais falhas técnicas/operacionais ocorridas na EMQAr ao longo do período supracitado.

5.1. Temperatura Ambiente

As médias horárias de Temperatura Ambiente obtidas durante o mês de março estão apresentadas na Figura 3. Os valores mínimo e máximo do parâmetro registrados no período foram de 23,4 °C (às 4h do dia 27/03/2024) e de 32,6 °C (às 14h do dia 11/03/2024), respectivamente. Já a média mensal do mesmo foi de 27,4°C.

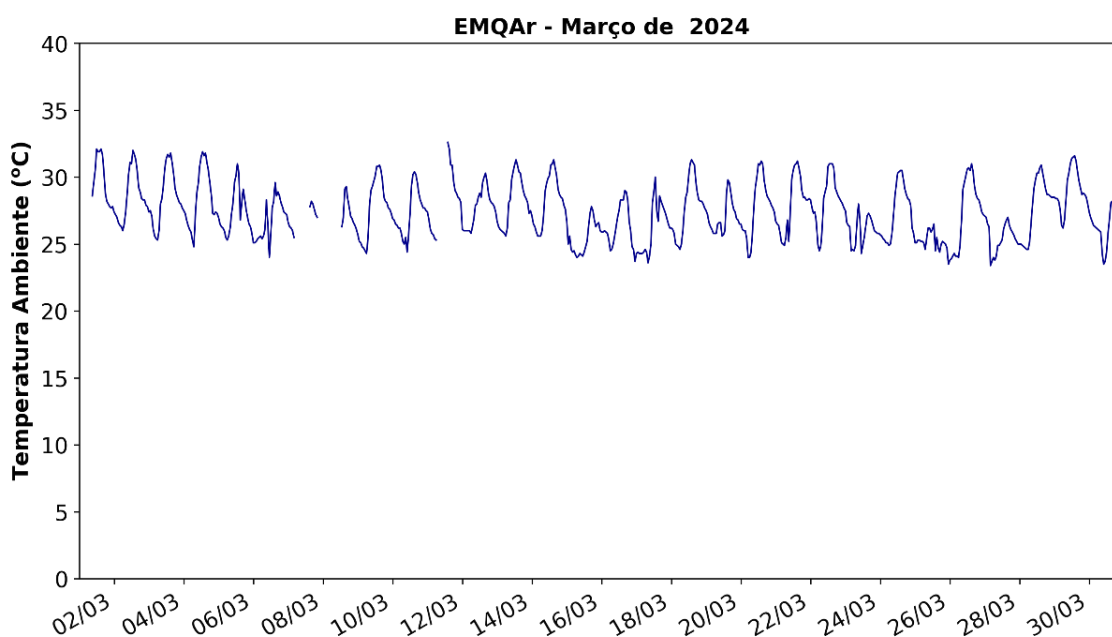


Figura 3: Registro da Temperatura Ambiente na EMQAr em Março de 2024.

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2024).

As médias horárias de temperatura ambiente das 0h às 8h do dia 01/03/2024; das 5h às 15h do dia 07/03/2024; das 21h do dia 07/03/2024 às 12h do dia 08/03/2024; e

das 7h às 13h do dia 11/03/2024 não foram obtidas devido a falhas no fornecimento de energia e ao desligamento do *datalogger*¹.

5.2. Precipitação Pluviométrica

As médias horárias de Precipitação Pluviométrica obtidas durante o mês de março estão apresentadas na Figura 4. Os valores mínimo e máximo do parâmetro registrados no período foram de 0,2 mm (às 13h do dia 03/03/2024; às 19h do dia 04/03/2024; às 4h do dia 07/03/2024; às 11h do dia 09/03/2024; às 2h, 5h, 11h e 21h do dia 13/03/2024; às 11h 22h do dia 14/03/2024; às 6h e 12h do dia 16/03/2024; às 15h do dia 17/03/2024; às 3h e 13h do dia 18/03/2024, às 9h e 11h do dia 21/03/2024; às 2h do dia 22/03/2024; às 5h, 14h e 20h do dia 23/03/2024; às 4h, 6h e 7h do dia 26/03/2024; às 10h, 11h e 12h do dia 27/03/2024; às 4h e 12h do dia 30/03/2024 e às 13h do dia 31/03/2024) e de 20,5 mm (às 9h do dia 15/03/2024), respectivamente.

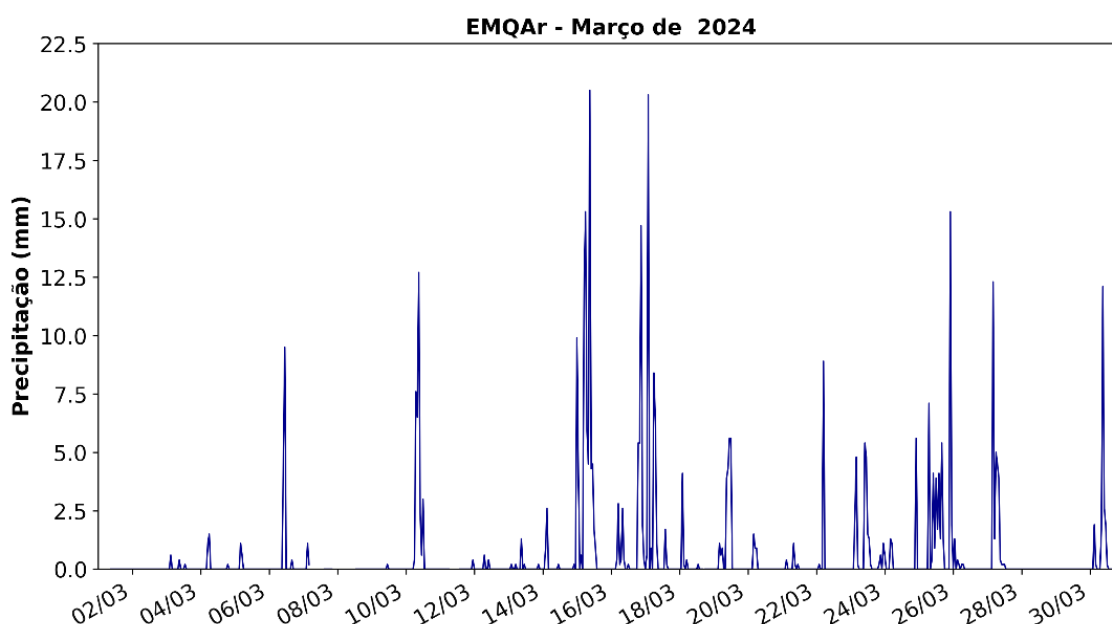


Figura 4: Registro da Precipitação Pluviométrica na EMQAr em Março de 2024.

¹O MMA (2019) exige que se obtenha $\frac{2}{3}$ das médias horárias válidas, ou seja, 16 médias horárias válidas em 24h, para que a média diária seja considerada válida. Portanto, os dias 01, 07 e 08/03/2024 foram invalidados, para todos os parâmetros, pois não atenderam a esse critério. No entanto, os dados obtidos nesses dias foram apresentados para utilização em análises menos robustas, conforme indica o Guia (MMA, 2019). Detalhes da representatividade dos dados podem ser revistos na Tabela 6.

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2024).

As médias horárias de precipitação pluviométrica das 0h às 8h do dia 01/03/2024; das 5h às 15h do dia 07/03/2024; das 21h do dia 07/03/2024 às 12h do dia 08/03/2024; e das 7h às 13h do dia 11/03/2024 não foram obtidas devido a falhas no fornecimento de energia e ao desligamento do datalogger². No dia 18/03/2024, das 16h10min às 16h20min, foi realizada a verificação mensal do Pluviômetro, portanto, a média horária das 17h do parâmetro foi invalidada nesse dia. A Figura 5 mostra a Precipitação Pluviométrica acumulada diária que teve máxima de 84,2 mm no dia 15/03/2024. Já o valor acumulado mensal do parâmetro foi de 391,3 mm.

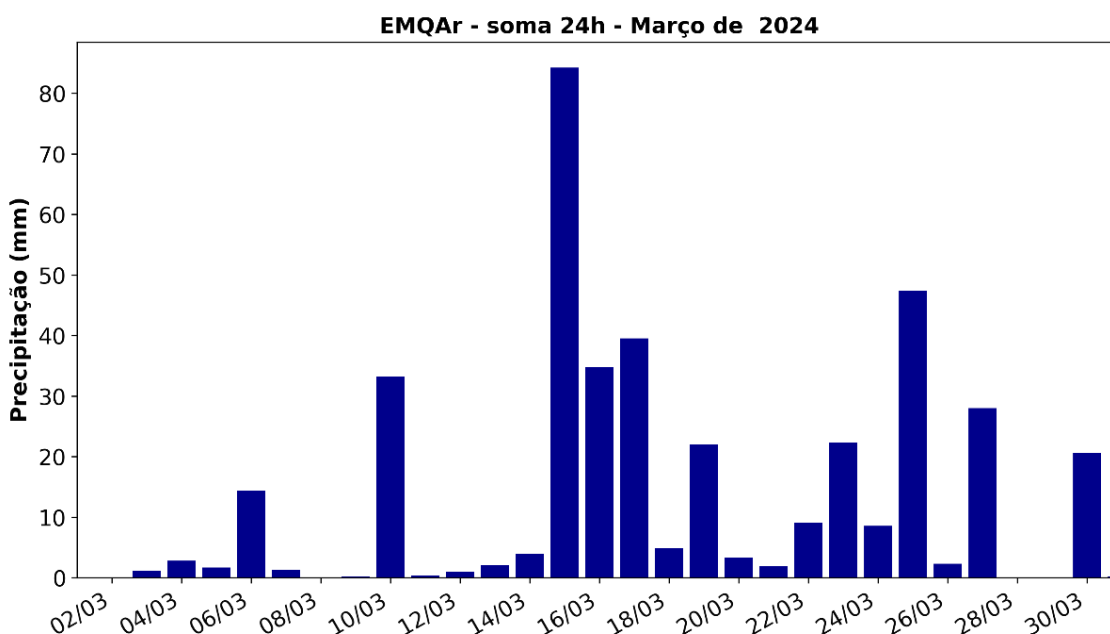


Figura 5: Precipitação acumulada diária na EMQAr em Março de 2024.

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2024).

²O MMA (2019) exige que se obtenha $\frac{2}{3}$ das médias horárias válidas, ou seja, 16 médias horárias válidas em 24h, para que a média diária seja considerada válida. Portanto, os dias 01, 07 e 08/03/2024 foram invalidados, para todos os parâmetros, pois não atenderam a esse critério. No entanto, os dados obtidos nesses dias foram apresentados para utilização em análises menos robustas, conforme indica o Guia (MMA, 2019). Detalhes da representatividade dos dados podem ser revistos na Tabela 6.

5.3. Umidade Relativa do Ar

As médias horárias da Umidade Relativa obtidas durante o mês de março estão apresentadas na Figura 6. Os valores mínimo e máximo do parâmetro registrados no período foram de 55,9% (às 14h do dia 11/03/2024) e de 99,0% (das 04h às 06h do dia 09/03/2024; às 4h do dia 15/03/2024; às 2h e 4h do dia 16/03/2024, às 0h do dia 17/03/2024; às 4h do dia 18/03/2024; às 2h, 3h e 5h do dia 20/03/2024; às 5h e 6h do dia 21/03/2024; às 5h, 6h e de 21 a 23h do dia 23/03/2024; às 0h e de 2h às 4h do dia 24/03/2024; de 1h às 3h, 5h e às 23h do dia 25/03/2024; às 1h, 3h, 5h e 6h do dia 26/03/2024; às 4h, 5h, 7h, 9h e 23h do dia 30/03/2024 e às 0h, 1h, 3h e 4h do dia 31/03/2024), respectivamente. Já a média mensal do mesmo foi de 87,2%.

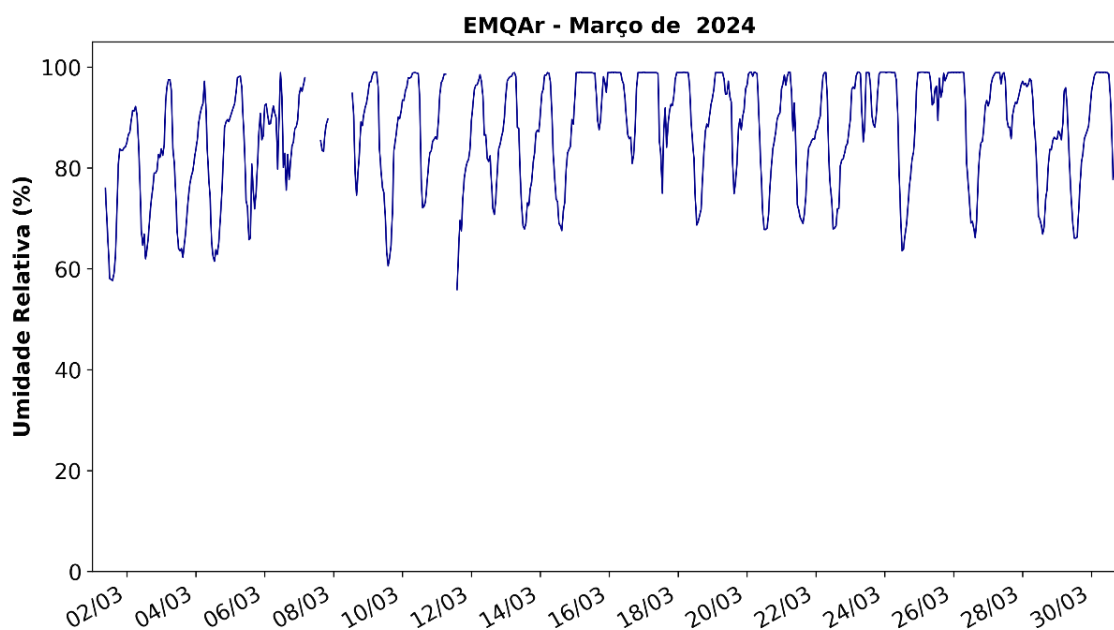


Figura 6: Registro da Umidade Relativa do Ar na EMQAr em Março de 2024.

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2024).

As médias horárias de umidade relativa do ar das 0h às 8h do dia 01/03/2024; das 5h às 15h do dia 07/03/2024; das 21h do dia 07/03/2024 às 12h do dia 08/03/2024;

e das 7h às 13h do dia 11/03/2024 não foram obtidas devido a falhas no fornecimento de energia e ao desligamento do datalogger³.

5.4. Pressão atmosférica

As médias horárias da pressão atmosférica obtidas durante o mês de março estão apresentadas na Figura 7. Os valores mínimo e máximo do parâmetro registrados no período foram de 998,4 mBar (às 16h do dia 20/03/2024) e de 1007,4 mBar (às 11h do dia 27/03/2024), respectivamente. Já a média mensal foi de 1002,2 mBar.

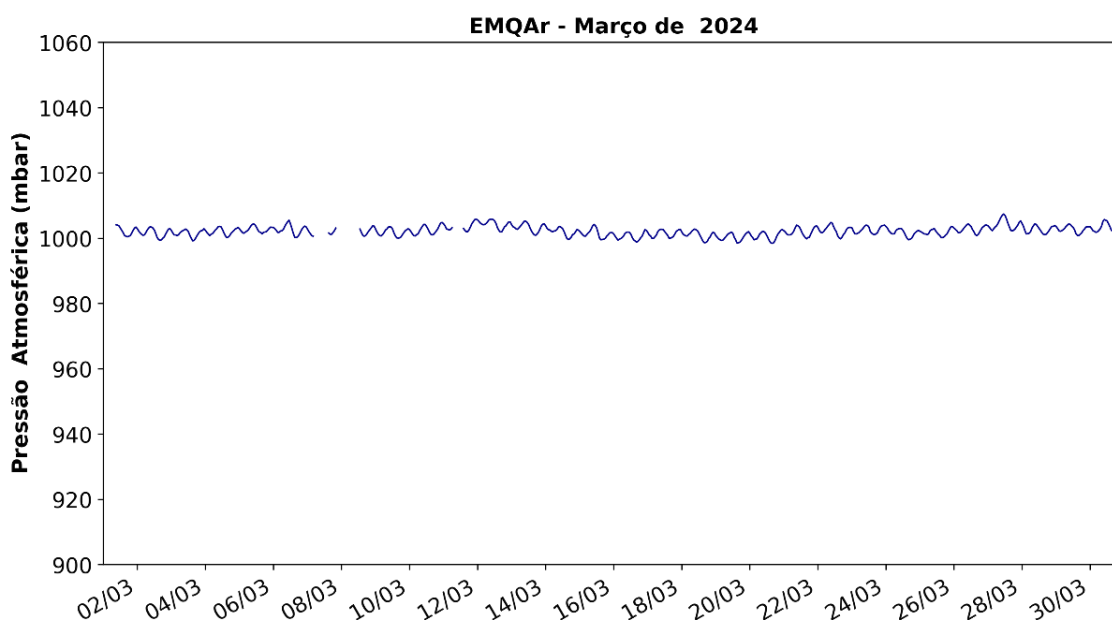


Figura 7: Registro da Pressão Atmosférica na EMQAr em Março de 2024.

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2024).

As médias horárias de pressão atmosférica das 0h às 8h do dia 01/03/2024; das 5h às 15h do dia 07/03/2024; das 21h do dia 07/03/2024 às 12h do dia 08/03/2024; e

³O MMA (2019) exige que se obtenha $\frac{2}{3}$ das médias horárias válidas, ou seja, 16 médias horárias válidas em 24h, para que a média diária seja considerada válida. Portanto, os dias 01, 07 e 08/03/2024 foram invalidados, para todos os parâmetros, pois não atenderam a esse critério. No entanto, os dados obtidos nesses dias foram apresentados para utilização em análises menos robustas, conforme indica o Guia (MMA, 2019). Detalhes da representatividade dos dados podem ser revistos na Tabela 6.

das 7h às 13h do dia 11/03/2024 não foram obtidas devido a falhas no fornecimento de energia e ao desligamento do datalogger⁴.

5.5. Radiação Solar

As médias horárias da Radiação Solar obtidas durante o mês de março estão apresentadas na Figura 8. Os valores mínimo e máximo do parâmetro registrados no período foram de 0 W/m² (durante os períodos noturnos, entre 19h e 5h) e de 1045W/m² (às 12h dos dias 21/03/2024), respectivamente.

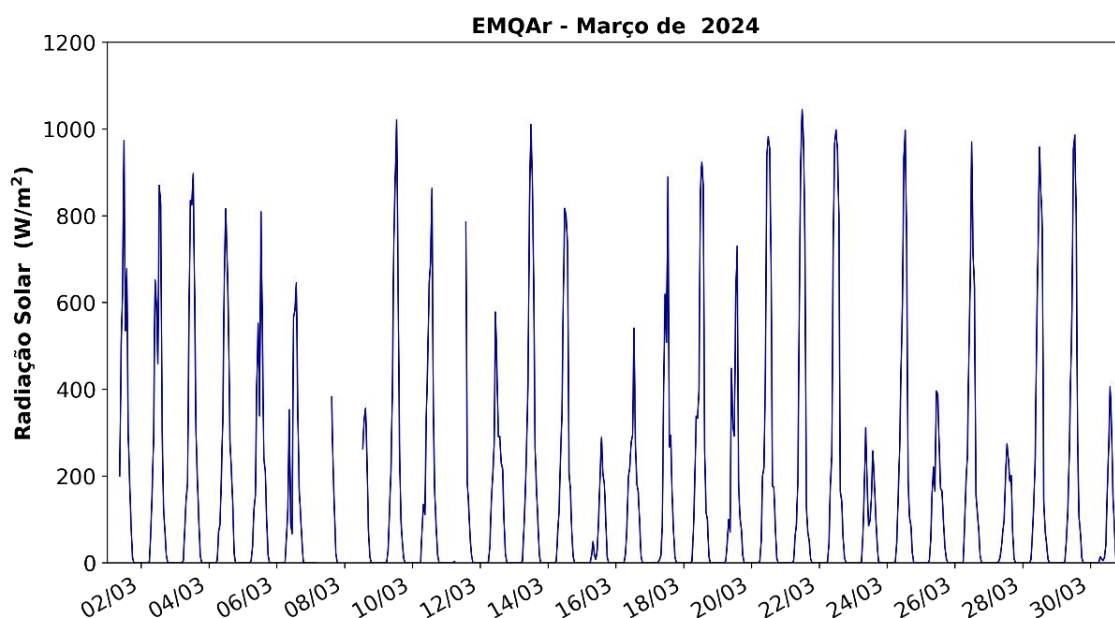


Figura 8: Registro da Radiação Solar na EMQAr em Março de 2024.

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2024).

As médias horárias de radiação solar das 0h às 8h do dia 01/03/2024; das 5h às 15h do dia 07/03/2024; das 21h do dia 07/03/2024 às 12h do dia 08/03/2024; e das 7h

⁴O MMA (2019) exige que se obtenha $\frac{2}{3}$ das médias horárias válidas, ou seja, 16 médias horárias válidas em 24h, para que a média diária seja considerada válida. Portanto, os dias 01, 07 e 08/03/2024 foram invalidados, para todos os parâmetros, pois não atenderam a esse critério. No entanto, os dados obtidos nesses dias foram apresentados para utilização em análises menos robustas, conforme indica o Guia (MMA, 2019). Detalhes da representatividade dos dados podem ser revistos na Tabela 6.

às 13h do dia 11/03/2024 não foram obtidas devido a falhas no fornecimento de energia e ao desligamento do datalogger⁵.

5.6. Velocidade e Direção dos Ventos

As médias horárias da Velocidade dos Ventos obtidas durante o mês de março estão apresentadas na Figura 9. Os valores mínimo e máximo do parâmetro registrados no período foram de 0 m/s (às 21h do dia 23/03/2024) e de 4,4 m/s (às 13h do dia 28/03/2024), respectivamente. Já a média mensal do mesmo foi de 1,5 m/s.

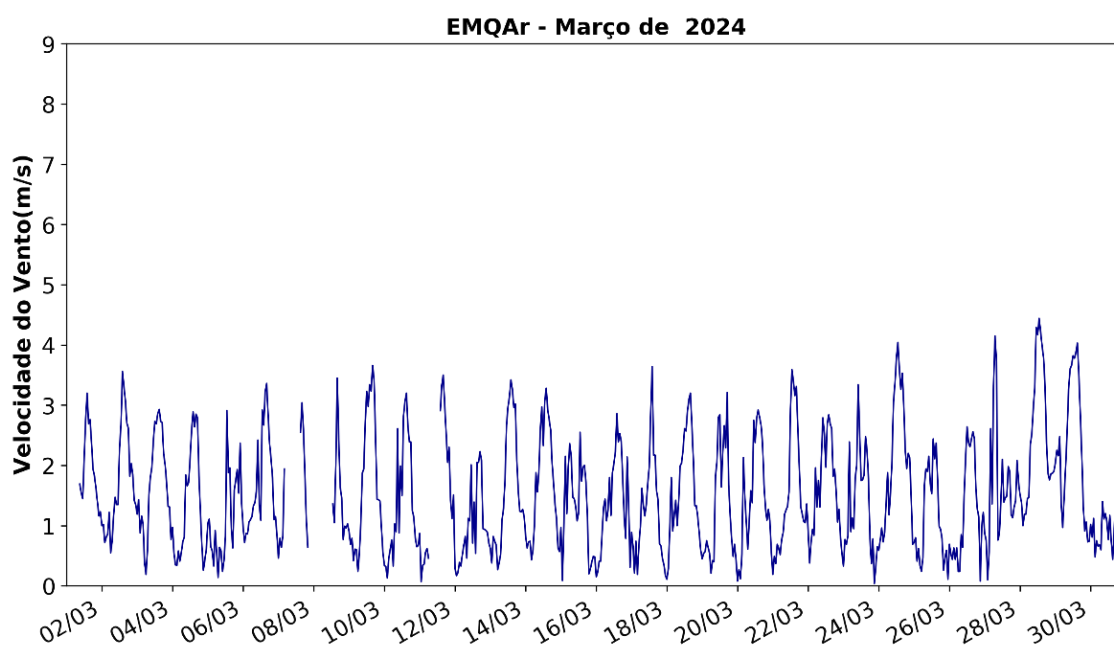


Figura 9: Registro da Velocidade do Vento na EMQAr em Março de 2024.

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2024).

A Figura 10 mostra as médias horárias da Direção predominante dos Ventos e a Figura 11 mostra a Rosa-dos-Ventos, elaboradas a partir dos dados registrados no mês de referência pela EMQAr. Observa-se, assim, que em março houve predominância de

⁵O MMA (2019) exige que se obtenha $\frac{2}{3}$ das médias horárias válidas, ou seja, 16 médias horárias válidas em 24h, para que a média diária seja considerada válida. Portanto, os dias 01, 07 e 08/03/2024 foram invalidados, para todos os parâmetros, pois não atenderam a esse critério. No entanto, os dados obtidos nesses dias foram apresentados para utilização em análises menos robustas, conforme indica o Guia (MMA, 2019). Detalhes da representatividade dos dados podem ser revistos na Tabela 6.

ventos na direção Leste, com aproximadamente 26,2% dos registros. Houve, também, influência de ventos na direção Sul com cerca de 21,4% dos registros.

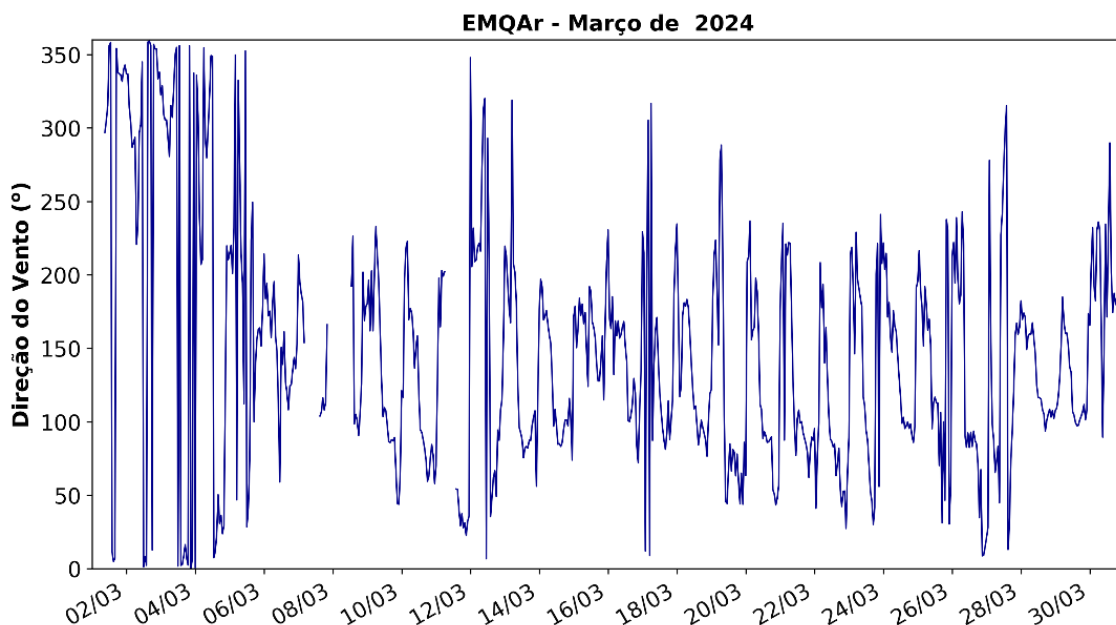


Figura 10: Registro da Direção do Vento na EMQAr em Março de 2024.

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2024).

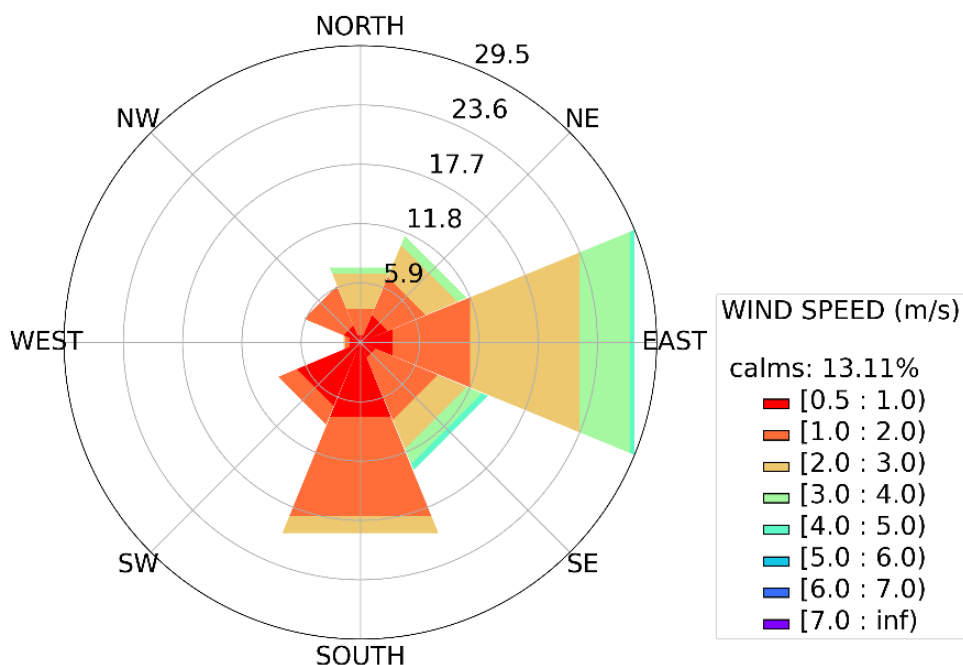


Figura 11: Rosa dos Ventos na EMQAr em Março de 2024.

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2024).

As médias horárias de Velocidade e Direção dos Ventos das 0h às 8h do dia 01/03/2024; das 5h às 15h do dia 07/03/2024; das 21h do dia 07/03/2024 às 12h do dia 08/03/2024; e das 7h às 13h do dia 11/03/2024 não foram obtidas devido a falhas no fornecimento de energia e ao desligamento do datalogger⁶.

5.7. Material Particulado com Tamanho Aerodinâmico Inferior a 10 μm (MP₁₀)

As concentrações médias horárias de MP₁₀ obtidas durante o mês de março estão apresentadas na Figura 12. Os valores de concentração mínima e máxima do parâmetro registrados no período foram de 6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (às 17h do dia 08/03/2024) e de 83 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (às 08h do dia 02/03/2024), respectivamente. A concentração média mensal do parâmetro foi de 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

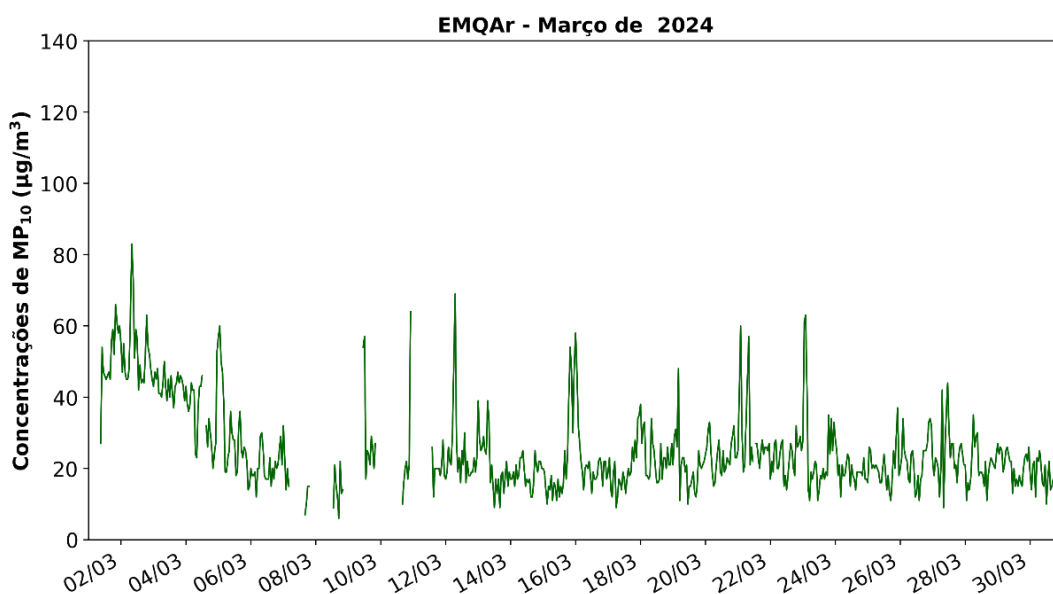


Figura 12: Concentrações médias horárias de MP₁₀ na EMQAr em Março de 2024.

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2024).

⁶O MMA (2019) exige que se obtenha $\frac{2}{3}$ das médias horárias válidas, ou seja, 16 médias horárias válidas em 24h, para que a média diária seja considerada válida. Portanto, os dias 01, 07 e 08/03/2024 foram invalidados, para todos os parâmetros, pois não atenderam a esse critério. No entanto, os dados obtidos nesses dias foram apresentados para utilização em análises menos robustas, conforme indica o Guia (MMA, 2019). Detalhes da representatividade dos dados podem ser revistos na Tabela 6.

As médias horárias de MP₁₀ das 0h às 8h do dia 01/03/2024; das 5h às 15h do dia 07/03/2024; das 21h do dia 07/03/2024 às 12h do dia 08/03/2024; e das 7h às 13h do dia 11/03/2024 não foram obtidas devido a falhas no fornecimento de energia e ao desligamento do datalogger.

As médias horárias das 13h e 14h do dia 04/03/2024 não foram obtidas devido ao uso da bomba de vácuo do monitor de MP₁₀ em um teste de fluxo realizado no monitor de MP_{2,5}. A média horária de MP₁₀ das 15h do dia 07/03/2024 não foi obtida devido a estabilização do equipamento após queda de energia. No mês de março, alguns dados de MP₁₀ foram invalidados por valores inconsistentes com os dados históricos e comportamento anômalo do monitor de MP₁₀, a saber: das 21h do dia 08/03/2024 às 10h do dia 09/03/2024; das 21h do dia 09/03/2024 às 15h do dia 10/03/2024 e das 23h do dia 10/03/2024 às 6h do dia 11/03/2024. No dia 21/03/2024, de 11h às 11h40min, foi realizado o processo de limpeza e verificação mensal da calibração do monitor de MP₁₀, portanto, a média horária das 12h foi invalidada⁷.

Ressalta-se que esse padrão de qualidade do ar na legislação vigente é associado a um intervalo de tempo de exposição de 24h. Portanto, calculou-se as concentrações médias diárias de MP₁₀ referentes ao mês de março, a fim de verificar a adequação das concentrações desse poluente em relação ao seu valor estabelecido por lei (Resolução CONAMA 491/2018). A Figura 13 apresenta as concentrações médias diárias de MP₁₀ registradas no referido período pela EMQAr.

⁷O MMA (2019) exige que se obtenha $\frac{2}{3}$ das médias horárias válidas, ou seja, 16 médias horárias válidas em 24h, para que a média diária seja considerada válida. Portanto, os dias 01 e 07 a 11/03/2024 foram invalidados, para o parâmetro de MP₁₀, pois não atenderam a esse critério. No entanto, os dados obtidos nesses dias foram apresentados para utilização em análises menos robustas, conforme indica o Guia (MMA, 2019). Detalhes da representatividade dos dados podem ser revistos na Tabela 6.

Concentrações de MP₁₀ (µg/m³) - Médias 24h - Março de 2024

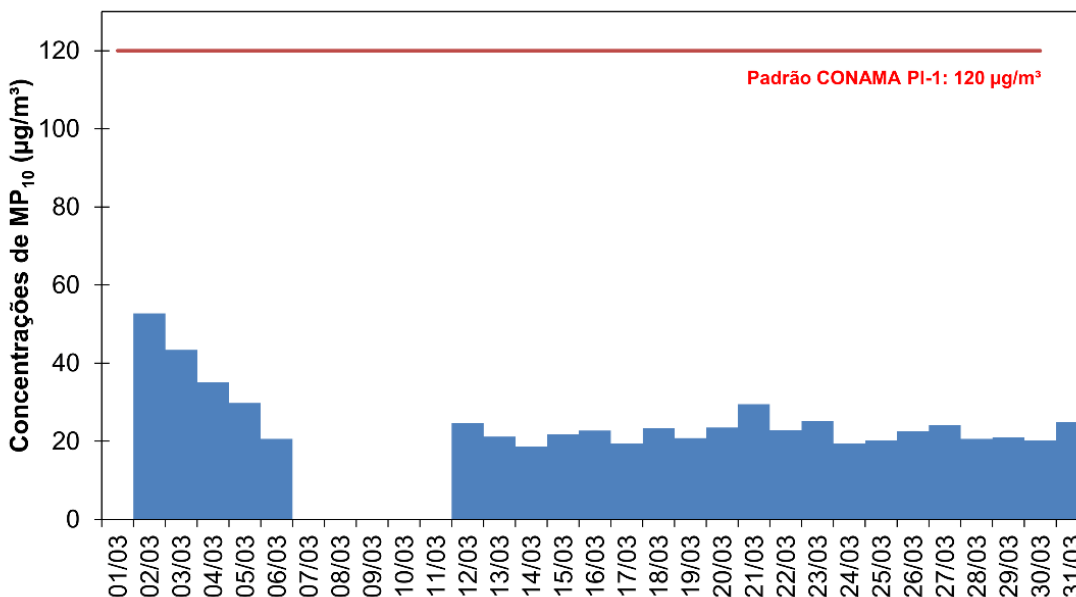


Figura 13: Concentrações médias diárias de MP₁₀ na EMQAr em Março de 2024.

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2024).

Observa-se que a maior concentração média diária obtida ao longo do período monitorado foi de 53 µg/m³ no dia 02/03/2024. E que, portanto, os níveis de MP₁₀ mantiveram-se abaixo do padrão de 120 µg/m³ preconizado pela legislação vigente.

5.8. Material Particulado com Tamanho Aerodinâmico Inferior a 2,5µm (MP_{2,5})

As concentrações médias horárias de MP_{2,5} obtidas durante o mês de março estão apresentadas na Figura 14. Os valores de concentração mínima e máxima do parâmetro registrados no período foram de 3 µg/m³ (às 17h do dia 04/03/2024; às 16h e 17h do dia 08/03/2024 e às 14h do dia 13/03/2024 e às 14h do dia 20/03/2024) e de 35 µg/m³ (às 0h do dia 16/03/2024), respectivamente. A concentração média mensal do parâmetro foi de 12µg/m³.

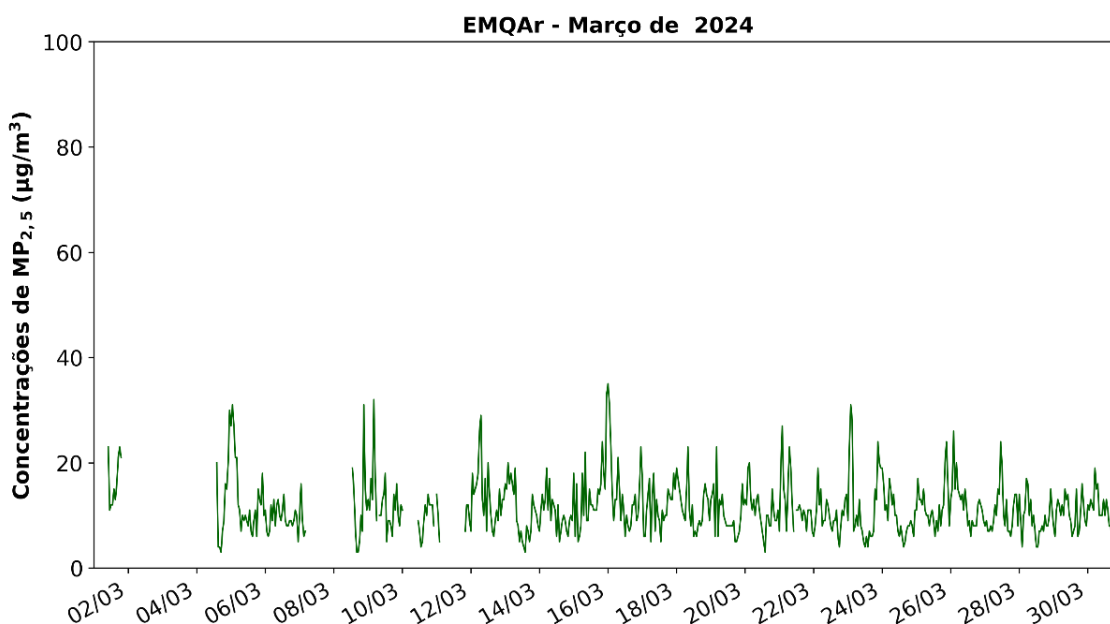


Figura 14: Concentrações médias horárias de MP_{2,5} na EMQAr em Março de 2024.

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2024).

As médias horárias de MP_{2,5} das 0h às 8h do dia 01/03/2024; das 5h às 15h do dia 07/03/2024; das 21h do dia 07/03/2024 às 12h do dia 08/03/2024; e das 7h às 13h do dia 11/03/2024 não foram obtidas devido a falhas no fornecimento de energia e ao desligamento do datalogger.

A média horária de MP_{2,5} das 9h do dia 01/03/2024 não foi obtida devido a estabilização do equipamento após queda de energia. O monitor de MP_{2,5} apresentou erro de fluxo no dia 01/03/2024 às 20h e a operação do equipamento foi reestabelecida às 13h do dia 04/03/2024, por isso as médias horárias desse período não foram obtidas. No mês de março, alguns dados de MP_{2,5} foram invalidados por valores inconsistentes com os dados históricos e comportamento anômalo do monitor de MP_{2,5}, a saber: às 7h do dia 09/03/2024; às 1h, 10h e 23h do dia 10/03/2024 e das 14h às 18h do dia 11/03/2024. No dia 21/03/2024, de 10h às 11h, foi realizado o

processo de limpeza e calibração do fluxo do monitor de $MP_{2,5}$, portanto, as médias horárias das 11h foram invalidadas⁸.

Ressalta-se que esse padrão de qualidade do ar na legislação vigente é associado a um intervalo de tempo de exposição de 24h. Portanto, calculou-se as concentrações médias diárias de $MP_{2,5}$ referentes ao mês de março, a fim de verificar a adequação das concentrações desse poluente em relação ao seu valor estabelecido por lei (Resolução CONAMA 491/2018). A Figura 15 apresenta as concentrações médias diárias de $MP_{2,5}$ registradas no referido período pela EMQAr.

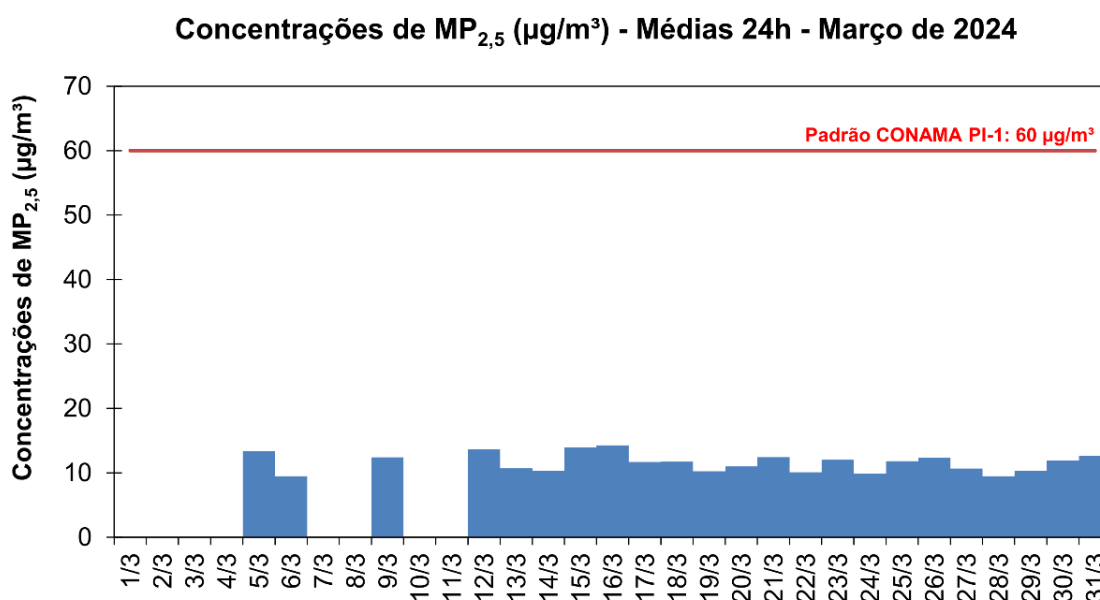


Figura 15: Concentrações médias diárias $MP_{2,5}$ na EMQAr em Março de 2024.

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2024).

Observa-se que a maior concentração média diária obtida ao longo do período monitorado foi de $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nos dias 12, 15 e 16/03/2024. E que, portanto, os níveis

⁸O MMA (2019) exige que se obtenha $\frac{2}{3}$ das médias horárias válidas, ou seja, 16 médias horárias válidas em 24h, para que a média diária seja considerada válida. Portanto, os dias 01 a 04, 07 e 08, 10 e 11/03/2024 foram invalidados, para o parâmetro de MP_{10} , pois não atenderam a esse critério. No entanto, os dados obtidos nesses dias foram apresentados para utilização em análises menos robustas, conforme indica o Guia (MMA, 2019). Detalhes da representatividade dos dados podem ser revistos na Tabela 6.

de MP_{2,5} mantiveram-se abaixo do padrão de 60 µg/m³ preconizado pela legislação vigente.

5.9. Dióxido de Enxofre (SO₂)

As concentrações médias horárias de SO₂ obtidas durante o mês de março estão apresentadas na Figura 16. Os valores de concentração mínima e máxima do parâmetro registrados no período foram de 1 µg/m³ (às 11h do dia 12/03/2024) e de 82 µg/m³ (às 0h do dia 09/03/2024), respectivamente. A concentração média mensal do parâmetro foi de 12 µg/m³.

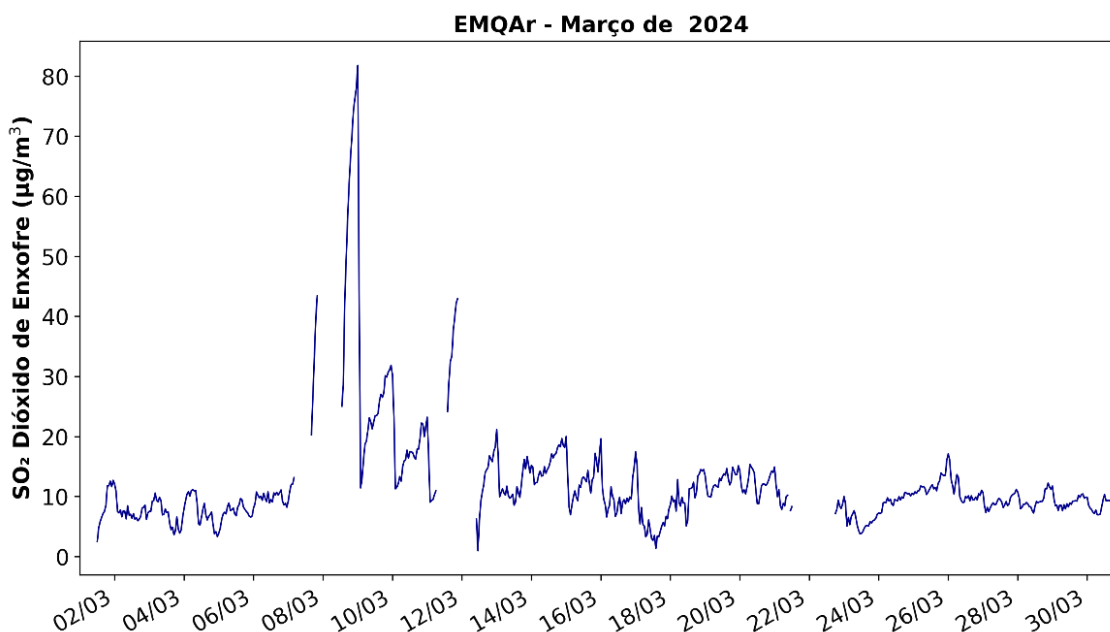


Figura 16: Concentrações médias horárias de SO₂ na EMQAr em Março de 2024.

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2024).

As médias horárias de SO₂ das 0h às 8h do dia 01/03/2024; das 5h às 15h do dia 07/03/2024; das 21h do dia 07/03/2024 às 12h do dia 08/03/2024; e das 7h às 13h do dia 11/03/2024 não foram obtidas devido a falhas no fornecimento de energia e ao desligamento do datalogger.

A média horária de SO₂ das 9h às 11h do dia 01/03/2024 e das 15h do dia 07/03/2024 não foram obtidas devido a estabilização do equipamento após queda de energia. Algumas médias horárias de SO₂ foram invalidadas devido ao aquecimento do cooler do equipamento, a saber: das 22h do dia 11/03/2024 às 9h do dia 12/03/2024 e às 10h do dia 21/03/2024.

As médias das 13h às 17h do dia 21/03/2024 foram invalidadas devido ao processo de ajuste da lâmpada UV do detector. As médias das 18h do dia 21 às 9h do dia da 22/03/2024 foram invalidadas devido a estabilização do sinal do detector. O processo de calibração multiponto do analisador de SO₂ (Serinus 50) foi realizado no dia 22/03/2024 das 9h às 16h30, portanto, as concentrações médias horária das 13h do dia 21/03/2024 às 17h do dia 22/03/2024 foram invalidadas⁹.

Ressalta-se que esse padrão de qualidade do ar na legislação vigente é associado a um intervalo de tempo de exposição de 24h. Portanto, calculou-se as concentrações médias diárias SO₂ referentes ao mês de março, a fim de verificar a adequação das concentrações desse poluente em relação ao seu valor estabelecido por lei (Resolução CONAMA 491/2018). A Figura 17 apresenta as concentrações médias diárias de SO₂ registradas no referido período pela EMQAr.

⁹O MMA (2019) exige que se obtenha $\frac{2}{3}$ das médias horárias válidas, ou seja, 16 médias horárias válidas em 24h, para que a média diária seja considerada válida. Portanto, os dias 01, 07 e 08, 11 e 12, 21 e 22/03/2024 foram invalidados, para o parâmetro de SO₂, pois não atenderam a esse critério. No entanto, os dados obtidos nesses dias foram apresentados para utilização em análises menos robustas, conforme indica o Guia (MMA, 2019). Detalhes da representatividade dos dados podem ser revistos na Tabela 6.

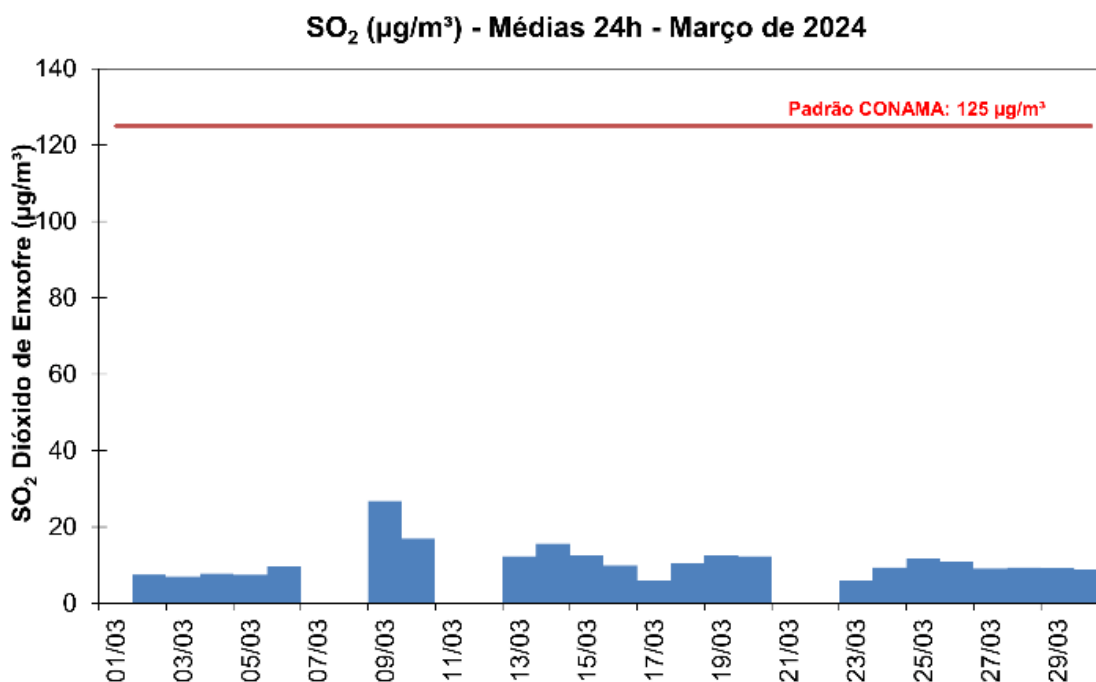


Figura 17: Concentrações médias diárias de SO₂ na EMQAr em Março de 2024.

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2024).

Observa-se que a maior concentração média diária obtida ao longo do período monitorado foi de 27 µg/m³ no dia 09/03/2024. E que, portanto, os níveis de SO₂ mantiveram-se abaixo do padrão de 125 µg/m³ preconizado pela legislação vigente.

5.10. Dióxido de Nitrogênio (NO₂)

As concentrações médias horárias de NO₂ obtidas durante o mês de março estão apresentadas na Figura 18. Os valores de concentração mínima e máxima do parâmetro registrados no período foram de 0 µg/m³ (às 3h do dia 22/03/2024) e de 31µg/m³ (às 10h do dia 27/03/2024), respectivamente.

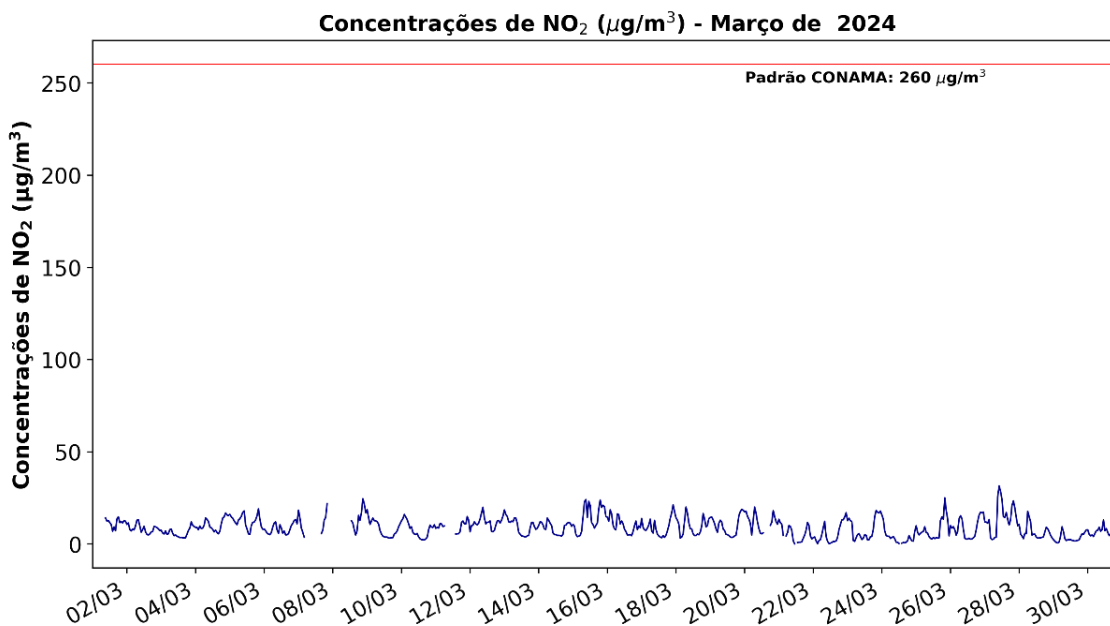


Figura 18: Concentrações médias horárias de NO₂ na EMQAr em Março de 2024.

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2024).

As médias horárias de NO₂ das 0h às 8h do dia 01/03/2024; das 5h às 15h do dia 07/03/2024; das 21h do dia 07/03/2024 às 12h do dia 08/03/2024; e das 7h às 13h do dia 11/03/2024 não foram obtidas devido a falhas no fornecimento de energia e ao desligamento do datalogger.

A média horária de NO₂ das 15h do dia 07/03/2024 não foi obtida devido a estabilização do equipamento após queda de energia. No dia 20/03/2024, das 13h às 17h, foi realizado o processo de manutenção e da calibração multiponto do analisador de NO₂ (Serinus 40), o que invalidou as médias horárias das 14h às 17h do parâmetro. Algumas médias horárias foram invalidadas devido a inconsistência dos dados obtidos (valor calculado maior do que a diferença percentual de 10%), a saber: às 4h, 11h e 12h do dia 21/03/2024 e às 13h do dia 24/03/2024¹⁰.

¹⁰O MMA (2019) exige que se obtenha ⅔ das médias horárias válidas, ou seja, 16 médias horárias válidas em 24h, para que a média diária seja considerada válida. Portanto, os dias 01, 07 e 08/03/2024 foram invalidados, para o parâmetro de NO₂, pois não atenderam a esse critério. No entanto, os dados obtidos nesses dias foram apresentados para utilização em análises menos robustas, conforme indica o Guia (MMA, 2019). Detalhes da representatividade dos dados podem ser revistos na Tabela 6.

Ressalta-se que esse padrão de qualidade do ar na legislação vigente é associado a um intervalo de tempo de exposição de 1h. Portanto, calculou-se apenas a concentração média mensal do parâmetro que foi de $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Assim, os níveis de NO_2 mantiveram-se abaixo do padrão de $260 \mu\text{g}/\text{m}^3$ preconizado pela legislação vigente.

5.1. Ozônio (O_3)

As concentrações médias horárias de O_3 obtidas durante o mês de março estão apresentadas na Figura 19. Os valores de concentração mínima e máxima do parâmetro registrados no período foram de $0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (às 0h do dia 31/03/2024) e de $58 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (às 12h do dia 05/03/2024), respectivamente. A concentração média mensal do parâmetro foi de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

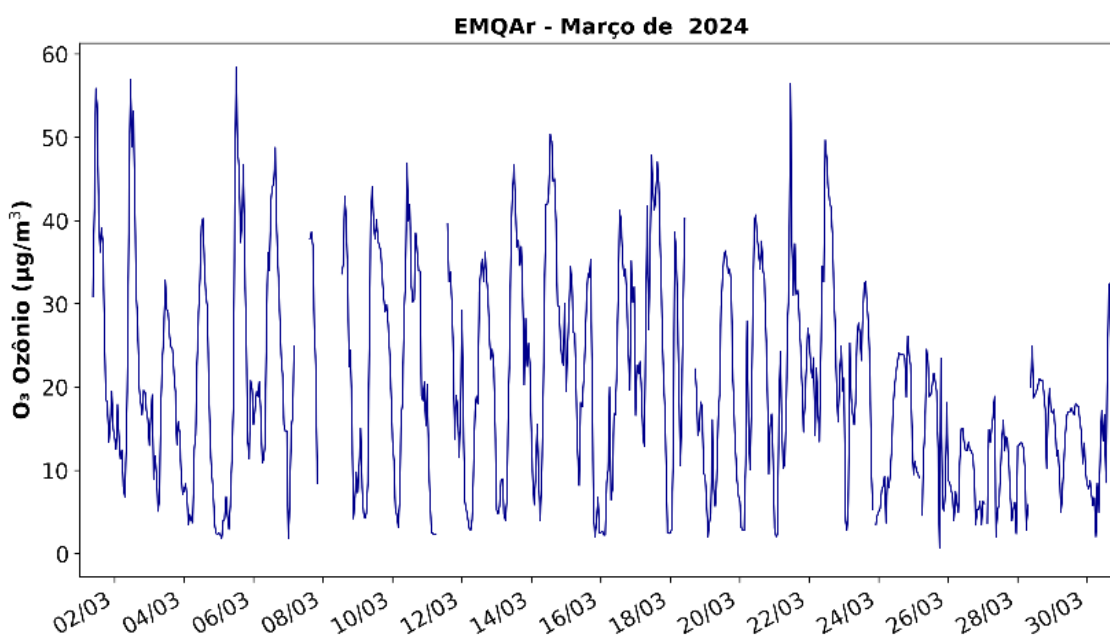


Figura 19: Concentrações médias horárias de O_3 na EMQAr em Março de 2024.

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2024).

As médias horárias de O_3 das 0h às 8h do dia 01/03/2024; das 5h às 15h do dia 07/03/2024; das 21h do dia 07/03/2024 às 12h do dia 08/03/2024; e das 7h às 13h do dia 11/03/2024 não foram obtidas devido a falhas no fornecimento de energia e ao desligamento do datalogger.

No dia 18/03/2024, de 10h às 15h40min, foi realizado o processo de verificação mensal e calibração multiponto do analisador de O₃ (Serinus 10), portanto, as concentrações médias horárias das 11h às 16h foram invalidadas. Algumas médias horárias foram invalidadas devido a inconsistência dos dados obtidos (valores negativos), a saber: às 21h do dia 23/03/2024; às 5h do dia 25/03/2024; às 2h do dia 27/03/2024 e às 8h do dia 28/03/2024¹¹.

Ressalta-se que esse padrão de qualidade do ar na legislação vigente é associado a um intervalo de tempo de exposição de 8h. Portanto, calculou-se as máximas médias móveis de 8h de O₃ para cada dia referentes ao mês de março a fim de verificar a adequação das concentrações desse poluente em relação ao seu valor estabelecido por lei (Resolução CONAMA 491/2018). A Figura 20 apresenta as máximas médias móveis de 8h diárias de O₃ registradas no referido período pela EMQAr.

O₃ (µg/m³) - Médias 8h - Março de 2024

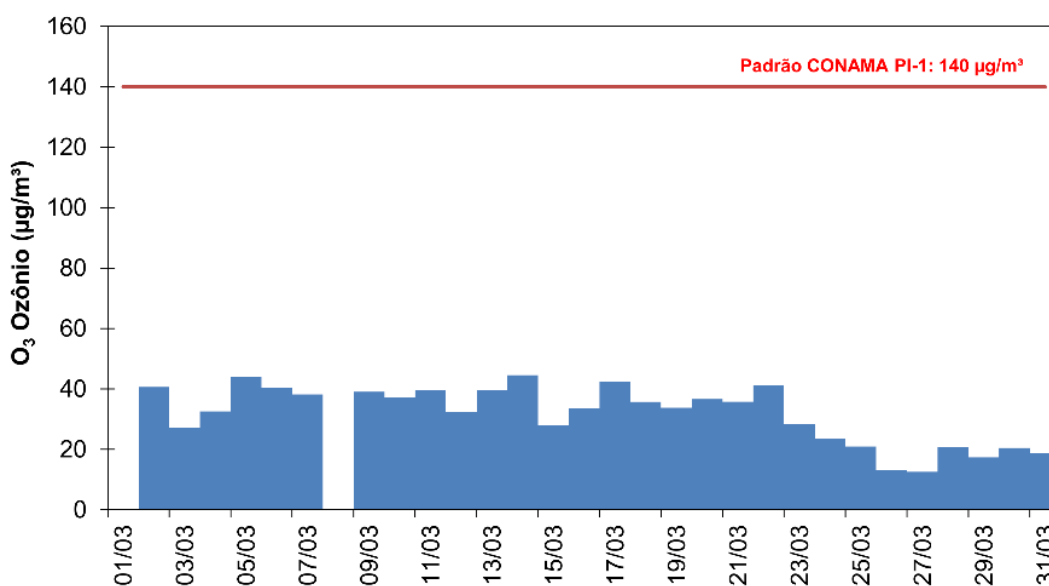


Figura 20: Concentrações médias móveis de 8h de O₃ na EMQAr em Março de 2024.

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2024).

¹¹O MMA (2019) exige que se obtenha ¾ das médias horárias válidas, ou seja, 16 médias horárias válidas em 24h, para que a média diária seja considerada válida. Portanto, os dias 01 e 08/03/2024 foram invalidados, para o parâmetro de O₃, pois não atenderam a esse critério. No entanto, os dados obtidos nesses dias foram apresentados para utilização em análises menos robustas, conforme indica o Guia (MMA, 2019). Detalhes da representatividade dos dados podem ser revistos na Tabela 6.

Observa-se que a maior concentração média diária obtida ao longo do período monitorado foi de $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ no dia 14/03/2024. E que, portanto, os níveis de O_3 mantiveram-se abaixo do padrão de $140 \mu\text{g}/\text{m}^3$ preconizado pela legislação vigente.

5.2. Monóxido de Carbono (CO)

As concentrações médias horárias de CO obtidas durante o mês de março estão apresentadas na Figura 21. Os valores de concentração mínima e máxima do parâmetro registrados no período foram de 0 ppm (às 6h do dia 16/03/2024) e de 1,5 ppm (às 20h do dia 15/03/2024), respectivamente. A concentração média mensal do parâmetro foi de $0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

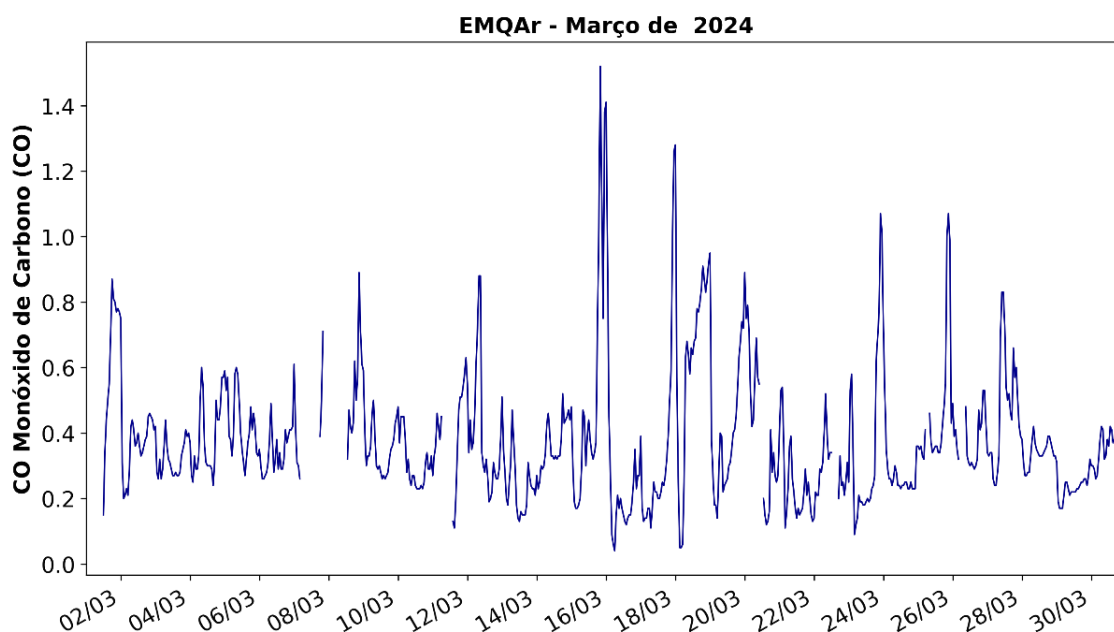


Figura 21: Concentrações médias horárias de CO na EMQAr em Março de 2024.

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2024).

As médias horárias de CO das 0h às 8h do dia 01/03/2024; das 5h às 15h do dia 07/03/2024; das 21h do dia 07/03/2024 às 12h do dia 08/03/2024; e das 7h às 13h do dia 11/03/2024 não foram obtidas devido a falhas no fornecimento de energia e ao desligamento do datalogger.

A média horária de CO das 9h às 11h do dia 01/03/2024 e das 15h às 17h do dia 07/03/2024 não foram obtidas devido a estabilização do equipamento após queda de energia. Algumas médias horárias foram invalidadas devido a erro de fluxo do equipamento, a saber: de 13h às 16h do dia 22/03/2024; 6h e 7h do dia 25/03/2024 e das 5h às 8h do dia 26/03/2024. No dia 26/03/2024, de 13h30min às 14h20min, foi realizado o processo de manutenção e verificação mensal da calibração do analisador de CO (Serinus 30), portanto, as concentrações médias horárias das 14h e 15h foram invalidadas¹².

Ressalta-se que esse padrão de qualidade do ar na legislação vigente é associado a um intervalo de tempo de exposição de 8h. Portanto, calculou-se as máximas médias móveis de 8h de CO para cada dia referentes ao mês de março a fim de verificar a adequação das concentrações desse poluente em relação ao seu valor estabelecido por lei (Resolução CONAMA 491/2018). A Figura 22 apresenta as máximas médias móveis de 8h diárias de CO registradas no referido período pela EMQAr.

¹²O MMA (2019) exige que se obtenha $\frac{2}{3}$ das médias horárias válidas, ou seja, 16 médias horárias válidas em 24h, para que a média diária seja considerada válida. Portanto, os dias 01 e 08/03/2024 foram invalidados, para o parâmetro de CO, pois não atenderam a esse critério. No entanto, os dados obtidos nesses dias foram apresentados para utilização em análises menos robustas, conforme indica o Guia (MMA, 2019). Detalhes da representatividade dos dados podem ser revistos na Tabela 6.

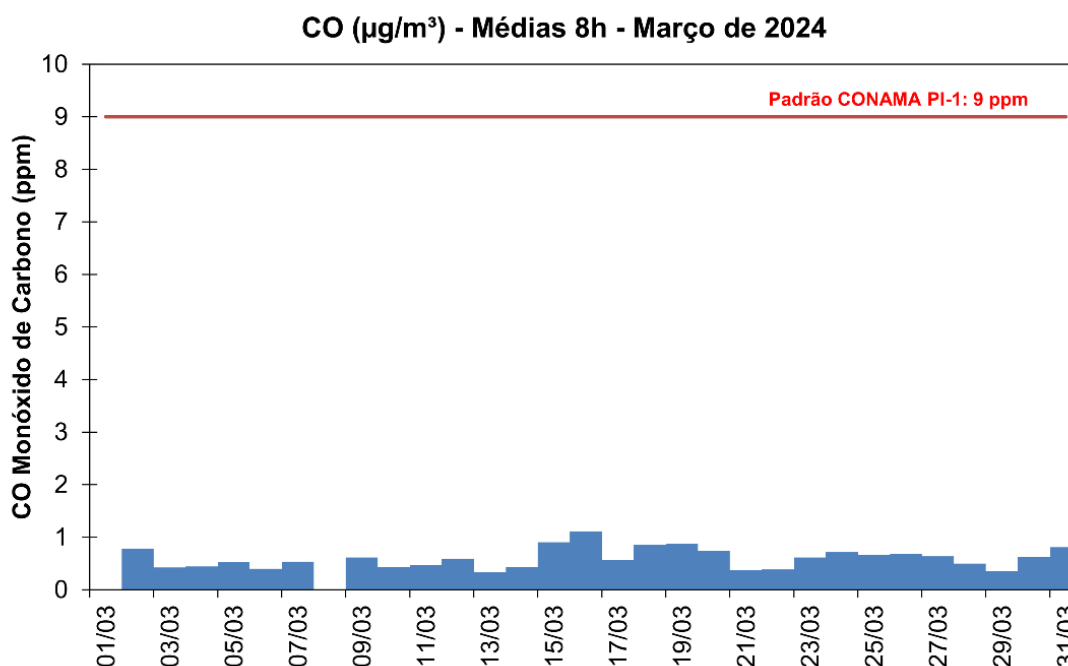


Figura 22. Concentrações médias móveis de 8h de CO na EMQAr em Março de 2024.

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2024).

Observa-se que a maior concentração média diária obtida ao longo do período monitorado foi de 1,1 ppm no dia 16/03/2024. E que, portanto, os níveis de CO mantiveram-se abaixo do padrão de 9 ppm preconizado pela legislação vigente.

5.3. Índice de Qualidade do Ar (IQAr)

Como dito anteriormente, o IQAr é um valor adimensional que tem como intuito a padronização dos resultados das concentrações dos poluentes atmosféricos em uma mesma escala, permitindo distinguir qual poluente tem maior impacto na região monitorada, o que acaba por facilitar a interpretação das condições da qualidade do ar.

A Figura 23 apresenta a evolução deste índice considerando todos os parâmetros medidos no período de referência. Na referida figura está apresentado o IQAr geral,

ou seja, o valor mais elevado dentre os calculados para todos os parâmetros medidos, para cada dia de operação da estação.

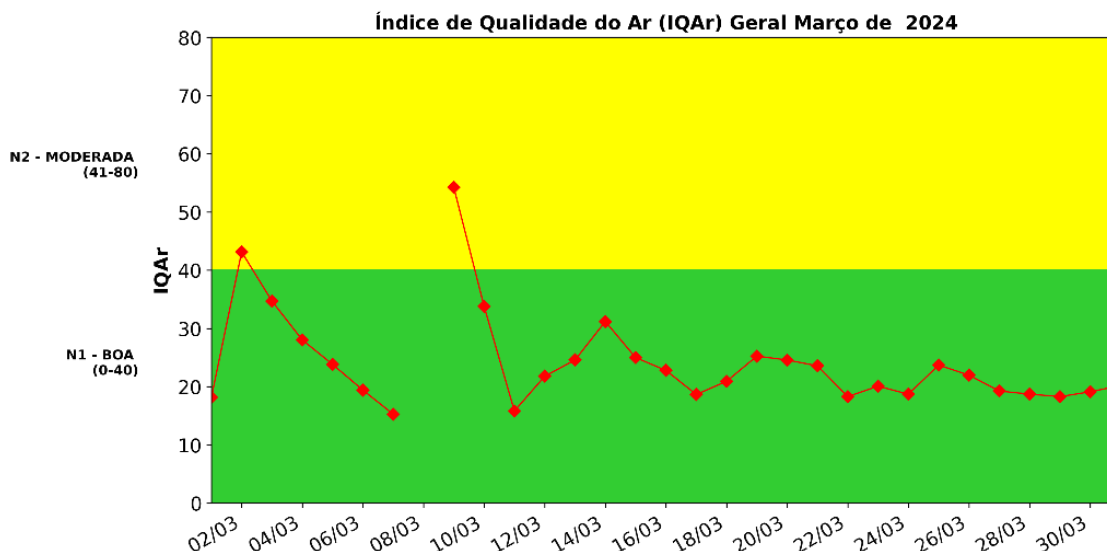


Figura 23: Índice de qualidade do ar na EMQAr em Março de 2024.

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2024).

No período monitorado, o maior valor de IQAr válido foi registrado no dia 09/03/2024, assumindo um valor de 54 com base no poluente SO₂. Os percentuais de ocorrências para as faixas de classificação obtidas são apresentados na Tabela 8.

Tabela 8: Faixas de classificação de IQAr obtidas em Março de 2024.

Classificação IQAr	IQAr Geral
Boa	92,9%
Moderada	7,1%
Ruim	0,0%
Muito ruim	0,0%
Péssima	0,0%

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2024).

Durante o mês avaliado, o IQAr calculado a partir dos dados da EMQAr enquadrou-se na faixa de classificação BOA em 92,9% e MODERADA em 7,1% do período monitorado. Desta forma evidencia-se que a qualidade do ar esteve em níveis cujos impactos sobre a população e meio ambiente são mínimos na maior parte do mês.

5.4. Análise Operacional

Neste capítulo é apresentada a análise operacional do funcionamento da EMQAr. Os indicadores analisados são os seguintes.

D_p - Número de Dados Possíveis no Período: Total de dados possíveis de serem gerados no período. Equivale ao número de horas do mês.

D_v - Número de Dados Válidos no Período: Total de dados válidos gerados no período. Equivale ao número de horas em que os analisadores e sensores operaram efetivamente.

$D_{i,cal,fm}$ - Número de Dados Inválidos (Manutenção Preventiva/Calibração/Motivo de Força Maior): Este indicador se refere ao número de horas em que ocorreram invalidações devido às calibrações, manutenções preventivas programadas, ou ainda, por motivos de força maior (como falta de energia elétrica, ausência de comunicação telefônica, sinistros, vandalismos, catástrofes, deslocamento e mobilização da estação). O cálculo da disponibilidade de dados não é afetado por invalidações causadas por motivos fora do controle da empresa responsável pela operação.

$D_{i,falha}$ - Número de Dados Inválidos (Falha do Analisador/Manutenção Corretiva): Este indicador se refere à quantidade de dados invalidados em virtude de falhas de funcionamento de algum equipamento ou intervenções corretivas não planejadas efetuadas pela empresa operadora. Estas

invalidações são caracterizadas como de responsabilidade da empresa contratada para realizar a operação e, portanto, a disponibilidade total dos dados é reduzida devido a esses tipos de ocorrências.

Disp - Disponibilidade Medida no Período: Representação percentual da operacionalidade dos equipamentos para o período em questão.

O cálculo destas variáveis é realizado com a seguinte equação:

$$Disp[\%] = \frac{D_v}{(D_p - D_{i,cal,fm})} \times 100 \geq 95\%$$

Em síntese, o monitoramento realizado no mês de março de 2024 apresentou o perfil de rendimento de dados gerados mostrado na Tabela 9.

Tabela 9. Disponibilidade de dados na Estação SEUMA no mês de referência.

Indicador	Descrição	Valor
<i>D_p</i>	Número de Dados Possíveis no Período	11160
<i>D_v</i>	Número de Dados Válidos no Período	10295
<i>D_{i, cal, fm}</i>	Número de Dados Inválidos (Manutenção Preventiva/Calibração/Motivo de Força Maior)	683
<i>D_{i,falha}</i>	Número de Dados Inválidos (Falha do Analisador/Manutenção Corretiva)	182
<i>Disp</i>	Disponibilidade Medida no Período	98,3%

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2024).

Além da disponibilidade total de dados já apresentada, que é relevante para questões contratuais, esta seção apresenta também a avaliação da representatividade dos dados de qualidade do ar calculada para as médias horárias de cada variável, com base nos critérios do Guia Técnico do MMA (MMA, 2019). A Tabela 10 apresenta a representatividade e validação dos dados referentes ao mês de março de 2024.

Tabela 10: Representatividade dos dados em relação aos critérios do MMA.

Parâmetro	Dados horários válidos (%) ⁽¹⁾⁽²⁾	Critério de representatividade dos dados (MMA)	Média mensal válida?
Material Particulado (MP ₁₀)	88,2%	67%	SIM
Material Particulado (MP _{2,5})	81,5%	67%	SIM
Dióxido de Enxofre (SO ₂)	88,2%	67%	SIM
Dióxido de Nitrogênio (NO ₂)	93,3%	67%	SIM
Monóxido de Carbono (CO)	91,9%	67%	SIM
Ozônio (O ₃)	93,0%	67%	SIM
Velocidade do Vento	94,4%	67%	SIM
Direção do Vento	94,4%	67%	SIM
Temperatura Ambiente	94,4%	67%	SIM
Umidade Relativa	94,4%	67%	SIM
Pressão Ambiente	94,4%	67%	SIM
Radiação Solar	94,4%	67%	SIM
Precipitação Pluviométrica	94,2%	67%	SIM

Notas (1): O cálculo de dados válidos considerou o registro de dados horários durante todo o mês; (2): O cálculo do Índice de dados válidos inclui os dados invalidados por todos os motivos, incluindo motivos de força maior (como falta de energia elétrica).

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2024).

6. CONCLUSÃO

Os dados do monitoramento realizado no mês de março de 2024 mostraram que os Padrões Intermediários PI-1, estabelecidos pela Resolução CONAMA 491/2018, foram respeitados para todos os parâmetros monitorados. Por fim, destaca-se que a qualidade do ar foi classificada como “BOA” em 92,9% e “MODERADA” em 7,1% do período analisado na EMQAr.

7. REFERÊNCIAS

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução 491/2018**. Brasil, 2018.

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Portaria Normativa N°348/90**. Brasil, 1990.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Guia Técnico Para o Monitoramento e Avaliação da Qualidade do Ar**. Brasília, 2019. Disponível em: <<https://www.mma.gov.br/agenda-ambiental-urbana/qualidade-do-ar.html>>. Acesso em 07 mai. 2020

ANEXO A – ART – Anotações de Responsabilidade Técnica



Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-PR

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Paraná

Página 1/1
ART de Obra ou Serviço
1720226694600

Complementar à 1720216134963

1. Responsável Técnico ANDRE LUCIANO MALHEIROS Título profissional: ENGENHEIRO CIVIL Empresa Contratada: ENVEX ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA		RNP: 1700974505 Carteira: PR-67038/D Registro/Visto: 44782	
2. Dados do Contrato Contratante: SECRETARIA MUNICIPAL DE URBANISMO E MEIO AMBIENTE – SEUMA AV DEPUTADO PAULINO ROCHA, 1343 CAJAZEIRAS - FORTALEZA/CE 60864-311 Contrato: (Sem número) Celebrado em: 09/09/2021 Tipo de contratante: Pessoa Jurídica (Direito Público) brasileira		CNPJ: 04.923.143/0001-26	
3. Dados da Obra/Serviço R DOUTOR JORGE MEYER FILHO, 93 JARDIM BOTANICO - CURITIBA/PR 80210-190 Data de Início: 22/10/2021 Previsão de término: 15/09/2023			
4. Atividade Técnica [Coordenação, Execução de serviço técnico, Monitoramento] de <i>monitoramento ambiental</i> Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART			Quantidade 1,00 Unidade UNID
5. Observações COORDENAÇÃO GERAL DO MONITORAMENTO E TRANSMISSÃO DE DADOS RELATIVOS A QAR E ELABORAÇÃO DE RELATÓRIO.			
7. Assinaturas Documento assinado eletronicamente por ANDRE LUCIANO MALHEIROS, registro Crea-PR PR-67038/D, na área restrita do profissional com uso de login e senha, na data 08/12/2022 e hora 16h26. SECRETARIA MUNICIPAL DE URBANISMO E MEIO AMBIENTE – SEUMA - CNPJ: 04.923.143/0001-26		8. Informações - A ART é válida somente quando quitada, conforme informações no rodapé deste formulário ou conferência no site www.crea-pr.org.br . - A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.crea-pr.org.br ou www.confea.org.br - A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual. Acesso nosso site www.crea-pr.org.br Central de atendimento: 0800 041 0067  CREA-PR Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Paraná	

Valor da ART: R\$ 88,78

Registrada em : 08/12/2022

Valor Pago: R\$ 88,78

Nosso número: 2410101720226694600

A autenticidade desta ART pode ser verificada em <https://servicos.crea-pr.org.br/publico/art>
Impresso em: 08/12/2022 17:41:00

www.crea-pr.org.br



Este documento é cópia do original e assinado digitalmente sob o número 4SBWRDPL
Para conferir o original, acesse o site https://assineja.sepog.fortaleza.ce.gov.br/validar_documento, informe o malote 1910759 e código 4SBWRDPL