

RELATÓRIO DA
QUALIDADE DO AR
NA GRANDE VITÓRIA

2023



GOVERNO DO ESTADO
DO ESPÍRITO SANTO





GOVERNO DO ESTADO
DO ESPÍRITO SANTO

RELATÓRIO DA **QUALIDADE DO AR** NA GRANDE VITÓRIA **2023**



Cariacica
2024



**GOVERNO DO ESTADO
DO ESPÍRITO SANTO**

José Renato Casagrande
Governador

SECRETARIA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE - SEAMA

Felipe Rigoni Lopes
Secretário



**INSTITUTO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE
E RECURSOS HÍDRICOS**

Mario Stella Cassa Louzada
Diretor Geral

Gilberto Arpini Sipioni
Diretor Setorial Técnico

Rafael Almeida Lovo
Diretor Setorial Administrativo-Financeiro

Ficha técnica

Gerência de Controle e Licenciamento Geral – GGE

Delanie Lima da Costa Tienne - Engenheira Florestal
Gerente de Controle e Licenciamento Geral

Coordenação de Qualidade do Ar e Áreas Contaminadas - CQA

Vinicius Rocha Silva, Esp - Tecnólogo em Saneamento Ambiental
Coordenador de Qualidade do Ar e Áreas Contaminadas

Elaboração

Takahiko Hashimoto júnior, Esp. - Engenheiro Ambiental
Agente de Desenvolvimento Ambiental e Recursos Hídricos

Vinicius Rocha Silva, Esp - Tecnólogo em Saneamento Ambiental
Coordenador de Qualidade do Ar e Áreas Contaminadas

Caroline do Santos Machado, Msc. - Engenheira Química,
Agente de Desenvolvimento Ambiental e Recursos Hídricos

Equipe técnica responsável pelo monitoramento da qualidade do ar em 2023

Carolina Francisco Tonani, Msc. - Tecnóloga em Saneamento Ambiental
Tecnóloga em Saneamento Ambiental

Ingrid Ananias Silveira Vieira, Esp. - Engenheira civil.
Agente de Desenvolvimento Ambiental e Recursos Hídricos

Jessé Lourenço Souza Caitano - Técnico em Químico
Técnico de Desenvolvimento Ambiental e Recursos Hídricos

Ludimila Zotele Azeredo, Dsc. - Engenheira Química
Agente de Desenvolvimento Ambiental e Recursos Hídricos

Vanessa dos Santos Coelho, Esp. - Engenheira Ambiental
Agente de Desenvolvimento Ambiental e Recursos Hídricos

Apresentação

O Relatório Anual da Qualidade do Ar de 2023 para a Grande Vitória reflete um ano de transformações significativas no monitoramento ambiental e no trabalho realizado pela Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (Seama) e o Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (Iema) para assegurar o controle adequado das atividades humanas potencialmente poluidoras.

Este documento é resultado de um trabalho contínuo e dedicado de monitoramento da qualidade do ar, cuja importância é cada vez mais reconhecida, especialmente em uma região com grande concentração urbana e industrial como a nossa. O ano de 2023 foi marcado por desafios, como a necessidade de manutenção e atualização dos equipamentos, muitos dos quais estavam obsoletos e inoperantes no início do ano.

A modernização abrangente dos equipamentos da Rede Automática de Monitoramento da Qualidade do Ar (RAMQAr) incluiu a substituição de quase todos os aparelhos de medição por tecnologias mais atuais, o que garantiu uma coleta de dados mais precisa e confiável, essencial para uma análise detalhada das condições atmosféricas na região.

Além disso, expandimos a rede de monitoramento com a adição de uma nova estação, localizada no bairro Praia do Canto, em Vitória. Esta expansão permitiu uma cobertura mais completa e uma melhor representatividade dos dados do monitoramento. Com a conclusão dessas melhorias, a RAMQAr retomou sua operação plena, garantindo a continuidade do monitoramento e a confiabilidade dos dados gerados.

O relatório que apresentamos a seguir detalha o diagnóstico da qualidade do ar na Grande Vitória, com base nos dados coletados ao longo de 2023. Este documento é um reflexo do nosso compromisso com a transparência e a responsabilidade ambiental, oferecendo à sociedade uma visão clara e detalhada sobre o ar que respiramos.

Felipe Rigoni Lopes
Secretário Estadual de Meio Ambiente
Seama

Mário Stella Cassa Louzada
Diretor-geral
Iema

LISTA DE FIGURAS

Figura 1:Localização da Região Metropolitana da Grande Vitória.	11
Figura 2: Feições de relevo da área de estudo. Fonte: IEMA (2024)	12
Figura 3: Normais climatológicas da estação Vitória (Temperatura e Precipitação) - 1991 - 2020.....	16
Figura 4: Temperaturas médias da região metropolitana da Grande Vitória	17
Figura 5: Precipitação anual média da região metropolitana da Grande Vitória.....	18
Figura 6: Localização das estações de monitoramento automáticas na Região Metropolitana da Grande Vitória.	32
Figura 7: Aparato para coleta de Poeira Sedimentável.	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Densidade demográfica na RMGV em 2022.....	13
Tabela 2: Fontes, características e efeitos dos principais poluentes atmosféricos.	21
Tabela 3: Padrões nacionais e estaduais de qualidade do ar.	28
Tabela 4: Concentração dos poluentes ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) para determinação dos níveis de atenção, alerta e emergência.....	29
Tabela 5: Descrição das classes, índices e valores limites de concentração para determinação do IQAr.	30
Tabela 6: Dados de localização das estações da RAMQAr.	31
Tabela 7: Descrição da área de influência das estações da RAMQAr.	34
Tabela 8: Parâmetros monitorados pelas estações da RAMQAr em 2023.	35
Tabela 9: Situação operacional da RAMQAR RGV por poluente monitorado em Dezembro/2023.....	37
Tabela 10: Localização dos pontos de monitoramento de poeira sedimentável, em operação e desativados.	41
Tabela 11: Descrição dos critérios de representatividade dos parâmetros.	44
Tabela 12: Disponibilidade de dados válidos de medição do parâmetro Velocidade do Vento nas estações da RAMQAR-RGV no ano de 2023.	52
Tabela 13: Número de médias móveis de 24h válidas em cada estação em 2023 para o poluente MP2,5.....	75

Tabela 14: Máximas médias móveis de 24h calculadas para o poluente MP2,5 no ano de 2023.	75
Tabela 15: Total de ultrapassagens de médias móveis de 24h ao padrão OMS para o poluente MP2,5	77
Tabela 16: Série histórica das médias anuais ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) de Partículas Respiráveis - MP2,5 78	
Tabela 17: Número de médias móveis de 24h válidas e porcentagem em comparação à disponibilidade total no ano de 2023.	90
Tabela 18: Série histórica das médias anuais ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) para o poluente MP10.....	92
Tabela 19: Máximas médias de 24h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) para o poluente MP10 ao longo do ano de 2023.....	92
Tabela 20: Número de ultrapassagens do padrão recomendado pela OMS (2005 e 2021) e do padrão legal estabelecido no Decreto Estadual 3463/2014 para médias móveis de 24h.	93
Tabela 21: Máximas médias de 24h e média geométrica anual ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) para o poluente PTS ao longo do ano de 2023.....	106
Tabela 22: Número de médias móveis com valores válidos medidos para cada estação, para o poluente SO_2	118
Tabela 23: Histórico das médias anuais ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) de SO_2	120
Tabela 24: Máximas médias de 24h das concentrações de SO_2 em ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).....	121
Tabela 25: Número de médias móveis de 24h que ultrapassaram os valores limites de concentração de SO_2 no ano de 2023.....	122
Tabela 26: Número de médias móveis de 24h com valores válidos medidos para cada estação, para o poluente NO_2	130
Tabela 27: Quantitativo de ultrapassagens dos padrões estabelecidos para o parâmetro NO_2 no ano de 2023.	132
Tabela 28: Histórico das médias anuais de NO_2 em $\mu\text{g}/\text{m}^3$	133
Tabela 29: Máximas médias de 24h das concentrações de NO_2 em $\mu\text{g}/\text{m}^3$	134
Tabela 30: Máximas médias de 1h das concentrações de NO_2 em $\mu\text{g}/\text{m}^3$	134
Tabela 31: Número de médias móveis com valores válidos medidos para cada estação.....	144
Tabela 32: Histórico das médias anuais de O_3 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).....	146
Tabela 33: Máximas médias de 8h das concentrações de O_3 em $\mu\text{g}/\text{m}^3$	147
Tabela 34: Número de médias móveis de 8h que ultrapassaram os valores limites de concentração de O_3 no ano de 2023.	148
Tabela 35: Número ultrapassagens ao padrão final de "alta temporada" da OMS para o poluente O_3	148
Tabela 36: Número de médias móveis com valores válidos medidos para cada estação, para o poluente CO em 2023.	154
Tabela 37: Série histórica das médias anuais ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) para o poluente CO.	156

Tabela 38: Máximas médias ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) de 1h e 8h para o poluente CO em 2023.....	157
Tabela 39: Listagem de ultrapassagens aos padrões nacionais ou à recomendação da OMS para o poluente CO.....	157
Tabela 40: Máximas médias ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) de 24h, 8h e 1h para CO em 2023	157
Tabela 41: Máximas médias de 8h e média geométrica anual (ppm) para o poluente HCNM ao longo do ano de 2023	166
Tabela 42: Distribuição dos poluentes que tiveram predominância do cálculo de IQAr (em %).	168

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Precipitação acumulada mensal na estação EMQAr - RGV2 - Carapina.....	47
Gráfico 2: Temperatura média mensal, máxima e mínima na estação EMQAr - RGV2 - Carapina.	47
Gráfico 3: Perfil das temperaturas médias ao longo de 24h do dia	48
Gráfico 4: Pressão atmosférica média mensal, máxima e mínima na estação EMQAr - RGV2 - Carapina.....	49
Gráfico 5: Perfil da radiação solar ao longo do dia, do ano em 2023, para a estação EMQAr - RGV2 - Carapina.	49
Gráfico 6: Radiação solar média mensal e máxima na estação EMQAr - RGV2 - Carapina.	50
Gráfico 7: Umidade média mensal, máxima e mínima na estação RAMQAr 2 - Carapina	51
Gráfico 8: Perfil da umidade ao longo do dia, do ano em 2023, para a estação EMQAr - RGV2 - Carapina.	51
Gráfico 9: Distribuição de frequência do parâmetro velocidade do vento (m/s) da estação EMQAR 02 – Carapina no ano de 2023.	53
Gráfico 10: Distribuição de frequência do parâmetro velocidade do vento (m/s) da estação EMQAR 04 – Enseada do Suá no ano de 2023.....	53
Gráfico 11: Distribuição de frequência do parâmetro velocidade do vento (m/s) da estação EMQAR 06 – Ibes no ano de 2023.	54
Gráfico 12: Distribuição de frequência do parâmetro velocidade do vento (m/s) da estação EMQAR 08 – Vila Capixaba no ano de 2023.	54
Gráfico 13: Distribuição de frequência do parâmetro velocidade do vento (m/s) da estação EMQAR 10 – Praia do Canto no ano de 2023.	55
Gráfico 14: Rosa dos ventos para estação EMQAr - RGV2 (Carapina)- Ano de 2023....	56
Gráfico 15: Rosa dos ventos de janeiro, fevereiro e março de 2023 – EMQAr - RGV2 (Carapina).	57

Gráfico 16: Rosa dos ventos de abril, maio e junho de 2023 – EMQAr - RGV2 (Carapina).	57
Gráfico 17: Rosa dos ventos de julho, agosto e setembro de 2023 – EMQAr - RGV2 (Carapina).	58
Gráfico 18: Rosa dos ventos para os meses de outubro, novembro e dezembro de 2023 – EMQAr - RGV2 (Carapina).	58
Gráfico 19: Rosa dos ventos para estação EMQAr – RGV4 (Enseada do Suá)- Ano de 2023.	59
Gráfico 20: Rosa dos ventos de janeiro, fevereiro e março de 2023 – EMQAr – RGV4 (Enseada do Suá).	60
Gráfico 21: Rosa dos ventos de abril, maio e junho de 2023 – EMQAr - RGV4 (Enseada do Suá).	60
Gráfico 22: Rosa dos ventos de julho, agosto e setembro de 2023 – EMQAr - RGV4 (Enseada do Suá).	61
Gráfico 23: Rosa dos ventos para os meses de outubro, novembro e dezembro de 2023 – EMQAr - RGV4 (Enseada do Suá).	61
Gráfico 24: Rosa dos ventos para estação EMQAr – RGV6 (Ibes)- Ano de 2023	62
Gráfico 25: Rosa dos ventos de janeiro, fevereiro e março de 2023 – EMQAr – RGV6 (Ibes).	64
Gráfico 26: Rosa dos ventos de abril, maio e junho de 2023 – EMQAr – RGV6 (Ibes).	64
Gráfico 27: Rosa dos ventos de julho, agosto e setembro de 2023 – EMQAr - RGV6 (Ibes).	65
Gráfico 28: Rosa dos ventos para os meses de outubro, novembro e dezembro de 2023 – EMQAr - RGV6 (Ibes).	65
Gráfico 29: Rosa dos ventos para estação EMQAr – RGV8 (Vila Capixaba) - Ano de 2023.	66
Gráfico 30: Rosa dos ventos de janeiro, fevereiro e março de 2023 – EMQAr – RGV8 (Vila Capixaba).	68
Gráfico 31: Rosa dos ventos de abril, maio e junho de 2023 – EMQAr – RGV8 (Vila Capixaba).	68
Gráfico 32: Rosa dos ventos de julho, agosto e setembro de 2023 – EMQAr - RGV8 (Vila Capixaba).	69
Gráfico 33: Rosa dos ventos para os meses de outubro, novembro e dezembro de 2023 – EMQAr - RGV8 (Vila Capixaba).	69
Gráfico 34: Rosa dos ventos para estação EMQAr – RGV10 (Praia do Canto) - Ano de 2023.	70
Gráfico 35: Rosa dos ventos de janeiro, fevereiro e março de 2023 – EMQAr – RGV10 (Praia do Canto).	71

Gráfico 36: Rosa dos ventos de abril, maio e junho de 2023 – EMQAr – RGV10 (Praia do Canto).....	71
Gráfico 37: Rosa dos ventos de julho, agosto e setembro de 2023 – EMQAr - RGV10 (Praia do Canto).....	72
Gráfico 38: Rosa dos ventos para os meses de outubro, novembro e dezembro de 2023 – EMQAr - RGV10 (Praia do Canto).	72
Gráfico 39: Máximas médias móveis de 24h calculadas para o poluente MP2,5 no ano de 2023 e comparação com o limite legal e à recomendação da OMS (2021). ..	76
Gráfico 40: Médias anuais de 2023 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) para Partículas Respiráveis (MP2,5)	77
Gráfico 41: Série histórica das médias anuais para o poluente Partículas Respiráveis – MP2,5	78
Gráfico 42: Histórico de médias móveis de 24h para o poluente MP2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) na estação 01 – Laranjeiras ao longo de 2023.	79
Gráfico 43: Histórico de médias móveis de 24h para o poluente MP2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) na estação 02 – Carapina ao longo de 2023.	79
Gráfico 44: Histórico de médias móveis de 24h para o poluente MP2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) na estação 03 – Jardim Camburi ao longo de 2023.....	79
Gráfico 45: Histórico de médias móveis de 24h para o poluente MP2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) na estação 04 – Enseada do Suá ao longo de 2023.	79
Gráfico 46: Histórico de médias móveis de 24h para o poluente MP2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) na estação 05 – Vitória centro ao longo de 2023.	80
Gráfico 47: Histórico de médias móveis de 24h para o poluente MP2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) na estação 06 – Ibes ao longo de 2023.....	80
Gráfico 48: Histórico de médias móveis de 24h para o poluente MP2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) na estação 08 – Vila Capixaba ao longo de 2023.....	80
Gráfico 49: Histórico de médias móveis de 24h para o poluente MP2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) na estação 09 – Cidade Continental ao longo de 2023.	80
Gráfico 50: Histórico de médias móveis de 24h para o poluente MP2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) na estação 10 – Praia do Canto ao longo de 2023.....	81
Gráfico 51: Variação das médias de concentração de MP2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) para cada horário ao longo do dia para a estação 01 - Laranjeiras.	81
Gráfico 52: Variação das médias de concentração de MP2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) para cada horário ao longo do dia para a estação 02 - Carapina.	82
Gráfico 53: Variação das médias de concentração de MP2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) para cada horário ao longo do dia para a estação 03 – Jardim Carapina.....	82
Gráfico 54: Variação das médias de concentração de MP2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) para cada horário ao longo do dia para a estação 04 – Enseada do Suá.....	83
Gráfico 55: Variação das médias de concentração de MP2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) para cada horário ao longo do dia para a estação 05 – Vitória Centro.....	83

Gráfico 56: Variação das médias de concentração de MP2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) para cada horário ao longo do dia para a estação 06 - Ibes.	84
Gráfico 57: Variação das médias de concentração de MP2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) para cada horário ao longo do dia para a estação 08 – Vila Capixaba.....	84
Gráfico 58: Variação das médias de concentração de MP2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) para cada horário ao longo do dia para a estação 09 – Cidade Continental.	85
Gráfico 59: Variação das médias de concentração de MP2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) para cada horário ao longo do dia para a estação 10 – Praia do Canto.....	85
Gráfico 60: Perfil das concentrações de MP2,5 nas estações da RAMQAr com relação à direção do vento (gráfico de rosa de poluentes)	86
Gráfico 61: Médias anuais de 2023 para Partículas Inaláveis (PM10)	90
Gráfico 62: Série histórica das médias anuais ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) dos últimos 10 anos para o poluente MP10	91
Gráfico 63: Máximas médias móveis de 24h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) para o poluente MP10 em 2023..	93
Gráfico 64: Histórico de médias móveis de 24h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) para o poluente MP10 na estação 01 – Laranjeiras ao longo de 2023.	94
Gráfico 65: Histórico de médias móveis de 24h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) para o poluente MP10 na estação 02 – Carapina ao longo de 2023.	94
Gráfico 66: Histórico de médias móveis de 24h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) para o poluente MP10 na estação 03 – Jardim Camburi ao longo de 2023.....	94
Gráfico 67: Histórico de médias móveis de 24h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) para o poluente MP10 na estação 04 – Enseada do Suá ao longo de 2023.	95
Gráfico 68: Histórico de médias móveis de 24h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) para o poluente MP10 na estação 05 – Vitória Centro ao longo de 2023.....	95
Gráfico 69: Histórico de médias móveis de 24h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) para o poluente MP10 na estação 06 – Ibes ao longo de 2023.....	95
Gráfico 70: Histórico de médias móveis de 24h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) para o poluente MP10 na estação 08 – Vila Capixaba ao longo de 2023.....	96
Gráfico 71: Histórico de médias móveis de 24h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) para o poluente MP10 na estação 09 – Cidade Continental ao longo de 2023.	96
Gráfico 72: Histórico de médias móveis de 24h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) para o poluente MP10 na estação 10 – Praia do Canto ao longo de 2023.....	96
Gráfico 73: Variação das médias de concentração de MP10 para cada horário ao longo do dia para a estação 01 - Laranjeiras.	97
Gráfico 74: Variação das médias de concentração de MP10 para cada horário ao longo do dia para a estação 02 - Carapina.	97
Gráfico 75: Variação das médias de concentração de MP10 para cada horário ao longo do dia para a estação 03 – Jardim Camburi.....	98

Gráfico 76: Variação das médias de concentração de MP10 para cada horário ao longo do dia para a estação 04 – Enseada do Suá.	98
Gráfico 77: Variação das médias de concentração de MP10 para cada horário ao longo do dia para a estação 05 – Vitória Centro.....	99
Gráfico 78: Variação das médias de concentração de MP10 para cada horário ao longo do dia para a estação 06 – Ibes.	99
Gráfico 79: Variação das médias de concentração de MP10 para cada horário ao longo do dia para a estação 08 – Vila Capixaba.....	100
Gráfico 80: Variação das médias de concentração de MP10 para cada horário ao longo do dia para a estação 09 – Cidade Continental.	100
Gráfico 81: Variação das médias de concentração de MP10 para cada horário ao longo do dia para a estação 10 – Praia do Canto.....	101
Gráfico 82: Perfil das concentrações de MP10 nas estações da RAMQAr com relação à direção do vento (gráfico de rosa de poluentes).....	102
Gráfico 83: Histórico de médias móveis de 24h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) para o poluente PTS na estação 04 – Enseada do Suá ao longo de 2023.	105
Gráfico 84: Medições de Poeira Sedimentável – PS no ano de 2023 para a estação RGV1 – Laranjeiras.	108
Gráfico 85: Medições de Poeira Sedimentável – PS no ano de 2023 para a estação RGV2 – Carapina.....	108
Gráfico 86: Medições de Poeira Sedimentável – PS no ano de 2023 para a estação RGV3 – Jardim Camburi.	108
Gráfico 87: Medições de Poeira Sedimentável – PS no ano de 2023 para a estação RGV4 – Enseada do Suá.....	108
Gráfico 88: Medições de Poeira Sedimentável – PS no ano de 2023 para a estação RGV5 – Vitória Centro.	109
Gráfico 89: Medições de Poeira Sedimentável – PS no ano de 2023 para a estação RGV6 – Ibes.	109
Gráfico 90: Medições de Poeira Sedimentável – PS no ano de 2023 para a estação RGV8 – Vila Capixaba.	109
Gráfico 91: Medições de Poeira Sedimentável – PS no ano de 2023 para a estação RGV9 – Ilha do Boi (Hotel Senac).	109
Gráfico 92: Medições de Poeira Sedimentável – PS no ano de 2023 para a estação RGV10 – Ilha do Boi (Clube Ítalo).	110
Gráfico 93: Medições de Poeira Sedimentável – PS no ano de 2023 para a estação RGV11 – Cidade Continental.....	110
Gráfico 94: Medições de Poeira Sedimentável – PS no ano de 2023 para a estação RGV13 – Praia do Canto.	110

Gráfico 95: Medições de Poeira Sedimentável – PS no ano de 2023 para a estação RGV14 – Carapebus.....	110
Gráfico 96: Série histórica de Poeira Sedimentável (g/m ² .30dias) da estação RGV1 – Laraneiras.	111
Gráfico 97: Série histórica de Poeira Sedimentável (g/m ² .30dias) da estação RGV2 – Carapina.	111
Gráfico 98: Série histórica de Poeira Sedimentável (g/m ² .30dias) da estação RGV3 – Jardim Camburi.	112
Gráfico 99: Série histórica de Poeira Sedimentável (g/m ² .30dias) da estação RGV4 – Enseada do Suá.	112
Gráfico 100: Série histórica de Poeira Sedimentável (g/m ² .30dias) da estação RGV5 – Vitória Centro.	113
Gráfico 101: Série histórica de Poeira Sedimentável (g/m ² .30dias) da estação RGV6 – Ibes.....	113
Gráfico 102: Série histórica de Poeira Sedimentável (g/m ² .30dias) da estação RGV7 – Vila Velha Centro.....	114
Gráfico 103: Série histórica de Poeira Sedimentável (g/m ² .30dias) da estação RGV8 – Vila Capixaba.....	114
Gráfico 104: Série histórica de Poeira Sedimentável (g/m ² .30dias) da estação RGV9 – Ilha do boi (Hotel Senac).	115
Gráfico 105: Série histórica de Poeira Sedimentável (g/m ² .30dias) da estação RGV10 – Ilha do Boi (Clube Ítalo).....	115
Gráfico 106: Série histórica de Poeira Sedimentável (g/m ² .30dias) da estação RGV11 – Cidade Continental.	116
Gráfico 107: Série histórica de Poeira Sedimentável (g/m ² .30dias) da estação RGV12 – Jardim da Penha.	116
Gráfico 108: Série histórica de Poeira Sedimentável (g/m ² .30dias) da estação RGV13 – Praia do Canto.....	117
Gráfico 109: Série histórica de Poeira Sedimentável (g/m ² .30dias) da estação RGV14 – Carapebus.	117
Gráfico 110: Médias anuais para SO ₂ , ano base 2023.....	119
Gráfico 111: Série histórica das médias anuais (µg/m ³) para SO ₂ para os últimos 10 anos.	120
Gráfico 112: Máximas médias de 24h das concentrações de SO ₂ em (µg/m ³).	121
Gráfico 113: Histórico de medições de médias móveis de SO ₂ (µg/m ³) para a Estação EMQAR 01 – Laranjeiras ao longo de 2023.....	122
Gráfico 114: Histórico de medições de médias móveis de SO ₂ (µg/m ³) para a Estação EMQAR 03 – Jardim Camburi ao longo de 2023.....	122

Gráfico 115: Histórico de medições de médias móveis de SO ₂ (µg/m ³) para a Estação EMQAR 04 – Enseada do Suá ao longo de 2023.	123
Gráfico 116: Histórico de medições de médias móveis de SO ₂ (µg/m ³) para a Estação EMQAR 05 – Vitória Centro ao longo de 2023.	123
Gráfico 117: Histórico de medições de médias móveis de SO ₂ (µg/m ³) para a Estação EMQAR 06 – Ibes ao longo de 2023.	123
Gráfico 118: Histórico de medições de médias móveis de SO ₂ (µg/m ³) para a Estação EMQAR 08 – Vila Capixaba ao longo de 2023.	124
Gráfico 119: Médias horárias de concentração de SO ₂ (µg/m ³) para a estação EMQAR 01 – Laranjeiras para o ano de 2023.	124
Gráfico 120: Médias horárias de concentração de SO ₂ (µg/m ³) para a estação EMQAR 03 – Jardim Camburi para o ano de 2023.	125
Gráfico 121: Médias horárias de concentração de SO ₂ (µg/m ³) para a estação EMQAR 04 – Enseada do Suá para o ano de 2023.	125
Gráfico 122: Médias horárias de concentração de SO ₂ (µg/m ³) para a estação EMQAR 05 – Vitória Centro para o ano de 2023.	126
Gráfico 123: Médias horárias de concentração de SO ₂ (µg/m ³) para a estação EMQAR 06 – Ibes para o ano de 2023.	126
Gráfico 124: Médias horárias de concentração de SO ₂ (µg/m ³) para a estação EMQAR 08 – Vila Capixaba para o ano de 2023.	127
Gráfico 125: Perfil das concentrações de SO ₂ nas estações da RAMQAR com relação à direção do vento (gráfico de rosa de poluentes).	128
Gráfico 126: Médias anuais para NO ₂ , ano base 2023.	131
Gráfico 127: Série histórica das médias anuais (em µg/m ³) para NO ₂ para os últimos 10 anos.	133
Gráfico 128: Máximas médias em 24h das concentrações de NO ₂ em µg/m ³	134
Gráfico 129: Máximas médias de 1h das concentrações de NO ₂ em µg/m ³	135
Gráfico 130: Histórico de medições de médias móveis de NO ₂ (µg/m ³) para a Estação EMQAR 01 – Laranjeiras ao longo de 2023.	135
Gráfico 131: Histórico de medições de médias móveis de NO ₂ (µg/m ³) para a Estação EMQAR 03 – Jardim Camburi ao longo de 2023.	135
Gráfico 132: Histórico de medições de médias móveis de NO ₂ (µg/m ³) para a Estação EMQAR 04 – Enseada do Suá ao longo de 2023.	136
Gráfico 133: Histórico de medições de médias móveis de NO ₂ (µg/m ³) para a Estação EMQAR 05 – Vitória Centro ao longo de 2023.	136
Gráfico 134: Histórico de medições de médias móveis de NO ₂ (µg/m ³) para a Estação EMQAR 06 – Ibes ao longo de 2023.	136
Gráfico 135: Histórico de medições de médias móveis de NO ₂ (µg/m ³) para a Estação EMQAR 08 – Vila Capixaba ao longo de 2023.	137

Gráfico 136: Histórico de medições de médias móveis de NO ₂ (µg/m ³) para a Estação EMQAR 09 – Cidade Continental ao longo de 2023.....	137
Gráfico 137: Distribuição horária média de NO ₂ (µg/m ³) ao longo das 24h para a estação EMQAR 01 – Laranjeiras para 2023.	138
Gráfico 138: Distribuição horária média de NO ₂ (µg/m ³) ao longo das 24h para a estação EMQAR 03 – Jardim Camburi para 2023.	138
Gráfico 139: Distribuição horária média de NO ₂ (µg/m ³) ao longo das 24h para a estação EMQAR 04 – Enseada do Suá para 2023.	139
Gráfico 140: Distribuição horária média de NO ₂ (µg/m ³) ao longo das 24h para a estação EMQAR 05 – Vitória Centro para 2023.....	139
Gráfico 141: Distribuição horária média de NO ₂ (µg/m ³) ao longo das 24h para a estação EMQAR 06 – Ibes para 2023.....	140
Gráfico 142: Distribuição horária média de NO ₂ (µg/m ³) ao longo das 24h para a estação EMQAR 08 – Vila Capixaba para 2023.....	140
Gráfico 143: Distribuição horária média de NO ₂ (µg/m ³) ao longo das 24h para a estação EMQAR 09 – Cidade Continental para 2023.	141
Gráfico 144: Perfil das concentrações de NO ₂ nas estações da RAMQAR com relação à direção do vento (gráfico de rosa de poluentes).....	142
Gráfico 145: Médias anuais para O ₃ , ano base 2023.....	145
Gráfico 146: Série histórica das médias anuais para O ₃ (µg/m ³) para os últimos 10 anos.	147
Gráfico 147: Máximas médias de 8h das concentrações de O ₃ em µg/m ³	147
Gráfico 148: Histórico de medições de médias móveis de 8h de O ₃ (µg/m ³) para a Estação EMQAR 01 – Laranjeiras ao longo de 2023.	149
Gráfico 149: Histórico de medições de médias móveis de 8h de O ₃ (µg/m ³) para a Estação EMQAR 04 – Enseada do Suá ao longo de 2023.....	149
Gráfico 150: Histórico de medições de médias móveis de 8h de O ₃ (µg/m ³) para a Estação EMQAR 06 – Ibes ao longo de 2023.	149
Gráfico 151: Histórico de medições de médias móveis de 8h de O ₃ (µg/m ³) para a Estação EMQAR 08 – Vila Capixaba ao longo de 2023.	150
Gráfico 152: Médias horárias de concentração de O ₃ (µg/m ³) para a estação EMQAR 01 – Laranjeiras para o ano de 2023.....	150
Gráfico 153: Médias horárias de concentração de O ₃ (µg/m ³) para a estação EMQAR 04 – Enseada do Suá para o ano de 2023.	151
Gráfico 154: Médias horárias de concentração de O ₃ (µg/m ³) para a estação EMQAR 06 – Ibes para o ano de 2023.	151
Gráfico 155: Médias horárias de concentração de O ₃ (µg/m ³) para a estação EMQAR 08 – Vila Capixaba para o ano de 2023.	152

Gráfico 156: Perfil das concentrações de O ₃ nas estações da RAMQAr com relação à direção do vento (gráfico de rosa de poluentes).....	153
Gráfico 157: Médias anuais referentes ao ano de 2023 para o poluente Monóxido de carbono (CO).....	155
Gráfico 158: Série histórica (µg/m ³) das médias anuais dos últimos 10 anos para o poluente CO.....	156
Gráfico 159: Máximas médias móveis de 24h para o poluente CO em 2023.....	158
Gráfico 160: Máximas médias móveis de 8h para o poluente CO em 2023.....	158
Gráfico 161: Histórico de medições de médias móveis de 24h de CO (µg/m ³) para a Estação EMQAR 01 – Laranjeiras ao longo de 2023.	159
Gráfico 162: Histórico de medições de médias móveis de 24h CO (µg/m ³) para a Estação EMQAR 04 – Enseada do Suá ao longo de 2023.....	159
Gráfico 163: Histórico de medições de médias móveis de 24h CO (µg/m ³) para a Estação EMQAR 05 – Vitória Centro ao longo de 2023.	159
Gráfico 164: Histórico de medições de médias móveis de 24h CO (µg/m ³) para a Estação EMQAR 06 – Ibes ao longo de 2023.	160
Gráfico 165: Histórico de medições de médias móveis de 24h CO (µg/m ³) para a Estação EMQAR 08 – Vila Capixaba ao longo de 2023.	160
Gráfico 166: Distribuição horária média de CO (µg/m ³) ao longo das 24h do dia para a estação EMQAR 01 – Laranjeiras para 2023.	161
Gráfico 167: Distribuição horária média de CO (µg/m ³) ao longo das 24h do dia para a estação EMQAR 04 – Enseada do Suá para 2023.	161
Gráfico 168: Distribuição horária média de CO (µg/m ³) ao longo das 24h do dia para a estação EMQAR 05 – Vitória Centro para 2023.....	162
Gráfico 169: Distribuição horária média de CO (µg/m ³) ao longo das 24h do dia para a estação EMQAR 06 – Ibes para 2023.....	162
Gráfico 170: Distribuição horária média de CO (µg/m ³) ao longo das 24h do dia para a estação EMQAR 08 – Vila Capixaba para 2023.....	163
Gráfico 171: Perfil da distribuição das concentrações de CO nas estações da RAMQAr com relação à direção do vento (gráfico de rosa de poluentes)	164
Gráfico 172: Histórico de medições de médias móveis de 8h de hidrocarbonetos (ppm) para a Estação EMQAR 04 – Enseada do Suá ao longo de 2023.....	166
Gráfico 173: Percentual de classificação do IQAr nas estações da RAMQAr ao longo de todo o ano de 2023.	167
Gráfico 174: Distribuição dos poluentes que tiveram predominância no cálculo de IQAr, por estação, ao longo do ano de 2023.	168
Gráfico 175: Classificação do IQAr para cada mês do ano de 2023 na estação EMQAR 01 – Laranjeiras.	169

Gráfico 176: Classificação do IQAr para cada mês do ano de 2023 na estação EMQAR	
02 – Carapina.	169
Gráfico 177: Classificação do IQAr para cada mês do ano de 2023 na estação EMQAR	
03 – Jardim Camburi.	170
Gráfico 178: Classificação do IQAr para cada mês do ano de 2023 na estação EMQAR	
04 – Enseada do Suá.	170
Gráfico 179: Classificação do IQAr para cada mês do ano de 2023 na estação EMQAR	
05 – Centro de Vitória.	171
Gráfico 180: Classificação do IQAr para cada mês do ano de 2023 na estação EMQAR	
06 – Ibes.	171
Gráfico 181: Classificação do IQAr para cada mês do ano de 2023 na estação EMQAR	
08 – Vila Capixaba.	172
Gráfico 182: Classificação do IQAr para cada mês do ano de 2023 na estação EMQAR	
09 – Cidade Continental.	172
Gráfico 183: Classificação do IQAr para cada mês do ano de 2023 na estação EMQAR	
10 – Praia do Canto.	173

Sumário

1 - Introdução	9
2 - Caracterização da Região Metropolitana da Grande Vitória	11
2.1 Aspectos Sociodemográficos	13
2.2 Aspectos Socioeconômicos	14
2.3 Clima Local	15
3 - Poluição Atmosférica	20
3.1 Poluentes Atmosféricos	20
3.2 Regulamentação Sobre Qualidade do Ar	22
3.3 Padrões da Qualidade do Ar	25
3.4 Índice de Qualidade do Ar	29
4 Monitoramento da Qualidade do Ar	31
4.1 Rede Automática de Qualidade do Ar (RAMQAr)	31
4.1.1 Situação operacional do monitoramento da Qualidade do ar	36
4.1.2 Monitor de Particulado	38
4.1.3 Monitor de Dióxido de Enxofre (SO ₂)	38
4.1.4 Monitor de Óxidos de Nitrogênio (NO _x , NO, NO ₂)	38
4.1.5 Monitor de Monóxido de Carbono (CO)	39
4.1.6 Monitor de Ozônio (O ₃)	39
4.1.7 Monitor de Hidrocarbonetos (CH ₄ , HCnM e HCT)	39
4.2 Rede Manual de Monitoramento de Poeira Sedimentável (RMPS)	40
4.3 Métodos de Tratamento de Dados da Rede Automática de Qualidade do Ar	42
4.3.1 Representatividade dos Dados	43
4.4 Métodos de Tratamento de Dados da Rede Manual de Monitoramento de Poeira Sedimentável (RMPS)	44
5 - Dados Meteorológicos	46
5.1 Precipitação	46
5.2 Temperatura	47
5.3 Pressão Atmosférica	48
5.4 Radiação Solar	49
5.5 Umidade	50
5.6 Ventos	52
5.6.1 Rosa dos Ventos	55
5.6.1.1 Ventos RAMQAR 02 - Carapina	56
5.6.1.2 Ventos RAMQAR 04 - Enseada do Suá	59
5.6.1.3 Ventos RAMQAR 06 - Ibes	62
5.6.1.4 Ventos RAMQAR 08 - Vila Capixaba	66
5.6.1.5 Ventos RAMQAR 10 - Praia do Canto	70
6 - Qualidade do Ar	74

6.1	Material Particulado (MP)	74
6.1.1	Partículas Respiráveis (MP _{2,5})	74
6.1.2	Partículas inaláveis (MP10)	89
6.1.3	Partículas Totais em Suspensão (PTS)	105
6.1.4	Poeira Sedimentável (PS)	106
6.2	Dióxido de Enxofre (SO ₂)	118
6.3	Dióxido de Nitrogênio (NO ₂)	130
6.4	Ozônio (O ₃)	144
6.5	Monóxido de Carbono (CO)	154
6.6	Hidrocarbonetos não metano (HCNM)	165
6.7	Índice da Qualidade do Ar (IQA _r)	166
7	- Considerações Finais	174
8	- Referências	177

1 - Introdução

A qualidade do ar pode ser entendida como o resultado da combinação de diversos fatores que podem, direta ou indiretamente, interferir nas condições do ar respirável, com possíveis reflexos a saúde e qualidade de vida da população. Segundo dados divulgados pela Organização Mundial da Saúde (OMS) em 2019, quase toda a população do mundo (90%) vive em áreas onde a qualidade do ar excedia os limites recomendados pela OMS. A base de evidências para os prejuízos que a poluição do ar causa ao corpo humano vem crescendo rapidamente, e aponta para danos significativos causados até mesmo, por baixos níveis de muitos poluentes do ar.

Dentre os diversos fatores que podem afetar a qualidade do ar pode-se destacar as emissões de poluentes advindas de fontes naturais e antrópicas, tais como: erupções vulcânicas, atividades industriais, construção civil, emissões veiculares, queima de combustíveis fósseis, atividades urbanas e agrícolas. Condições meteorológicas como: temperatura, vento, umidade radiação solar e pressão atmosférica entre outros, e a topografia local influenciam na dispersão dos poluentes, podendo a intensidade e distribuição de tais fatores interferir diretamente nos níveis de poluição atmosférica locais.

Os níveis de poluição atmosférica são caracterizados pela concentração das substâncias poluentes presentes no ar, sendo o monitoramento destas concentrações definidos pela sua importância (ou risco) à saúde e pelos recursos disponíveis para seu acompanhamento.

A Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV) é uma região urbana altamente industrializada e em processo de expansão. A qualidade do ar da Grande Vitória é afetada pela emissão de poluentes provenientes de diversas fontes, tais como, veículos automotores, grandes empreendimentos indústrias, do setor de logística (complexo portuário e aeroporto), entre outras.

O monitoramento da qualidade do ar da Grande Vitória é realizado pela Rede de Monitoramento da Qualidade do Ar (RAMQar) do IEMA está presente em quatro (4) dos sete (7) municípios da RMGV. Tais pontos de monitoramento foram definidos, à época, na busca pelo acompanhamento mais eficiente dos possíveis impactos na qualidade do ar causados pelas fontes mais significativas de emissão de poluentes atmosféricos existentes na RMGV.

Vale destacar que o monitoramento da qualidade do ar é um instrumento previsto na Lei Federal nº 14.850, de 02 de maio de 2024, que institui a Política Nacional de Qualidade do Ar, no Inciso III, Parágrafo 2º do artigo 7º, estabelece a competência dos estados na

elaboração anual do 'Relatório de Avaliação da Qualidade do Ar', o qual: *"deve conter os dados de monitoramento, a evolução da qualidade do ar e o resumo executivo, de forma objetiva e didática, com informações redigidas em linguagem acessível, garantindo sua publicidade"*.

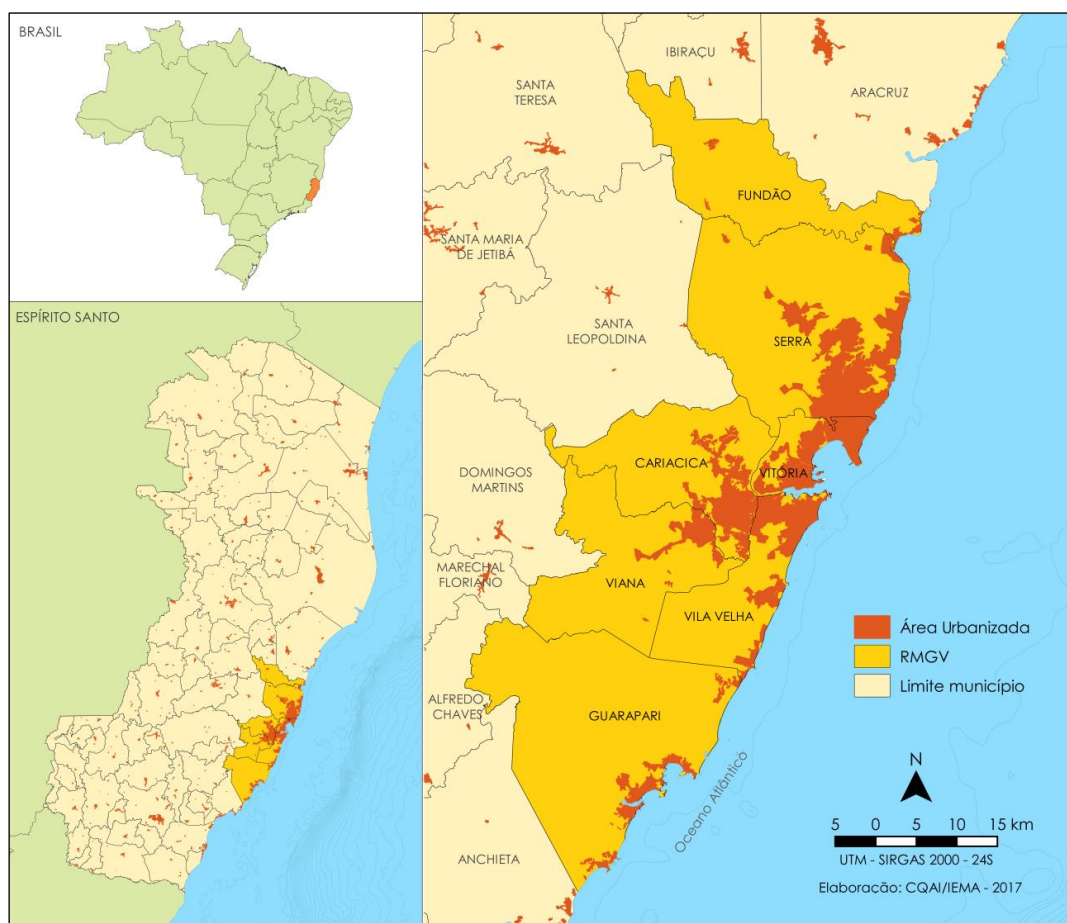
Assim, o objetivo deste relatório é apresentar os resultados do monitoramento da qualidade do ar obtidos com a operação da Rede de Monitoramento da Qualidade do Ar no ano de 2023. As informações constantes no presente relatório buscam informar a sociedade capixaba quanto às condições da qualidade do ar observadas por meio do monitoramento de gases, material particulado e meteorologia nos municípios de Vitória, Vila Velha, Serra e Cariacica, bem como subsidiar futuras ações relacionadas ao controle de emissões atmosféricas e políticas públicas relacionadas a gestão da qualidade do ar.

2 - Caracterização da Região Metropolitana da Grande Vitória

Para descrição das características da região onde estão instaladas as estações de monitoramento da qualidade do ar, foi utilizada uma abordagem mais ampla, tendo como referência a região geográfica oficialmente constituída, a Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV).

A Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV) foi oficialmente criada pela Lei Complementar nº 58 de 1995, integrando os municípios de Vitória, Cariacica, Serra Viana e Vila Velha. Posteriormente, foram incorporados os municípios de Guarapari, pela Lei Complementar nº 159 de 1999 e Fundão, pela Lei Complementar nº 204 de 2001. A RMGV possui 2.331 km² de extensão territorial, localizando-se na região sudeste do Estado, sendo banhado a Leste pelo Oceano Atlântico, conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1:Localização da Região Metropolitana da Grande Vitória.



O relevo da RMGV é caracterizado por maciços rochosos, localizados nas porções oeste e sudoeste, correspondendo aos municípios de Cariacica, Guarapari e Viana, formação de tabuleiros costeiros nas regiões de Serra e Fundão bem como baixadas e planícies que se distribuem irregularmente por toda zona costeira da RMGV.

O uso e ocupação do solo são diversificados, sendo constituído por grandes extensões de pastagens, fragmentos de mata atlântica, restingas, várzeas, manguezais e áreas urbanizadas, que correspondem a 13% de ocupação da área total da Região Metropolitana. A concentração urbana existente nesta região representa 55% da área urbanizada de todo Estado (IJSN, 2011).

A Figura 2 que segue indica as características de relevo observadas na Região Metropolitana da Grande Vitória.

Figura 2: Feições de relevo da área de estudo. Fonte: Iema (2024)



2.1 Aspectos Sociodemográficos

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE em seu último censo, realizado no ano de 2022¹, a RMGV tinha uma população de 1.880.712 habitantes que representam 49% da população do Espírito Santo. Conforme apresentado na Tabela 1, o município de Serra é o mais populoso da Região Metropolitana (27,68%), seguido por Vila Velha (24,87%), Cariacica (18,79%) e Vitória (17,17%). A população dos municípios de Guarapari, Viana e Fundão representam 11,49% do total das habitantes existentes na RGMV. A densidade demográfica nesta região é de 809,42 hab/km², sendo que o município de Vitória possui maior densidade demográfica (3.324,33 hab/km²) e Fundão a menor densidade (62,8 hab/km²) (IBGE, 2022).

Tabela 1: Densidade demográfica na RMGV em 2022.

Local	População			Área (km ²)	Densidade Demográfica (hab/km ²)
	Total	RMGV (%)	ES (%)		
Serra	520.653	27,68	13,58	547,631	950,74
Vila Velha	467.722	24,87	12,20	210,225	2.224,86
Cariacica	353.491	18,79	9,22	279,718	1.263,74
Vitória	322.869	17,17	8,42	97,123	3.324,33
Guarapari	124.656	6,63	3,25	589,825	211,34
Viana	73.423	3,90	1,92	312,279	235,12
Fundão	18.014	0,96	0,47	286,854	62,8
RMGV	1.880.828	100,00	49,06	2.323,66	809,42
Espírito Santo	3.833.712	-	-	46.074,45	83,2

Fonte: IBGE (2022).

No ano de 2022, o estado do Espírito Santo apresentou uma média de 75,36% de acesso aos serviços de esgotamento sanitário. Para a região metropolitana, a capital Vitória conta com o maior índice de acesso aos serviços (99,67%), enquanto o município de Fundão, representa o menor índice de acesso aos serviços de esgotamento sanitário (56,11%). Cerca de 93,05% da população reside em áreas onde o lixo urbano é coletado regularmente. A taxa de alfabetização das pessoas de 15 anos ou mais de idade no Espírito Santo é de 94,38%, sendo que as 4 cidades com melhores taxas estão localizadas na região metropolitana (Vitória, Vila Velha, Serra e Guarapari). O município de Fundão

¹ Serão considerados para o presente relatório os dados do censo de 2022 por serem os dados oficiais mais recentes divulgados pelo IBGE.

é o que apresentou pior desempenho na região metropolitana, com 93,37% de alfabetização, ocupando a 21ª colocação geral do Estado.

2.2 Aspectos Socioeconômicos

O Indicador de PIB trimestral do estado do Espírito Santo fechou o ano de 2023 registrando um crescimento acumulado de +5,7% em relação a 2022, bem acima da média do Brasil, que no mesmo período acumulou +2,9% de crescimento.

A Indústria geral foi o setor que mais contribuiu para o crescimento da economia estadual em 2023, com +11,1% acumulado no ano. A boa performance do setor deve ser atribuída ao aumento na produção da Indústria extrativa (+20,5%), que repercutiu os crescimentos na extração de petróleo (+23,2%) e gás natural (+22,7%)¹ e na pelotização de minério de ferro pela Vale (+31,7%)² e Samarco (+11,6%)³. A alta do setor industrial foi suavizada pela retração de -3,6% da Indústria de transformação (IJSN, 2024).

Os setores de Comércio e Serviços também apresentaram resultados significativos, com crescimento de +9,3% e +7,0%, respectivamente. O crescimento global só não foi maior devido à queda de -3,5% do setor Agropecuário, em relação ao ano anterior, tendo destaque as quedas relacionadas às culturas de café conilon (-11,1%), café arábica (-24,7%) e mamão (-17,5%).

Com isso, o PIB nominal para o Espírito Santo totalizou R\$ 230,2 bilhões.

Em relação ao mercado de trabalho, em 2023, a população desocupada no Espírito Santo foi estimada em 122 mil pessoas, recuando -34,1% ante 2022. Com isso, a taxa de desocupação no estado caiu de 8,5% em 2022 para 5,7% em 2023 (-2,8 p.p.), sendo o melhor resultado observado desde o início da série histórica (2012). O Brasil, da mesma forma, registrou queda na desocupação anual, passando de 9,6% em 2022 para 7,8% em 2023 (IJSN, 2024).

O número de pessoas ocupadas, na comparação anual aumentou +2,6% entre 2022 e 2023 (+51 mil pessoas), alcançando 2,04 milhão de pessoas ocupadas, impulsionados pelo crescimento dos empregados no setor privado (+3,57%), tanto os sem carteira (+10,4%), quanto os com carteira (1,5%), os trabalhadores domésticos (+12,6%), os empregadores (+13,4%), os trabalhadores familiar auxiliar (+8,7%) e os empregados no setor público (+1,3%). Por outro lado, registrou queda na comparação anual, os trabalhadores por conta própria, tanto com CNPJ (-3,7%), quanto sem CNPJ (-3,2%). Como resultado, a taxa de informalidade aumentou, passando de 38,2% em 2022 para 39,0% em 2023 (IJSN, 2024).

No índice geral, a inflação acumulada IPCA no ano de 2023 totalizou +5,1% na Região Metropolitana da Grande Vitória, acima do observado para o Brasil (+4,62%). A inflação foi puxada principalmente pelos grupos de Educação (+8,05%), Transportes (+7,17%) e Saúde e cuidados pessoais (+7,07%) (IJSN,2024).

2.3 Clima Local

O clima e as condições meteorológicas de uma região são fortemente condicionados pela localização geográfica (latitude) e relevo que, em ação conjunta com os grandes sistemas atmosféricos, controlam a distribuição pluviométrica, evaporação, temperatura, umidade do ar e regime de ventos da região (VIANELLO e ALVES, 1991).

A RMGV está localizada entre os paralelos de 10° e 23°26'S, ou seja, na zona tropical, sofrendo influência tanto de sistemas tropicais como de latitudes médias, com estação seca bem definida no inverno e estação chuvosa de verão, com chuvas convectivas. Essa região possui uma característica climática diversificada devido a sua topografia, sua posição geográfica e aspectos dinâmicos da atmosfera que incluem os sistemas meteorológicos de micro, meso e macro escalas e atuam direta ou indiretamente no regime pluvial (MINUZZI *et al.*, 2007).

Os sistemas de classificações climáticas (SCC) foram elaborados com o intuito de analisar e definir os climas de diferentes regiões. Foi levando em consideração elementos climáticos diferentes, ao mesmo tempo, otimizando a troca de informações e análises posteriores para diferentes propósitos. De acordo com a classificação climática de Köppen (Köppen, 1936), o Espírito Santo possui duas tipologias climáticas que variam também de acordo com o relevo local. Na baixada litorânea do Espírito Santo predomina o clima tropical quente com estação seca no inverno (Aw) e, na região serrana, o clima é tropical de altitude (Cwb). A classificação dos tipos climáticos de Köppen considera a sazonalidade e os valores médios anuais e mensais de temperatura do ar e da precipitação.

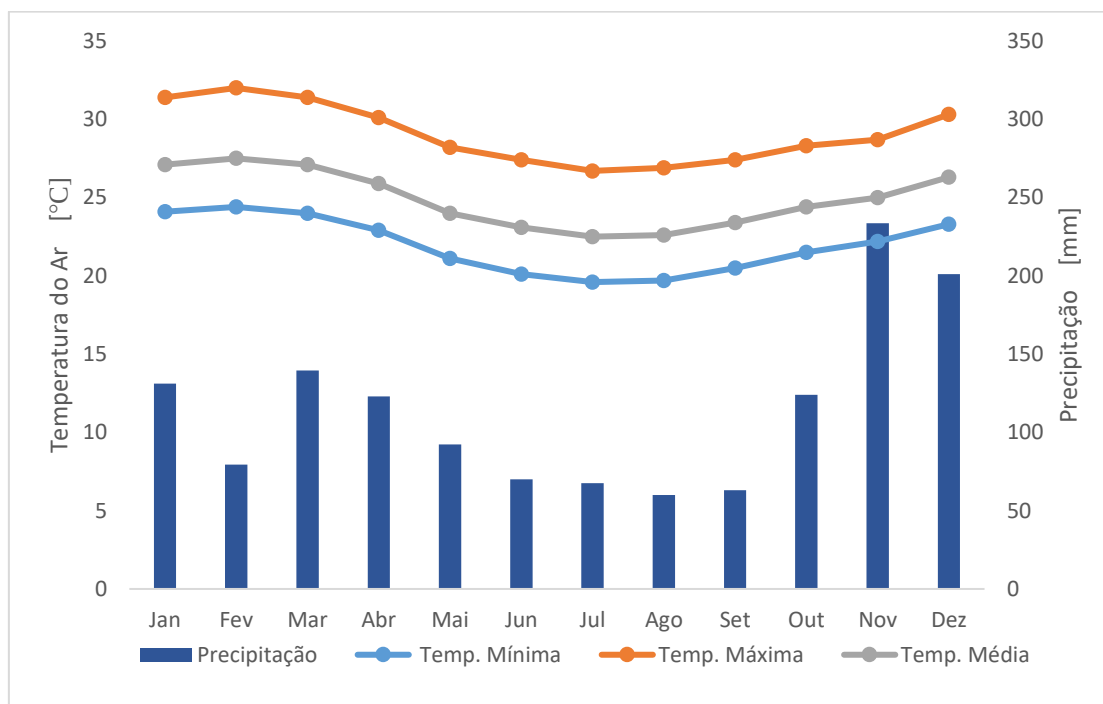
Por estar situada na região litorânea, a RMGV apresenta clima tropical quente (Aw), possuindo inverno ameno e seco, e verão chuvoso e quente. O período quente se estende, aproximadamente, de outubro a abril, com maior intensidade em dezembro e janeiro. No inverno, a temperatura média mensal mais baixa ocorre em julho, sendo a sensação de frio verificada esporadicamente quando há ocorrência de frentes frias.

A Figura 3 apresenta as normais climatológicas, referente ao período de 1991 a 2020, das variáveis meteorológicas, precipitação acumulada, temperatura média, temperatura máxima e temperatura mínima, monitoradas pela estação climatológica

Vitória (Código 83648 - Lat 20°19'S/ Lon 40°19'W) do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

Vale ressaltar que a Organização Meteorológica Mundial (OMM) define o termo normal climatológica como valores médios calculados para um período relativamente longo e uniforme, compreendendo no mínimo três décadas consecutivas (WMO, 1984).

Figura 3: Normais climatológicas da estação Vitória (Temperatura e Precipitação) - 1991 - 2020.

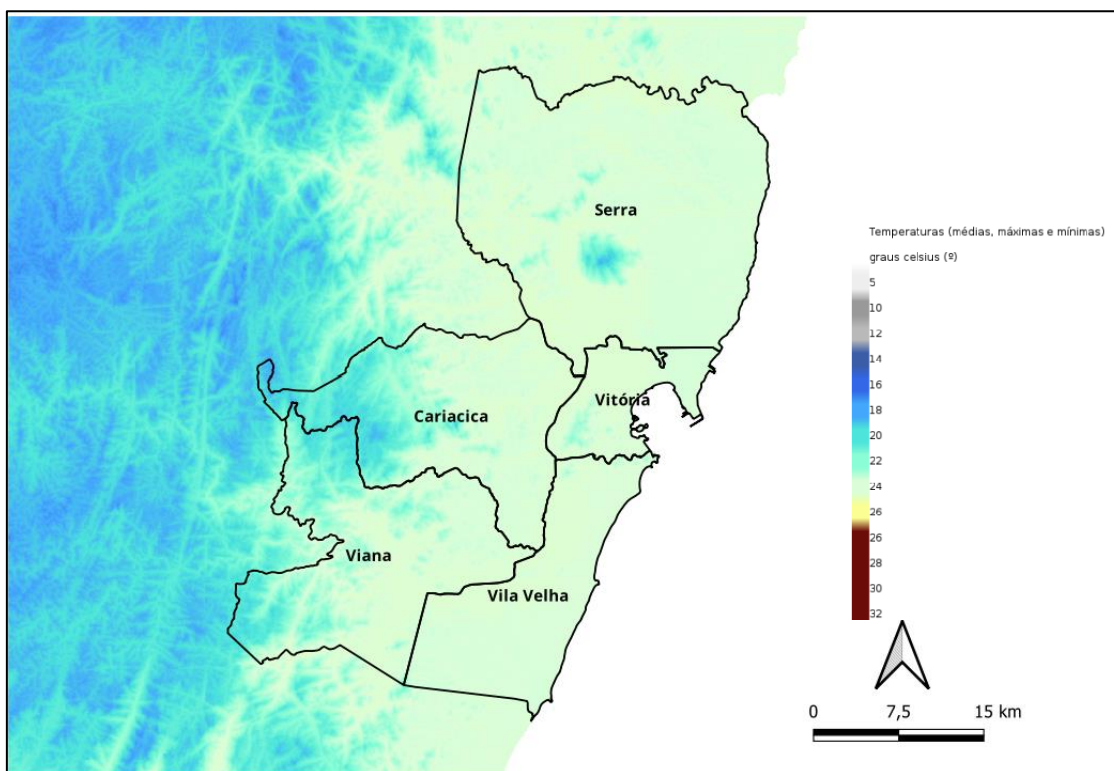


Fonte de dados: INMET (2020).

Observa-se que, historicamente, a temperatura média na cidade de Vitória não varia consideravelmente ao longo do ano, sendo a temperatura média anual igual a 24,9°C, com leve queda nos meses do inverno e suave aumento durante o verão. Avaliando os valores extremos da temperatura do ar, observa-se que o mês de julho é, o mês mais frio, alcançando a média das temperaturas mínimas de 19,60°C, e o mês de fevereiro é o mês, historicamente, mais quente com média das temperaturas máximas igual a 32°C.

A Figura 4 que segue indica as temperaturas médias anuais registradas na Região da Grande Vitória. Conforme pode ser observado as temperaturas médias registradas entre 16 e 26 graus na área de estudo.

Figura 4: Temperaturas médias da região metropolitana da Grande Vitória.

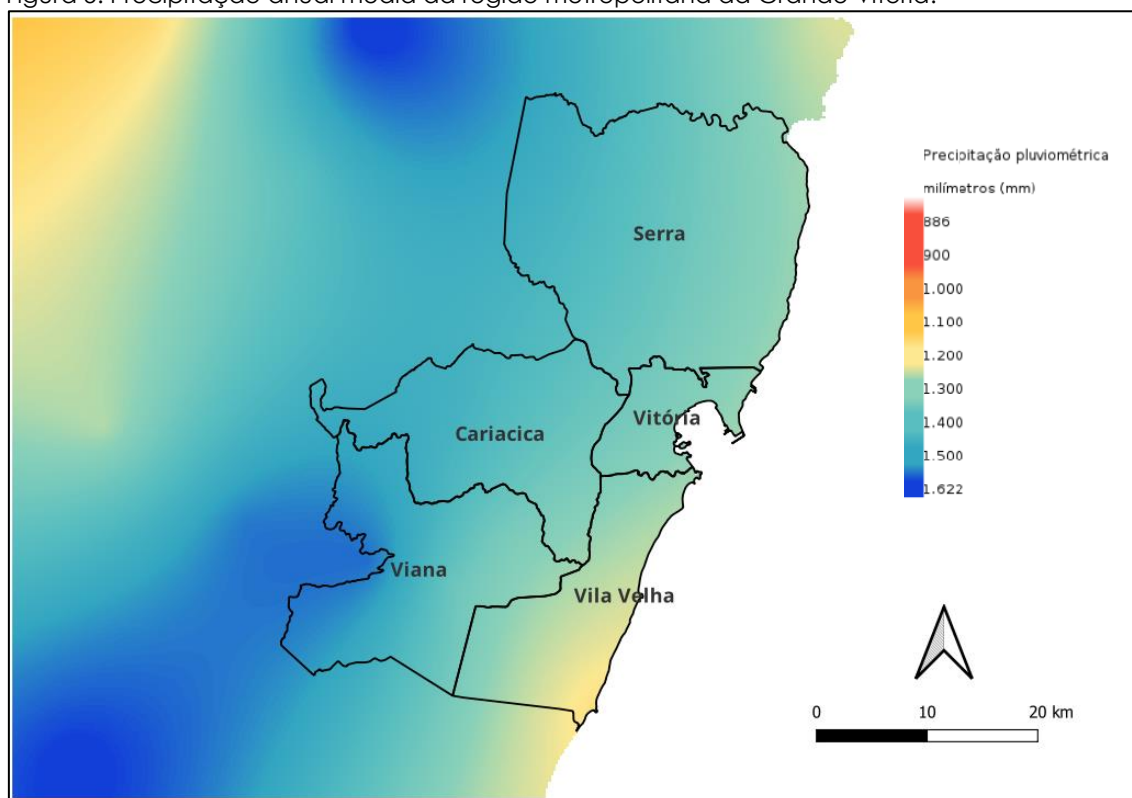


Fonte: Atlas Climatológico do Espírito Santo (2024).

Em relação à precipitação, nota-se que o inverno é o período mais seco, sendo que no mês de agosto ocorre a menor incidência de precipitação (59,9mm). Essa característica climatológica da região durante o inverno ocorre devido à influência dos sistemas de alta pressão subtropical localizados, climatologicamente, em torno da latitude de 30°C nos principais oceanos do planeta. No Atlântico Sul, a Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS) é de grande importância para o clima da América do Sul e afeta o clima do Brasil tanto no inverno quanto no verão. Durante o período de inverno, a ASAS inibe a entrada de frentes e favorece a formação de inversão térmica, concentrando os poluentes nas camadas mais próximas à superfície dos principais centros urbanos das regiões sul e sudeste (Bastos e Ferreira, 2008). A dinâmica desse sistema também favorece a formação de nevoeiros e geadas nas regiões sul e sudeste. Conforme as normais climatológicas a precipitação média anual é de 1.384,4 mm.

A Figura 5 mostra o mapa de precipitação média anual registrado na Grande Vitória. Conforme pode ser observado, a precipitação média anual pode variar entre 1200 e 1500 mm anuais na região em estudo.

Figura 5: Precipitação anual média da região metropolitana da Grande Vitória.



Fonte: Atlas Climatológico do Espírito Santo (2024).

A partir do mês de outubro, inicia-se o período chuvoso na região, o qual se estende até meados de abril. Nessa época do ano, a atuação dos sistemas frontais e de zonas de convergência de umidade favorece o aumento de precipitação. O mês de novembro é o que possui maior ocorrência de eventos de chuva, com média de precipitação acumulada mensal de 233,6 mm. Esse comportamento médio da precipitação durante o final da primavera e verão ocorre porque o sistema de alta pressão encontra-se mais ao sul e deslocado zonalmente mais para leste (sobre a região central do oceano Atlântico). Nessa época do ano, uma banda de nebulosidade orientada no sentido noroeste-sudeste desenvolve-se periodicamente sobre o sudeste do Brasil, coincidindo com a estação chuvosa da região. A permanência dessa banda convectiva por vários dias caracteriza a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS). A ZCAS e os sistemas frontais que se deslocam sobre a região sudeste e em seguida sobre o oceano atingem a porção oeste da alta subtropical e, como resultado, esse sistema de alta pressão é frequentemente dividido, ficando em média, enfraquecido quando comparado à situação do inverno (CAVALCANTI *et al.*, 2009).

Ao longo do litoral dos estados da região sudeste os ventos são predominantemente de NE favorecendo o transporte de umidade do oceano Atlântico Equatorial para o ramo oceânico da ZCAS. As características do regime de vento na RMGV são influenciadas também por circulações de vento locais bastante distintos, como as brisas marinhas e

terrestres (devido à proximidade com o oceano) e brisas de vale e montanha (devido à topografia acidentada), configurando variações significativas na meso e microescala. Em escala sinótica os principais fenômenos meteorológicos que influenciam a variabilidade do tempo na RMGV são: Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), Sistemas Frontais (SF) e o Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul (ASAS) (SANT'ANNA NETO, 2005; VAREJÃO-SILVA, 2006; MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007).

3 - Poluição Atmosférica

Este capítulo tem o objetivo de fornecer as informações básicas sobre os parâmetros de controle ligados à qualidade do ar, descrevendo os principais poluentes atmosféricos e a legislação sobre a poluição do ar.

3.1 Poluentes Atmosféricos

A Resolução CONAMA Nº 506, de 05 de julho de 2024, define como poluente atmosférico “qualquer forma de matéria em quantidade, concentração, tempo ou outras características, que torne ou possa tornar o ar impróprio ou nocivo à saúde, inconveniente ao bem-estar público, danoso aos materiais, à fauna e flora ou prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade ou às atividades normais da comunidade”. Assim, são importantes para o estudo da qualidade do ar as substâncias que possam gerar danos ou riscos à saúde, fauna e flora e as substâncias que estão relacionadas ao incômodo da população, tais como poeira e compostos odorantes, por exemplo.

A Tabela 2 apresenta a descrição dos principais poluentes atmosféricos, suas fontes e efeitos.

Os níveis de poluição do ar em escala local ou regional são medidos por meio de redes de monitoramento da qualidade do ar. Essa rede corresponde a uma ferramenta útil para avaliar os riscos à saúde humana e à segurança ambiental, além de permitir a análise dos resultados de políticas públicas adotadas e ações realizadas para controle de poluentes, como redução das emissões atmosféricas.

Tabela 2: Fontes, características e efeitos dos principais poluentes atmosféricos.

Poluente	Características	Fontes principais	Efeitos gerais sobre a saúde	Efeitos gerais ao meio ambiente
Monóxido de Carbono (CO)	Gás incolor, inodoro e insípido	Combustão incompleta de combustíveis fósseis (veículos automotores principalmente) e outros materiais que contenham carbono na sua composição	Combina-se rapidamente com a hemoglobina ocupando o lugar do oxigênio, podendo levar a morte por asfixia. A exposição crônica pode causar prejuízos ao sistema nervoso central, cardiovascular, pulmonar e outros. Também pode afetar fetos causando peso reduzido no nascimento e desenvolvimento pós-natal retardado	-
Dióxido de Enxofre (SO ₂)	Gás incolor com forte odor (semelhante ao produzido na queima de palitos de fósforo)	Processos que utilizam queima de óleo combustível, refinaria de petróleo, veículos a diesel, polpa e papel	A inalação, mesmo em concentrações muito baixas, provoca espasmos passageiros dos músculos lisos dos bronquíolos pulmonares. Em concentrações progressivamente maiores, causam o aumento da secreção mucosa nas vias respiratórias superiores, inflamações graves da mucosa e redução do movimento ciliar do trato respiratório. Pode, ainda, aumentar a incidência de rinite, faringite e bronquite	Em certas condições, o SO ₂ pode transformar-se em trióxido de enxofre (SO ₃) e, com a umidade atmosférica, transformar-se em ácido sulfúrico, sendo assim um dos componentes da chuva ácida
Hidrocarbonetos (HC)	Gases e vapores com odor desagradável (similar à gasolina ou diesel)	Combustão incompleta e evaporação de combustíveis e outros produtos voláteis	Causa irritação aos olhos, nariz, pele e trato respiratório superior. Além disso, vários hidrocarbonetos são considerados carcinogênicos e mutagênicos	Participam da formação de oxidantes fotoquímicos na atmosfera, juntamente com os óxidos de nitrogênio (NO _x)
Óxidos de Nitrogênio (NO _x)	Gás de cor castanho amarelado (em altas concentrações), com forte odor característico	Combustões em veículos automotores, indústrias, usinas térmicas que utilizam óleo ou gás e incineradores	O NO ₂ é altamente tóxico ao homem, pois aumenta sua susceptibilidade aos problemas respiratórios em geral. Além disso, é irritante às mucosas e pode nos pulmões ser transformado em nitrosaminas (algumas das quais são carcinogênicas)	Pode levar a formação da chuva ácida e consequentemente danos à vegetação e agricultura. Além disso, contribui para formação do ozônio na troposfera; para o aquecimento global; formação de compostos quimiotóxicos e alteração da visibilidade
Ozônio (O ₃)	Gás incolor e inodoro nas concentrações ambientais, sendo o principal componente do "smog" fotoquímico	Formação, na troposfera, a partir da reação dos hidrocarbonetos e óxidos de nitrogênio na presença de luz solar	Provoca danos na estrutura pulmonar, reduzindo sua capacidade e diminuindo a resistência às infecções. Causa ainda, o agravamento de doenças respiratórias, aumentando a incidência de tosse, asma, irritações no trato respiratório superior e nos olhos	É agressivo às plantas, agindo como inibidor da fotossíntese e produzindo lesões características nas folhas
Material Particulado	Pode ser sólido ou líquido, de granulometria, forma e composição química variada de acordo com sua fonte de origem e os processos físicos e químicos de transformação aos quais foi submetido durante seu transporte na atmosfera	Pilhas de estocagem de material granulado, processos de pelotização e siderurgia, cimenteiras e atividades da construção civil, resuspensão de partículas depositadas ou constituintes de vias pavimentadas e não pavimentadas, veículos (escapamentos e frenagem) e fontes naturais como o mar que emite partículas de sais, além das queimadas, por exemplo	Para as partículas mais finas os efeitos estão predominantemente relacionados aos sistemas respiratórios e cardiovasculares e a sensibilidade está associada às condições individuais de saúde e faixa etária, embora toda a população seja afetada. De acordo com a OMS (WHO, 2006), não existem evidências suficientes que indiquem um limite abaixo do qual não ocorram efeitos à saúde humana. Os efeitos à saúde podem ser causados por exposição de longo ou curto prazo ao poluente. No caso das partículas mais grossas as reações mais comuns dizem respeito à impossibilidade de gozo pleno da propriedade e ao desconforto causado pelo incômodo da sujidade gerada pela deposição de material sobre as superfícies de uso cotidiano	Alteração da visibilidade; alteração no balanço de nutrientes de lagos, rios e do solo; danificação da vegetação e alteração na diversidade do ecossistema. Além disso, pode causar danos estéticos (manchas e danificações de rochas e outros materiais)

3.2 Regulamentação Sobre Qualidade do Ar

A qualidade do ar é influenciada diretamente pela emissão de poluentes atmosféricos, pela topografia, pela ocupação do solo e pelas condições meteorológicas. Com esse cenário, surge a necessidade de regulamentações visando a preservação da saúde da população e do meio ambiente.

No âmbito internacional, dentro do sistema da Organização das Nações Unidas (ONU), a Organização Mundial de Saúde (OMS) representa o organismo diretor e coordenador nos assuntos relacionados à saúde. O objetivo da OMS é promover a agenda da pesquisa científica na área da saúde, diagnosticar as tendências mundiais e auxiliar o estabelecimento de normas e diretrizes, entre outros.

Regularmente, a OMS divulga relatórios com diretrizes a serem seguidas pelos países para a melhoria da qualidade do ar, além de recomendações de valores-guia (metas ou padrões) de concentração a serem alcançados para os principais contaminantes. As diretrizes da OMS para qualidade do ar não têm caráter regulatório, para tal estas devem ser recepcionadas no aparato legal dos locais onde se pretende utilizá-las, na forma de padrões de qualidade do ar, por exemplo.

De várias maneiras, essas diretrizes estimularam as autoridades e a sociedade civil a aumentarem os esforços para controlar e estudar as exposições nocivas à poluição do ar. Em resposta a esta consciência cada vez maior, a 68ª Assembleia Mundial da Saúde aprovou a resolução “WHA68.8, Saúde e meio ambiente: abordando o impacto da poluição do ar na saúde”, que foi endossada por 194 Estados Membros em 2015 (OMS, 2015).

Tendo em vista os muitos avanços científicos e o papel global desempenhado pelas diretrizes de qualidade do ar da OMS, uma atualização foi iniciada em 2016 e finalizada em 2021.

O objetivo geral das diretrizes globais atualizadas é oferecer recomendações quantitativas, pensadas para a saúde, para o gerenciamento da qualidade do ar, expressas como concentrações a longo ou curto prazo para os principais poluentes do ar. Exceder os valores-guia das diretrizes de qualidade do ar está associado a riscos importantes para a saúde pública (OMS 2021).

As metas intermediárias de qualidade do ar de 2005 foram atualizadas para orientar a implementação dos novos valores-guia, e foram formuladas declarações de boas práticas para apoiar a gestão dos tipos específicos de MP considerados preocupantes (OMS 2021).

As metas intermediárias são níveis de poluentes do ar que são mais elevados do que os valores-guia, mas que as autoridades em áreas altamente poluídas podem usar para formular políticas de redução da poluição que sejam atingíveis dentro de prazos realistas. Portanto, as metas intermediárias devem ser consideradas como etapas em direção ao cumprimento final dos valores-guia no futuro, e não como metas finais. O número de metas intermediárias e os valores numéricos delas são específicos para cada poluente (OMS 2015).

Em nível nacional, recentemente tivemos a publicação da Lei Federal nº 14.850, de 02 de maio de 2024. Tal lei institui a Política Nacional de Qualidade do Ar. Entre as disposições da Lei 14.850/2024, destaca-se a divisão de competências entre União, Estados e Municípios. Também estipula que os padrões de qualidade do ar serão definidos pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA e estipula obrigações aos Estados para elaboração de inventários, planos de gestão da qualidade do ar, entre outros.

Em atendimento ao determinado na Lei Federal nº 14.850/2024, foi publicada a Resolução CONAMA nº 506, de 05 julho de 2024. A CONAMA 506/2024 estabeleceu os novos padrões de qualidade do ar, estruturados considerando como referência principalmente as diretrizes da Organização Mundial da Saúde (OMS) do ano de 2021. Destaca-se que essa CONAMA estipula, em seu Art. 3º, que os padrões de qualidade do ar nela definidos deverão ser seguidos por todos os órgãos e entidades integrantes do Sistema Nacional de Meio Ambiente – SISNAMA.

A Resolução CONAMA nº 506/2024 estabeleceu padrões intermediários (PI) e final (PF) para cada poluente definidos os anos de início e fim da vigência para cada padrão da seguinte forma:

Art. 4º Os Padrões Nacionais de Qualidade do Ar definidos nesta Resolução serão adotados sequencialmente, em cinco etapas, conforme Anexo I.

*§ 1º A primeira etapa, que compreende os padrões de qualidade do ar intermediários PI-1, **vigora até 31 de dezembro de 2024.***

*§ 2º Os padrões de qualidade do ar intermediários PI-2 entrarão em vigor em **1º de janeiro de 2025.***

*§ 3º Os padrões de qualidade do ar Intermediários PI-3 entrarão em vigor em **1º de janeiro de 2033.***

§ 4º Os padrões de qualidade do ar intermediários PI-4 entrarão em vigor em 1º de janeiro de 2044, sendo possível a antecipação ou prorrogação desta data, uma única vez, por um período máximo de quatro anos, desde que observado o procedimento e verificados os requisitos previstos no art. 6º desta Resolução.

§ 5º Os padrões de qualidade do ar finais - PF entrarão em vigor em data a ser definida em resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - Conama, conforme estabelecido no art. 6º desta Resolução.

A nova legislação nacional (Lei Federal nº 14.850/2024 e CONAMA nº 506/2024) também definem que os Estados e Municípios deverão seguir as orientações contidas no “Guia Técnico para o Monitoramento da Qualidade do Ar”, entre eles as especificações mínimas para os equipamentos de medição e a forma de avaliação dos resultados.

Registra-se, porém, que a nova Resolução CONAMA (CONAMA nº 506/2024) não revogou totalmente a Resolução CONAMA nº 491/2018, ficando mantidos principalmente os artigos que tratam sobre episódios críticos (relacionados aos níveis de atenção, alerta e de emergência).

Em nível Estadual, o Governo do Estado do Espírito Santo, por meio do Decreto nº 3.463-R de 16 de dezembro de 2013, estabeleceu os padrões estaduais de qualidade do ar, com exceção aos parâmetros “fumaça” e “chumbo”. O Decreto Estadual contempla todos os parâmetros estabelecidos pela CONAMA, além de também estabelecer padrões para Poeira Sedimentável (PS).

No Decreto citado, está previsto o conceito de Metas Intermediárias (MI), que são valores temporários a serem cumpridos em etapas, visando à melhoria gradativa da qualidade do ar, até o atingimento dos Padrões Finais (PF), que representam as metas de longo prazo. Para cada poluente foram previstas três metas intermediárias visando o gradual alcance ao PF, estabelecido com base nas diretrizes recomendadas pela OMS no relatório divulgado à época (2005) para os poluentes de interesse.

Mais recentemente foi publicada a Lei Estadual nº 12.059, de 27 de março de 2024, que instituiu a Política Estadual de Qualidade do Ar. Tal lei trouxe maior amparo legal à algumas questões já existentes no Decreto nº 3.463-R/2013, modernizou/atualizou alguns pontos também já existentes no Decreto citado e trouxe algumas inovações. Um dos pontos definidos na Lei Estadual nº 12.059/2024 é a necessidade de edição de um Decreto regulamentador, que deverá trazer a atualização dos padrões de qualidade do ar, além de regulamentar outros pontos. Com isso, espera-se que o Decreto nº 3.463-R/2018 seja revisado em um futuro próximo.

Destaca-se que a publicação da Lei Estadual 12.059/2024 e do Decreto Estadual 3.463-R/2013 foram anteriores à publicação da Lei Federal 14.850/2024 e Resolução CONAMA 506/2024. Portanto, espera-se que a publicação do novo decreto estadual já contemple as novas disposições contidas na legislação federal.

Os padrões e diretrizes são estabelecidos com base nos potenciais danos causados à saúde. Entretanto, para poeira sedimentável (PS) estão associadas ao incômodo causado às populações expostas. Sob o aspecto do incômodo, as reações mais comuns dizem respeito à impossibilidade de gozo pleno da propriedade e ao desconforto causado pela sujidade gerada pela deposição da poeira sedimentável sobre as superfícies de uso cotidiano (VALLACK e SHILLITO, 1998; FARFEL et al., 2005). Este poluente, conforme observado por Conti et al. (2009), incluem majoritariamente frações de partículas que variam entre 5 a 100 µm. Além do incômodo, as partículas podem depositar sobre a vegetação, os materiais, edificações e monumentos ocasionando a modificação das propriedades óticas das folhas e a consequente diminuição da atividade fotossintética das plantas, a descoloração e a decomposição de materiais de construção, entre outros efeitos (HU et al., 2006).

Os valores limites adotados para a taxa de deposição de PS variam entre os diferentes países, e muitas vezes entre regiões de um mesmo país; por exemplo, nos EUA e Canadá, existem padrões diferentes para os estados. De maneira geral, os valores limites adotados para a taxa de deposição de PS estão entre 3,0 e 15 g/m²/30 dias, variando de acordo com o uso e ocupação do solo (áreas residenciais, comerciais ou industriais). Observa-se que a concentração de valores para os padrões de PS está entre 5,0 e 10 g/m²/30 dias, tais como aqueles adotados, por exemplo, em países como Argentina, Estados Unidos, Espanha, Finlândia e Austrália (VALLACK e SHILLITO, 1998; DECNY, 2009; DEQM, 2007).

No Brasil, além do Estado do Espírito Santo, verifica-se que apenas do Estado de Minas Gerais, por meio da Deliberação Normativa COPAM nº 01 de 26 de maio de 1981, instituiu padrões para PS, sendo 10 g/m²/30 dias para áreas industriais e 5 g/m²/30 dias nas demais áreas.

Outros poluentes também podem estar presentes na atmosfera, entretanto, não estão contemplados em padrões de qualidade do ar. A ausência de padrões de qualidade para alguns poluentes atmosféricos pode ser justificada por: (i) não existirem evidências científicas suficientes para correlacionar as concentrações ambientais dos poluentes à efeitos à saúde e (ii) dificuldades técnicas na amostragem ou medição do poluente.

3.3 Padrões da Qualidade do Ar

A partir da publicação da Resolução CONAMA nº 506/2024, publicada no Diário Oficial da União – DOU em 09 de julho de 2024, os padrões de qualidade do ar passam a ser aqueles contidos no Anexo I daquela Resolução, válidos para todo o território nacional.

Apesar do presente relatório ser referente ao ano de 2023, período ao qual ainda eram válidos os padrões **definidos na Resolução CONAMA nº 491/2018, consideraremos nas avaliações os padrões da nova legislação. Essa escolha se motiva para dar maior transparência à população sobre o real posicionamento da qualidade do ar da região metropolitana de Vitória quando comparada às novas metas nacionais e comparadas às metas estabelecidas pela OMS.** Cumpre destacar que o padrão final estabelecido pela Resolução CONAMA corresponde aos valores guia das Diretrizes de Qualidade do Ar estabelecidas pela OMS em 2021. Uma vez que o Decreto Estadual no 3.463-R/2013 continua válido na data de publicação do presente relatório, tendo o Art. 25 da Lei Estadual nº 12.059/2024 mantido os padrões nele dispostos até a que o poder executivo publique novo Decreto, o mesmo também será levado em consideração nas avaliações.

Tanto o Decreto Estadual quanto a nova Resolução CONAMA possuem Padrões Finais baseados nas diretrizes da OMS, válidos à época de sua publicação, e metas intermediárias, ou padrões intermediários. Objetiva-se a evolução das ações de controle de fontes de emissão para avanço gradativo para metas intermediárias subsequentes. Os valores estabelecidos na legislação nacional e estadual podem ser observados na Tabela 3.

Atualmente, estão válidos os padrões PI-1 da Resolução CONAMA nº 506/2024 e o MI1 do o Decreto Estadual no 3.463-R/2013. Contudo, como poderá ser visto mais adiante, a região metropolitana da Grande Vitória já atende ao Padrão Final para a maioria dos poluentes.

Tanto as diretrizes da OMS, quanto os padrões nacionais e estaduais de qualidade do ar, apresentam valores referenciais associados aos efeitos à saúde causados pela curta e longa exposição para MP2,5, MP10, Ozônio, Dióxido de Nitrogênio, Dióxido de Enxofre e Monóxido de Carbono. Tais padrões visam prevenir efeitos agudos e crônicos a saúde das populações expostas.

Até o momento, os dados disponíveis são insuficientes para fornecer recomendações de valores-guia e metas intermediárias para alguns tipos específicos de MP, notadamente carbono negro/elementar, partículas ultrafinas e partículas provenientes de tempestades de areia e poeira. No entanto, devido às preocupações com a saúde relacionadas a esses poluentes, fazem-se necessárias ações para aprimorar pesquisas futuras sobre seus riscos e abordagens para mitigação destes. (OMS, 2021)

As diretrizes da OMS se aplicam tanto para ambientes internos e externos. Vale ressaltar que estas orientações não abrangem contextos ocupacionais, devido às características específicas das exposições relevantes e políticas de redução de risco e às diferenças

potenciais na suscetibilidade populacional da força de trabalho adulta em comparação com a população em geral. (OMS, 2021)

Conforme comentado, os artigos da Resolução CONAMA nº 491/2018 ainda não revogados pela CONAMA nº 506/2024, estabelecem níveis de qualidade do ar para que estados e municípios estabeleçam planos de emergência para episódios críticos de poluição do ar, visando a prevenção de graves e iminentes riscos à saúde da população. Um episódio crítico de poluição do ar está definido como a presença de altas concentrações de poluentes na atmosfera, em curto período de tempo, resultante da ocorrência de condições meteorológicas desfavoráveis à dispersão dos mesmos. São três, estes níveis: atenção, alerta e emergência. O estabelecimento desses níveis está também previsto no Decreto Estadual nº 3.463-R/2013.

Tabela 3: Padrões nacionais e estaduais de qualidade do ar.

Poluente	Período de Referência	Unidade	Padrão Nacional (CONAMA nº 506/2024)					Metas e Padrão Estadual (Decreto nº 3.463-R/2013)				Diretrizes de Qualidade do Ar OMS (2021)				
			PI - 1	PI - 2	PI - 3	PI - 4	PF	MI1-ES	MI2-ES	MI3-ES	PF-ES	1	2	3	4	Valores guia
MP 2,5	Diária	µg/m³	60	50	37	25	15	-	50	37	25	75	50	37,5	25	15
	Anual		20	17	15	10	5	-	20	15	10	35	25	15	10	5
MP 10	Diária	µg/m³	120	100	75	50	45	120	80	60	50	150	100	75	50	45
	Anual		40	35	30	20	15	45	33	25	20	70	50	30	20	15
PS	Mensal	g/m²/30d	-	-	-	-	-	14	-	-	-	-	-	-	-	-
	Anual		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PTS	Diária	µg/m³	-	-	-	-	240	180	170	160	150	-	-	-	-	-
	Anual		-	-	-	-	80	65	63	62	60	-	-	-	-	-
SO ₂	24h	µg/m³	125	50	40	40	40	60	40	30	20	125	50	-	-	40
	Anual		40	30	20	20	20	40	30	20	-	-	-	-	-	-
NO ₂	Conama e Decreto: 1 h OMS: 24h	µg/m³	260	240	220	200	200	240	220	210	200	120	50	-	-	25
	Anual		60	50	45	40	10	50	45	42	40	40	30	20	-	10
O ₃	8h	µg/m³	140	130	120	100	100	140	120	110	100	160	120	-	-	100
	Anual		-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	70	-	-	60*
CO	8h	Decreto e OMS: µg/m³; CONAMA: ppm	-	-	-	-	9	-	-	-	10.000 (8h) 30.000 (1h)	7.000 (24h)	-	-	-	4.000 (24h)
	Anual		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fumaça	Diária	µg/m³	120	100	75	50	45	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Anual		40	35	30	20	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chumbo	Diária	µg/m³	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Anual		-	-	-	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-

* A OMS coloca o parâmetro para o período de “Alta temporada”, que seria a “Média aritmética da concentração média diária máxima de O₃ em 8 horas nos 6 meses consecutivos com a maior concentração média de O₃ (média móvel de 6 meses)”.

Para a definição desses três níveis são considerados os seguintes parâmetros: concentrações de partículas inaláveis, partículas respiráveis, dióxido de enxofre, dióxido de nitrogênio, ozônio, monóxido de carbono, bem como as condições meteorológicas. Os níveis de atenção, alerta ou emergência são declarados quando, prevendo-se a manutenção das emissões bem como as condições meteorológicas desfavoráveis à dispersão dos poluentes, nas vinte e quatro horas subsequentes, for atingida, respectivamente, uma ou mais das concentrações apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4: Concentração dos poluentes (µg/m³) para determinação dos níveis de atenção, alerta e emergência.

Níveis	MP ₁₀ 24h	MP _{2,5} 24h	SO ₂ 24h	NO ₂ 1h	O ₃ 8h	CO 8h
ATENÇÃO	250	125	800	1.130	200	17.000 (15ppm)
ALERTA	420	210	1.600	2.260	400	34.000 (30ppm)
EMERGÊNCIA	500	250	2.100	3.000	600	46.000 (40ppm)

Fonte: Resolução CONAMA nº 491 de 19/11/2018.

3.4 Índice de Qualidade do Ar

O Índice de Qualidade do Ar (IQAr) é utilizado para simplificar as informações do monitoramento da qualidade do ar de forma a torná-las mais acessíveis ao público. Para cada estação de monitoramento e poluente, conforme definição da legislação vigente, é calculado um número adimensional, este classificado em cinco (05) faixas qualitativas. De acordo com estas faixas, a qualidade do ar pode ser classificada como BOA, MODERADA, RUIM, MUITO RUIM ou PÉSSIMA. Atualmente, o IQAr pode assumir valores desde 0 até superiores a 200, sendo que, quanto maior o valor do IQAr calculado, pior é a qualidade do ar.

Para cada estação de monitoramento, a qualidade do ar é divulgada com base no pior resultado de IQAr calculado, ou seja, numa abordagem conservadora, a partir do cálculo do IQAr para cada poluente monitorado na estação, será divulgado o maior valor de IQAr encontrado.

A Tabela 5 apresenta as faixas de concentração e do IQAr para cada poluente. A Resolução CONAMA nº 506/2024 definiu uma nova faixa de classificação “BOA”. Porém, a definição das faixas para o restante das classificações deve ser estipulada na atualização do “Guia Técnico para Monitoramento da Qualidade do Ar”, a ser

desenvolvido pelo Ministério do Meio Ambiente – MMA em até 18 (dezoito) meses após a publicação da CONAMA. Uma vez que ainda não temos a publicação da tabela completa no novo Guia Técnico, utilizaremos as faixas definidas no Guia Técnico publicado pelo MMA em 2019.

A classificação do IQAr está associada aos valores de concentração dos poluentes definidos nas Diretrizes da OMS (2005) e na Resolução CONAMA nº 491/2018. Sendo assim, a qualidade do ar é considerada como BOA quando as diretrizes da OMS 2005 estão sendo atendidas. Por outro lado, a qualidade do ar é considerada MODERADA, quando as concentrações estabelecidas na legislação vigente estão sendo atendidos. Já as classificações RUIM, MUITO RUIM e PÉSSIMA são utilizadas quando as concentrações atingem aos níveis apresentados na Tabela 5. Estas concentrações foram definidas com base nos cenários de ATENÇÃO, ALERTA E EMERGÊNCIA estabelecidos na Resolução CONAMA nº 491/2018.

Tabela 5: Descrição das classes, índices e valores limites de concentração para determinação do IQAr.

Classificação	Valor do índice	Concentração (µg/m³)					
		MP ₁₀ 24h	MP _{2,5} 24h	SO ₂ 24h	NO ₂ 1h	O ₃ 8h	CO 8h
BOA	0-40	0 - 50	0 - 25	0 - 20	0 - 200	0 - 100	0 - 10.000
MODERADA	41-80	>50 - 100	>25 - 50	>20 - 40	>200 - 240	>100 - 130	>10.000 - 13.000
RUIM	81-120	>100 - 150	>50 - 75	>40 - 365	>240 - 320	>130 - 160	>13.000 - 15.000
MUITO RUIM	121-200	>150 - 250	>75 - 125	>365 - 800	>320 - 1.130	>160 - 200	>15.000 - 17.000
PÉSSIMA	201-400	>250	>125	>800	>1.130	>200	>17.000

4 - Monitoramento da Qualidade do Ar

4.1 Rede Automática de Qualidade do Ar (RAMQAr)

A RAMQAr iniciou suas operações em 2000, sendo viabilizada por meio de condicionantes das Licenças de Instalação da Usina VII da Vale (LI nº 055/96) e do Alto Forno II da ArcelorMittal Tubarão (LI nº 063/96). Atualmente a RAMQAr da RGV é composta por 10 estações de monitoramento localizadas nos municípios de Vitória, Vila Velha, Serra e Cariacica, que são geridas pelo Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA).

A mais recente estação foi instalada no bairro Praia do Canto, dentro do Centro de Treinamento Dom João Batista, da Arquidiocese de Vitória, tendo iniciado suas operações oficialmente a partir de julho de 2023. Por conta da desativação temporária da estação Vila Velha Centro (EMQAr RGV 07), no ano de 2023 o IEMA operou nove (9) estações de monitoramento da qualidade do ar.

A Tabela 6 e a Figura 6 apresentam a localização das estações de monitoramento da RAMQAr.

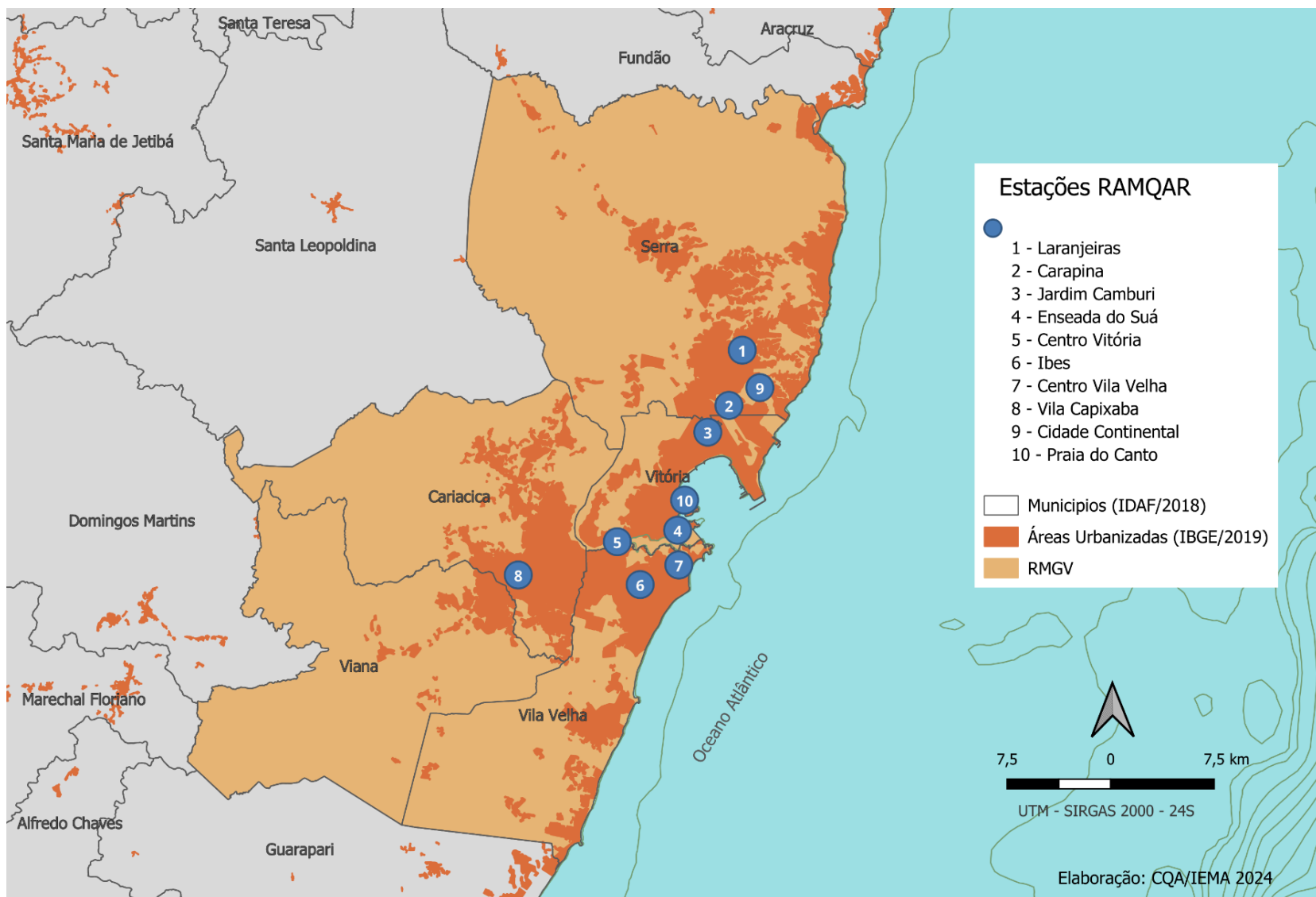
Tabela 6: Dados de localização das estações da RAMQAr.

Estação	Localização	Bairro	Município	Início da Operação	Coordenadas X	Coordenadas Y
EMQAr - RGV1	Hospital Dório Silva	Laranjeiras	Serra	2000	369917	7766305
EMQAr - RGV2	ArcelorMittal Tubarão	Carapina	Serra	2000	368945	7762315
EMQAr - RGV3	Unidade de Saúde	Jardim Camburi	Vitória	2000	367429	7760371
EMQAr - RGV4	Corpo de Bombeiros	Enseada do Suá	Vitória	2000	365266	7753279
EMQAr - RGV5	Ministério da Fazenda	Centro	Vitória	2005	360857	7752450
EMQAr - RGV6	4º Batalhão da Polícia Militar	Ibes	Vila Velha	2000	362532	7749346
EMQAr - RGV7*	Ao lado do Colégio Marista	Centro	Vila Velha	2000	365354	7750721
EMQAr - RGV8	CEASA	Vila Capixaba	Cariacica	2000	353697	7749998
EMQAr - RGV9	ArcelorMittal Tubarão	Cidade Continental	Serra	2011	371218	7763588
EMQAr - RGV10	Centro de Treinamento Dom João Batista	Praia do Canto	Vitória	2023	365736	7755438

Nota: Sistema de Coordenadas UTM - SIRGAS 2000.

* EMQAr - RGV7 temporariamente desativada durante o ano de 2023.

Figura 6: Localização das estações de monitoramento automáticas na Região Metropolitana da Grande Vitória.



As estações que compõem a RAMQAr da RGV são de propriedade do Estado do Espírito Santo, sendo o IEMA o órgão responsável pela gestão de sua operação e manutenção, tendo como objetivos:

- Verificar o atendimento aos padrões da qualidade do ar;
- Verificar a efetividade das medidas de controle ambiental;
- Verificar a influência das atividades antrópicas na qualidade do ar;
- Vigilância da qualidade do ar no entorno de fontes específicas;
- Avaliar as tendências de comportamento das concentrações de poluentes e de suas fontes de emissão;
- Avaliar o inventário de emissões e modelos de dispersão;
- Consolidação das informações para subsidiar estudos de riscos para a saúde;
- Apoio às pesquisas acadêmicas.

A Tabela 7 apresenta uma descrição da abrangência esperada e fontes de influência por cada estação da RAMQAr em sua concepção original.

Tabela 7: Descrição da área de influência das estações da RAMQAr.

Estação	Localização	Descrição de abrangência e fontes de influência
EMQAr - RGV1	Laranjeiras	Influências diretas das indústrias da Ponta de Tubarão quando da ocorrência de ventos sul e demais indústrias do CIVIT quando a concorrência de ventos Nordeste.
EMQAr – RGV2	Carapina	Esta estação capta influências das indústrias da Ponta de Tubarão em determinadas condições de vento. No que diz respeito ao monitoramento meteorológico, essa é a estação mais completa.
EMQAr – RGV3	Jardim Camburi	Cobre áreas diretamente influenciadas pelas emissões de indústrias da Ponta de Tubarão, Serra e Vitória. A mesma, ainda, sofre influência de fontes móveis circulando em áreas nos seus arredores.
EMQAr – RGV4	Enseada do Suá	É apresentada como a principal estação na rede de medição instalada, pois se localiza em um ponto estratégico da Região Metropolitana da Grande Vitória e proporciona grande área de cobertura espacial. Sofre influência das emissões de origem industrial da Ponta de Tubarão e pelas fontes móveis que convergem para aquela área de passagem natural da região.
EMQAr – RGV5	Centro-Vitória	A estação proporciona cobertura espacial de áreas diretamente influenciadas pelas emissões de veículos, recebendo ainda contribuições de atividades portuárias e fontes industriais dos municípios de Vitória e Vila Velha.
EMQAr – RGV6	Ibes	Cobre áreas diretamente influenciadas pelas emissões veiculares e industriais dos municípios de Vitória, Vila Velha e Cariacica. A estação reúne todas as condições físicas para medição adequada dos parâmetros meteorológicos.
EMQAr – RGV7	Centro-Vila Velha	Proporciona cobertura espacial de áreas diretamente influenciadas pelas emissões de veículos e industriais dos municípios de Vitória e Vila Velha.
EMQAr – RGV8	Vila Capixaba	A estação apresenta uma alta cobertura na parte sudoeste da região, com baixa redundância entre outras estações da rede. Ela cobre ainda áreas diretamente influenciadas pelas emissões de veículos e indústrias de Cariacica, além de reunir todas as condições físicas para medição adequada dos parâmetros meteorológicos.
EMQAr – RGV9	Cidade Continental	É influenciada diretamente pelas indústrias da Ponta de Tubarão, e sofre influência relativa de veículos e outras fontes da Serra.
EMQAr – RGV10	Praia do Canto	A estação tem como objetivo a avaliação das emissões de material particulado advindos das empresas instaladas na Ponta de Tubarão quando de vento nordeste (predominante na região) e obtenção de dados meteorológicos.

É importante ressaltar que o crescimento ocorrido na RMGV desde a idealização da rede (anos 2000), e as alterações relacionadas às principais fontes de emissão na região podem ocasionar a alteração da abrangência de atuação de cada estação em relação à sua idealização. Fatores como a construção de edificações ou crescimento de árvores próximas às estações, por exemplo, também provocam alterações em microescala, com mudança no escoamento dos ventos, que alteram as condições de monitoramento de uma estação. Por tal motivo, com certa frequência é necessário fazer uma reavaliação do posicionamento de uma estação ou da rede como um todo. Atualmente, o IEMA avalia a possibilidade de realocação de algumas estações para os próximos anos.

A Tabela 8 apresenta os parâmetros meteorológicos e de qualidade do ar previstos para serem monitorados por cada estação da RAMQAr a partir da modernização tecnológica ocorrida em 2023.

Tabela 8: Parâmetros monitorados pelas estações da RAMQAr em 2023.

Estação	Localização	MP _{2,5}	MP ₁₀	PTS	SO ₂	NO	NO ₂	NO _x	CO	O ₃	HCB	Parâmetros Meteorológicos
EMQAr - RGV1	Laranjeiras	X	X		X	X	X	X	X	X		DV, VV, PP, TA, UR
EMQAr – RGV2	Carapina	X	X									DV, VV, PA, PP, RS, UR, TA
EMQAr – RGV3	Jardim Camburi	X	X		X	X	X	X				DV, VV, PP, TA, UR
EMQAr – RGV4	Enseada do Suá	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	DV, VV, PA, PP, RS, UR, TA
EMQAr – RGV5	Centro-Vitória	X	X		X	X	X	X	X			PP, TA, UR
EMQAr – RGV6	Ibes	X	X	X	X	X	X	X	X	X		DV, VV, PP, UR, TA
EMQAr – RGV7	Centro-Vila Velha	X	X		X							DV, VV, PP, UR, TA
EMQAr – RGV8	Vila Capixaba	X	X		X	X	X	X	X	X		DV, VV, PP, UR, TA
EMQAr – RGV9	Cidade Continental	X	X		X	X	X	X				
EMQAr - RGV10	Praia do Canto	X	X									DV, VV, PA, PP, RS, UR, TA

Legenda:**Poluentes:**

CO	Monóxido de Carbono
NO	Monóxido de Nitrogênio
NO ₂	Dióxido de Nitrogênio
NO _x	Óxidos de Nitrogênio
O ₃	Ozônio
MP ₁₀	Partículas Inaláveis (<10 µm)
MP _{2,5}	Partículas Respiráveis (<2,5 µm)
SO ₂	Dióxido de Enxofre
PTS	Partículas Totais em Suspensão
HCB	Hidrocarbonetos

Meteorologia:

DV	Direção do Vento
PA	Pressão Atmosférica
PP	Precipitação Pluviométrica
RS	Radiação Solar
TA	Temperatura
UR	Umidade Relativa
VV	Velocidade do Vento

Cabe salientar que a estação EMQAr – RGV7, localizada ao lado do colégio Marista, no centro de Vila Velha, encontra-se desativada desde o ano de 2021. Atualmente o IEMA trabalha para o reposicionamento da estação responsável pelo monitoramento da qualidade do ar na região do centro de Vila Velha.

As estações automáticas coletam e analisam continuamente amostras do ar e processam essas informações na forma de médias horárias, no próprio local e em tempo real. As médias horárias são transmitidas para a central de telemetria localizada na Coordenação de Qualidade do Ar e Áreas Contaminadas - CQA do IEMA e armazenadas em servidor exclusivo de banco de dados, onde passam por processo de validação técnica periódica. Todos os monitores usados na RAMQAr atendem aos

padrões de qualidade e desempenho mais rigorosos do mercado e possuem a certificação da Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (USEPA). A operação da RAMQAr é realizada por empresa contratada através de licitação pública, com a fiscalização e gestão do contrato realizada por servidores do IEMA.

Segundo o Instituto de Energia e Meio Ambiente - IEMA (2024) em seu estudo denominado “Dimensionamento da Rede Básica de Monitoramento da Qualidade do Ar no Brasil”, no qual utilizou critérios Europeu e Norte Americano para avaliar o dimensionamento das redes de monitoramento da qualidade do ar no Brasil, o Espírito Santo apresenta um número de estações de monitoramento já compatível com a cobertura mínima considerando os critérios Europeu e Norte Americano.

4.1.1 Situação Operacional do Monitoramento da Qualidade do ar

Conforme já mencionado, a RAMQAR da RGV teve suas operações iniciadas no ano de 2000. Contudo, em virtude do tempo decorrido, verificou-se a necessidade de atualização das estações devido à defasagem dos equipamentos instalados, bem como a paralisação do monitoramento de alguns poluentes dado a indisponibilidade de peças de reposição e consumíveis para tais equipamentos.

Tal atualização tecnológica ocorreu gradualmente ao longo do ano de 2023, mas se concentrou entre os meses de julho a setembro. A atualização da RAMQAR da RGV é objeto dos convênios nº 001/2021 e 002/2022, firmados com as empresas Vale e Arcelor, respectivamente. Entre as ações executadas destacam-se a reforma das instalações físicas das estações, substituição dos equipamentos analisadores de gases e de material particulado e instalação de equipamentos de medição meteorológico na maioria das estações.

A Tabela 9 a seguir detalha a situação dos monitores de poluentes das estações e o estado de cada um destes observados no mês de dezembro de 2023.

A estação EMQAR – RGV07 não operou no ano de 2023 devido a dificuldades encontradas na regularização da estação junto ao proprietário da área. Já a estação EMQAR – RGV10 ficou sem operação no mês de dezembro de 2023 devido à necessidade de renegociação de condições para cessão da área junto ao proprietário. Observa-se que apesar da condição de inoperância quando do fechamento do mês de dezembro para a estação EMQAR – RGV10, a mesma operou normalmente nos demais meses do ano desde sua implantação (julho a novembro de 2023).

Tabela 9: Situação operacional da RAMQAR RGV por poluente monitorado em Dezembro/2023.

Estação	Qualidade do Ar										Meteorologia						
	MP _{2,5}	MP ₁₀	PTS	SO ₂	NO	NO ₂	NO _x	CO	HCB	O ₃	DV	VV	PP	PA	RS	TA	UR
EMQAr - RGV1	X	X		X	X	X	X	X		X	X	X	X			X	X
EMQAr - RGV2	X	X									X	X	X	X	X	X	X
EMQAr - RGV3	X	X		X	X	X	X				X	X	X			X	X
EMQAr - RGV4	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
EMQAr - RGV5	X	X		X	X	X	X	X					X			X	X
EMQAr - RGV6	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X			X	X
EMQAr - RGV7	X	X		X							X	X	X			X	X
EMQAr - RGV8	X	X		X	X	X	X	X		X	X	X	X			X	X
EMQAr - RGV9	X	X		X	X	X	X										
EMQAr - RGV10	X	X									X	X	X	X	X	X	X

Legenda:

	Equipamento operando
	Estação desligada
	Equipamento necessitando manutenção
X	Equipamento previsto
	Equipamento não previsto para a estação

MP _{2,5}	- Partículas Respiráveis (<2,5 µm)
MP ₁₀	- Partículas Inaláveis (<10 µm)
PTS	- Partículas Totais em Suspensão
SO ₂	- Dióxido de Enxofre
NO	- Monóxido de Nitrogênio
NO ₂	- Dióxido de Nitrogênio
NO _x	- Óxidos de Nitrogênio
CO	- Monóxido de Carbono
HCB	- Hidrocarbonetos (CH ₄ , HCnM e HCT)
O ₃	- Ozônio

DV	- Direção do Vento
VV	- Velocidade do Vento
PP	- Precipitação Pluviométrica
PA	- Pressão Atmosférica
RS	- Radiação Solar
TA	- Temperatura do Ar
UR	- Umidade Relativa

4.1.2 Monitor de Particulado

Para o monitoramento de material particulado, são utilizados pela rede de monitoramento duas tecnologias: o TEOM (Microbalança Oscilante de Elemento Cônico), utilizado para o monitoramento de Partículas Totais em Suspensão; e o BAM (Massa de Atenuação beta) utilizado para o monitoramento de partículas MP₁₀ e MP_{2,5}.

O TEOM consiste na passagem de ar ambiente com fluxo constante através de um filtro que é continuamente pesado, através da medição de diferencial de frequência de oscilação medida deste filtro, calculando-se então, as concentrações de massa em tempo real.

A partir de julho de 2023, todos os equipamentos de medição de MP₁₀ e MP_{2,5} são baseados na técnica de medição de atenuação de raios beta (BAM), a qual determina a concentração de poeira fina medindo a quantidade de radiação absorvida por uma amostra, coletada em um filtro de fita de fibra, quando exposto a uma fonte radioativa. Os raios beta de baixa energia são absorvidos por colisão com elétrons, cujo número é proporcional à densidade. Tais equipamentos são do modelo MP101, da fabricante Envea.

O equipamento TEOM continua a ser utilizado somente na Estação EMQAr RGV4 – Enseada do Suá, para o monitoramento de PTS.

4.1.3 Monitor de Dióxido de Enxofre (SO₂)

Até junho de 2023, foram utilizados os equipamentos APSA-360, da marca Horiba. A partir de julho de 2023 passaram a ser utilizados equipamentos AQMS-500, da marca FPI. Ambos equipamentos utilizam o princípio da fluorescência dos raios ultravioleta para medir as concentrações de dióxido de enxofre (SO₂) no ambiente. A amostra de gás é irradiada com uma luz ultravioleta de grande intensidade produzindo uma reação iônica. Esta reação é opticamente filtrada e detectada por um fotodiodo. O fotodiodo produz um sinal elétrico proporcional à concentração de SO₂ na amostra de gás.

4.1.4 Monitor de Óxidos de Nitrogênio (NO_x, NO, NO₂)

Até junho de 2023, os equipamentos utilizados eram do modelo APNA-360, da marca Horiba. A partir de julho de 2023 passaram a ser utilizados os equipamentos de modelo AQMS-600, da marca FPI.

Ambos instrumentos utilizam o princípio de quimiluminescência com o método de cálculo diferencial. Quando o monóxido de nitrogênio (NO) e o dióxido de nitrogênio

(NO₂) reagem com o ozônio, uma parte do NO é oxidada formando NO₂. Parte do NO₂ gerado está em um estado excitado e emite luz neste estado. Este fenômeno é chamado de quimiluminescência. O analisador separa a amostra em duas partes. Em uma delas o NO₂ é reduzido para NO pelo conversor térmico de NO_x e então é utilizado para medir NO_x (NO + NO₂). Na outra parte, a amostra de gás de NO é medida normalmente. Na câmara de reação a amostra reage com o ozônio (formando o NO₂ excitado) e a emissão de luz produzida é detectada por um fotodiodo. A saída produzida pelo fotodiodo é proporcional às concentrações de NO_x e NO no fluxo da amostra.

4.1.5 Monitor de Monóxido de Carbono (CO)

Até julho de 2023, eram utilizados equipamentos do modelo APMA-360, da fabricante Horiba. A partir de julho de 2023 passaram a ser utilizados equipamentos do modelo AQMS-400, da marca FPI.

O instrumento mede a concentração de CO no ar ambiente com base no princípio de fotometria Infravermelha Não-Dispersivo (NDIR), em de que o CO absorve a luz infravermelha de um comprimento de onda específico. Esse método é baseado na lei de Beer-Lambert, uma relação empírica relaciona a absorção da luz com as propriedades do material.

4.1.6 Monitor de Ozônio (O₃)

Até julho de 2023, eram utilizados equipamentos do modelo APOA-360, da fabricante Horiba. A partir de agosto de 2023 passaram a ser utilizados equipamentos do modelo AQMS-300, da marca FPI.

Ambos instrumentos utilizam o método de absorção ultravioleta juntamente com o método de cálculo comparativo. A amostra é exposta a uma fonte luminosa de UV com frequência constante. As moléculas de ozônio são absorvidas pela luz UV produzindo um sinal óptico que é convertido em um sinal elétrico. O sinal elétrico é usado para calcular a concentração de ozônio.

4.1.7 Monitor de Hidrocarbonetos (CH₄, HCnM e HCT)

Até julho de 2023, eram utilizados equipamentos do modelo APHA-360, da fabricante Horiba. Atualmente é utilizado equipamento do modelo EXPEC-2000-115, da marca FPI.

O atual instrumento utiliza o método de cromatografia gasosa com detecção por ionização de chama para medir continuamente as concentrações de compostos orgânicos voláteis, permitindo a especiação de compostos por meio da tecnologia de dessorção térmica a altas temperaturas.

4.2 Rede Manual de Monitoramento de Poeira Sedimentável (RMPS)

A RMPS foi implantada em abril de 2009 com nove (9) pontos de monitoramento. Em dezembro do mesmo ano, a rede foi ampliada para onze (11) pontos de monitoramento. No ano de 2023, a rede contou com doze (12) pontos ativos. O ponto de monitoramento PMPS – RGV7, localizado ao lado do Colégio Marista, encontra-se temporariamente inoperante, até que o IEMA concretize sua realocação, e o ponto conhecido por PMPS - RGV12, situado no Hotel Aruan, foi desligado permanentemente desde abril de 2022.

A Tabela 10 apresenta a localização dos pontos de monitoramento de poeira sedimentável.

Tabela 10: Localização dos pontos de monitoramento de poeira sedimentável, em operação e desativados.

Ponto	Localização	Bairro	Município	Coordenadas	
				X	Y
PMPS - RGV1	Hospital Dório Silva	Laranjeiras	Serra	369917	7766305
PMPS - RGV2	ArcelorMittal Tubarão	Carapina	Serra	368945	7762315
PMPS - RGV3	Unidade de Saúde	Jardim Camburi	Vitória	367429	7760371
PMPS - RGV4	Corpo de Bombeiros	Enseada do Suá	Vitória	365266	7753279
PMPS - RGV5	Ministério da Fazenda	Centro	Vitória	360857	7752450
PMPS - RGV6	4º Batalhão da Polícia Militar	Ibes	Vila Velha	362532	7749346
PMPS - RGV7 *	Ao lado do Colégio Marista	Centro	Vila Velha	365354	7750721
PMPS - RGV8	CEASA	Vila Capixaba	Cariacica	353697	7749998
PMPS - RGV9	Hotel SENAC	Ilha do Boi	Vitória	366107	7753649
PMPS - RGV10	Clube Ítalo Brasileiro	Ilha do Boi	Vitória	366640	7753590
PMPS - RGV 11	ArcelorMittal Tubarão	Cidade Continental	Serra	371218	7763588
PMPS - RGV 12 **	Hotel Aruan	Jardim da Penha	Vitória	365444	7756934
PMPS - RGV 13	Instituto Dom João Batista	Praia do Canto	Vitória	365733	7755437
PMPS - RGV 14	CMEI Prof Sandra Maria Nepomuceno Dallabernardina	Carapebus	Serra	374013	7763820

Nota: Sistema de Coordenadas UTM – SIRGAS 2000.

* Estação temporariamente inoperante.

** Estação desativada desde bril de 2022.

Cada ponto de monitoramento é dotado de coletores no padrão ASTM D1739-98 (2004), em número suficiente que assegure a medição da deposição de poeira sedimentável. Em alguns casos, podem ser adotados mais coletores por ponto de monitoramento, a fim de possibilitar o acúmulo de massa em quantidade suficiente para análises específicas.

A Figura 7 apresenta o aparato utilizado para coleta de poeira sedimentável. Este aparato consiste, basicamente, num recipiente de coleta de 25 cm de diâmetro e 50 cm de profundidade, protegido por uma barreira para minimizar a influência da velocidade do vento sobre as medições.

Figura 7: Aparato para coleta de Poeira Sedimentável.



Para a quantificação da taxa de deposição de poeira sedimentável são empregados os procedimentos descritos na norma ASTM D1739-98 (2004). O coletor é exposto por 30 dias, e após este período a massa depositada é seca e quantificada por gravimetria. Conhecendo a massa de partículas depositadas e a área do recipiente, determina-se o fluxo de deposição em $\text{g/m}^2/30$ dias. Os dados divulgados representam a média dos fluxos de deposição calculados entre os coletores instalados em cada ponto de monitoramento.

4.3 Métodos de Tratamento de Dados da Rede Automática de Qualidade do Ar

Os dados brutos utilizados para elaboração deste relatório são as concentrações médias horárias para cada poluente e variáveis meteorológicas monitoradas. A partir desses dados são calculadas as concentrações médias aritméticas anuais (MP_{10} , $\text{MP}_{2,5}$, NO_2 e SO_2), médias geométricas anuais (PTS), médias móveis de 24 horas (PTS, MP_{10} , $\text{MP}_{2,5}$, SO_2 , e NO_2), médias móveis de 8 horas (CO e O_3) e médias horárias (CO).

Neste relatório, utilizam-se as médias móveis de 8 horas e 24 horas para a realização das comparações com os padrões previstos na legislação vigente e com as recomendações da OMS.

As médias móveis representam a melhor estratégia para a verificação da exposição ao poluente monitorado, pois a exposição ocorre em horas consecutivas e não de acordo com o período de tempo fixo de 24 horas existente num dia. Desse modo, para cada

dia de monitoramento são calculadas 24 médias móveis de 24 horas, perfazendo 8.760 médias em um ano. Outro modo interessante de avaliar a importância do uso da média móvel, consiste em perceber que a média de 24 horas entre 00:00 horas e 23:59 horas pode ser menor que a média de 24 horas calculada entre 12:00 horas e 11:59 horas do dia posterior, entretanto, a exposição de 24 horas ao poluente ocorreu tanto entre 00:00 horas e 23:59 horas como entre 12:00 horas e 11:59 horas.

4.3.1 Representatividade dos Dados

A análise da representatividade dos dados de monitoramento é muito importante para garantir a validade das comparações entre os dados de monitoramento e os padrões de qualidade do ar. Por exemplo, se uma estação de monitoramento possui dados válidos de medição somente em metade dos meses de um ano, a média anual da concentração de poluentes calculada com os dados dessa estação pode não ser representativa da qualidade do ar daquela região. Esse problema pode ser mais grave se os dados não coletados representarem períodos críticos ou de condições meteorológicas desfavoráveis, como os meses de inverno, por exemplo. Nesse contexto, a definição de critérios de representatividade de dados é de extrema importância para assegurar a confiabilidade das análises efetuadas.

A representatividade de um parâmetro de monitoramento calculado (tais como médias anuais, mensais ou de 24 horas) é avaliada com base no percentual de dados brutos válidos que foi utilizado em seu cálculo. Ao processar os dados brutos são considerados como dados disponíveis/válidos os dados que não são invalidados pelo sistema de captura/armazenamento de dados ou pelo gestor do sistema.

Com o objetivo de uniformizar os critérios de representatividade utilizados por órgãos ambientais estaduais no Brasil, o presente relatório utiliza os critérios contidos no item 5 do Guia Técnico para Monitoramento e Avaliação da Qualidade do Ar (2019). A representatividade dos dados é testada com base no número de dados brutos disponíveis/válidos para o cálculo de médias horárias, diárias, mensais e anuais.

A

Tabela **11** apresenta os critérios de representatividade dos parâmetros monitorados utilizados neste relatório.

Tabela 11: Descrição dos critérios de representatividade dos parâmetros.

Parâmetro a ser calculado	Critério de representatividade
Médias horárias	75% de dados válidos durante a hora
Médias de 24 horas	2/3 das medias horárias válidas durante as 24 horas
Média Mensal	2/3 das medias diárias válidas no mês
Média anual	1/2 das médias de 24 horas válidas para os quadrimestres janeiro-abril, maio-agosto e setembro-dezembro

Para as médias horárias e médias de 24h, somente os dados válidos e resultados considerados representativos serão considerados nas análises neste relatório. Para médias mensais ou anuais, os resultados que não atendem aos critérios de representatividade podem ser apresentados nos gráficos e tabelas, mas com a indicação “não representativos”.

4.4 Métodos de Tratamento de Dados da Rede Manual de Monitoramento de Poeira Sedimentável (RMPS)

Conforme explanado no item 4.2 do presente relatório, cada ponto de monitoramento pode ter mais de um coletor de poeira. O IEMA adotou como padrão a instalação de 4 (quatro) coletores em cada ponto de monitoramento. Todavia, alguns dos pontos de monitoramento atualmente contam com 3 (três) coletores devido à existência de interferências que impeçam a instalação de todos os 4 (quatro) coletores.

A escolha por quatro coletores em cada ponto permite a obtenção de valores médios mais representativos daquele ponto, além de permitir um acúmulo maior de material para disponibilização para pesquisas e investigações diversas.

Não é incomum que um ou mais coletores em um mesmo ponto de monitoramento sofra interferências externas que motivem a necessidade de descarte da amostra, como acúmulo de fezes de pássaros, decomposição de insetos ou folhas em grande quantidade, perda da amostra devido a incidentes durante processo de retirada da amostra até o laboratório, por exemplo. Dessa forma, a existência de três ou mais coletores permitem que, ainda que necessário o descarte de alguma amostra, seja possível calcular uma média do resultado dos coletores restantes para cada ponto.

Coletores que apresentem resultados muito discrepantes dos demais no mesmo ponto, tanto para mais quanto para menos, mesmo que não identificado a causa da discrepância, também podem ter seu resultado descartado para o cálculo da média.

Atualmente o IEMA trabalha para instituir uma metodologia para padronizar os critérios para descarte de resultados de amostras (coletores).

5 - Dados Meteorológicos

A dispersão dos poluentes, e consequentemente o nível de concentração destes na atmosfera, é diretamente influenciada pelas variáveis meteorológicas. Dentre as variáveis meteorológicas o regime de ventos, a umidade do ar, a radiação solar, a temperatura ambiente e a ocorrência de chuvas são alguns fatores climáticos locais que podem interferir no tempo de permanência dos poluentes na atmosfera. Fenômenos meteorológicos de circulação geral da atmosfera também interferem na dispersão de poluentes, uma vez que a movimentação das grandes massas de ar afeta a circulação meteorológica local.

Neste capítulo, as condições meteorológicas para o ano de 2023, utilizando-se as normais climatológicas de Vitória de 1991 a 2020, e na região onde estão instaladas as estações da RAMQAr serão representadas pelas medições realizadas na estação EMQAr - RGV2 (Carapina), uma vez que nesta é realizada a medição de todas as variáveis meteorológicas de interesse. As demais estações não tiveram desempenho satisfatório de representatividade anual para a maioria dos parâmetros meteorológicos, com exceção da velocidade e direção do vento, o qual teve representatividade anual válida também nas estações EMQAR 04 (Enseada do Suá) e EMQAR 06 (Ibes). Reforça-se, porém, que os equipamentos para monitoramento de parâmetros meteorológicos foram instalados ao decorrer do ano na maioria das estações, motivo esse que foi o principal motivador da baixa representatividade anual. A estação EMQAR 10 (Praia do Canto) não será considerada na presente análise por ter tido meses, em especial o mês de dezembro, sem nenhuma leitura válida.

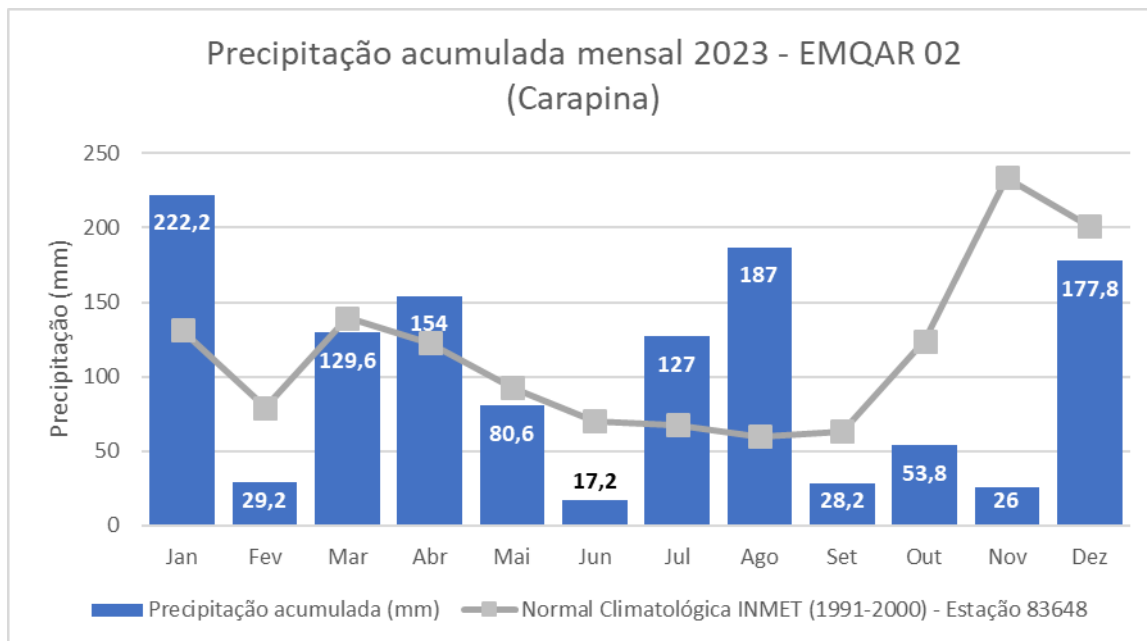
Neste capítulo, também, é realizada a análise de identificação das ocorrências de dias desfavoráveis a dispersão atmosférica de poluentes.

5.1 Precipitação

O Gráfico 1 apresenta a evolução mensal de chuva acumulada registrada na estação Carapina em 2023. Observa-se um comportamento atípico, em relação à normal climatológica, nos meses de julho e agosto, onde historicamente esperava-se meses de seca, mas registrou-se meses mais chuvosos. O mês de agosto, inclusive, foi o segundo mês mais chuvoso do ano, acumulando 187 mm. O mês de novembro também pode ser considerado atípico, tendo registrado seca, com o segundo menor valor de precipitação

acumulada do ano (26 mm), enquanto historicamente é o mês de maior precipitação esperada.

Gráfico 1: Precipitação acumulada mensal na estação EMQAr - RGV2 - Carapina.

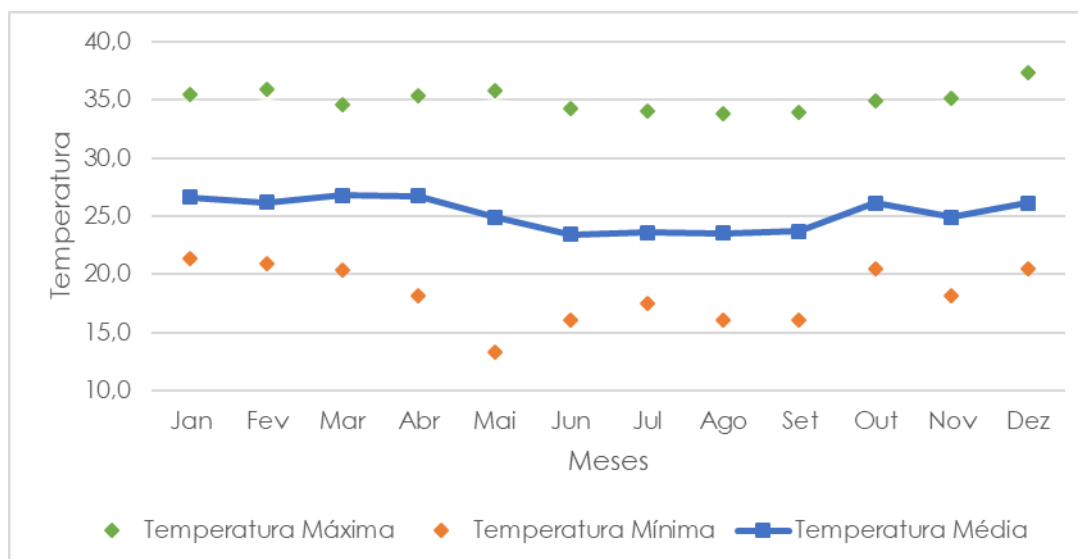


Para o ano de 2023, a ocorrência de chuva ficou um pouco abaixo do esperado, resultando numa precipitação total anual de aproximadamente 1232,6 mm, resultando em 151,2 mm inferior à normal climatológica para região.

5.2 Temperatura

O Gráfico 2 apresenta os valores de temperatura média mensal, máxima e mínima, baseados nas medidas horárias realizadas em 2023 na estação Carapina.

Gráfico 2: Temperatura média mensal, máxima e mínima na estação EMQAr - RGV2 - Carapina.

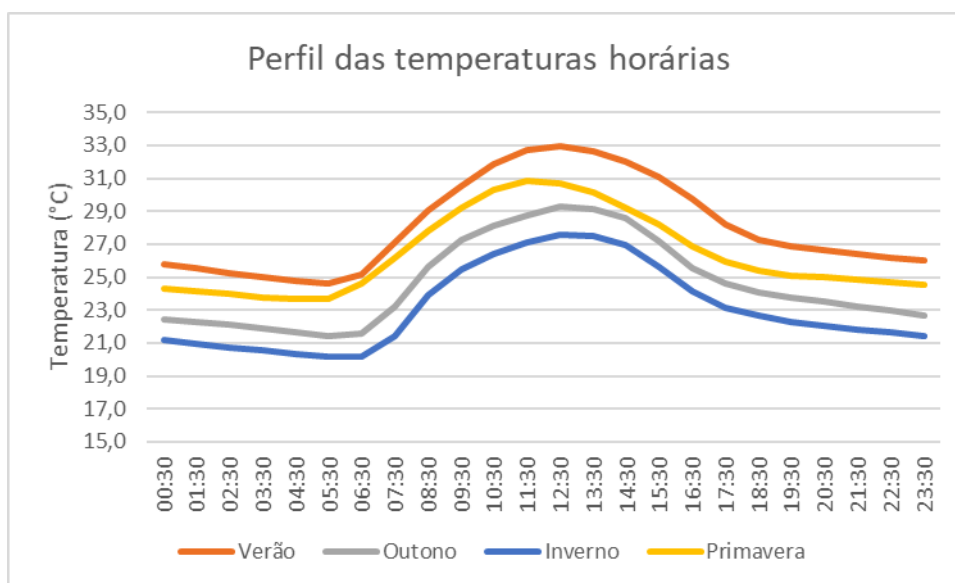


As médias mensais da temperatura do ar ao longo de 2023 não apresentaram grandes variações. A temperatura média anual na estação Carapina foi de 25,45°C, sendo essa temperatura superior à normal climatológica (24,9°C).

As maiores temperaturas foram registradas nos dias 05 de fevereiro e 04 de novembro (ambas registrando 36,9°C), já a temperatura mínima ocorreu no dia 23 de junho (15,7°C).

Observa-se no Gráfico 3 que as maiores diferenças de temperatura são observadas entre as estações de inverno e verão. Os valores máximos de temperatura durante todo o ano ocorrem entre 11h e 14h, período que coincide com a maior incidência de radiação solar na superfície.

Gráfico 3: Perfil das temperaturas médias ao longo de 24h do dia.

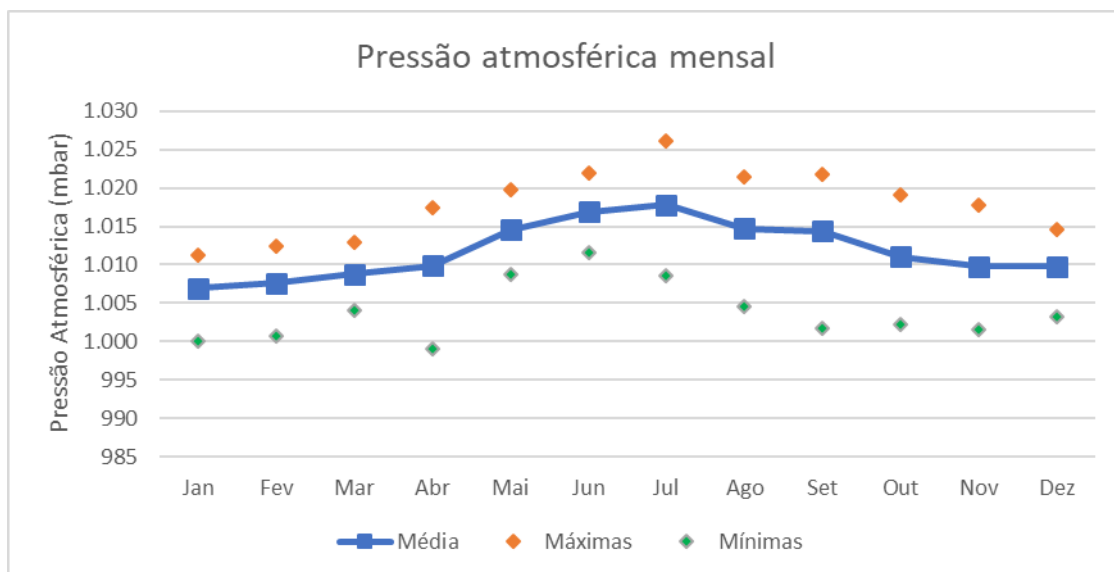


5.3 Pressão Atmosférica

A variação média mensal da pressão atmosférica apresenta comportamento sazonal, sendo que as altas pressões estão presentes sobre a região durante o período de inverno.

O Gráfico 4 apresenta o comportamento desse parâmetro no ano de 2023.

Gráfico 4: Pressão atmosférica média mensal, máxima e mínima na estação EMQAr - RGV2 - Carapina.

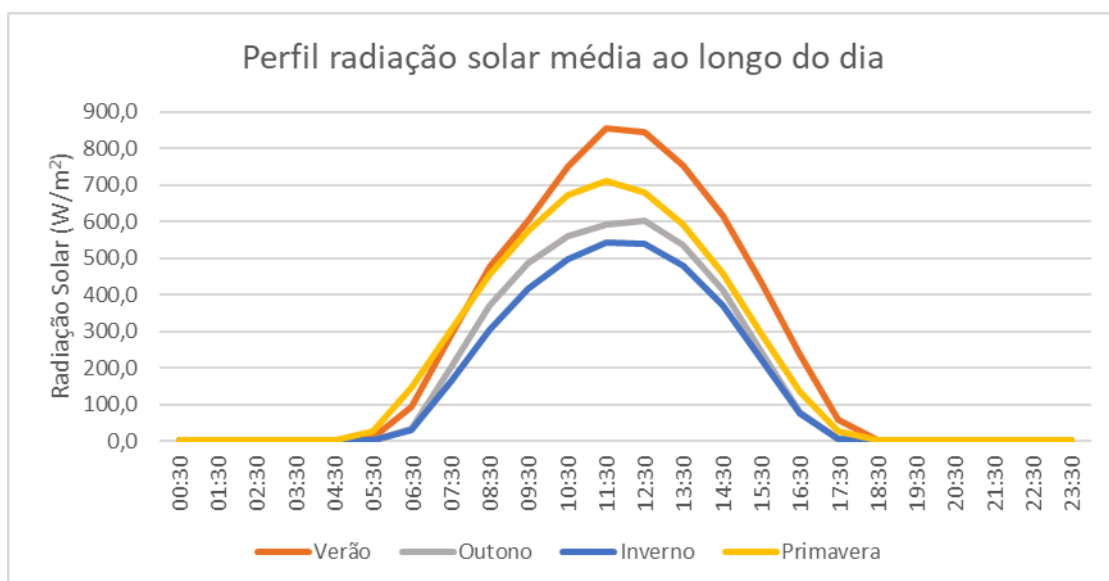


A pressão atmosférica média anual foi 1011,85 mbar. Os dados de pressão atmosférica medidos na estação Carapina foram representativos, sendo registrado 98,1% dos dados horários válidos.

5.4 Radiação Solar

A radiação solar indica o fluxo de energia solar incidente sobre uma determinada área. O Gráfico 5 apresenta a variação da incidência da radiação solar ao longo do dia para as estações do ano em 2023.

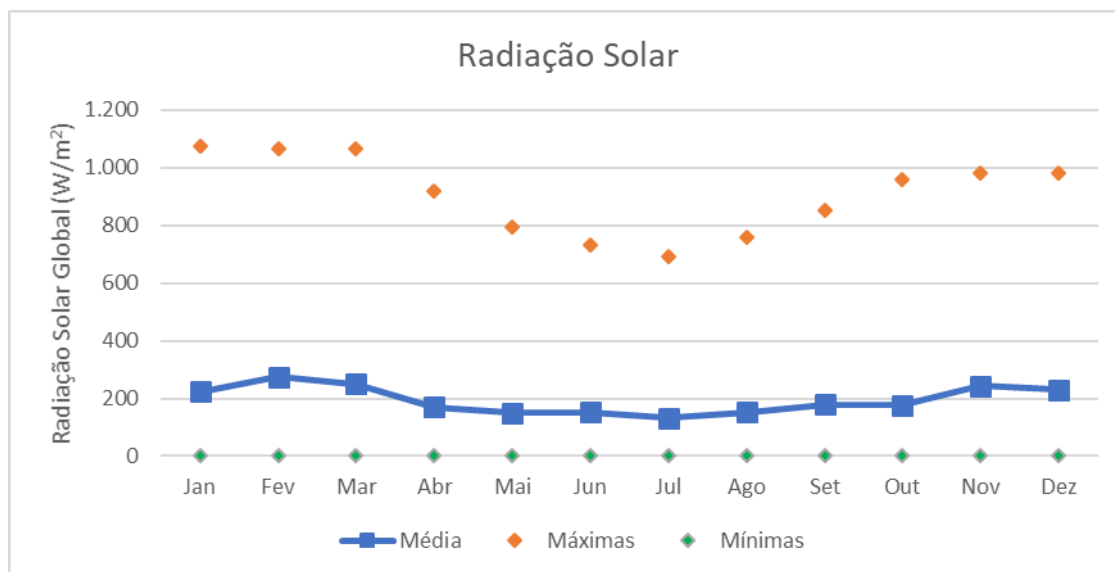
Gráfico 5: Perfil da radiação solar ao longo do dia, do ano em 2023, para a estação EMQAr - RGV2 - Carapina.



Verifica-se um comportamento típico, com máximos ocorrendo por volta do meio dia.

No Gráfico 6 pode-se verificar o comportamento dos valores registrados ao longo do ano de 2023, sendo apresentados as médias mensais, valores máximos e mínimos para cada mês do ano. A média anual de radiação incidente em 2023 foi de 194,5W/m².

Gráfico 6: Radiação solar média mensal e máxima na estação EMQAr - RGV2 - Carapina.

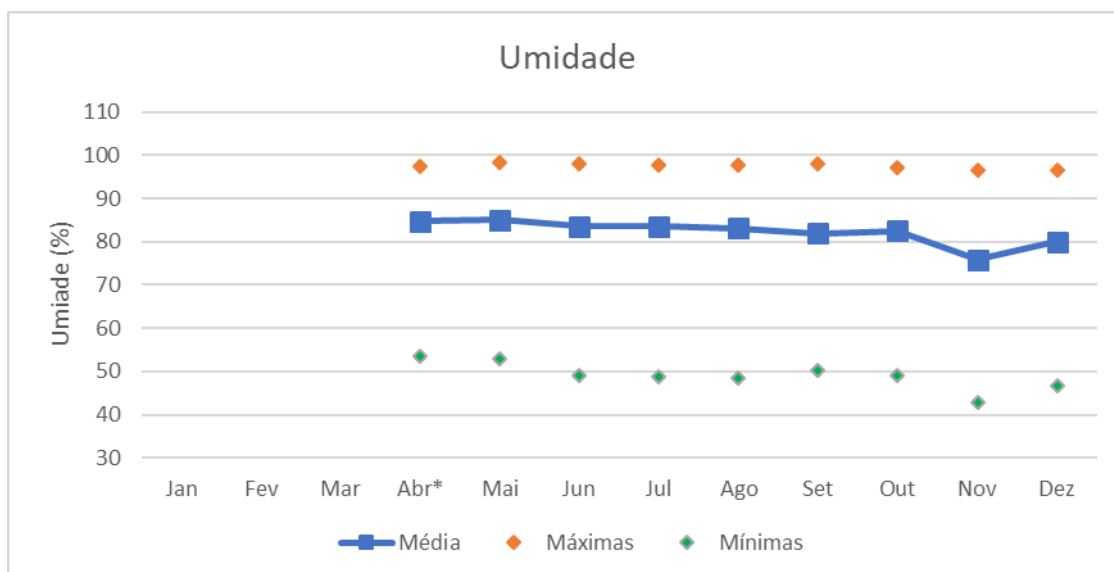


Para o parâmetro radiação solar, a estação EMQAR 02 – Carapina teve 98,1% dos dados válidos, com mais de 95% dos dados válidos em todos os meses do ano.

5.5 Umidade

No Gráfico 7 pode-se verificar o comportamento dos valores registrados para umidade, na estação RAMQAr 2 (Carapina), ao longo do ano de 2023, sendo apresentados as médias mensais, valores máximos e mínimos para cada mês do ano.

Gráfico 7: Umidade média mensal, máxima e mínima na estação RAMQAr 2 – Carapina.

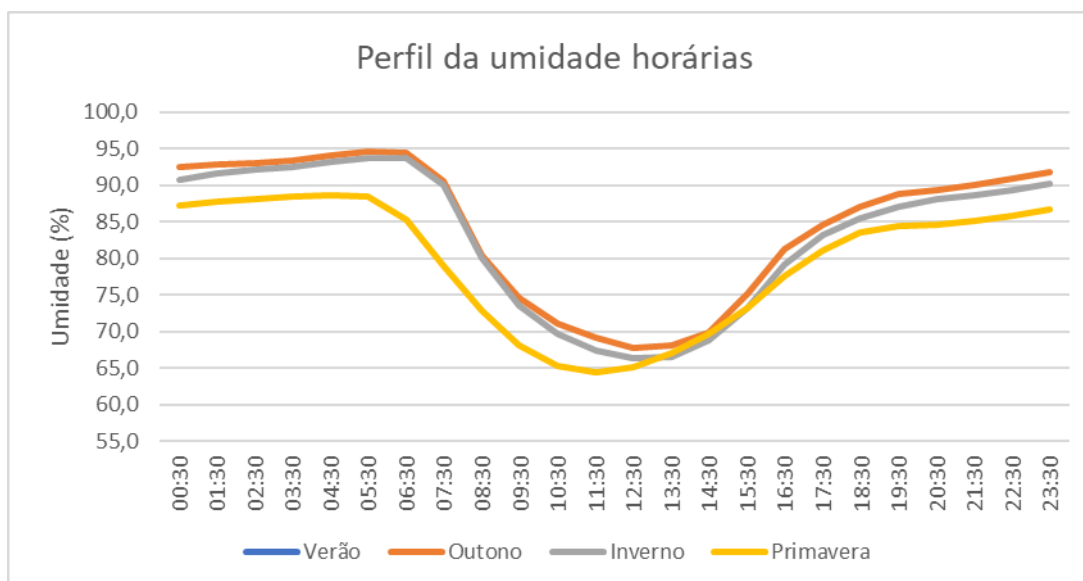


* Média não representativa para o mês de abril.

Para estação Carapina, no ano de 2023, houve registro de 70,7% dos dados horários válidos. Não houve representatividade dos dados medidos entre os meses de janeiro a abril, sendo registrados 0% de dados válidos nos meses de janeiro a março e 57,2% de dados válidos em abril. Para o período de maio a dezembro, a representatividade se manteve acima de 95,4%, com média de 98,3%.

O Gráfico 8 ilustra o perfil do comportamento da umidade relativa média ao longo das 24h do dia.

Gráfico 8: Perfil da umidade ao longo do dia, do ano em 2023, para a estação EMQAr - RGV2 - Carapina.



5.6 Ventos

Como já descrito em tópicos anteriores, no ano de 2023 o IEMA ampliou o monitoramento de parâmetros meteorológicos em suas estações de monitoramento da qualidade do ar. Com isso, a direção e velocidade dos ventos passou a ser medida nas estações EMQAR 01, 02, 03, 04, 06, 08 e 10. A estação EMQAR 07 ficou desativada durante todo o ano de 2023 e por isso não realizou monitoramento meteorológico.

A Tabela 12 traz o percentual de dados válidos para as medições de velocidade do vento em cada estação.

Tabela 12: Disponibilidade de dados válidos de medição do parâmetro Velocidade do Vento nas estações da RAMQAR-RGV no ano de 2023.

Percentual de dados válidos - Ventos							
MÊS	EMQAR 01 - Laranjeiras	EMQAR - RGV2 (Carapina)	EMQAR - RGV3 (Jard. Camburi)	EMQAR - RGV4 (Ens. do Suá)	EMQAR - RGV6 (Ibes)	EMQAR - RGV8 (Vila Capixaba)	EMQAR - RGV10 (Praia do Canto)
Jan	-	98,0%	-	95,6%	99,3%	88,2%	100%
Fev	-	97,9%	-	98,8%	94,8%	94,2%	100%
Mar	-	99,5%	-	99,3%	98,4%	98,5%	98,8%
Abr	-	95,0%	-	99,2%	99,6%	99,3%	80,6%
Mai	-	98,1%	-	99,7%	99,5%	96,9%	100%
Jun	-	98,9%	-	99,7%	97,8%	99,2%	100%
Jul	-	95,4%	-	63,4%	67,2%	36,3%	100%
Ago	-	98,7%	-	98,8%	98,8%	43,1%	94,4%
Set	63,3%	98,9%	82,6%	71,9%	99,7%	93,2%	99,4%
Out	94,9%	98,7%	99,9%	98,1%	96,1%	89,9%	97,4%
Nov	98,6%	99,2%	100%	98,5%	90,8%	96,0%	66,9%
Dez	99,6%	98,9%	99,9%	87,6%	91,7%	98,7%	0%
Total	29,8%	98,1%	32%	92,5%	94,4%	85,9%	86,3%

* Os dados em vermelho não atenderam os critérios de representatividade mensal ou anual.

Os gráficos Gráfico 9 a Gráfico 13 apresentam a distribuição da frequência do monitoramento de velocidade do vento, com divisão em classes. As estações EMQAR 01 - Laranjeiras e EMQAR 02 – Jardim Camburi não foram representados nos gráficos de distribuição de frequência por não apresentarem representatividade anual.

Gráfico 9: Distribuição de frequência do parâmetro velocidade do vento (m/s) da estação EMQAR 02 – Carapina no ano de 2023.

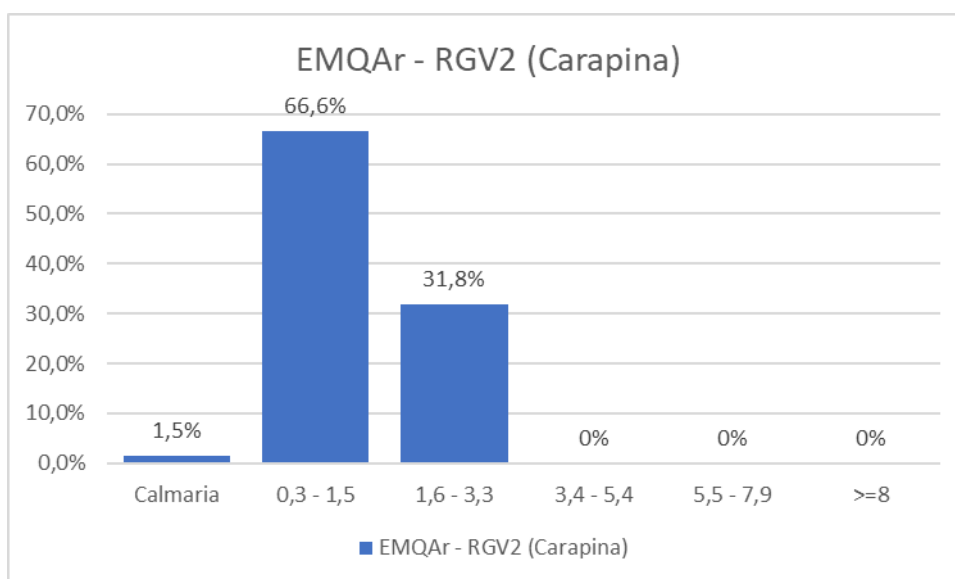


Gráfico 10: Distribuição de frequência do parâmetro velocidade do vento (m/s) da estação EMQAR 04 – Enseada do Suá no ano de 2023.

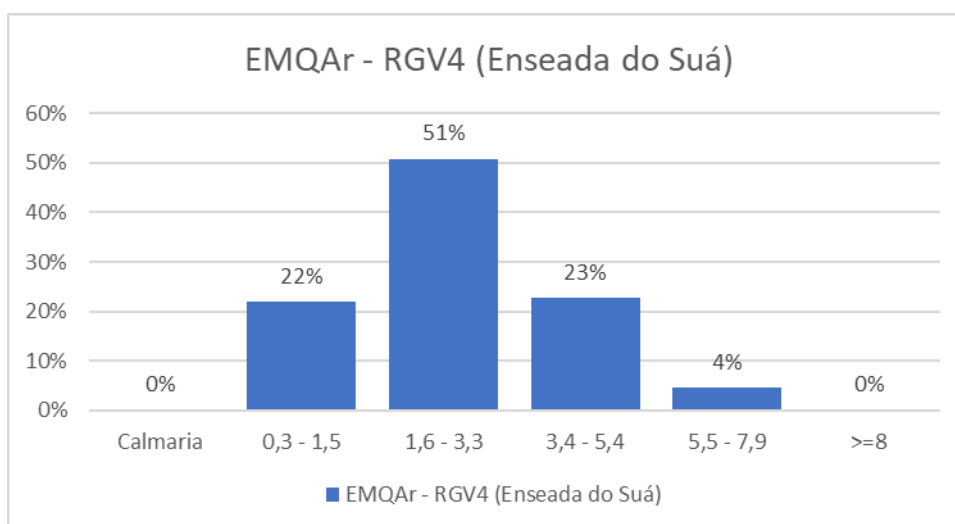


Gráfico 11: Distribuição de frequência do parâmetro velocidade do vento (m/s) da estação EMQAR 06 – Ibes no ano de 2023.

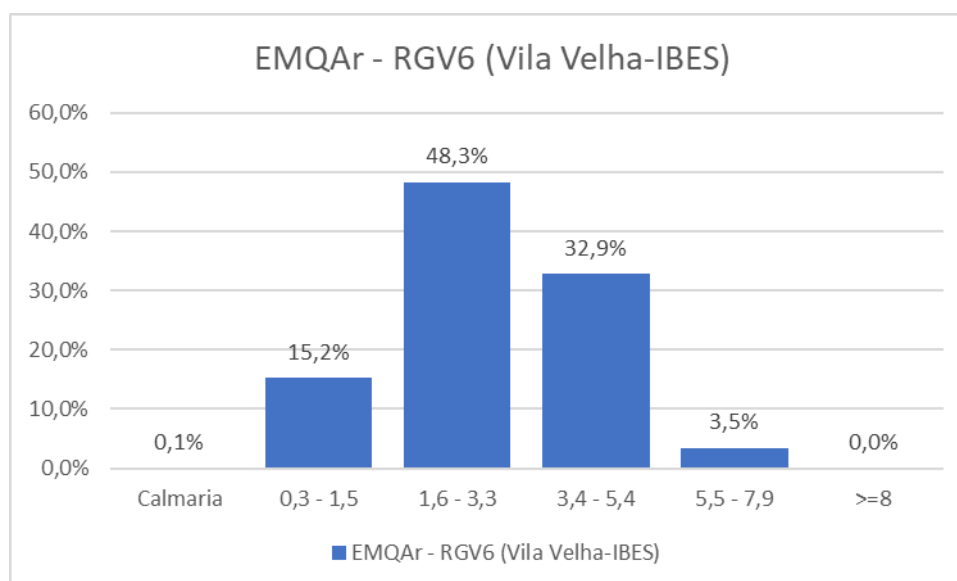


Gráfico 12: Distribuição de frequência do parâmetro velocidade do vento (m/s) da estação EMQAR 08 – Vila Capixaba no ano de 2023.

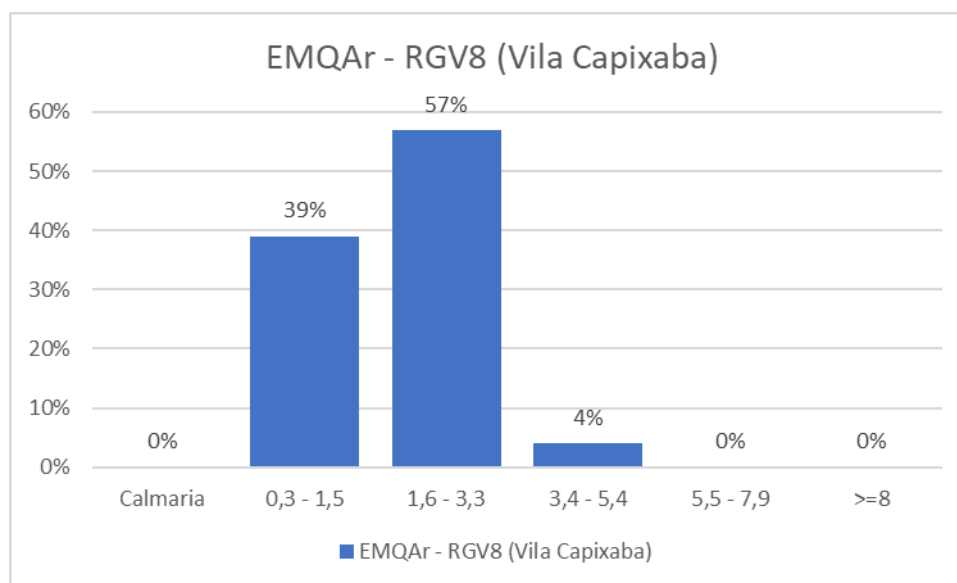
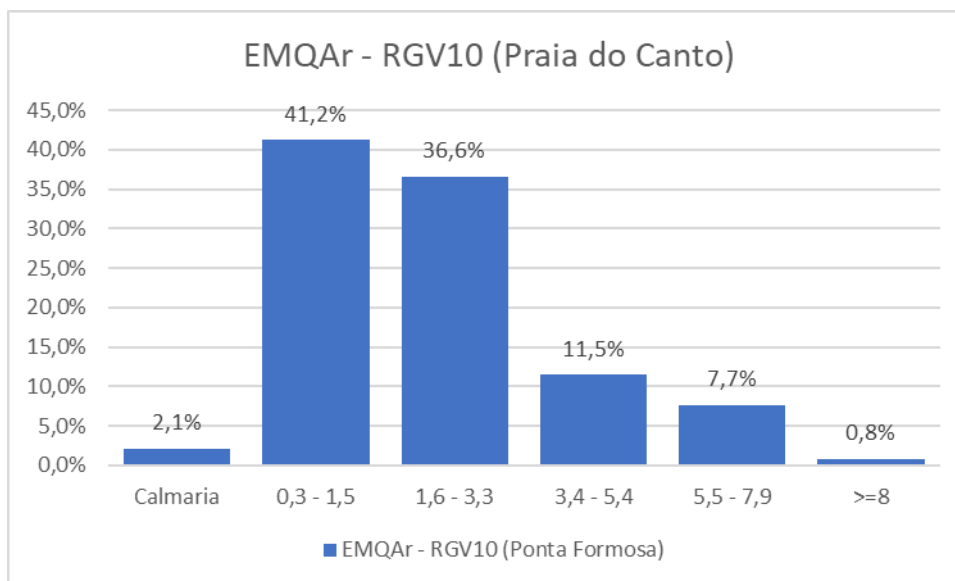


Gráfico 13: Distribuição de frequência do parâmetro velocidade do vento (m/s) da estação EMQAR 10 – Praia do Canto no ano de 2023.



Como pode ser visualizado nos gráficos acima, identifica-se uma predominância significativa de ventos classificados como “Bafagem”, com velocidades entre 0,3 e 1,5 m/s, de acordo com a escala de Beaufort (Marinha do Brasil, 2024), nas estações EMQAR 02 – Carapina e EMQAR 10 – Praia do Canto. Também foi bastante significativa a contribuição de ventos de classificação “Aragem”, ou “leve brisa”, com velocidades entre 1,6 a 3,3 m/s nessas duas estações. Nas demais estações, apesar da significativa contribuição dos ventos com classificação “Bafagem”, houve um predomínio de ventos classificados como “Aragem” (1,6 a 3,3 m/s).

Vemos também que a estação EMQAR 10 foi a que registrou ventos de maior intensidade, com ventos que se classificam como “Fresco”, com velocidades entre 8,0 a 10,7 m/s.

5.6.1 Rosa dos Ventos

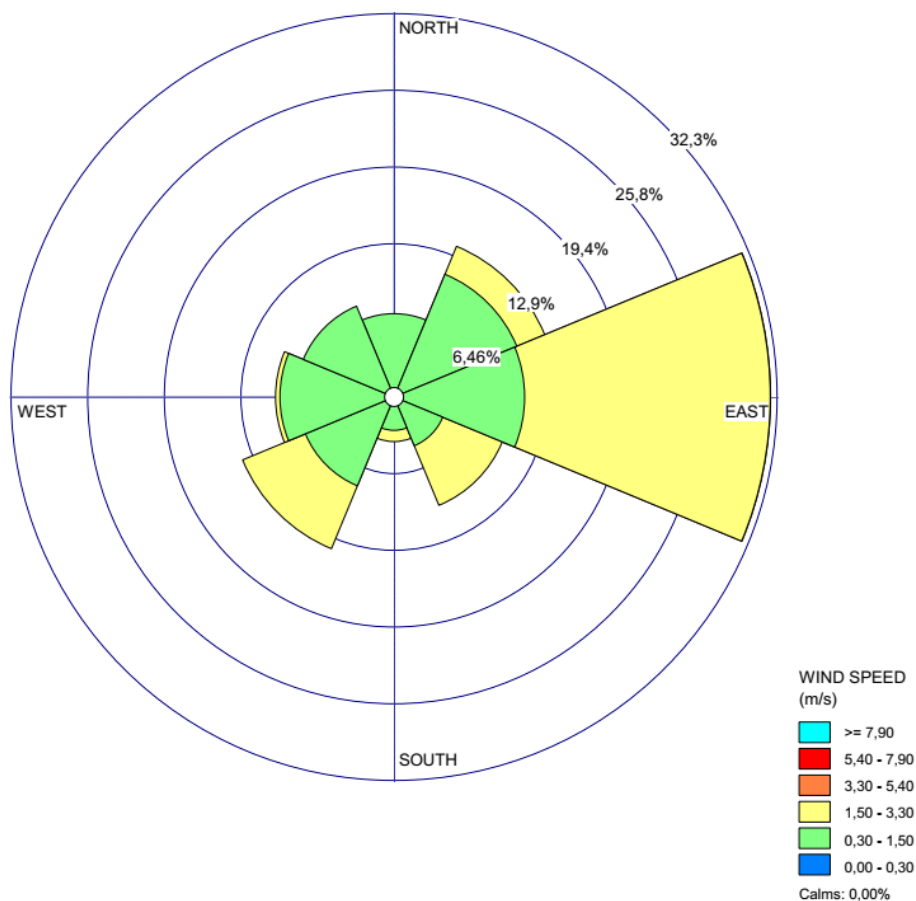
No Espírito Santo as velocidades médias dos ventos apresentam notável sazonalidade, em geral, com ventos mais intensos nos meses de primavera (setembro a novembro), e mais brandos no final de outono e início do inverno (abril a junho) (ATLAS, 2009).

A seguir serão apresentadas avaliações sobre as rosas do vento anual e mensal para as estações RAMQAR02 – Carapina, RAMQAR 04 – Enseada do Suá, RAMQAR 06 – Ibes, RAMQAR 08 – Vila Capixaba e RAMQAR 10 – Praia do Canto.

5.6.1.1. Ventos RAMQAR 02 - Carapina

O Gráfico 14 apresenta a rosa dos ventos obtida da análise da série temporal de direção e velocidade do vento medidos na estação Carapina para o ano de 2023.

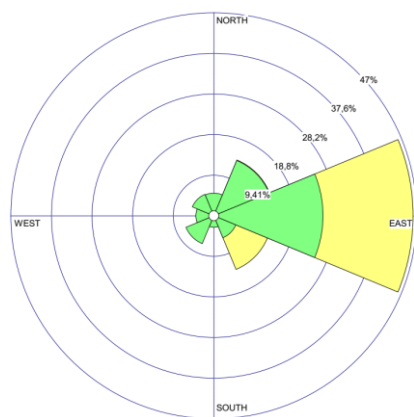
Gráfico 14: Rosa dos ventos para estação EMQAr - RGV2 (Carapina)- Ano de 2023.



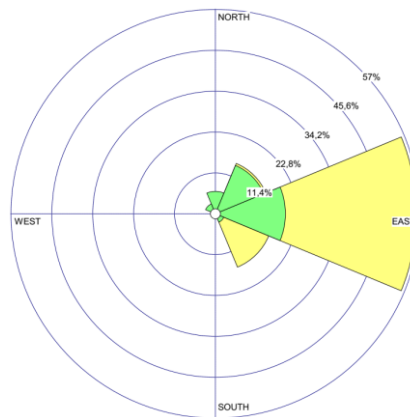
Para a estação avaliada verificou-se que os ventos mais frequentes e intensos ocorrem em direções leste, sudeste e sudoeste.

Os Gráficos Gráfico **15** a Gráfico **18** apresentam as rosas dos ventos para os meses de janeiro a dezembro de 2023 para estação EMQAr - RGV2 (Carapina).

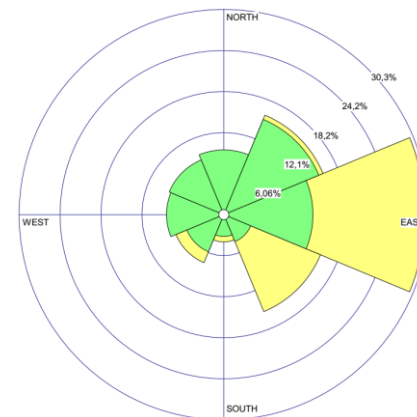
Gráfico 15: Rosa dos ventos de janeiro, fevereiro e março de 2023 – EMQAr - RGV2 (Carapina).



(a) Janeiro

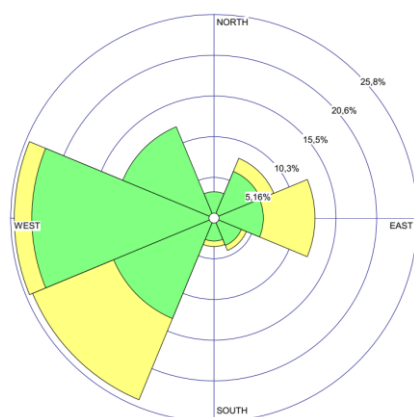


(b) Fevereiro

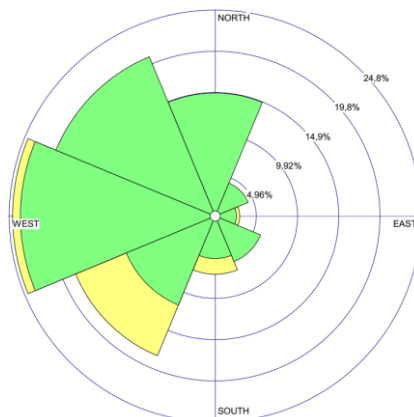


(c) Março

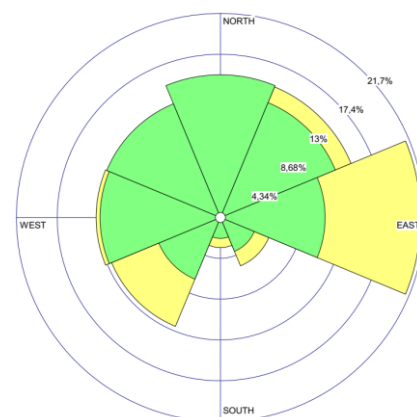
Gráfico 16: Rosa dos ventos de abril, maio e junho de 2023 – EMQAr - RGV2 (Carapina).



(d) Abril



(e) Maio



(f) Junho

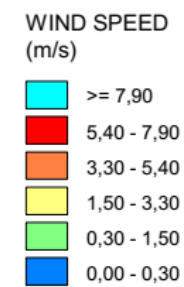


Gráfico 17: Rosa dos ventos de julho, agosto e setembro de 2023 – EMQAr - RGV2 (Carapina).

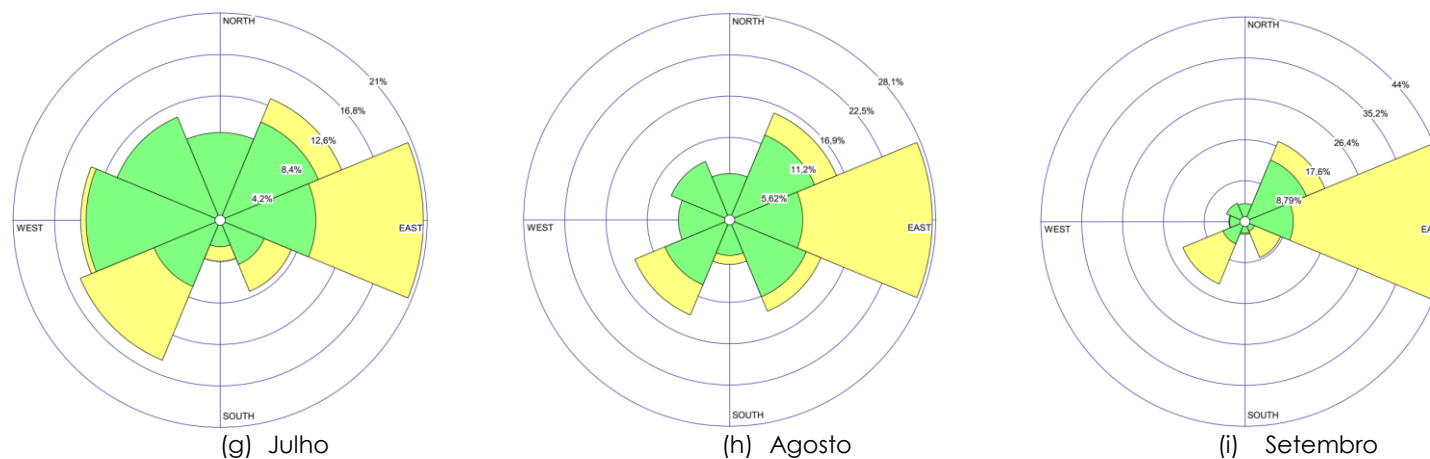
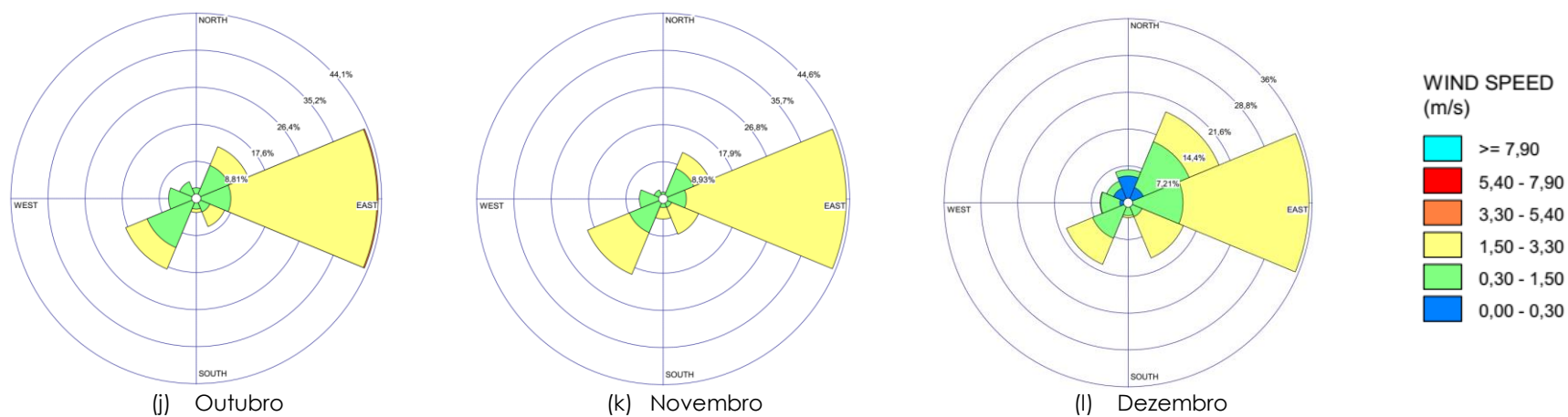


Gráfico 18: Rosa dos ventos para os meses de outubro, novembro e dezembro de 2023 – EMQAr - RGV2 (Carapina).

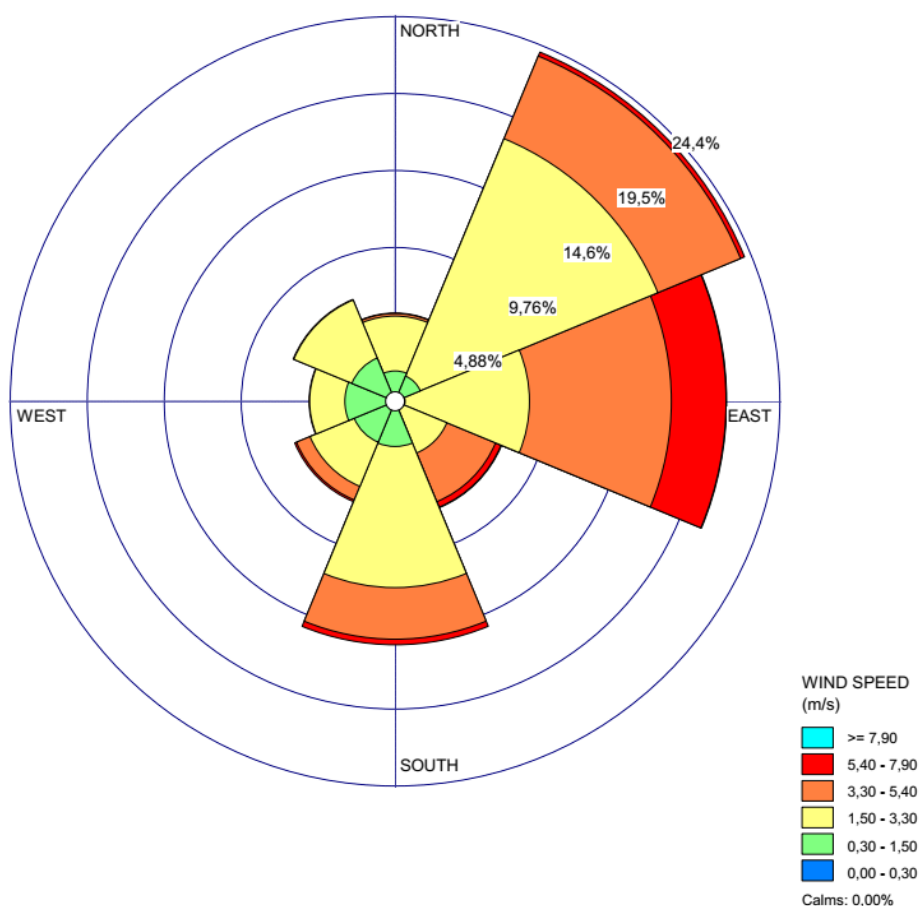


Como pode ser observado nos gráficos acima, no primeiro e quarto trimestres obteve-se considerável influência de ventos da direção Leste. No segundo e terceiro trimestres vemos uma considerável distribuição na direção dos ventos, tendo predomínio nos meses de abril e maio de ventos de sudoeste a norte.

5.6.1.2. Ventos RAMQAR 04 – Enseada do Suá

O Gráfico 19 apresenta a rosa dos ventos obtida da análise da série temporal de direção e velocidade do vento medidos na estação EMQAR 04 - Enseada do Suá para o ano de 2023.

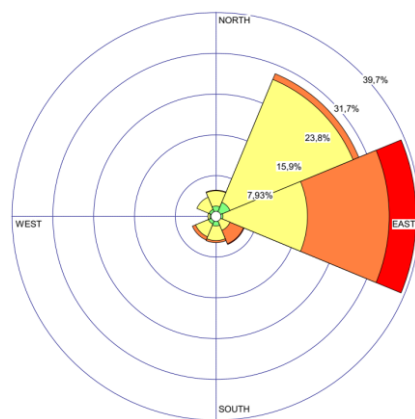
Gráfico 19: Rosa dos ventos para estação EMQAr – RGV4 (Enseada do Suá)- Ano de 2023.



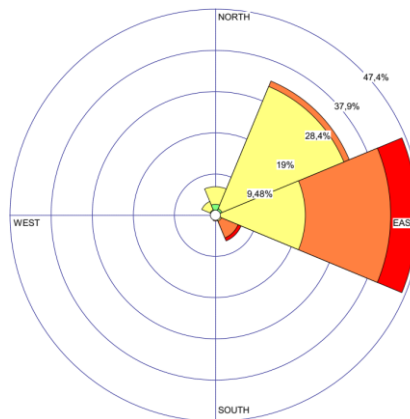
Para a estação avaliada verificou-se que os ventos mais frequentes e intensos ocorrem em direções nordeste, leste e sul.

Os Gráficos Gráfico 20 a Gráfico 23 apresentam as rosas dos ventos para os meses de janeiro a dezembro de 2023 para estação EMQAr – RGV4 (Enseada do Suá).

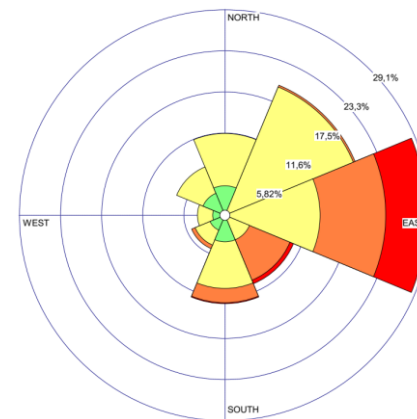
Gráfico 20: Rosa dos ventos de janeiro, fevereiro e março de 2023 – EMQAr – RGV4 (Enseada do Suá).



(a) Janeiro

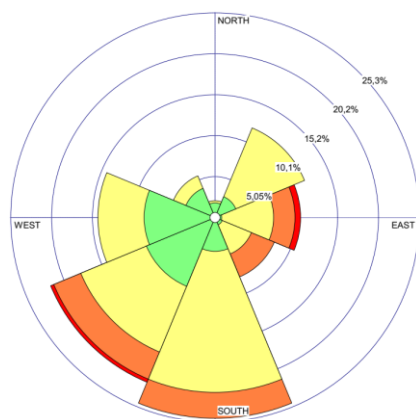


(b) Fevereiro

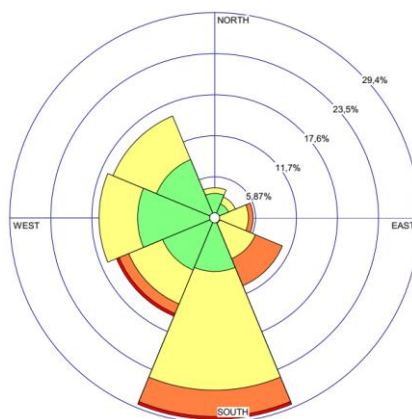


(c) Março

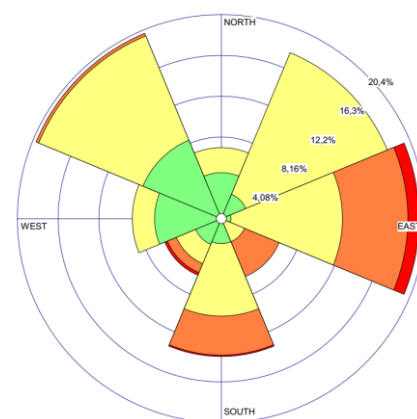
Gráfico 21: Rosa dos ventos de abril, maio e junho de 2023 – EMQAr - RGV4 (Enseada do Suá).



(d) Abril



(e) Maio



(f) Junho

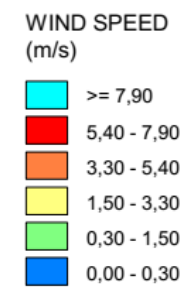


Gráfico 22: Rosa dos ventos de julho, agosto e setembro de 2023 – EMQAr - RGV4 (Enseada do Suá).

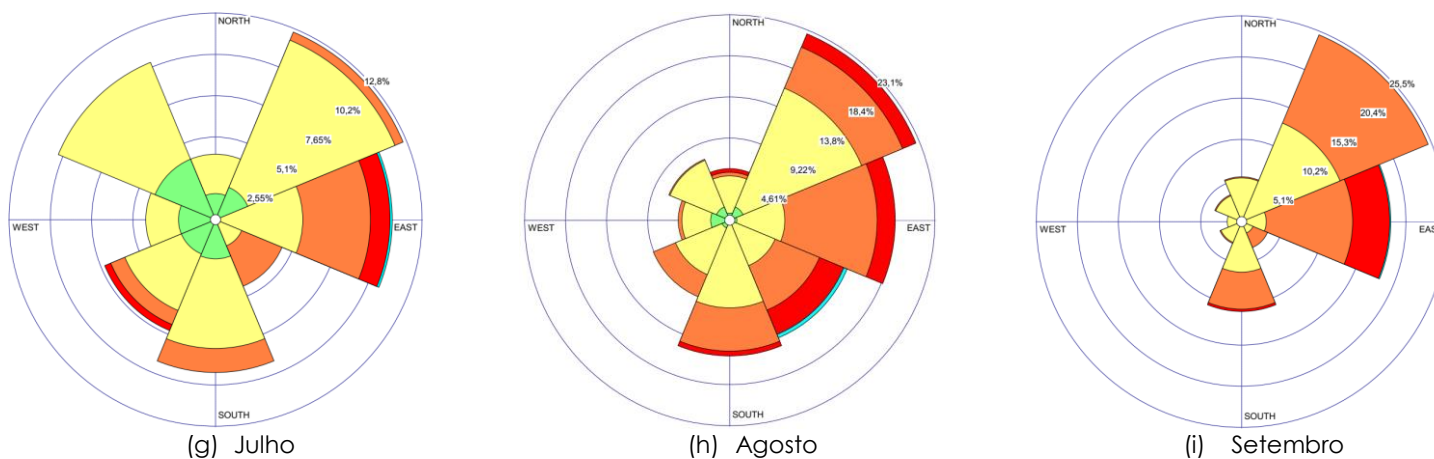
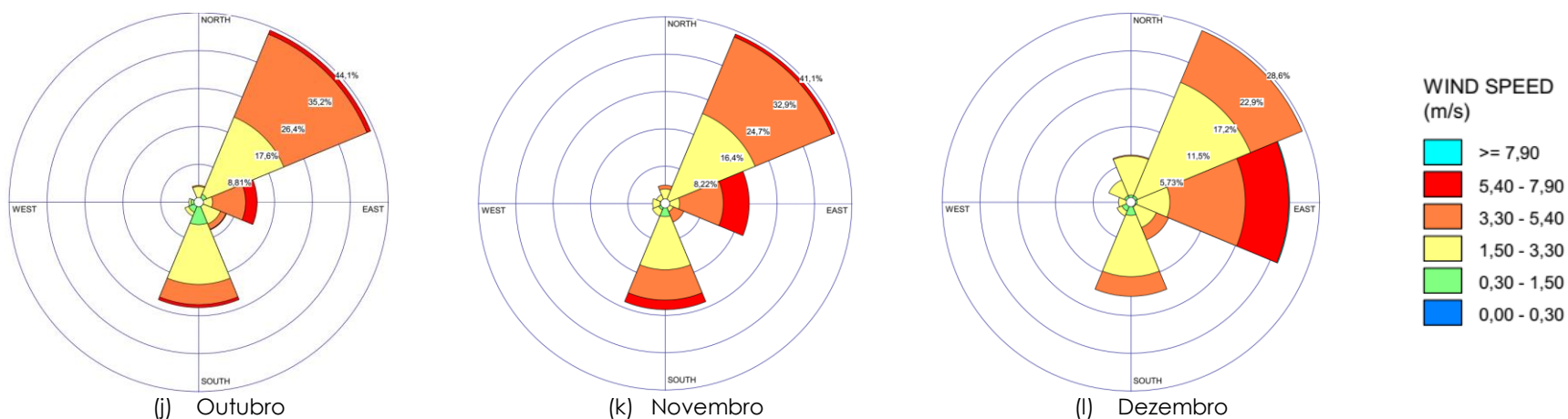


Gráfico 23: Rosa dos ventos para os meses de outubro, novembro e dezembro de 2023 – EMQAr - RGV4 (Enseada do Suá).

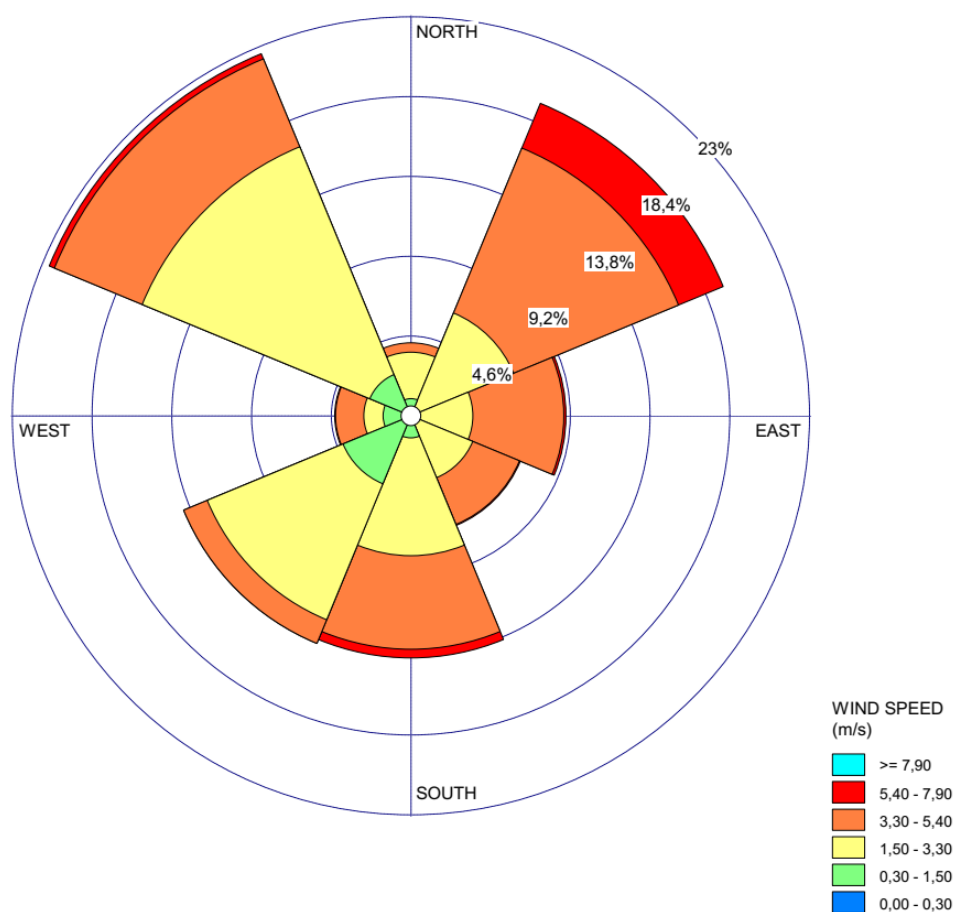


Como pode ser observado nos gráficos acima, no primeiro trimestre é dominado por ventos de direção Leste e Nordeste. Abril e maio tiveram ventos predominantes de direção sul, sudoeste e oeste. Junho e julho tiveram uma maior distribuição da direção dos ventos, registrando a maior quantidade de velocidades entre 5,4 a 7,9 m/s nas direções leste e sudoeste. Registra-se que o mês de julho não atendeu aos critérios de representatividade mensal, ficando com um total de 63,4% dos dados válidos. Agosto teve predominância de ventos entre as direções sul a nordeste, com as maiores velocidades registradas na direção sudeste. De setembro a dezembro tivemos predominância de ventos nordeste, leste e sul.

5.6.1.3. Ventos RAMQAR 06 – Ibes

O Gráfico 24 apresenta a rosa dos ventos obtida da análise da série temporal de direção e velocidade do vento medidos na estação EMQAR 06 - Ibes para o ano de 2023.

Gráfico 24: Rosa dos ventos para estação EMQAr – RGV6 (Ibes)- Ano de 2023.



Para a estação avaliada verificou-se que a estação EMQAR 06 – Ibes apresentou grande variação de distribuição de ventos, com predominância de ventos noroeste, nordeste, sul e sudoeste. Os ventos mais intensos tiveram predominância nordeste e sul.

Os Gráficos Gráfico **25** a Gráfico **28** apresentam as rosas dos ventos para os meses de janeiro a dezembro de 2023 para estação EMQAr – RGV6 (Ibes).

Gráfico 25: Rosa dos ventos de janeiro, fevereiro e março de 2023 – EMQAr – RGV6 (lbes).

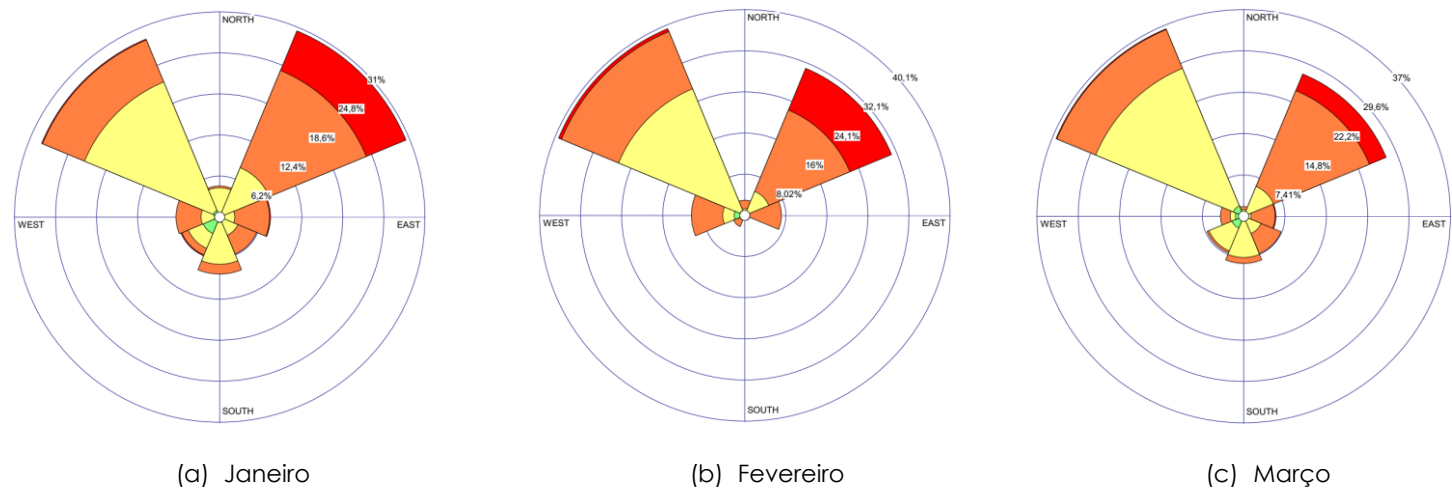


Gráfico 26: Rosa dos ventos de abril, maio e junho de 2023 – EMQAr – RGV6 (lbes).

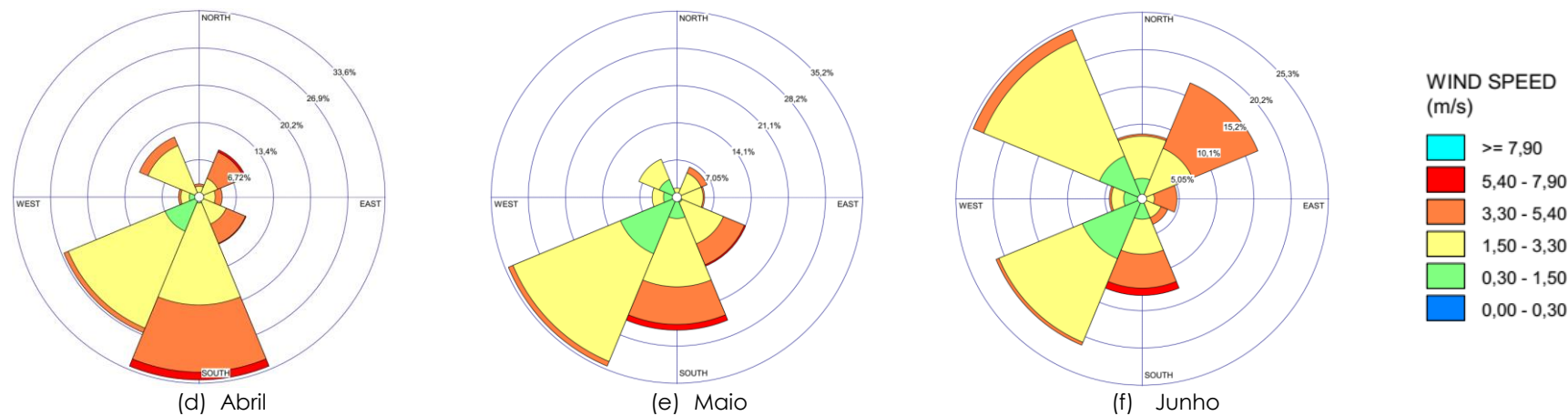


Gráfico 27: Rosa dos ventos de julho, agosto e setembro de 2023 – EMQAr - RGV6 (lbes).

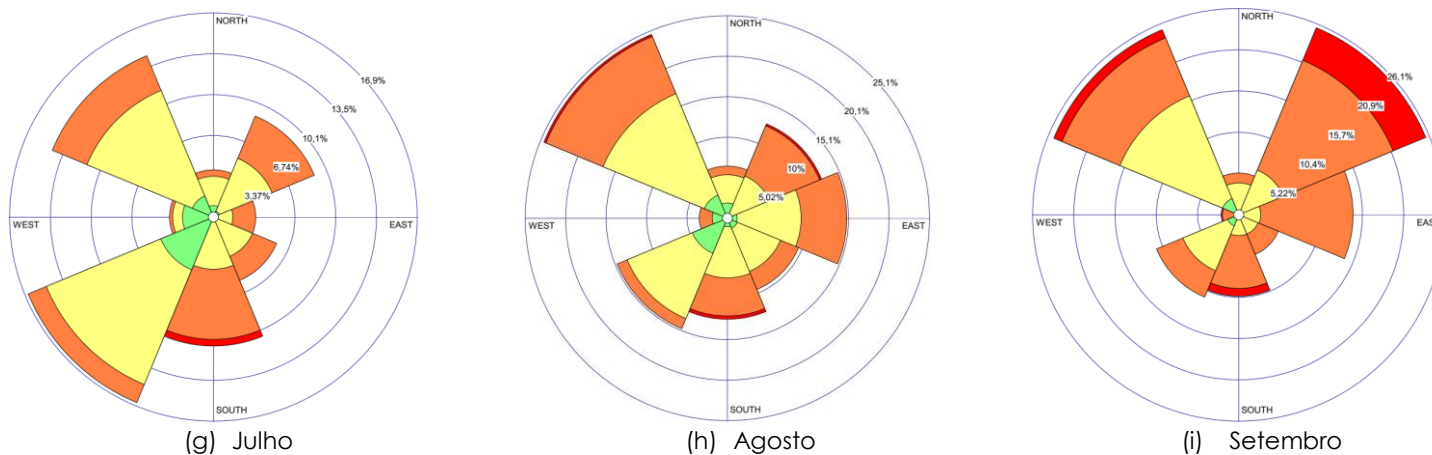
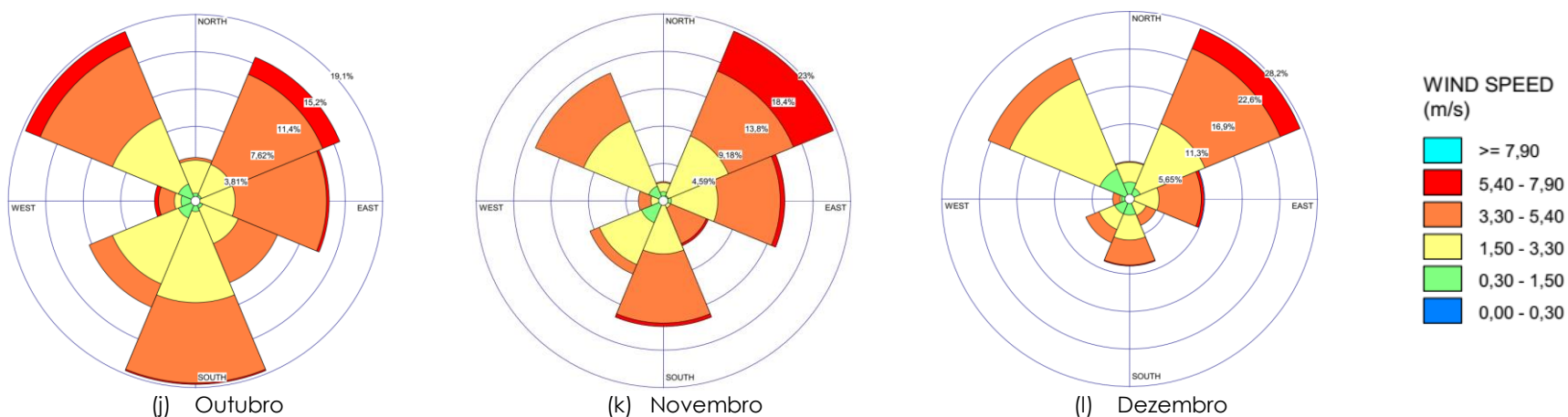


Gráfico 28: Rosa dos ventos para os meses de outubro, novembro e dezembro de 2023 – EMQAr - RGV6 (lbes).

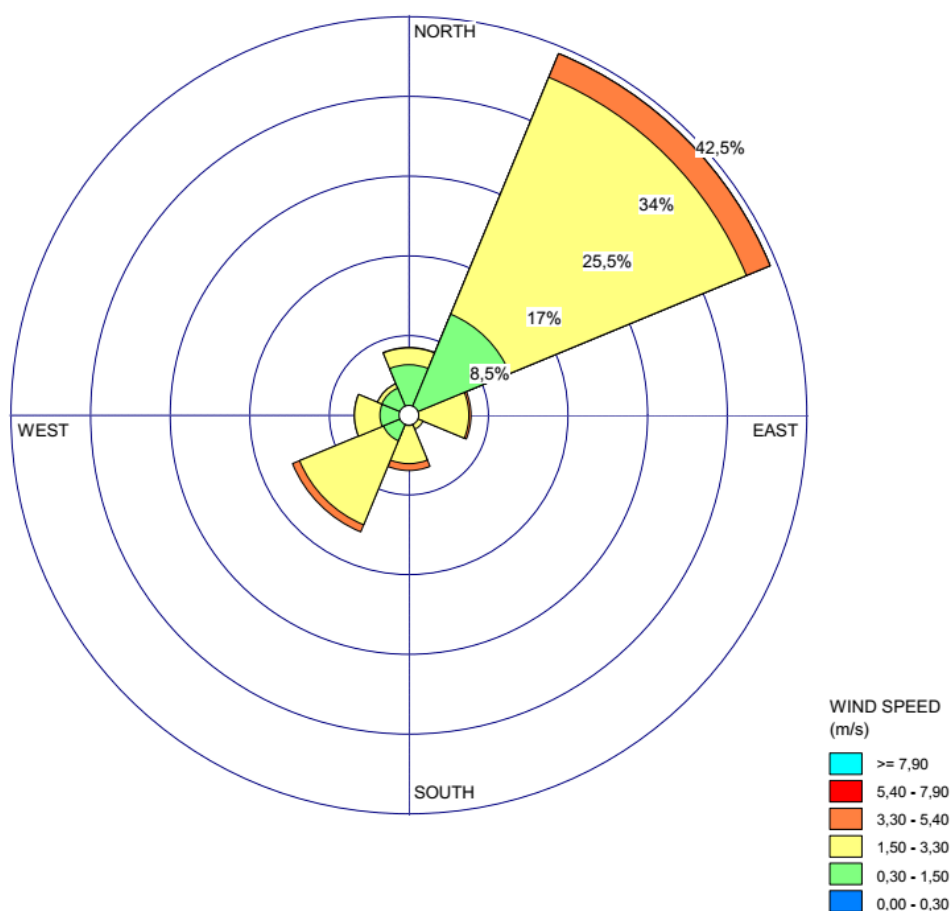


Como pode ser observado nos gráficos acima, no primeiro trimestre é dominado por ventos de direção noroeste e nordeste, com velocidades de ventos maiores quando de direção nordeste. Abril e maio tiveram ventos predominantes de direção sul e sudoeste. Junho e julho tiveram uma maior distribuição da direção dos ventos, com predominância de ventos sudoeste e noroeste, mas com ventos mais intensos (maiores velocidades) quando de direção sul. Agosto teve predominância de ventos entre as direções sul a noroeste. De setembro a dezembro também tivemos grande variação na distribuição da direção dos ventos, destacando as direções nordeste e noroeste. Observa-se que os ventos sul também foram significativos para o mês de outubro.

5.6.1.4. Ventos RAMQAR 08 – Vila Capixaba

O Gráfico 29 apresenta a rosa dos ventos obtida da análise da série temporal de direção e velocidade do vento medidos na estação EMQAR 08 – Vila Capixaba para o ano de 2023.

Gráfico 29: Rosa dos ventos para estação EMQAR – RGV8 (Vila Capixaba) - Ano de 2023.



Para a estação avaliada verificou-se que a estação EMQAR 08 – Vila Capixaba apresentou predominância de ventos de direção nordeste.

Os Gráficos Gráfico **30** a Gráfico **33** apresentam as rosas dos ventos para os meses de janeiro a dezembro de 2023 para estação EMQAr – RGV8 (Vila Capixaba).

Gráfico 30: Rosa dos ventos de janeiro, fevereiro e março de 2023 – EMQAr – RGV8 (Vila Capixaba).

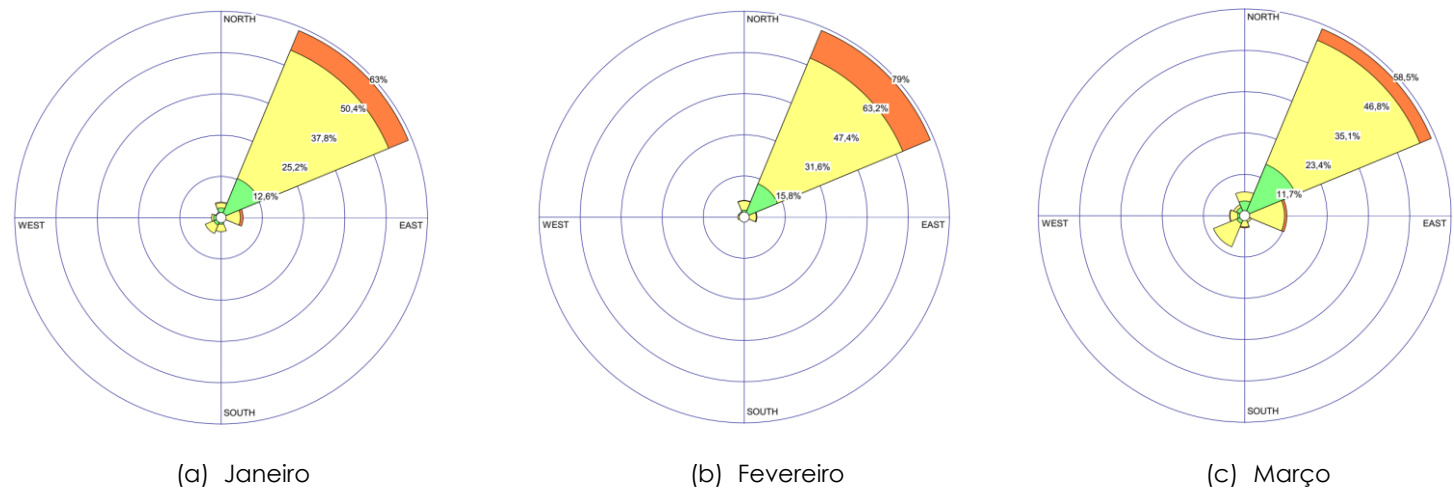


Gráfico 31: Rosa dos ventos de abril, maio e junho de 2023 – EMQAr – RGV8 (Vila Capixaba).

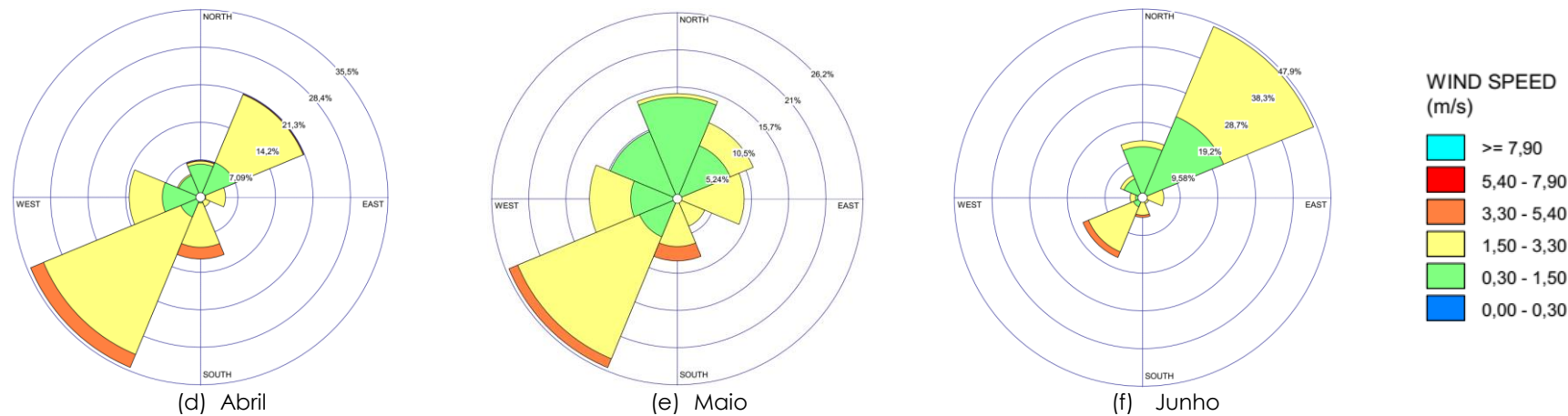


Gráfico 32: Rosa dos ventos de julho, agosto e setembro de 2023 – EMQAr - RGV8 (Vila Capixaba).

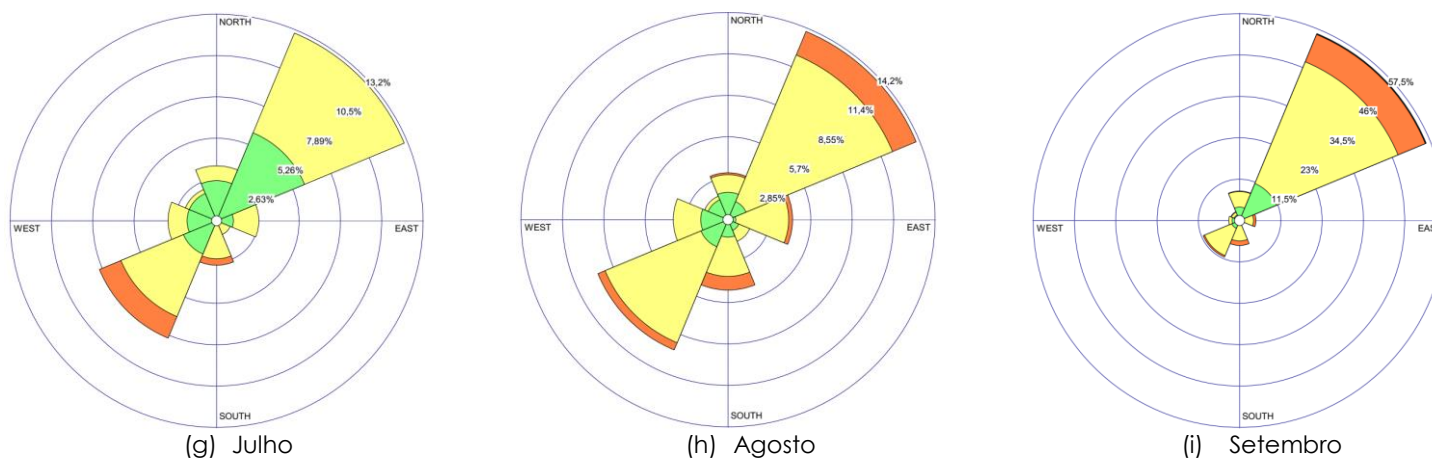
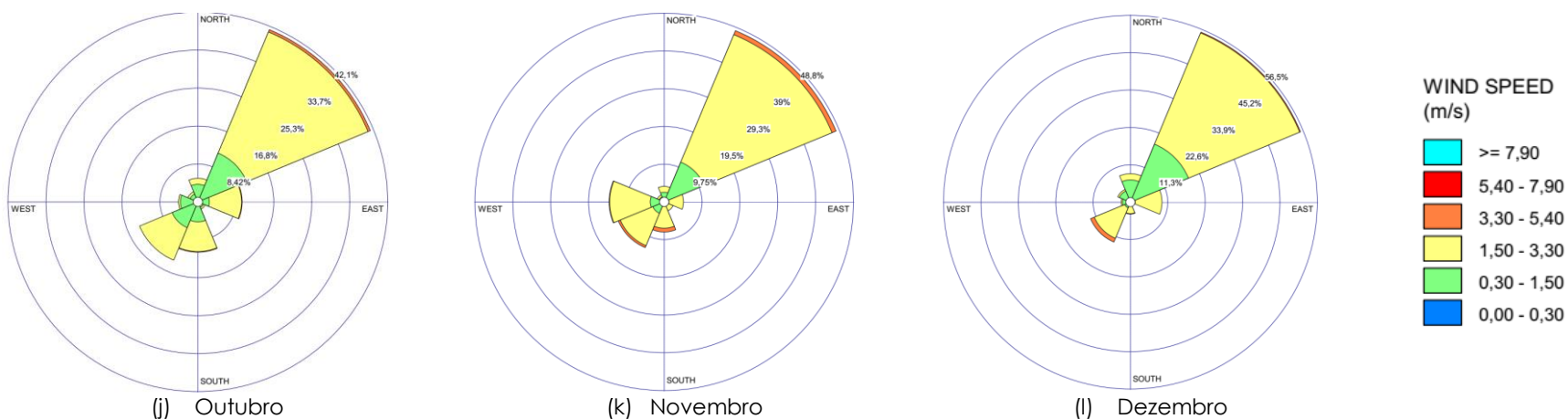


Gráfico 33: Rosa dos ventos para os meses de outubro, novembro e dezembro de 2023 – EMQAr - RGV8 (Vila Capixaba).

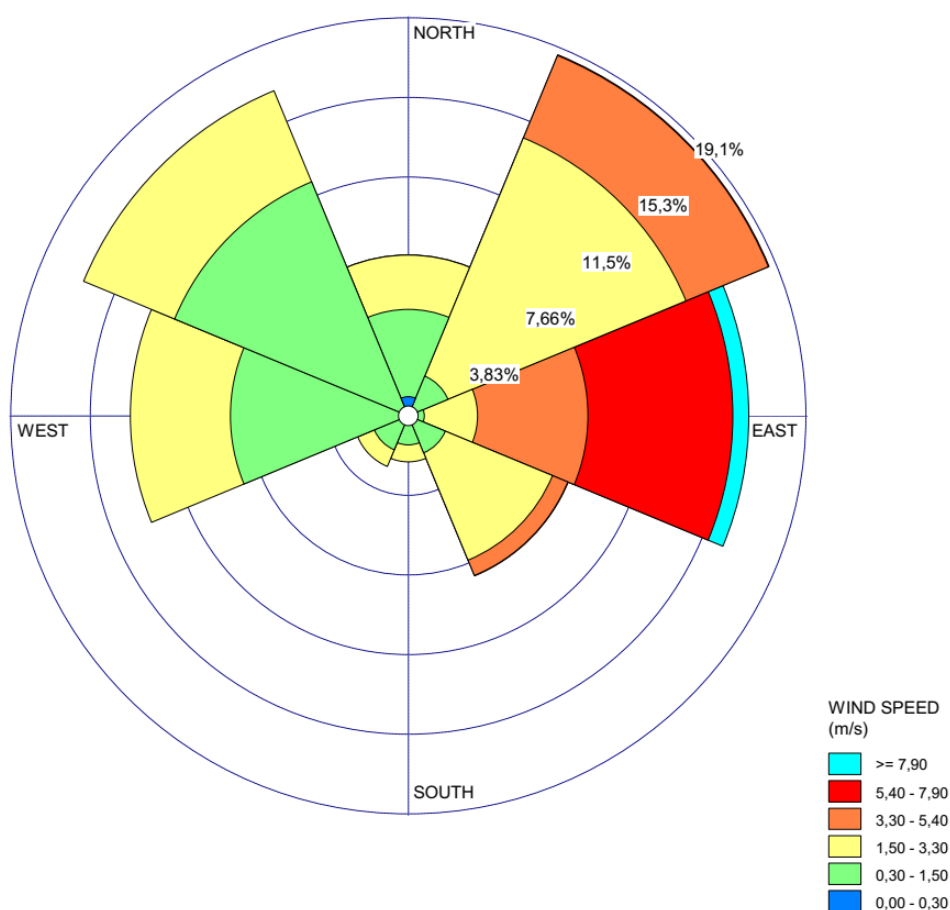


Como pode visualizado nos gráficos acima, houve grande predominância de ventos nordeste em praticamente todos os meses do ano. Apenas os meses de abril e maio houve predominância de ventos sudoeste. Os meses de julho e agosto, apesar da predominância de ventos nordeste, também houve contribuição significativa de ventos sudoeste.

5.6.1.5. Ventos RAMQAR 10 – Praia do Canto

O Gráfico 34 apresenta a rosa dos ventos obtida da análise da série temporal de direção e velocidade do vento medidos na estação EMQAR 10 – Praia do Canto para o ano de 2023.

Gráfico 34: Rosa dos ventos para estação EMQAr – RGV10 (Praia do Canto) - Ano de 2023.



Para a estação avaliada verificou-se que a estação EMQAR 10 – Praia do Canto apresentou predominância de ventos de direção nordeste.

Os Gráficos Gráfico 35 a Gráfico 38 apresentam as rosas dos ventos para os meses de janeiro a dezembro de 2023 para estação EMQAr – RGV10 (Praia do Canto).

Gráfico 35: Rosa dos ventos de janeiro, fevereiro e março de 2023 – EMQAr – RGV10 (Praia do Canto).

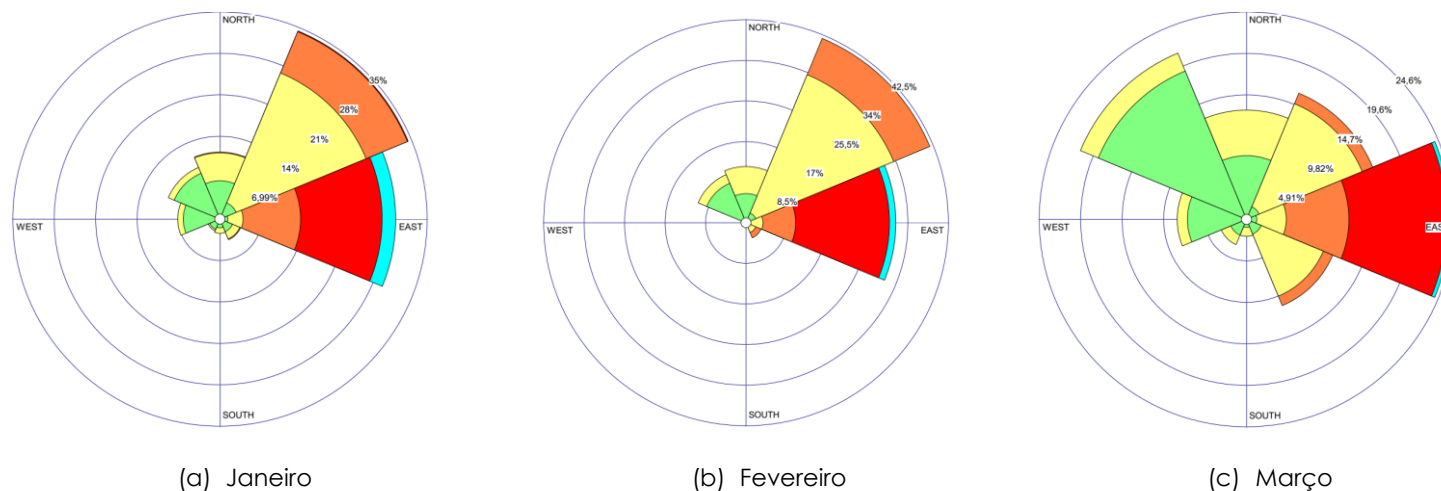


Gráfico 36: Rosa dos ventos de abril, maio e junho de 2023 – EMQAr – RGV10 (Praia do Canto).

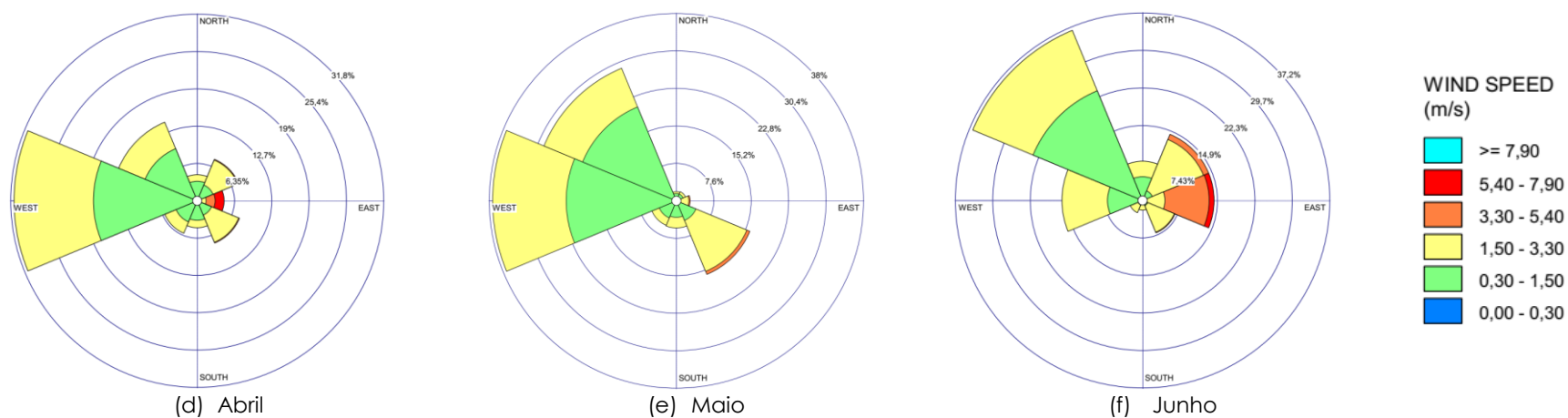


Gráfico 37: Rosa dos ventos de julho, agosto e setembro de 2023 – EMQAr - RGV10 (Praia do Canto).

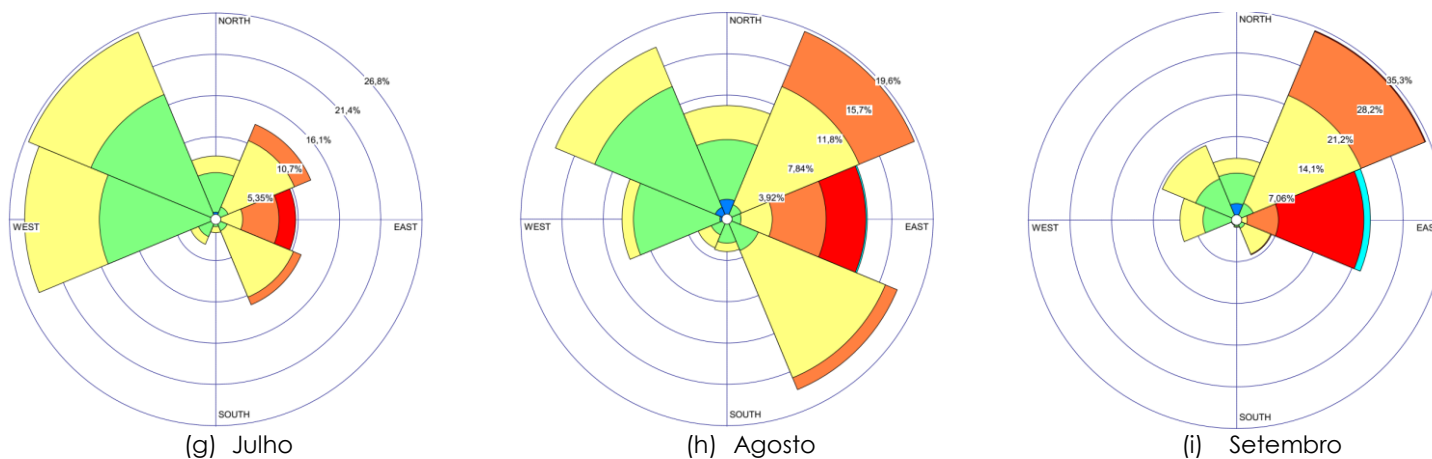
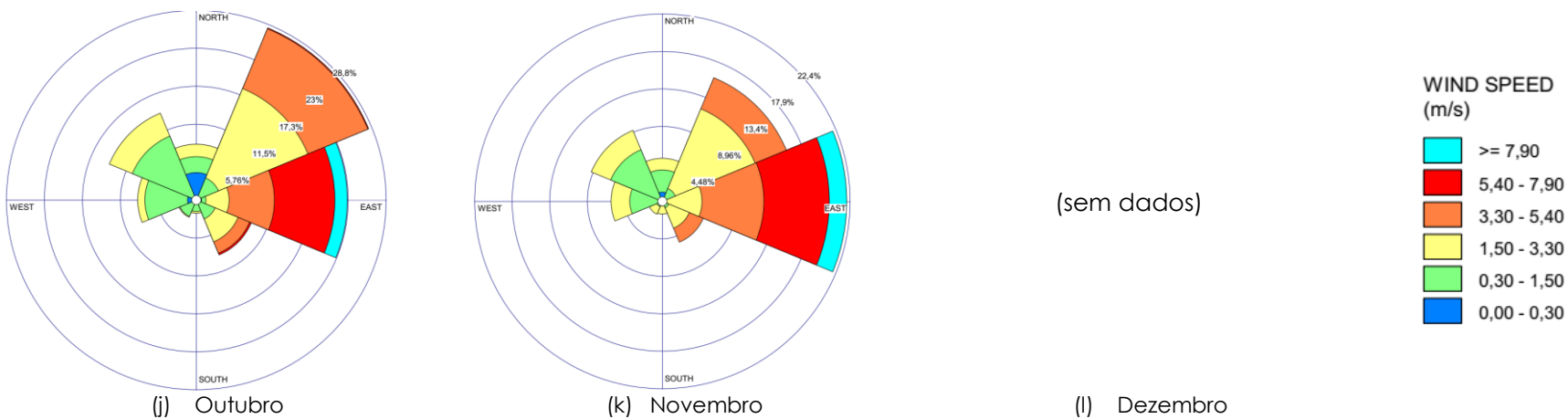


Gráfico 38: Rosa dos ventos para os meses de outubro, novembro e dezembro de 2023 – EMQAr - RGV10 (Praia do Canto).



Como pode visualizado nos gráficos acima, houve grande variação sobre a direção e intensidade dos ventos ao longo do ano para a estação EMQAR 10 – Praia do Canto. Os meses de janeiro e fevereiro tiveram predominância de ventos nordeste e leste, com os ventos mais fortes vindos da direção leste. O mês de março ainda teve predominância de ventos entre os quadrantes nordeste a sudeste, mas com contribuição significativa também de ventos da direção noroeste e norte. Os meses de abril a julho tivemos predominância de ventos de direção oeste e noroeste, mas com os ventos de maior velocidade ainda incidentes de leste. Agosto tivemos mais distribuídos, tendo contribuições significativas de todas direções, exceto sul e sudoeste. Nos meses entre setembro e novembro tivemos predominância de ventos nordeste e leste. O mês de dezembro não tivemos leituras válidas.

6 – Qualidade do Ar

Neste capítulo apresenta-se os dados de qualidade do ar medidos pela rede de monitoramento do IEMA no ano de 2023, estando dividido em 7 seções. A Seção 6.1 apresenta os resultados e discussões para Material Particulado, incluindo os resultados para $MP_{2,5}$, MP_{10} , PTS e PS. A Seção 6.2 apresenta os resultados e discussões para Dióxido de Enxofre (SO_2). A Seção 6.3 apresenta os resultados e discussões para Dióxido de Nitrogênio (NO_2). A Seção 6.4 apresenta os resultados e discussões para Ozônio (O_3). A Seção 6.5 apresenta os resultados e discussões para Monóxido de Carbono (CO). A seção 6.6ª apresenta dos resultados do monitoramento de hidrocarbonetos. E finalmente, a seção 6.7 apresenta o Índice de Qualidade do Ar (IQA) para o ano de 2023.

Cumprir destacar que a análise que segue considerou os limites estabelecidos pela OMS 2021, do Decreto Estadual nº 3.463-R/2013 e das Resoluções CONAMA nº 491/2018 e CONAMA nº 506/2024.

Para o IQA foram utilizadas as faixas definidas no Guia Técnico publicado pelo MMA em 2019, uma vez que ainda não foi publicada a tabela completa no novo Guia Técnico. Dessa forma, a classificação do IQA está associada aos valores de concentração dos poluentes definidos nas Diretrizes da OMS (2005) e na Resolução CONAMA nº 491/2018.

6.1 Material Particulado (MP)

6.1.1 Partículas Respiráveis ($MP_{2,5}$)

Ao longo do ano de 2023, o poluente Partículas Respiráveis, com diâmetro menor de 2,5 micrômetro ($MP_{2,5}$) foi monitorado em 9 (nove) estações da RAMQAR, sendo elas:

- EMQAR 01 – Laranjeiras;
- EMQAR 02 – Carapina;
- EMQAR 03 – Jardim Camburi;
- EMQAR 04 – Enseada do Suá;
- EMQAR 05 – Vitória Centro;
- EMQAR 06 – Ibes (Vila Velha);
- EMQAR 08 – Vila Capixaba (Cariacica);
- EMQAR 09 – Cidade Continental;
- EMQAR 10 – Praia do Canto (Ponta Formosa).

Até o final do ano de 2022 as únicas estações com monitoramento de MP2,5 eram a EMQAR 04 – Enseada do Suá e EMQAR 06 – Ibes. Contudo, com a modernização da rede, equipamentos de MP2,5 foram instalados em todas as estações.

A Tabela 13 traz o quantitativo de médias móveis de 24h válidas para o poluente MP2,5 em cada estação ao longo de 2023, com um comparativo percentual em relação a um total de 8737 médias móveis possíveis.

Tabela 13: Número de médias móveis de 24h válidas em cada estação em 2023 para o poluente MP2,5.

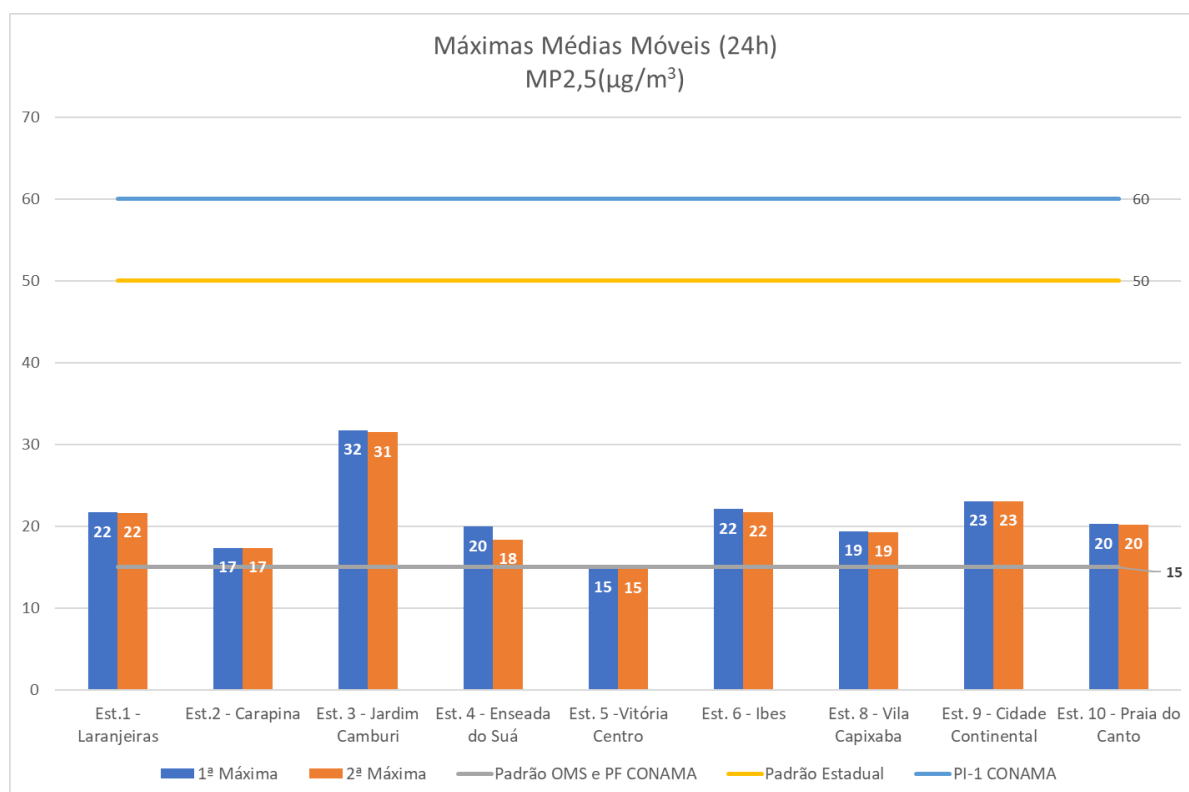
Referencial	Estações								
	1 Laranjeiras	2 Carapina	3 Jard. Camburi	4 Enseada do Suá	5 Vitória Centro	6 Ibes	8 Vila Capixaba	9 Cid. Contin.	10 Praia do Canto
Nº médias móveis válidas	4284	4069	4870	7995	5467	8391	6938	5066	3255
% de médias móveis válidas	49,0%	46,6%	55,7%	91,5%	62,6%	96,0%	79,4%	58,0%	37,3%

A Tabela 14 e o Gráfico 39 trazem as máximas médias de 24h calculadas para o período (ano de 2023).

Tabela 14: Máximas médias móveis de 24h calculadas para o poluente MP2,5 no ano de 2023.

Referencial	Estações								
	1 Laranjeiras	2 Carapina	3 Jard. Camburi	4 Enseada do Suá	5 Vitória Centro	6 Ibes	8 Vila Capixaba	9 Cid. Contin.	10 Praia do Canto
1ª máxima (24h)	21,70	17,38	31,76	19,95	14,91	22,11	19,38	23,08	20,25
2ª Máxima (24h)	21,64	17,35	31,49	18,37	14,85	21,77	19,30	23,05	20,22

Gráfico 39: Máximas médias móveis de 24h calculadas para o poluente MP2,5 no ano de 2023 e comparação com o limite legal e à recomendação da OMS (2021).



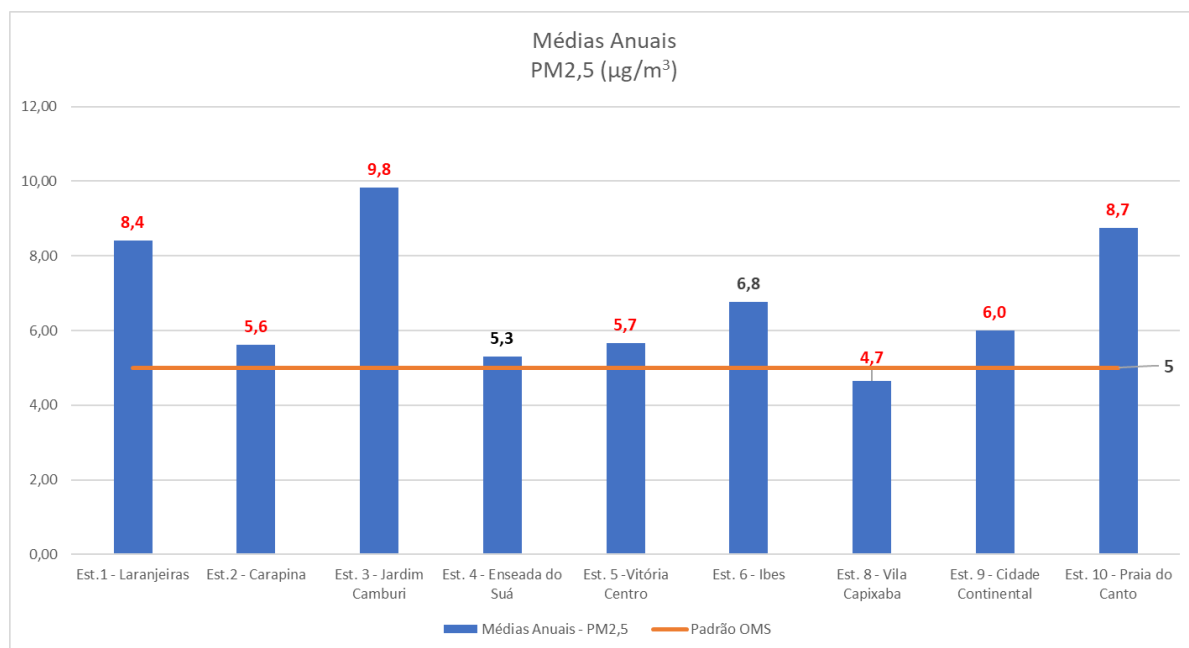
Durante os períodos em que cada estação realizou o monitoramento do poluente MP2,5, apenas a estação 05 – Vitória Centro, não registrou ultrapassagens ao Padrão Final (PF) recomendado pela OMS (2021). Observamos que o novo padrão da OMS, divulgado ao final do ano de 2021, reduziu de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ o limite recomendado como Padrão Final (PF). Assim, já era esperado um consequente aumento da quantidade total de ultrapassagens aos limites da OMS no monitoramento realizado em relação aos anos anteriores. Já o limite Estadual atual (MI-2 ES) não foi ultrapassado em nenhum momento em qualquer das estações de monitoramento, assim como os padrões PI-1 e PI-2 da nova Resolução CONAMA nº 506/2024.

A Tabela 15 mostra o total de ultrapassagens ao padrão da OMS atual (2021) e também um comparativo com o número de ultrapassagens considerando o padrão OMS antigo (2005). Além disso, a tabela traz o percentual de ultrapassagens considerando o total de médias móveis de 24h válidas calculadas em cada estação. Fica destacado que a estação que teve mais ultrapassagens em relação ao total medido foi a estação 03 – Jardim Camburi, com 11,3%.

Tabela 15: Total de ultrapassagens de médias móveis de 24h ao padrão OMS para o poluente MP2,5.

Ultrapassagens de padrões MP2,5 para médias de 24h									
Referencial	1 Laranjeiras	2 Carapina	3 Jardim Camburi	4 Enseada do Suá	5 Vitória Centro	6 Ibes	8 Vila Capixaba	9 Cidade Continental	10 Praia do Canto
MI-2 ES Decreto 3463	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PI-1 CONAMA	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Padrão OMS (2005) - 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (24h)	0	0	62	0	0	0	0	0	0
Padrão OMS (2021) - 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (24h) (ATUAL)	361	17	552	57	0	145	63	78	168
Porcentagem em relação ao total medido (válido)	8,4%	0,4%	11,3%	0,7%	0,0%	1,7%	0,9%	1,5%	5,2%

O Gráfico 40 traz o valor das médias anuais medidas em cada estação. Observa-se que apenas as estações 04 – Enseada do Suá e 06 – Ibes atenderam aos critérios de representatividade para a média anual. Quando comparado à meta de Padrão Final recomendado pela OMS, o qual coincide com o valor de Padrão Final da Resolução CONAMA nº 506/2024 ($5 \mu\text{g}/\text{m}^3$), observamos que somente a estação 08 – Vila Capixaba atenderia à meta, caso sua média fosse representativa.

Gráfico 40: Médias anuais de 2023 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) para Partículas Respiráveis (MP2,5).

* Valores em vermelho não atenderam aos critérios de representatividade para a média anual.

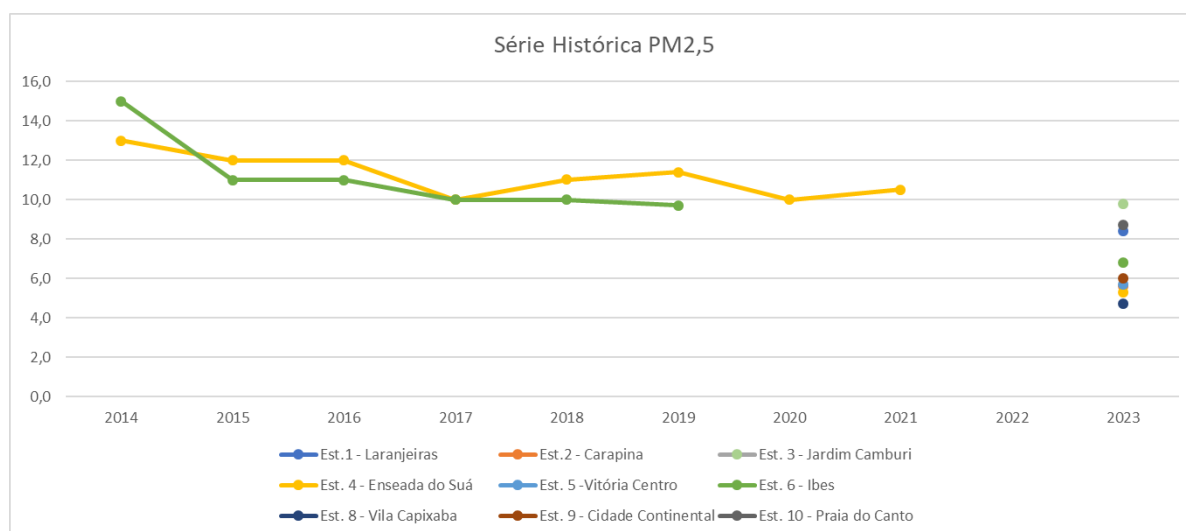
Já a Tabela 16 e o Gráfico 41 traz os resultados medidos para as médias anuais em toda a série histórica. O Gráfico 41 indica uma tendência consistente de queda nas concentrações de MP2,5, em especial na Estação 04 – Enseada do Suá, cuja média caiu de mais de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ até o ano de 2021 para $5,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ em 2023. A Estação 06 – Ibes também vem demonstrando

forte tendência de queda. As demais estações não possuem série histórica para comparação.

Tabela 16: Série histórica das médias anuais ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) de Partículas Respiráveis - MP2,5.

	1 Laranjeiras	2 Carapina	3 Jardim Camburi	4 Enseada do Suá	5 Vitória Centro	6 Ibes	8 Vila Capixaba	9 Cidade Continental	10 Praia do Canto
2014				13,0		15,0			
2015				12,0		11,0			
2016				12,0		11,0			
2017				10,0		10,0			
2018				11,0		10,0			
2019				11,4		9,7			
2020				10,0					
2021				10,5					
2022									
2023	8,4	5,6	9,8	5,3	5,7	6,8	4,7	6,0	8,7

Gráfico 41: Série histórica das médias anuais para o poluente Partículas Respiráveis – MP2,5.



Os gráficos Gráfico 42 a Gráfico 50 trazem o histórico de medições (médias móveis de 24h) ao longo de 2023 para todas as estações:

Gráfico 42: Histórico de médias móveis de 24h para o poluente MP2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) na estação 01 – Laranjeiras ao longo de 2023.

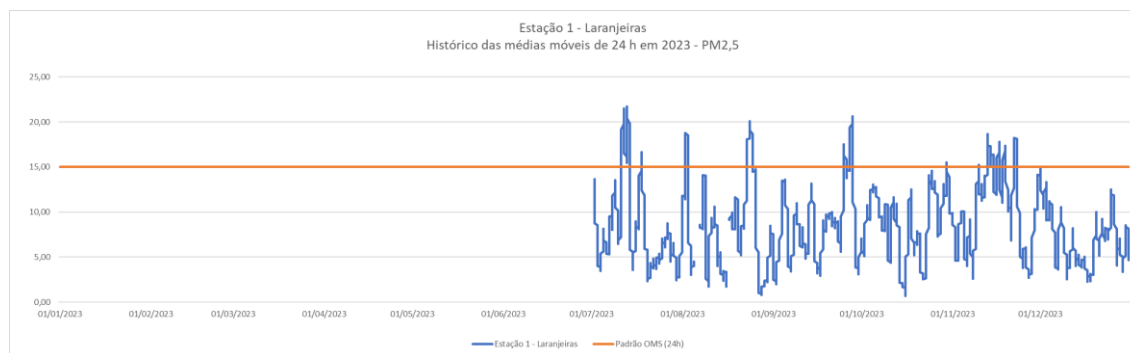


Gráfico 43: Histórico de médias móveis de 24h para o poluente MP2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) na estação 02 – Carapina ao longo de 2023.



Gráfico 44: Histórico de médias móveis de 24h para o poluente MP2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) na estação 03 – Jardim Camburi ao longo de 2023.

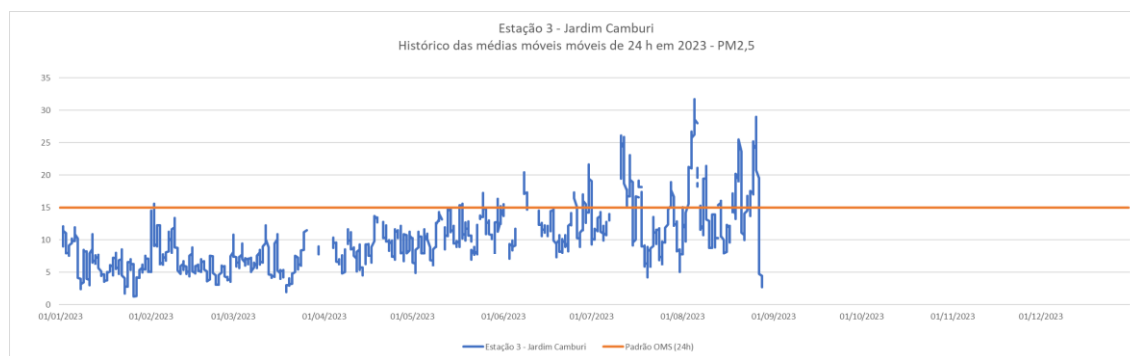


Gráfico 45: Histórico de médias móveis de 24h para o poluente MP2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) na estação 04 – Enseada do Suá ao longo de 2023.

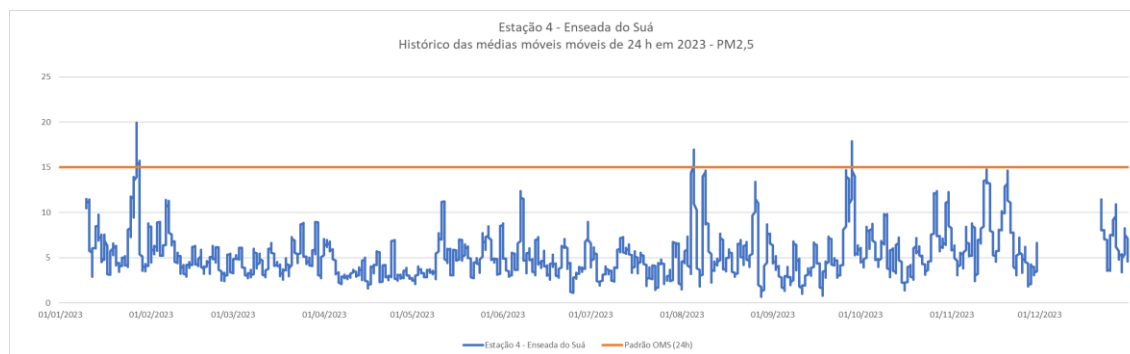


Gráfico 46: Histórico de médias móveis de 24h para o poluente MP2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) na estação 05 – Vitória centro ao longo de 2023.

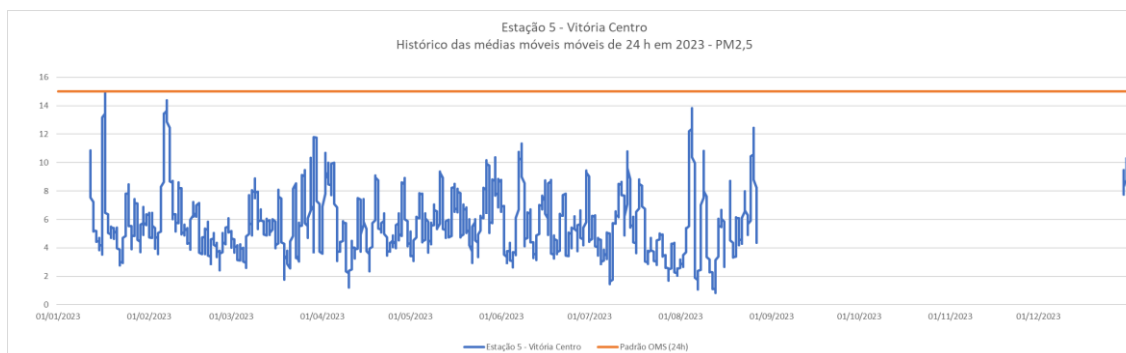


Gráfico 47: Histórico de médias móveis de 24h para o poluente MP2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) na estação 06 – Ibes ao longo de 2023.

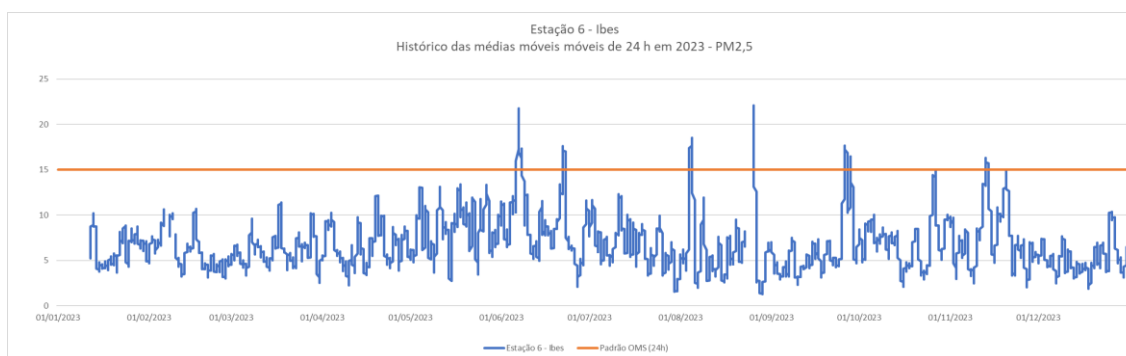


Gráfico 48: Histórico de médias móveis de 24h para o poluente MP2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) na estação 08 – Vila Capixaba ao longo de 2023.

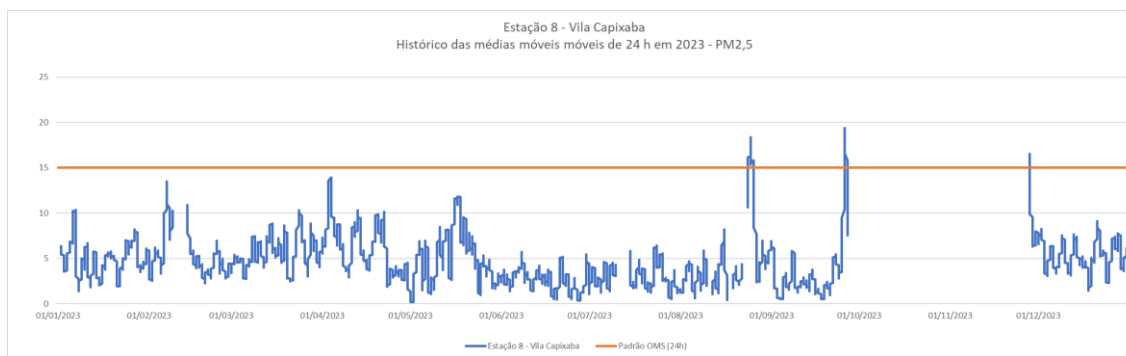


Gráfico 49: Histórico de médias móveis de 24h para o poluente MP2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) na estação 09 – Cidade Continental ao longo de 2023.

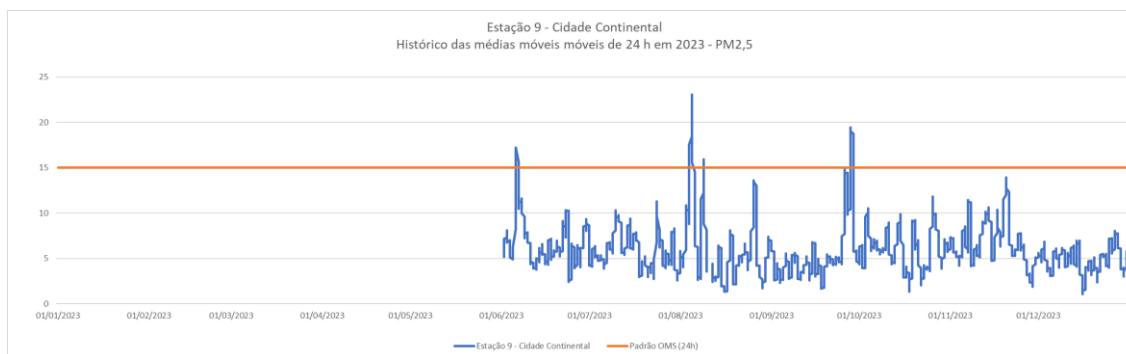
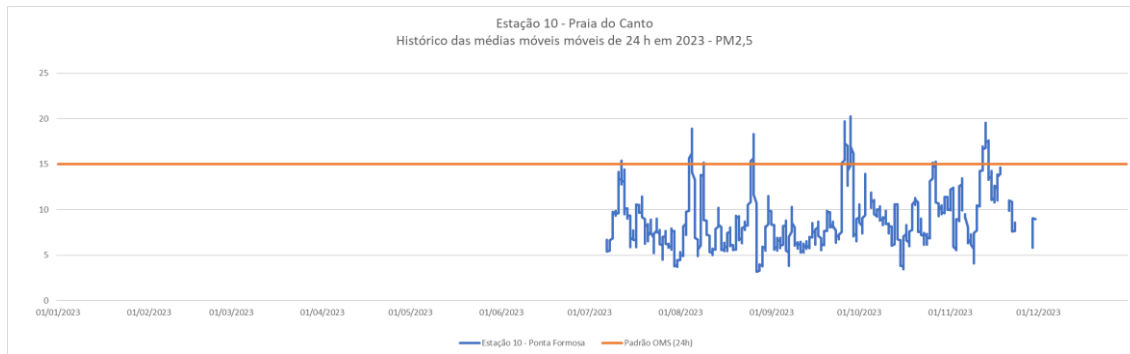


Gráfico 50: Histórico de médias móveis de 24h para o poluente MP2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) na estação 10 – Praia do Canto ao longo de 2023.



Os gráficos Gráfico 51 a Gráfico 59 mostram as médias para variações de acordo com as horas do dia. Verifica-se que cada estação possui um comportamento distinto ao longo do dia. Possivelmente devido à variação entre as fontes de emissão de material particulado que contribuem para as concentrações em cada estação, o que pode ser melhor avaliado após realização de novo inventário de fontes e com o uso de modelagens matemáticas.

Gráfico 51: Variação das médias de concentração de MP2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) para cada horário ao longo do dia para a estação 01 - Laranjeiras.

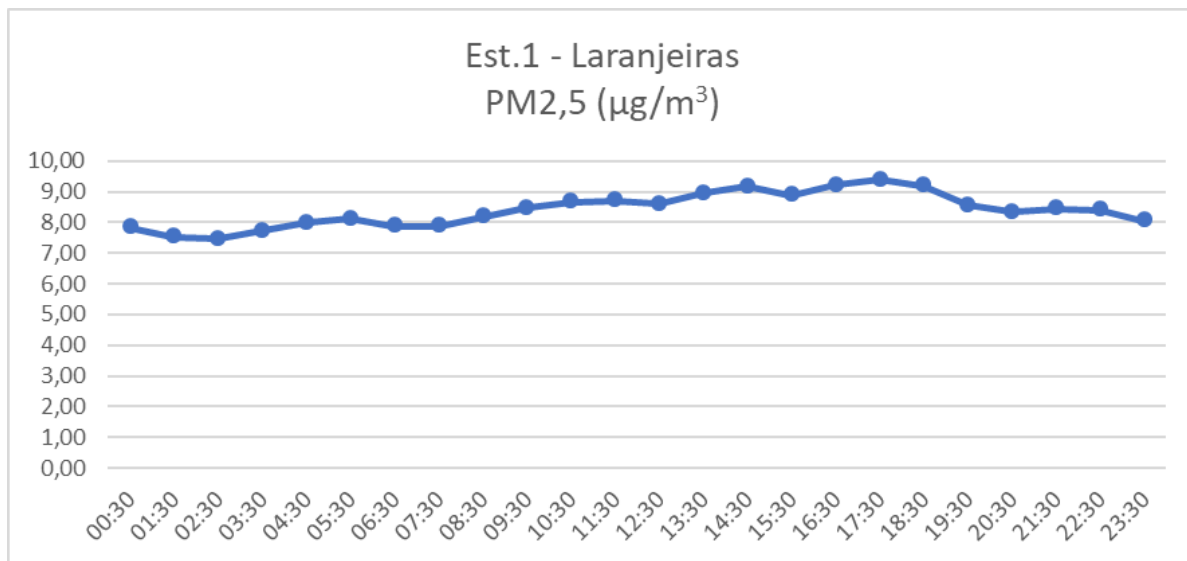


Gráfico 52: Variação das médias de concentração de MP2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) para cada horário ao longo do dia para a estação 02 - Carapina.

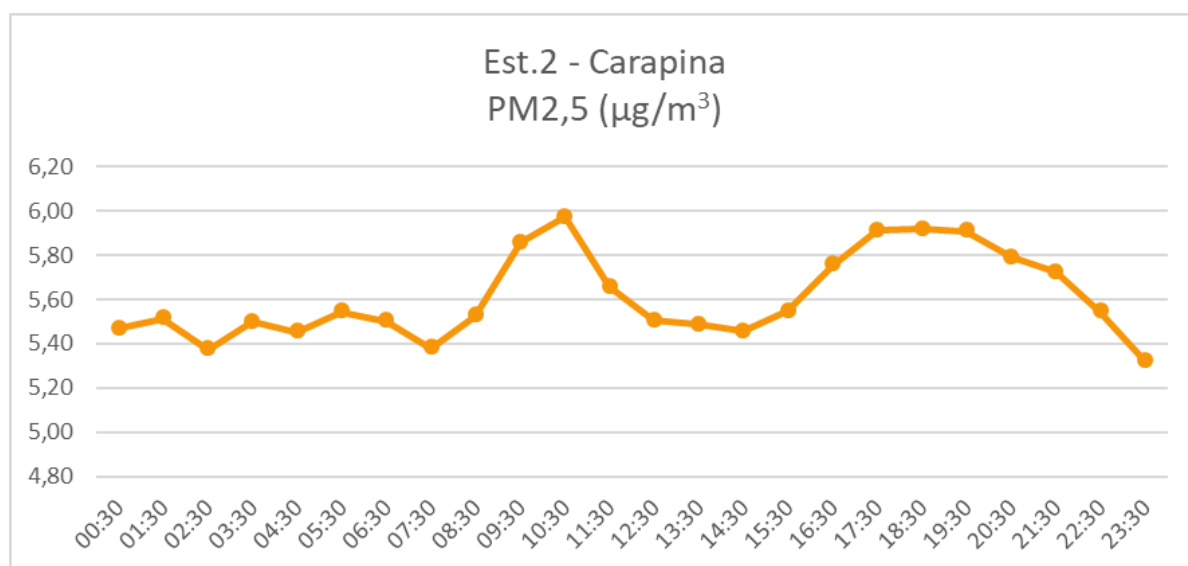


Gráfico 53: Variação das médias de concentração de MP2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) para cada horário ao longo do dia para a estação 03 – Jardim Carapina.

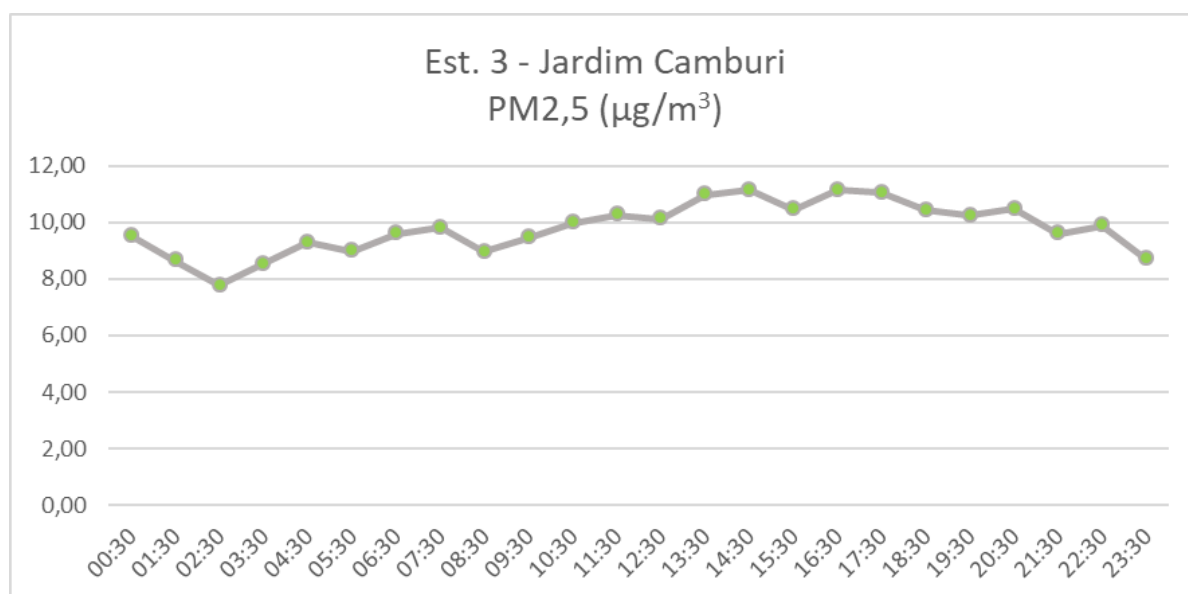


Gráfico 54: Variação das médias de concentração de MP2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) para cada horário ao longo do dia para a estação 04 – Enseada do Suá.

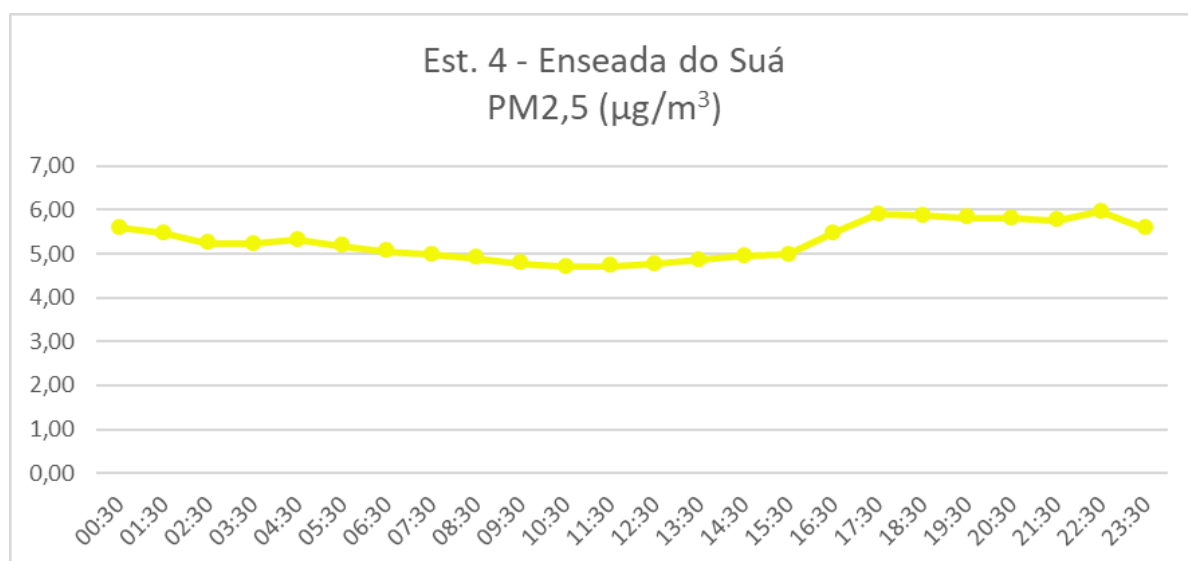


Gráfico 55: Variação das médias de concentração de MP2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) para cada horário ao longo do dia para a estação 05 – Vitória Centro.

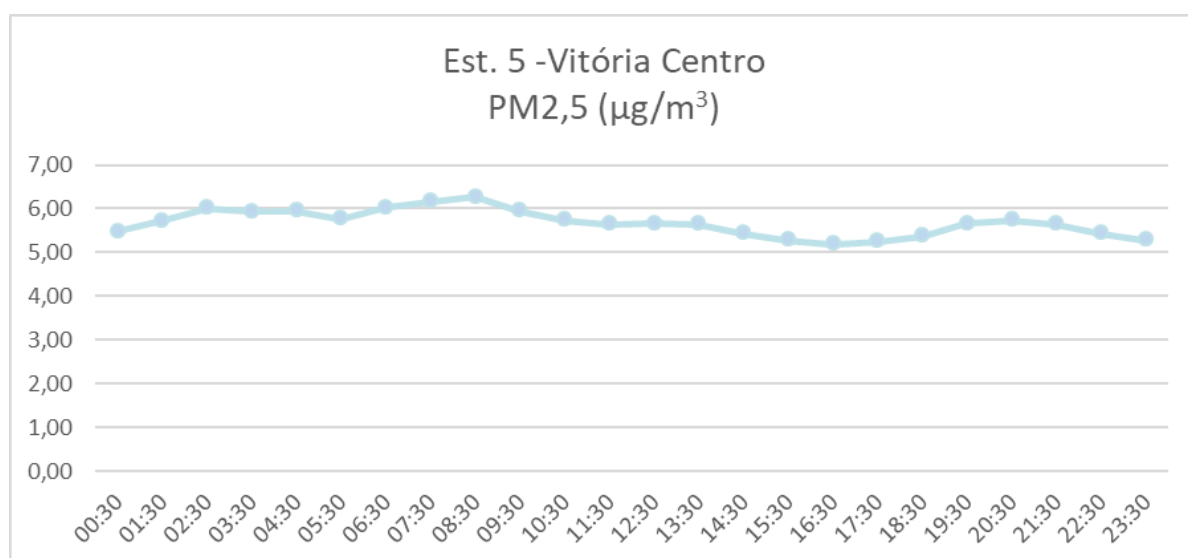


Gráfico 56: Variação das médias de concentração de MP2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) para cada horário ao longo do dia para a estação 06 - Ibes.

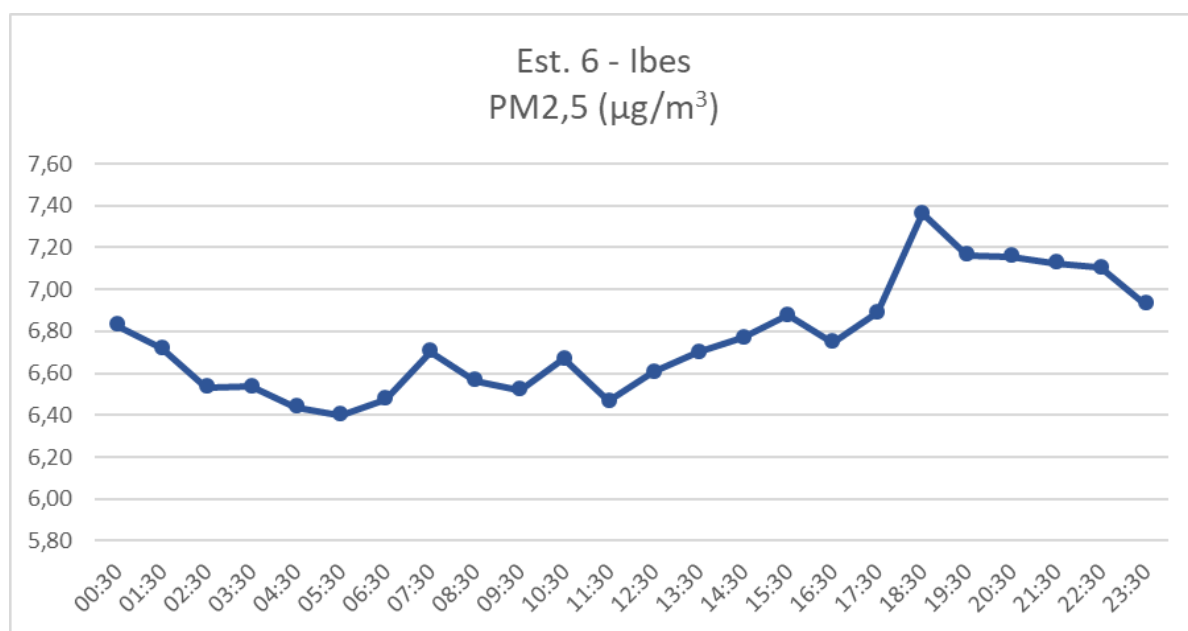


Gráfico 57: Variação das médias de concentração de MP2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) para cada horário ao longo do dia para a estação 08 – Vila Capixaba.

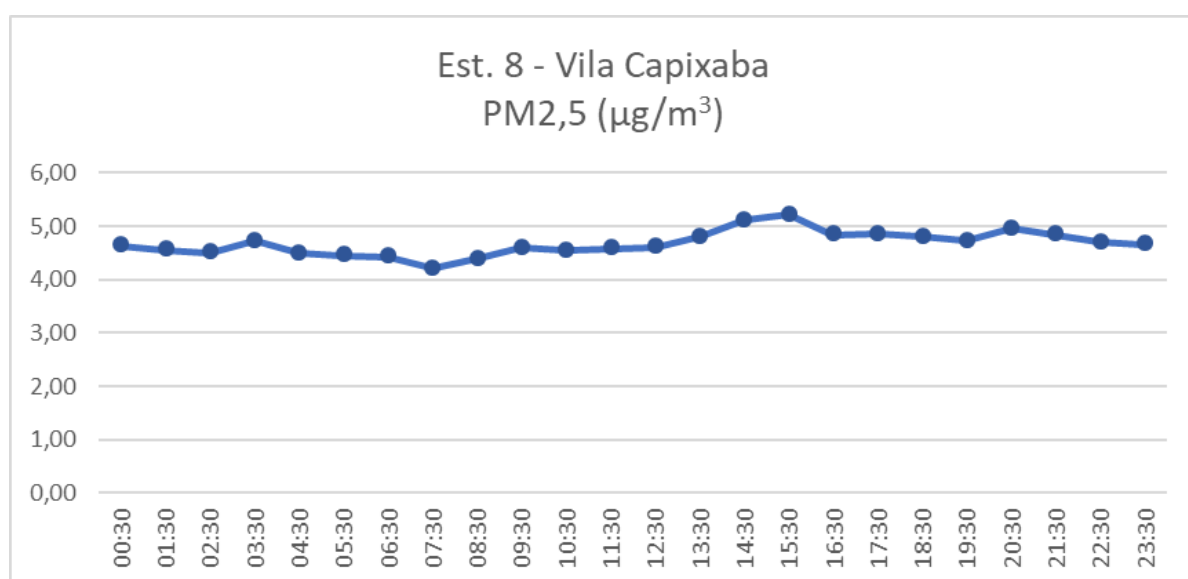


Gráfico 58: Variação das médias de concentração de MP_{2,5} (µg/m³) para cada horário ao longo do dia para a estação 09 – Cidade Continental.

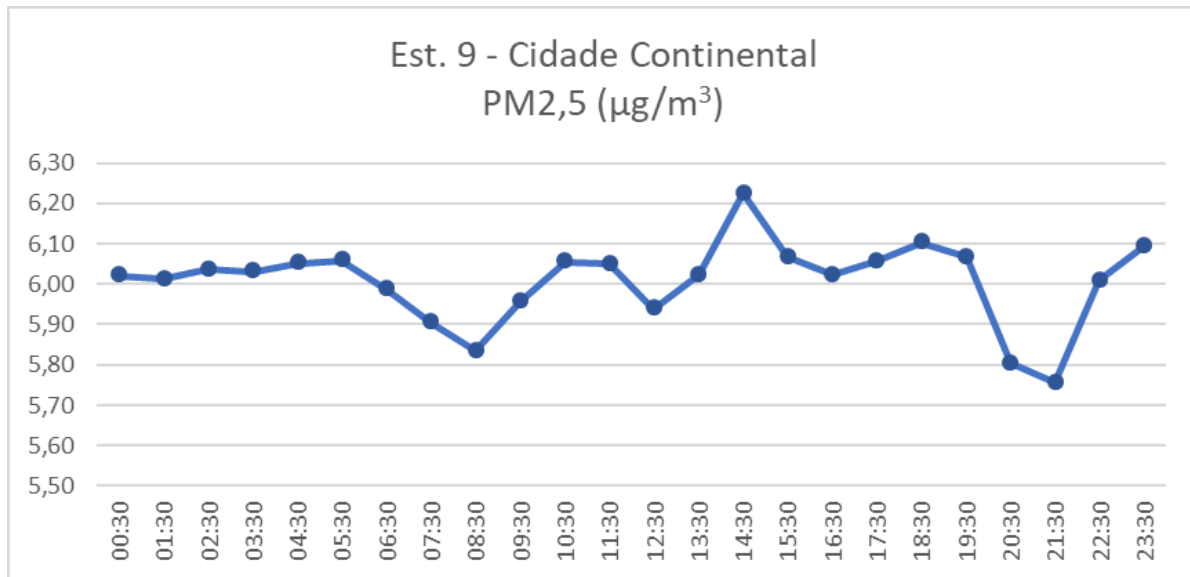
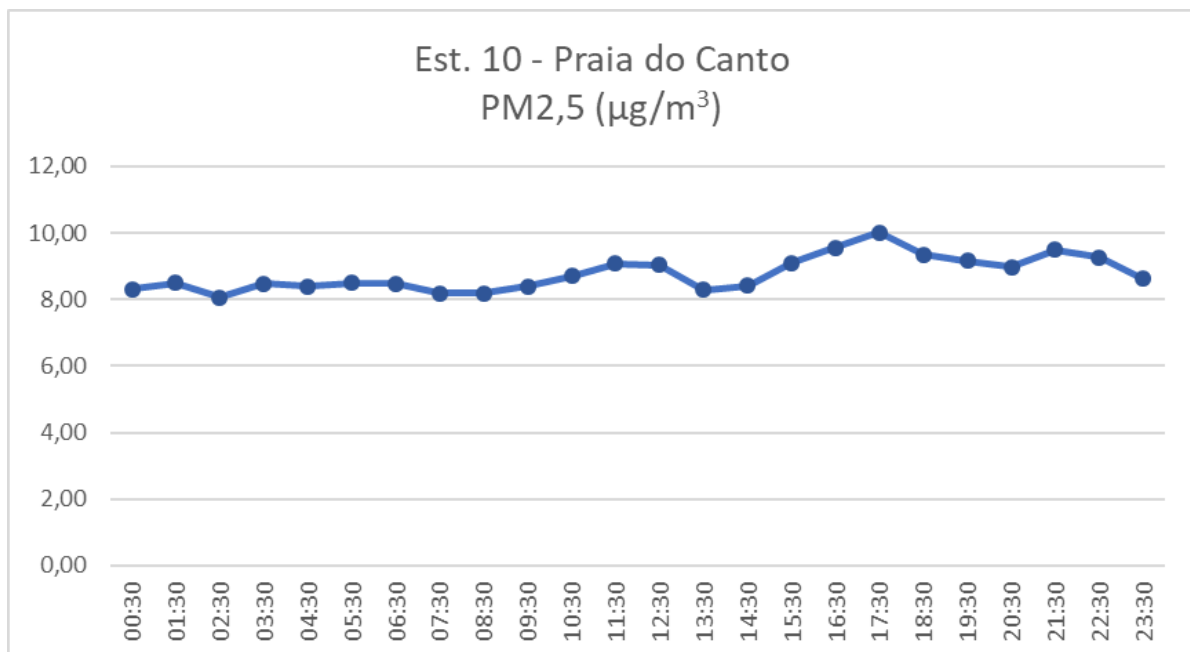


Gráfico 59: Variação das médias de concentração de MP_{2,5} (µg/m³) para cada horário ao longo do dia para a estação 10 – Praia do Canto.

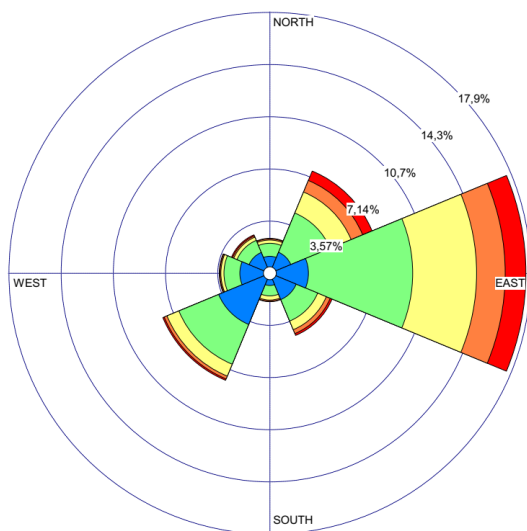


Rosa dos Poluentes:

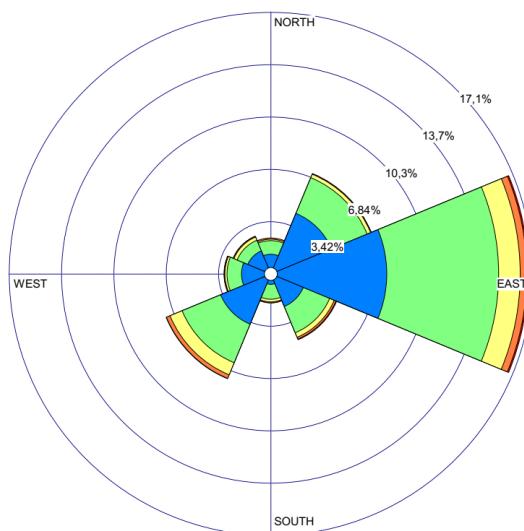
Para confecção da rosa de poluentes das estações EMQAR 01 – Laranjeiras e EMQAR 09 – Cidade Continental, foram utilizados os dados de velocidade e direção dos ventos medidos na estação EMQAR 02 – Carapina, devido à maior quantidade de dados meteorológicos representativos naquela estação. Já, para as Estações EMQAR 03 – Jardim Camburi, EMQAR 05 – Vitória Centro e EMQAR 08 – Vila Capixaba, foram usados os dados de direção do vento

da estação EMQAR 04 – Enseada do Suá. Para as demais estações (EMQAR 02 – Carapina, EMQAR 04 – Enseada do Suá e EMQAR 06 – Ibes) foram utilizados os dados meteorológicos da própria estação.

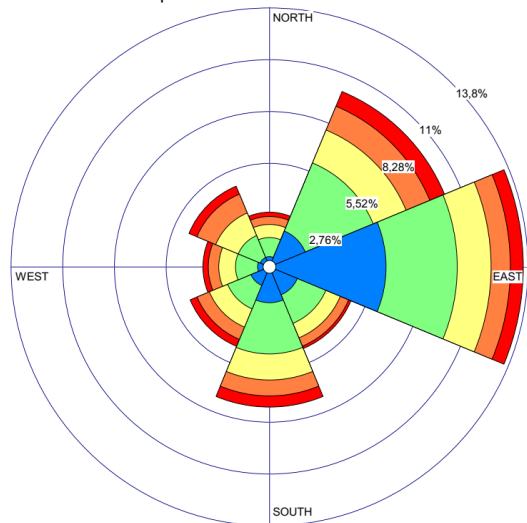
Gráfico 60: Perfil das concentrações de MP2,5 nas estações da RAMQAr com relação à direção do vento (gráfico de rosa de poluentes).



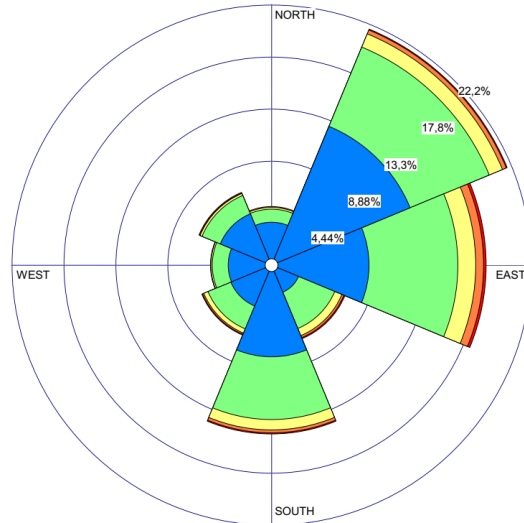
(a) Estação EMQAR 01 – Laranjeiras (MP2,5), com dados de direção do vento da Estação EMQAR 02 – Carapina.



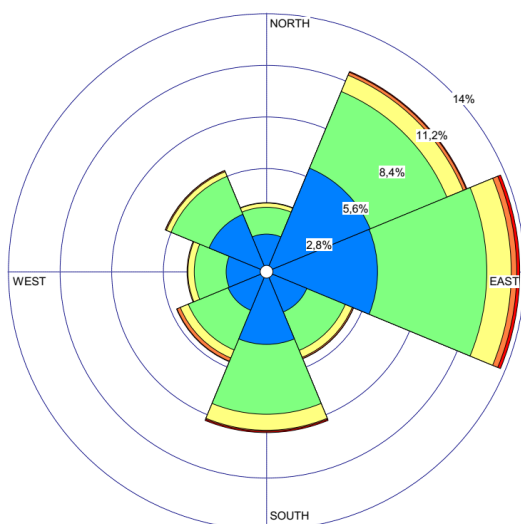
(b) Estação EMQAR 02 – Carapina (MP2,5).



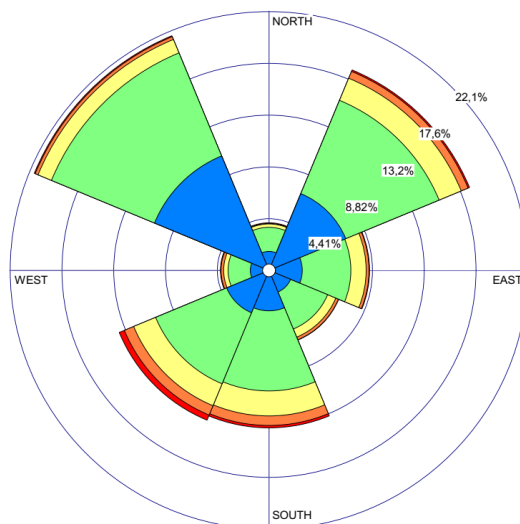
(c) Estação EMQAR 03 – Jardim Camburi (MP2,5), com dados de direção do vento da Estação EMQAR 04 – Enseada do Suá.



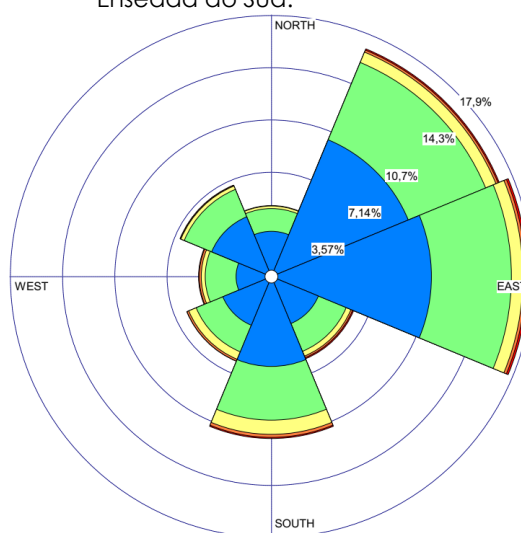
(d) Estação EMQAR 04 – Enseada do Suá (MP2,5).



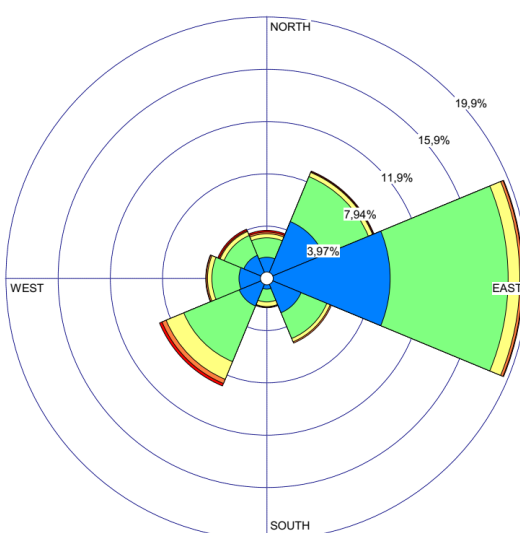
(e) Estação EMQAR 05 – Centro de Vitória (MP2,5), com dados de direção do vento da Estação EMQAR 04 – Enseada do Suá.



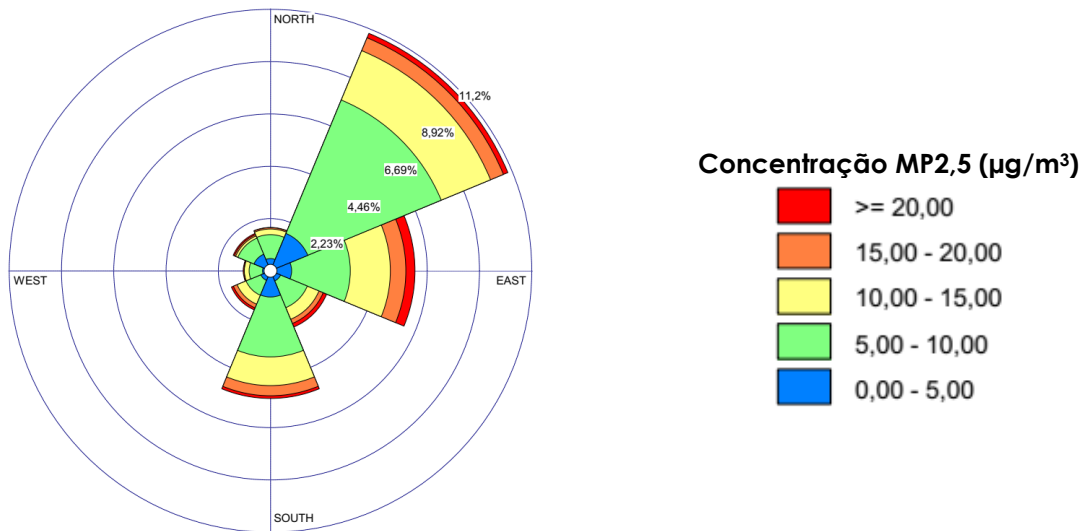
(f) Estação EMQAR 06 – Ibes (MP2,5).



(g) Estação EMQAR 08 – Vila Capixaba (MP2,5), com dados de direção do vento da Estação EMQAR 04 – Enseada do Suá.



(h) Estação EMQAR 09 – Cidade Continental (MP2,5), com dados de direção do vento da Estação EMQAR 02 – Carapina.



- (i) Estação EMQAR 10 – Praia do Canto (MP2,5), com dados de direção do vento da Estação EMQAR 04 – Enseada do Suá.

O Gráfico 60 traz a representação gráfica da rosa de poluentes para as nove estações da RAMQAR onde houve o monitoramento de MP2,5 ao longo do ano de 2023. Seguem abaixo as observações sobre o comportamento da distribuição do poluente em cada estação:

- EMQAR 01 – Laranjeiras: Além da predominância de ventos na direção Leste, as maiores concentrações de MP2,5 também foram registradas com incidência Leste e Nordeste;
- EMQAR 02 – Carapina: As maiores concentrações de MP2,5 foram registradas com incidência Leste, Sudeste e Sudoeste;
- EMQAR 03 – Jardim Camburi: Apesar da predominância de ventos na direção leste, houve grande similaridade de distribuição entre as altas concentrações de MP2,5 em todas as direções, principalmente quando se considera o percentual de altas concentrações em relação ao total de cada direção de vento;
- EMQAR 04 – Enseada do Suá: Para essa estação, houve predominância de ventos Nordeste e Leste, mas, proporcionalmente ao total de cada direção, houve certo equilíbrio na frequência de altos valores (acima da faixa de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$) em praticamente todas as direções, com leve predominância de altas concentrações quando de ocorrência de ventos Sudeste e Leste;
- EMQAR 05 – Vitória Centro: Verifica-se que as maiores concentrações de PM2,5 foram registradas quando da incidência de ventos Sudoeste, Leste e Nordeste;

- EMQAR 06 – Ibes: A estação Ibes também teve grande distribuição de altas concentrações em praticamente todas as direções, com leve predominância de altas concentrações quando de ventos Sudoeste;
- EMQAR 08 – Vila Capixaba: Assim como as demais estações, a de Vila Capixaba teve significativa distribuição em relação à direção do vento, dificultando a identificação de uma direção predominante;
- EMQAR 09 – Cidade Continental: Apesar da predominância da incidência de ventos Leste, houve uma predominância proporcional de altas concentrações de MP2,5 nas direções Sudoeste e Norte;
- EMQAR 10 – Praia do Canto: Para tal estação também não observamos grande predominância de altas concentrações de MP2,5 em uma direção específica, mas houve mais ocorrências de altas concentrações de MP2,5 quando da incidência de ventos de Nordeste a Sul.

6.1.2 Partículas inaláveis (MP10)

Ao longo do ano de 2023, o poluente Partículas Inaláveis, com diâmetro menor de 10 micrômetros (MP10) foi monitorado em 9 (nove) estações da RAMQAR, sendo elas:

- EMQAR 01 – Laranjeiras;
- EMQAR 02 – Carapina;
- EMQAR 03 – Jardim Camburi;
- EMQAR 04 – Enseada do Suá;
- EMQAR 05 – Vitória Centro;
- EMQAR 06 – Ibes (Vila Velha);
- EMQAR 08 – Vila Capixaba (Cariacica);
- EMQAR 09 – Cidade Continental;
- EMQAR 10 – Praia do Canto (Ponta Formosa).

Ao final do ano de 2022 haviam apenas 04 (quatro) estações com monitoramento de MP10. Com a modernização da rede, equipamentos de MP10 foram reinstalados em todas as estações ao longo de 2023. Contudo, apenas a estação EMQAR 04 – Enseada do Suá atendeu aos critérios de representatividade anual para 2023. Isso ocorreu devido à realização de obras nas estações, instalação de alguns equipamentos somente na metade do ano e falhas em alguns equipamentos, os quais acabaram sendo substituídos após acionamento da garantia.

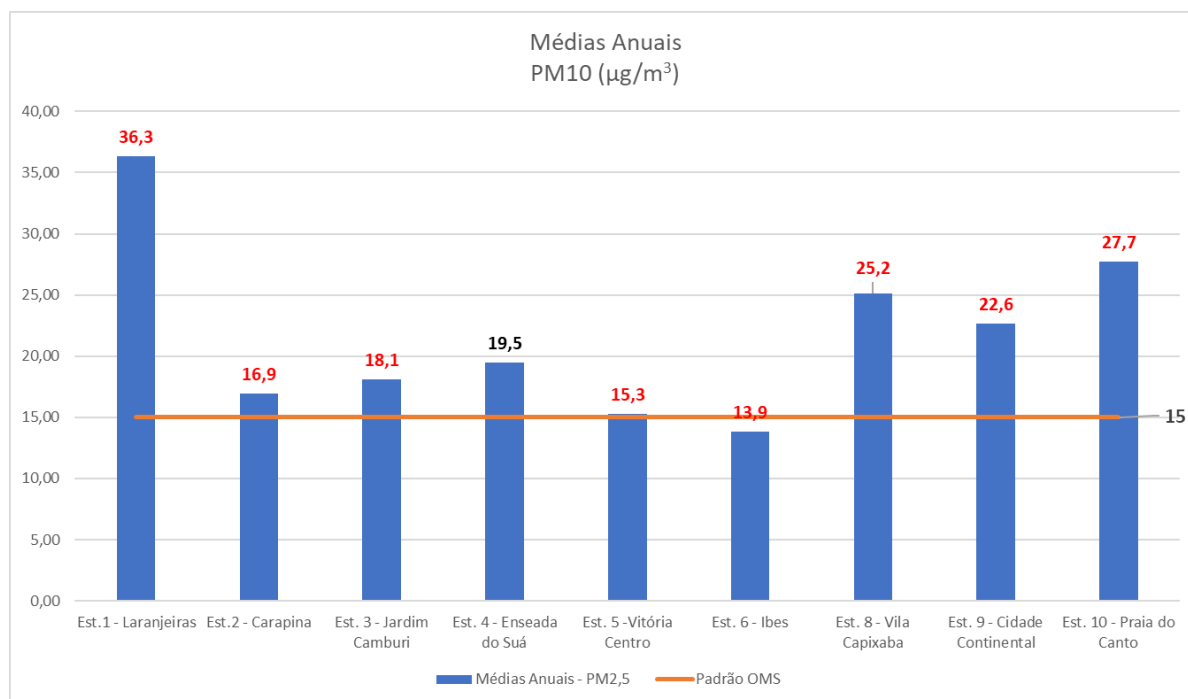
A Tabela 17 traz o quantitativo de dados (médias móveis de 24h) válidos medidos para o poluente MP10 em cada estação ao longo de 2023, com um comparativo percentual em relação a um total de 8737 médias móveis possíveis.

Tabela 17: Número de médias móveis de 24h válidas e porcentagem em comparação à disponibilidade total no ano de 2023.

Referencial	Estações								
	1 Laranjeiras	2 Carapina	3 Jard. Camburi	4 Enseada do Suá	5 Vitória Centro	6 Ibes	8 Vila Capixaba	9 Cid. Contin.	10 Praia do Canto
Nº médias móveis válidas	1684	4050	6222	7594	5383	5709	2324	5091	3232
% de médias móveis válidas	19,3%	46,4%	71,2%	86,9%	61,6%	65,3%	26,6%	58,3%	37,0%

O Gráfico 61 traz os resultados das médias anuais do poluente MP10 para cada estação. Os valores em vermelho destacam as médias das estações que não atenderam aos critérios de representatividade anual. Verifica-se uma tendência de ultrapassagem ao padrão recomendado pela OMS (2021).

Gráfico 61: Médias anuais de 2023 para Partículas Inaláveis (PM10).



* Resultados em vermelho: médias não atenderam aos critérios de representatividade anual.

Ressalva-se que a OMS reduziu o valor padrão anual recomendado de 20 µg/m³ (2005) para os atuais 15 µg/m³ (2021).

O Gráfico 62 e a Tabela 18 mostram a série histórica para as médias anuais de MP10. O Gráfico 62 traz um recorte dos últimos 10 anos, enquanto a Tabela 18 traz todos os resultados de toda a série. Observa-se uma tendência de queda na maioria das estações nos últimos

10 anos, com exceção das Estações 01 – Laranjeiras e 02 – Carapina, as quais apresentam certa estabilidade ao longo desse mesmo período.

Gráfico 62: Série histórica das médias anuais ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) dos últimos 10 anos para o poluente MP10.

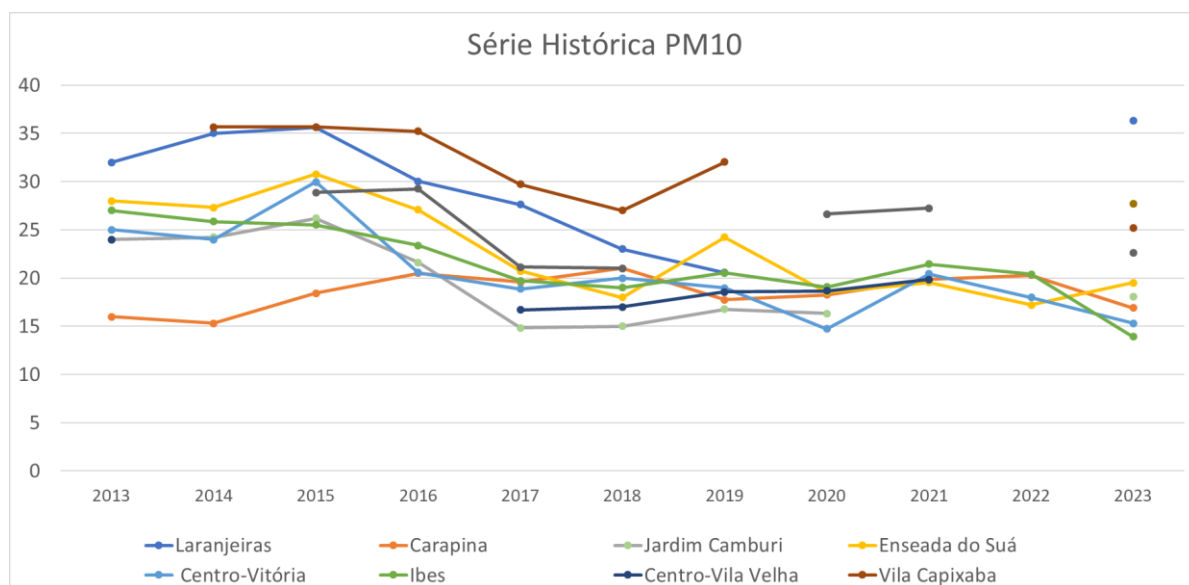


Tabela 18: Série histórica das médias anuais ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) para o poluente MP10.

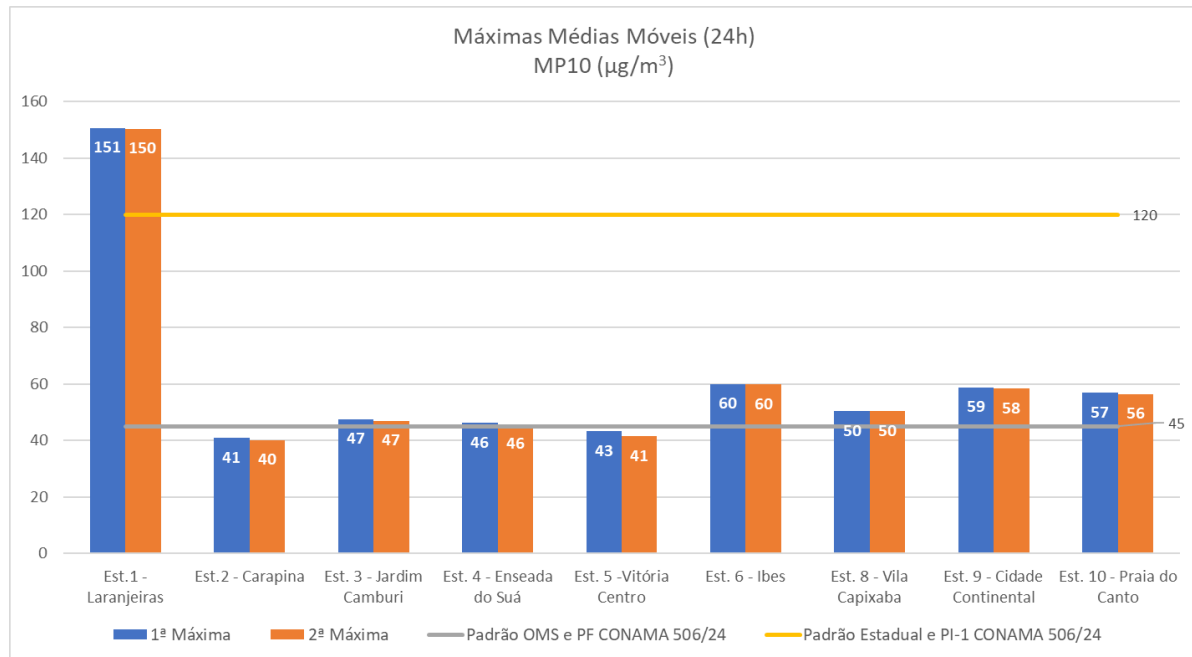
Ano	1 Laranj.	2 Carapina	3 Jard. Camburi	4 Enseada do Suá	5 Centro- Vitória	6 Ibes	7 Centro- Vila Velha	8 Vila Capixaba	9 Cidade Contin.	10 Praia do Canto
2000	30	22	31	31		26	25	35		
2001	28	22	25	27		24	22	36		
2002	27	23	25	27		23	24	37		
2003	30	23	27	28		25	24	45		
2004	29	21	27	26		27	22	40		
2005	31	21	28	26	23	27	20	41		
2006	36	21	29	28	24	30	21	42		
2007	35	23	28	28	24	25	22	40		
2008	35	27	32	31	29	31	28	48		
2009	31	22	27	29	26	29	25	43		
2010	33	23	22	32	28		25	45		
2011	34	22	21	29	29	31		47		
2012	35	18	24	28	24	27	26	48		
2013	32	16	24	28	25	27	24			
2014	35	15	24	27	24	26		36		
2015	36	18	26	31	30	26		36	29	
2016	30	21	22	27	21	23		35	29	
2017	28	20	15	21	19	20	17	30	21	
2018	23	21	15	18	20	19	17	27	21	
2019	21	18	17	24	19	21	19	32		
2020		18	16	19	15	19	19		27	
2021		20		20	20	21	20		27	
2022		20		17	18	20				
2023	36	17	18	20	15	14		25	23	28

* Resultados em vermelho: médias não atenderam aos critérios de representatividade anual.

A Tabela 19 e o Gráfico 63 trazem os valores das máximas médias de 24h para o poluente MP10 ao longo do ano de 2023.

Tabela 19: Máximas médias de 24h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) para o poluente MP10 ao longo do ano de 2023.

Referencial	Estações								
	1 Laranjeiras	2 Carapina	3 Jard. Camburi	4 Enseada do Suá	5 Vitória Centro	6 Ibes	8 Vila Capixaba	9 Cid. Contin.	10 Praia do Canto
1ª máxima (24h)	150,6	40,9	47,5	46,2	43,3	60,0	50,4	58,9	56,9
2ª Máxima (24h)	150,4	40,1	46,9	45,7	41,4	59,9	50,4	58,4	56,4

Gráfico 63: Máximas médias móveis de 24h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) para o poluente MP10 em 2023.

A Tabela 20 mostra a quantidade de médias móveis de 24h que ultrapassaram os padrões da OMS de 2021 e de 2005, além do padrão definido pelo Decreto Estadual nº 3463/2014. O Padrão Intermediário 1 (PI-1) da Resolução CONAMA nº 506/2024 coincide com o valor da Meta Intermediária 1 (MI-1) do Decreto Estadual, assim como o Padrão Final (PF) da CONAMA nº 506/2024 coincide com o Padrão Final da OMS (2021).

A Estação EMQAR 01 – Laranjeiras foi a que mais apresentou ultrapassagens dos padrões, tanto totais quanto proporcionais ao total de médias válidas medido.

Tabela 20: Número de ultrapassagens do padrão recomendado pela OMS (2005 e 2021) e do padrão legal estabelecido no Decreto Estadual 3463/2014 para médias móveis de 24h.

Ultrapassagens de padrões MP10									
Referencial	Estações								
	1 Laranjeiras	2 Carapina	3 Jard. Camburi	4 Enseada do Suá	5 Vitória Centro	6 Ibés	8 Vila Capixaba	9 Cid. Continental	10 Praia do Canto
MI-1 ES Dec. 3463 e PI-1 CONAMA	24	0	0	0	0	0	0	0	0
PF OMS (2005) - 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (24h)	328	0	0	0	0	24	9	48	50
PF OMS (2021) - 45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (24h) (ATUAL) e PF CONAMA	427	0	5	8	0	52	61	107	112
% em relação ao total medido (válido)	25,4%	0,0%	0,1%	0,1%	0,0%	0,9%	2,6%	2,1%	3,5%

Os gráficos Gráfico 64 a Gráfico 72 trazem um histórico das médias móveis de 24h ao longo de 2023 para todas as estações.

Gráfico 64: Histórico de médias móveis de 24h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) para o poluente MP10 na estação 01 – Laranjeiras ao longo de 2023.

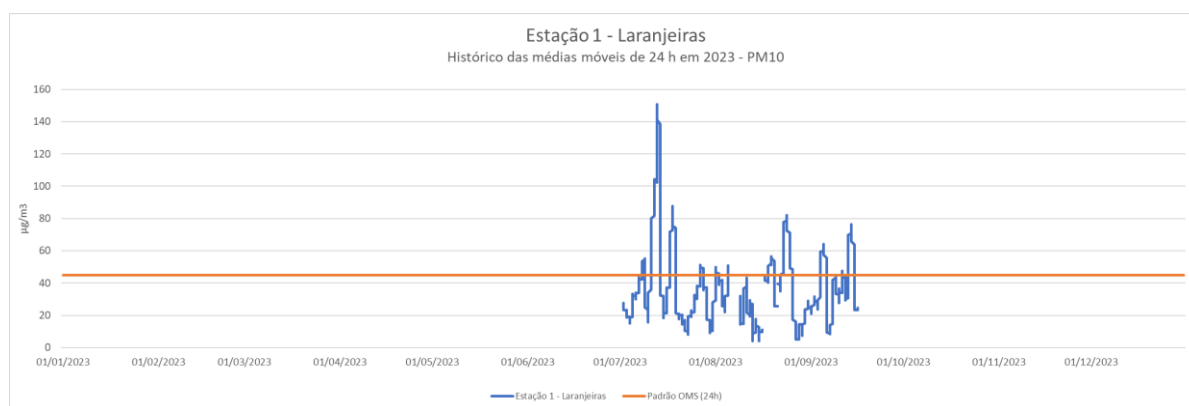


Gráfico 65: Histórico de médias móveis de 24h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) para o poluente MP10 na estação 02 – Carapina ao longo de 2023.

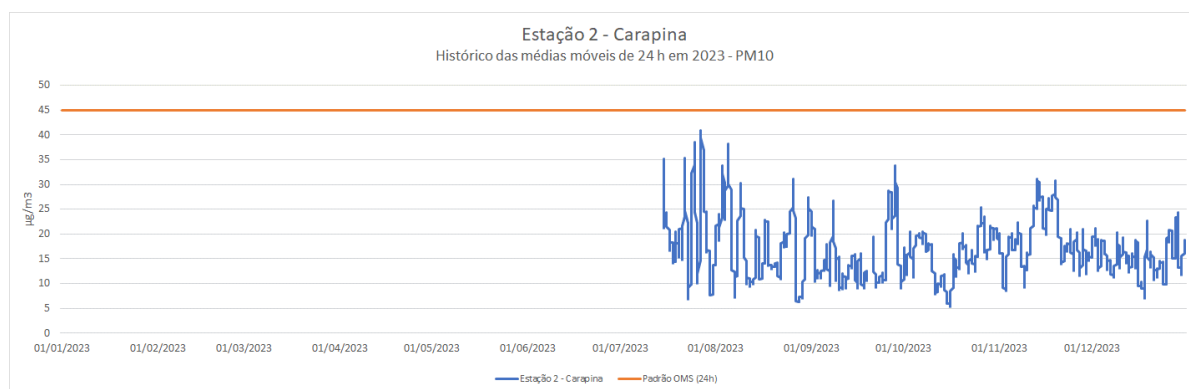


Gráfico 66: Histórico de médias móveis de 24h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) para o poluente MP10 na estação 03 – Jardim Camburi ao longo de 2023.

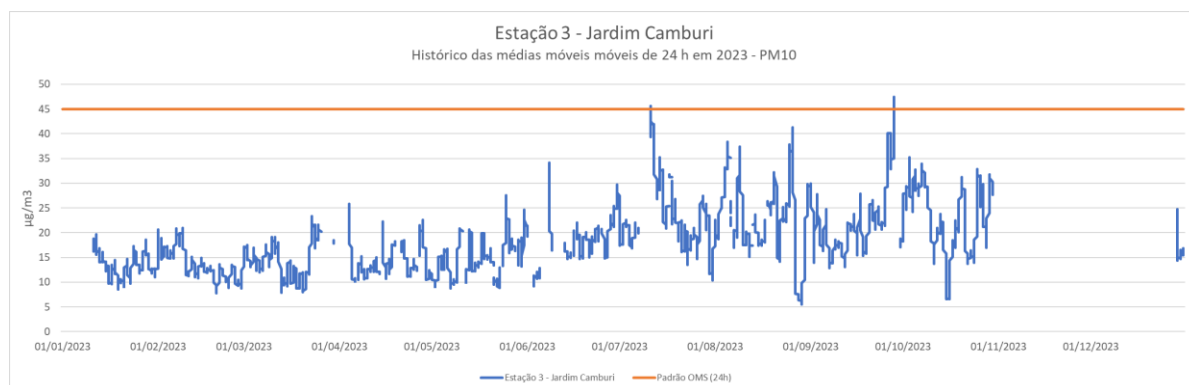


Gráfico 67: Histórico de médias móveis de 24h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) para o poluente MP10 na estação 04 – Enseada do Suá ao longo de 2023.

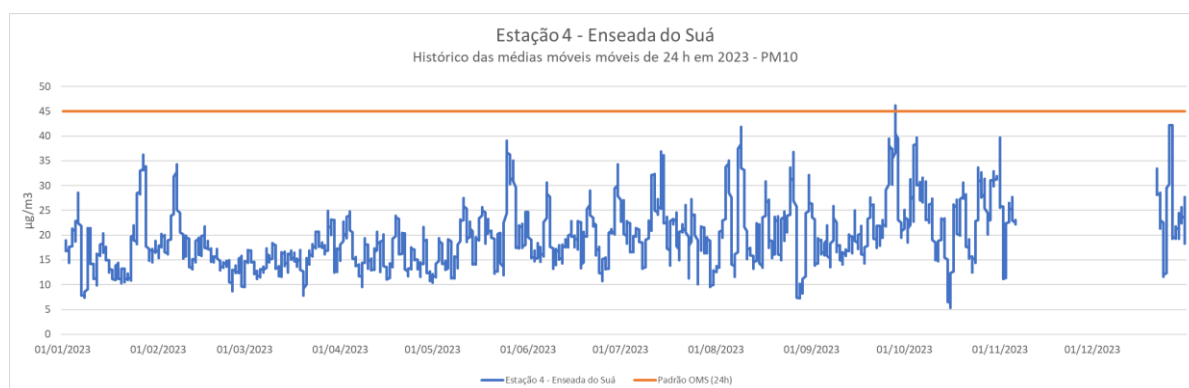


Gráfico 68: Histórico de médias móveis de 24h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) para o poluente MP10 na estação 05 – Vitória Centro ao longo de 2023.

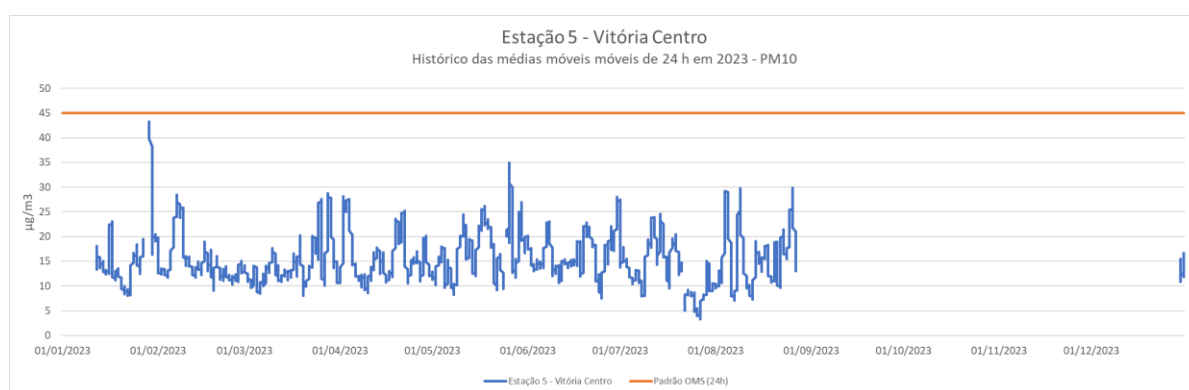


Gráfico 69: Histórico de médias móveis de 24h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) para o poluente MP10 na estação 06 – Ibes ao longo de 2023.

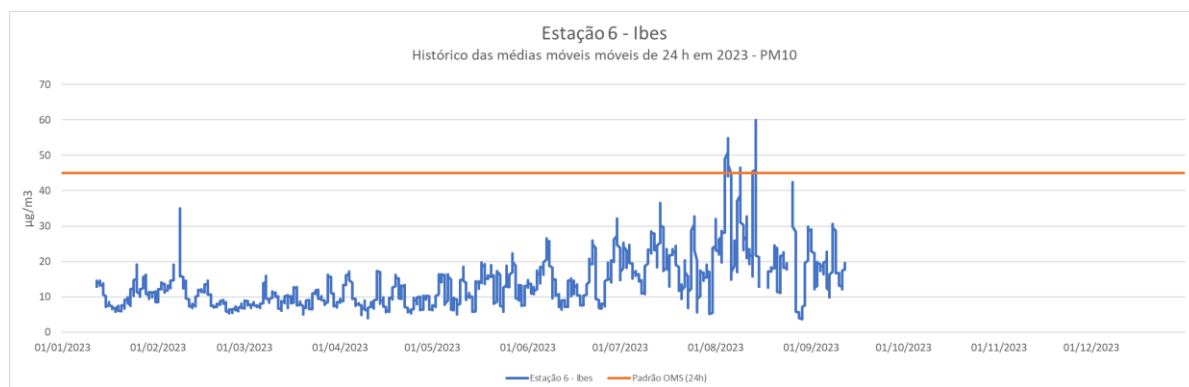


Gráfico 70: Histórico de médias móveis de 24h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) para o poluente MP10 na estação 08 – Vila Capixaba ao longo de 2023.

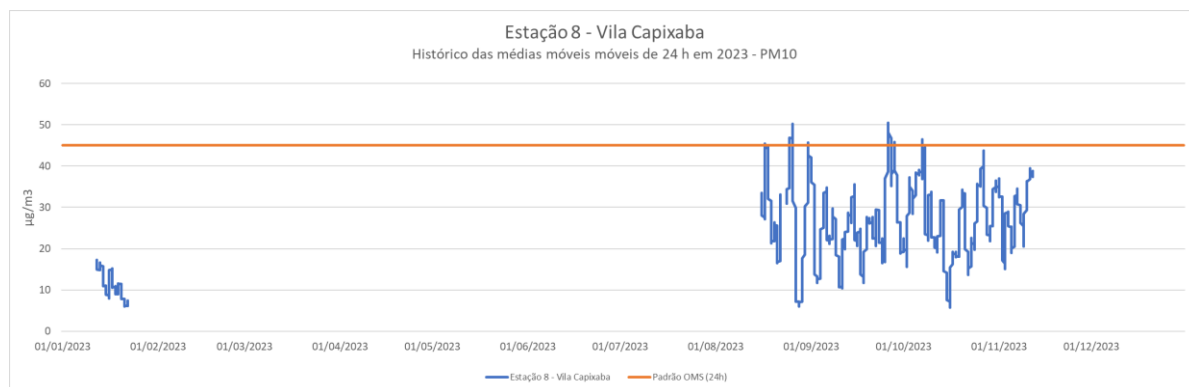


Gráfico 71: Histórico de médias móveis de 24h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) para o poluente MP10 na estação 09 – Cidade Continental ao longo de 2023.

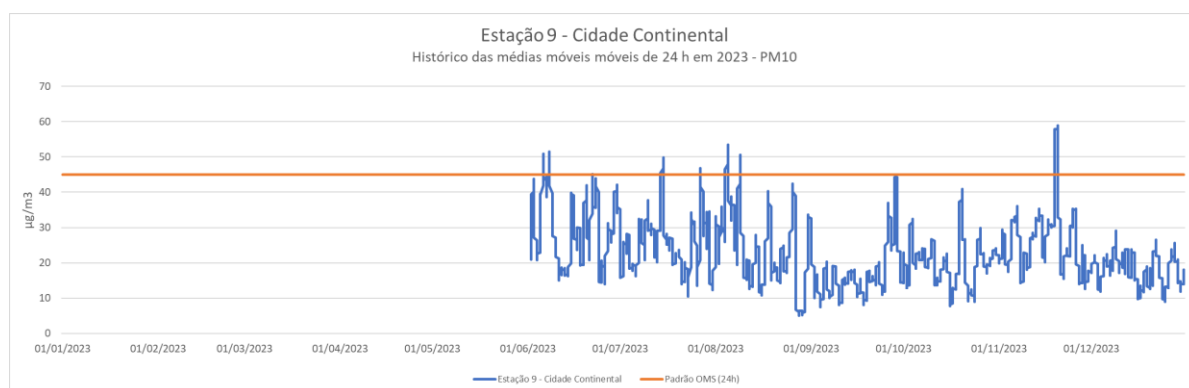
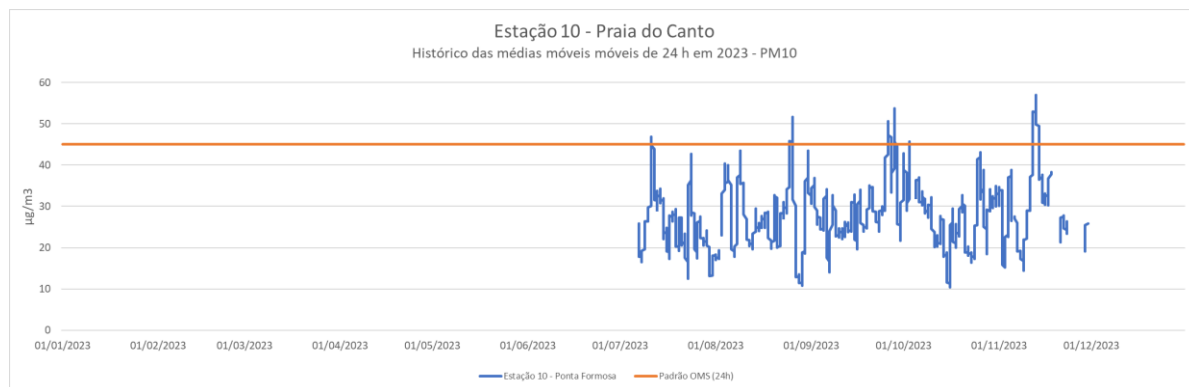


Gráfico 72: Histórico de médias móveis de 24h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) para o poluente MP10 na estação 10 – Praia do Canto ao longo de 2023.



Os gráficos Gráfico **73** a Gráfico **81** mostram as médias de concentração de MP10 por hora do dia, mostrando o comportamento da variação de concentrações médias ao longo do dia. Verifica-se que cada estação possui uma característica própria, provavelmente devido à variação entre as fontes de contribuição mais significativas para cada estação. A estação EMQAR 10 – Ponta Formosa é a que apresenta as maiores variações de médias ao longo do dia, variando $18,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ entre a hora de menor média (6:30h) e a de maior média (13:30h).

Gráfico 73: Variação das médias de concentração de MP10 para cada horário ao longo do dia para a estação 01 - Laranjeiras.

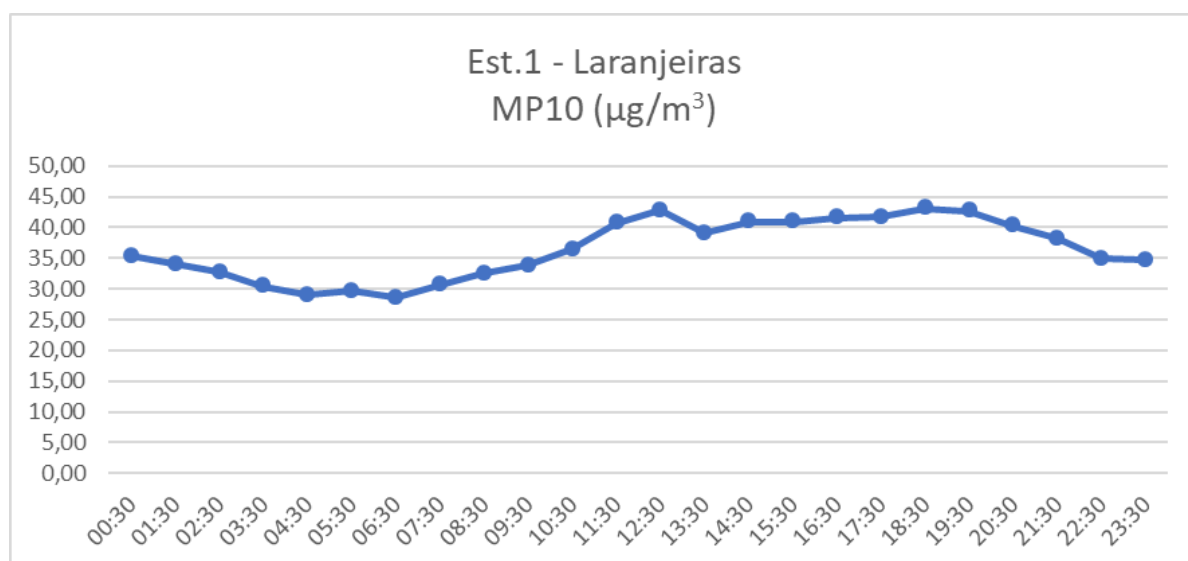


Gráfico 74: Variação das médias de concentração de MP10 para cada horário ao longo do dia para a estação 02 - Carapina.

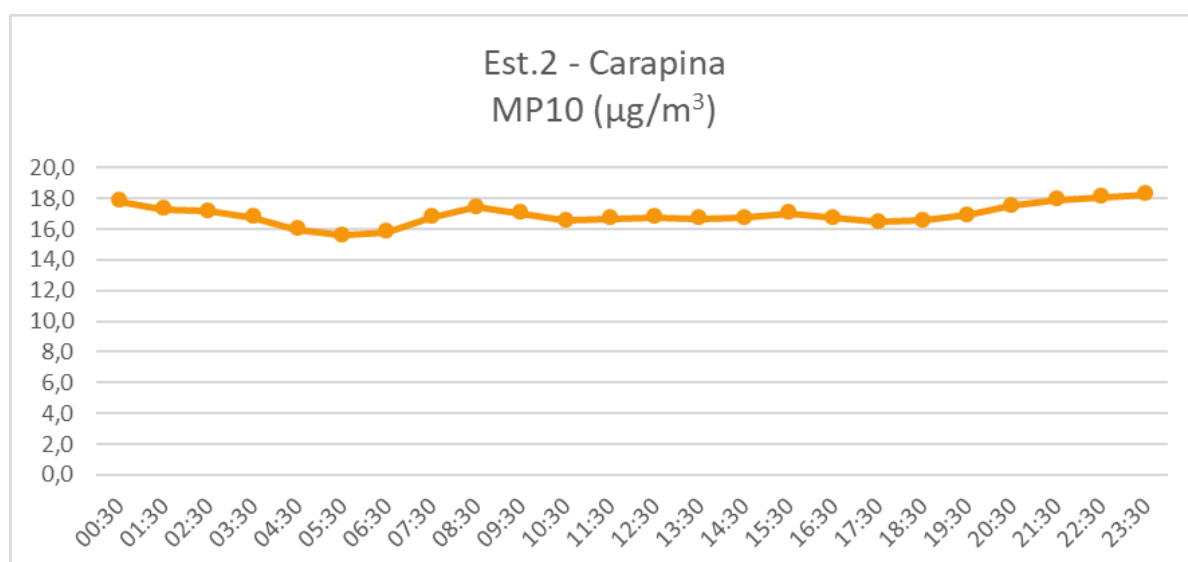


Gráfico 75: Variação das médias de concentração de MP10 para cada horário ao longo do dia para a estação 03 – Jardim Camburi.

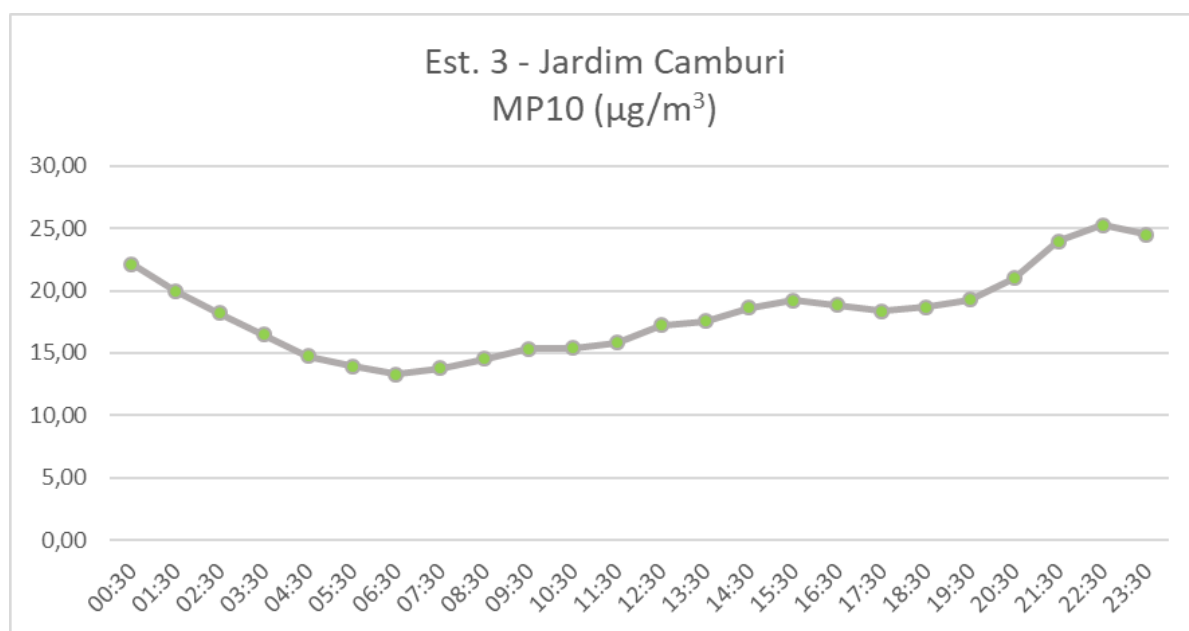


Gráfico 76: Variação das médias de concentração de MP10 para cada horário ao longo do dia para a estação 04 – Enseada do Suá.

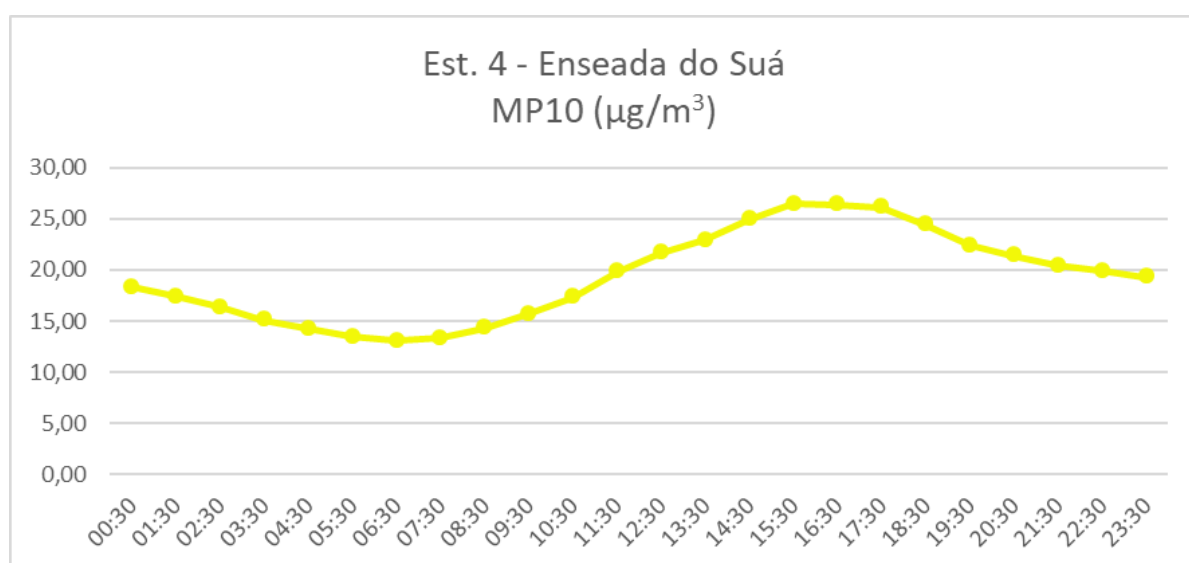


Gráfico 77: Variação das médias de concentração de MP10 para cada horário ao longo do dia para a estação 05 – Vitória Centro.

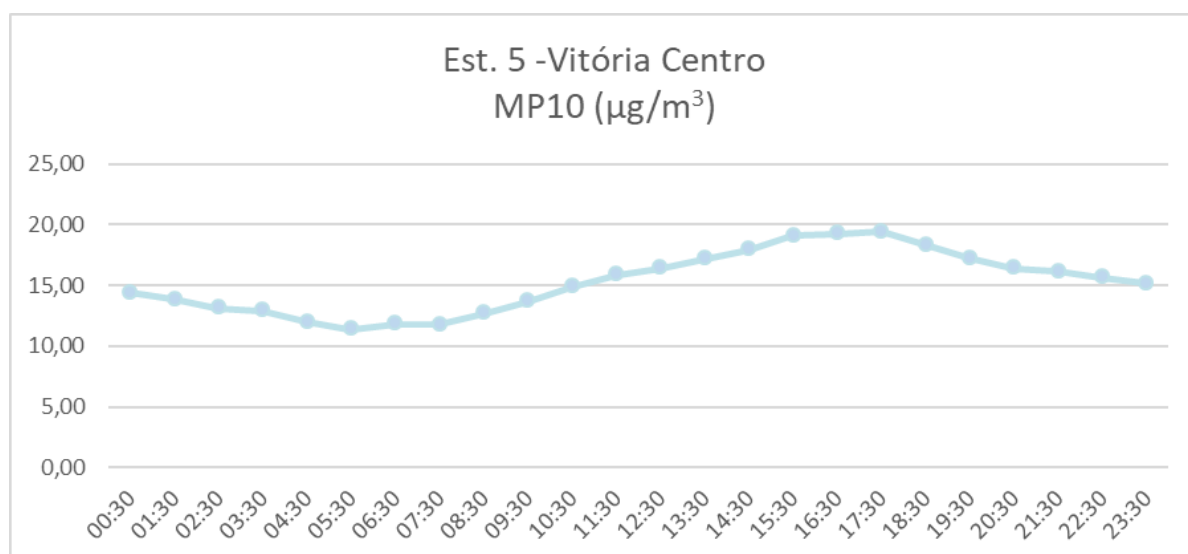


Gráfico 78: Variação das médias de concentração de MP10 para cada horário ao longo do dia para a estação 06 - Ibes.

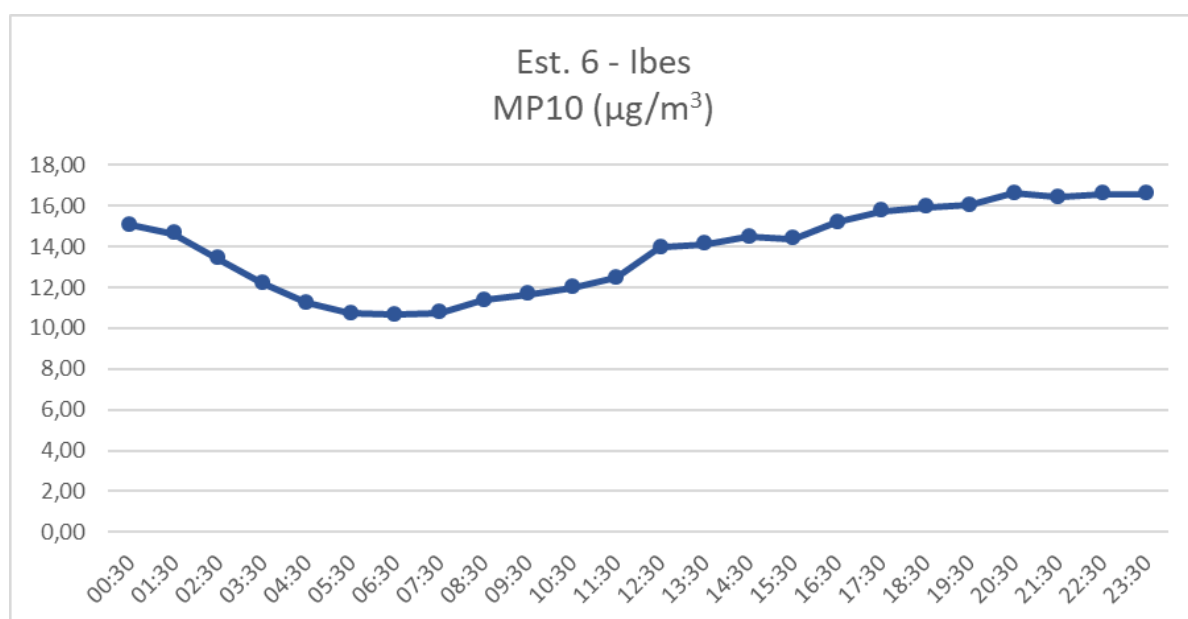


Gráfico 79: Variação das médias de concentração de MP10 para cada horário ao longo do dia para a estação 08 – Vila Capixaba.

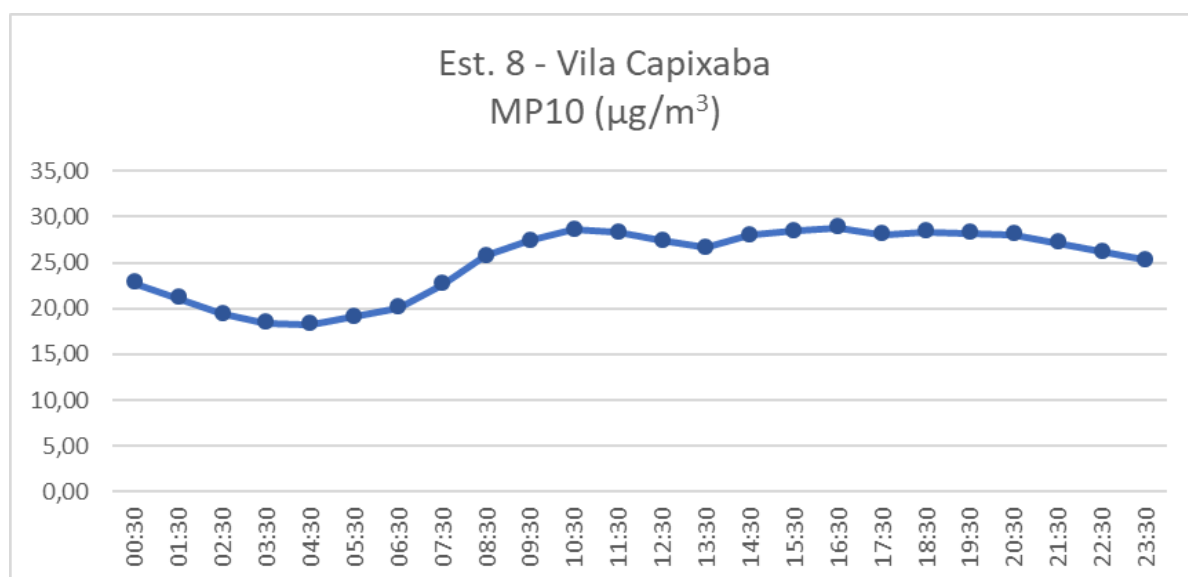


Gráfico 80: Variação das médias de concentração de MP10 para cada horário ao longo do dia para a estação 09 – Cidade Continental.

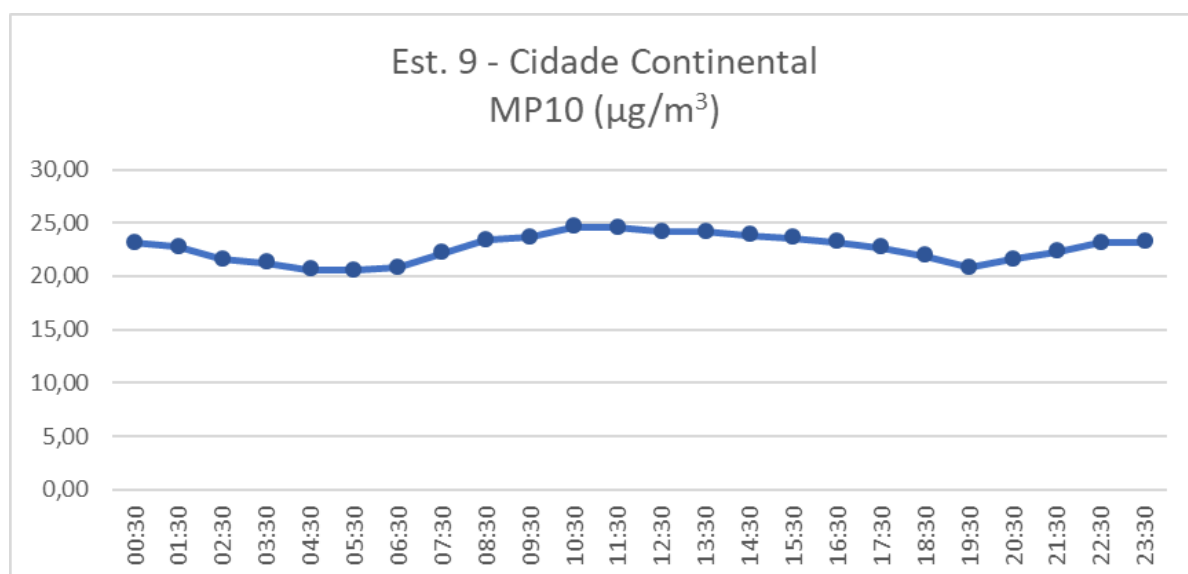
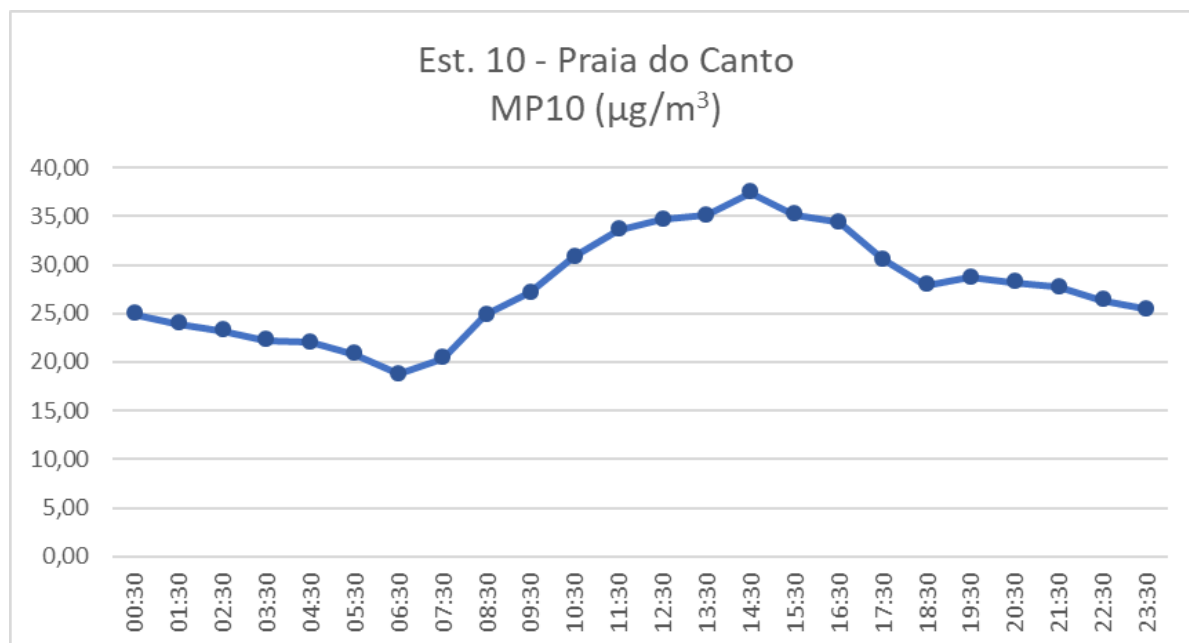


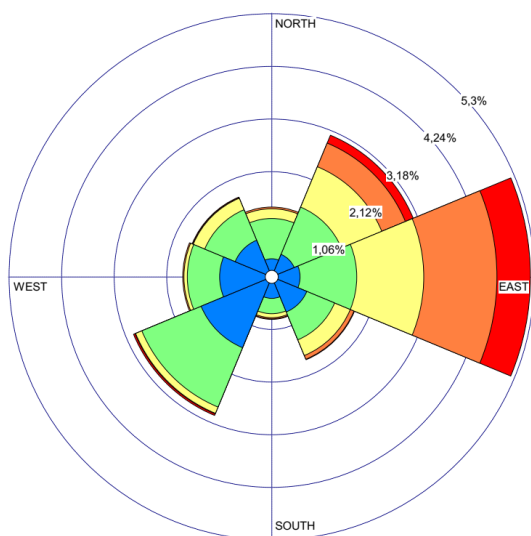
Gráfico 81: Variação das médias de concentração de MP10 para cada horário ao longo do dia para a estação 10 – Praia do Canto.



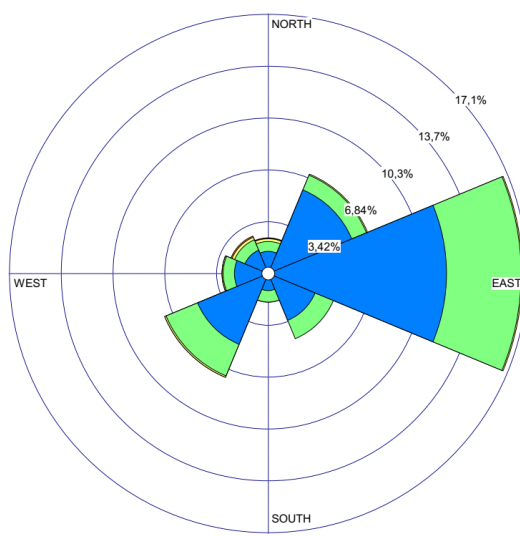
Rosa dos poluentes

Para confecção da rosa de poluentes das estações EMQAR 01 – Laranjeiras e EMQAR 09 – Cidade Continental, foram utilizados os dados de velocidade e direção dos ventos medidos na estação EMQAR 02 – Carapina, devido à maior quantidade de dados meteorológicos representativos naquela estação. Já para as Estações EMQAR 03 – Jardim Camburi, EMQAR 05 – Vitória Centro e EMQAR 08 – Vila Capixaba, foram usados os dados de direção do vento da estação EMQAR 04 – Enseada do Suá. Para as demais estações (EMQAR 02 – Carapina, EMQAR 04 – Enseada do Suá e EMQAR 06 – Ibes) foram utilizados os dados da própria estação.

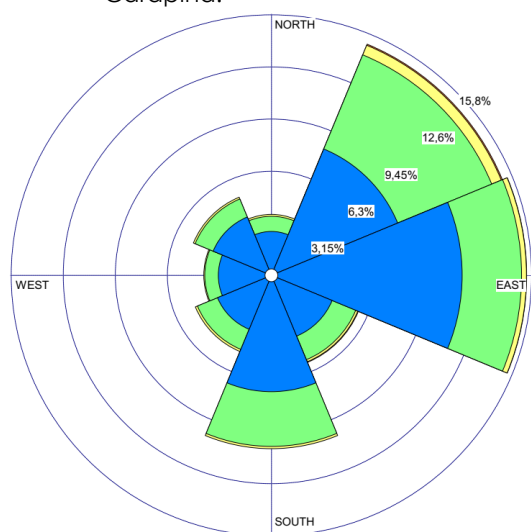
Gráfico 82: Perfil das concentrações de MP10 nas estações da RAMQAr com relação à direção do vento (gráfico de rosa de poluentes).



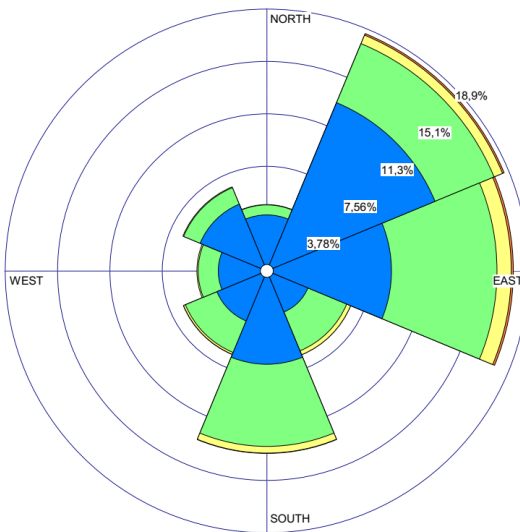
(a) Estação EMQAR 01 – Laranjeiras (MP10), com dados de direção do vento da Estação EMQAR 02 – Carapina.



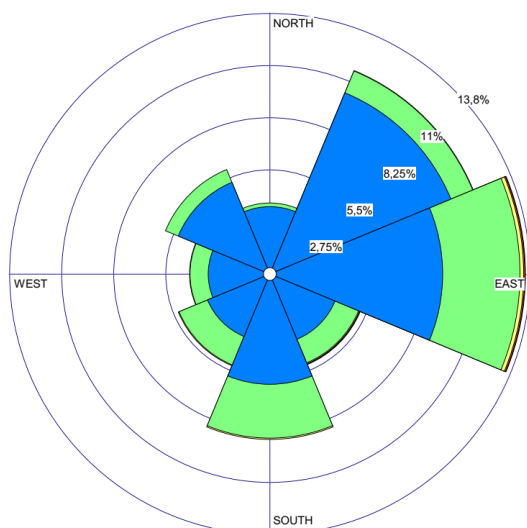
(b) Estação EMQAR 02 – Carapina (MP10).



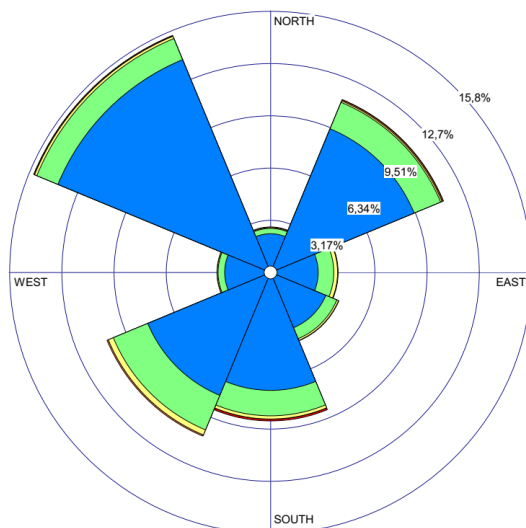
(c) Estação EMQAR 03 – Jardim Camburi (MP10), com dados de direção do vento da Estação EMQAR 04 – Enseada do Suá.



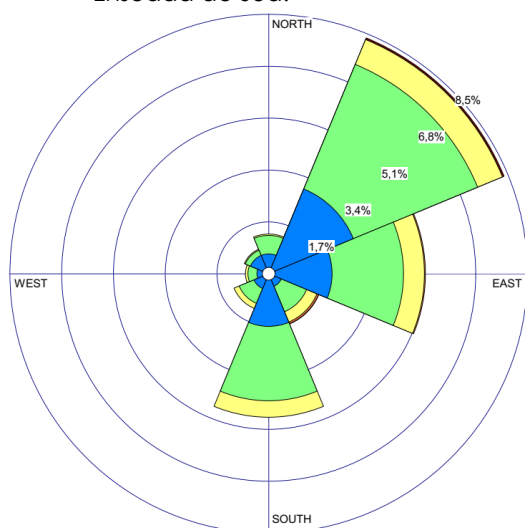
(d) Estação EMQAR 04 – Enseada do Suá (MP10).



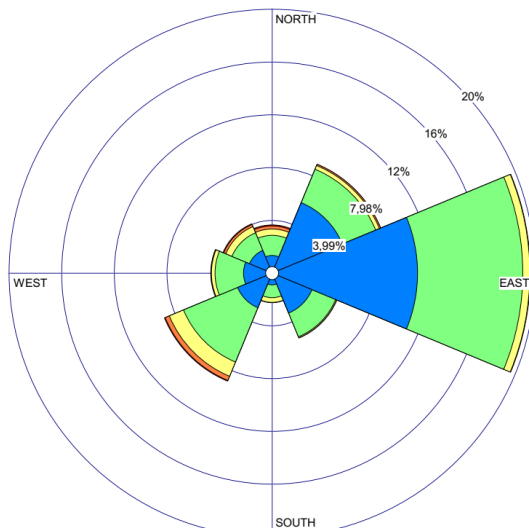
(e) Estação EMQAR 05 – Centro de Vitória (MP10), com dados de direção do vento da Estação EMQAR 04 – Enseada do Suá.



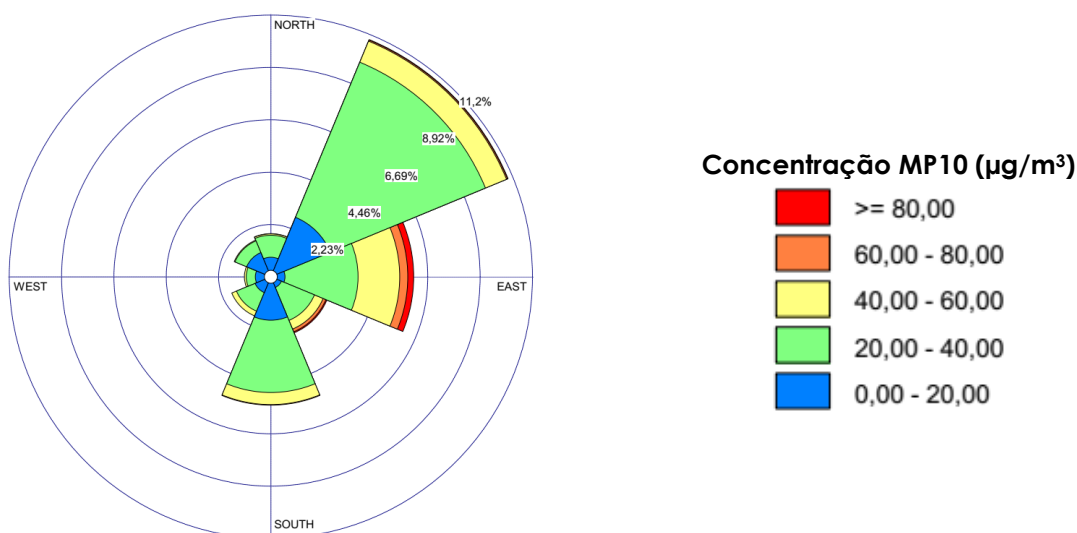
(f) Estação EMQAR 06 – Ibes (MP10).



(g) Estação EMQAR 08 – Vila Capixaba (MP10), com dados de direção do vento da Estação EMQAR 04 – Enseada do Suá.



(h) Estação EMQAR 09 – Cidade Continental (MP10), com dados de direção do vento da Estação EMQAR 02 – Carapina.



- (i) Estação EMQAR 10 – Praia do Canto (MP10), com dados de direção do vento da Estação EMQAR 04 – Enseada do Suá.

O Gráfico 82 traz a representação gráfica da rosa de poluentes para as nove estações da RAMQAR onde houve o monitoramento de MP10 ao longo do ano de 2023. Seguem abaixo as observações sobre o comportamento da distribuição do poluente em cada estação:

- EMQAR 01 – Laranjeiras: Além da predominância de ventos na direção Leste, as maiores concentrações de MP10 também foram registradas com incidência Leste e Nordeste;
- EMQAR 02 – Carapina: As maiores concentrações de MP10 foram registradas com incidência Norte e Noroeste, apesar da predominância dos ventos ser de direção Leste;
- EMQAR 03 – Jardim Camburi: Tanto a predominância de incidência dos ventos quanto as maiores concentrações para o poluente de MP10 foram observadas quando da ocorrência de ventos Nordeste e Leste;
- EMQAR 04 – Enseada do Suá: Para essa estação, houve predominância de ventos Leste, mas também houveram medições de valores altos em todos os quadrantes entre Sul e Nordeste;
- EMQAR 05 – Vitória Centro: Verifica-se que as maiores concentrações de PM10 foram registradas quando da incidência de ventos Leste;
- EMQAR 06 – Ibes: Na estação Ibes houve maior distribuição de altas concentrações em praticamente todas as direções, com leve predominância de altas concentrações quando de ventos Leste;

- EMQAR 08 – Vila Capixaba: A estação de Vila Capixaba teve grande variação de distribuição de altas concentrações em relação à direção do vento, dificultando a identificação de uma direção predominante. Contudo, os quadrantes entre Nordeste e Sul tiveram maior número de ocorrências que os demais;
- EMQAR 09 – Cidade Continental: Apesar da predominância da incidência de ventos Leste, houve uma predominância proporcional de altas concentrações de MP10 nas direções Sudoeste e Noroeste;
- EMQAR 10 – Praia do Canto: Para tal estação também observamos grande predominância de altas concentrações de MP10 quando da ocorrência de ventos Leste, Sudeste e Nordeste, nessa respectiva ordem.

6.1.3 Partículas Totais em Suspensão (PTS)

O poluente PTS foi monitorado somente na estação EMQAR 04 – Enseada do Suá durante o ano de 2023. O outro equipamento destinado à medição desse parâmetro na estação EMQAR 06 – Ibes encontra-se desativado devido à necessidade de manutenção e não realizou medições durante o ano.

O equipamento monitor de PTS da estação EMQAR 04 – Enseada do Suá realizou medições válidas somente a partir de agosto de 2023. O equipamento mediu 2998 médias horárias válidas, de um total de 8760 possíveis, correspondendo a um valor de 34,22% de disponibilidade total no ano.

Gráfico 83: Histórico de médias móveis de 24h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) para o poluente PTS na estação 04 – Enseada do Suá ao longo de 2023.



Observa-se que em nenhuma oportunidade foram ultrapassados os padrões finais (PF) estipulados para médias de 24h na legislação estadual ou federal. O limite do Padrão Final estipulado no Decreto 3.463-R/2013 é de 150,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, enquanto o Padrão Final da Resolução

CONAMA nº 506/2024 é de 240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. A Tabela 21 mostra os maiores valores (médias móveis de 24h) registrados para PTS.

Tabela 21: Máximas médias de 24h e média geométrica anual ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) para o poluente PTS ao longo do ano de 2023.

Referencial	Est.4 - Enseada do Suá
1ª máxima (24h)	107,84
2ª Máxima (24h)	106,45
Média Geométrica Anual	42,77

* Não atendeu aos critérios de representatividade para a média anual.

A Tabela 21 também traz a informação do valor calculado para a média geométrica anual. O Decreto 3.463-R/2013 estipula um padrão final de 60,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, enquanto a CONAMA nº 506/2024 determina o valor de 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Observa-se, assim, que o padrão anual também não foi ultrapassado. Porém, não houve dados válidos suficientes para que a média anual possuisse representatividade.

O poluente PTS não possui padrões recomendados pela OMS. A resolução CONAMA nº 506/2024 estabelece que “As Partículas Totais em Suspensão - PTS e o material particulado em suspensão na forma de fumaça - FMC são parâmetros auxiliares, a serem utilizados em situações específicas, a critério do órgão ambiental competente”.

6.1.4 Poeira Sedimentável (PS)

Ao longo de 2023 foram realizados monitoramentos de Poeira Sedimentável – PS em 12 Estações da Rede Manual de Monitoramento de Poeira Sedimentável – RMPS. Os gráficos Gráfico 84 a Gráfico 95 mostram os resultados medidos em cada estação ao longo do ano de 2023. Com base nos valores registrados e ao padrão vigente para esse poluente (MI1-ES do Decreto nº 3.463R/2013), cujo valor é de 14 $\text{g}/\text{m}^2.30\text{dias}$, para o ano de 2023 foram observadas 02 (duas) ultrapassagens do padrão na estação RGV1 - Laranjeiras, nos meses de julho (16,9 $\text{g}/\text{m}^2.30\text{dias}$) e outubro (15,1 $\text{g}/\text{m}^2.30\text{dias}$), e 01 (uma) ultrapassagem na estação RGV4 – Enseada do Suá, no mês de novembro (14,2 $\text{g}/\text{m}^2.30\text{dias}$). As estações RGV1 – Laranjeiras e RGV4 – Enseada do Suá apresentaram os maiores valores medidos no ano.

Registra-se que os dados gerados durante o período de agosto de 2022 a abril de 2023 apresentaram comportamento extremamente atípico quando comparado com o restante da série histórica, registrando em diversas estações os menores valores da série. Por conta disso, no período citado, o IEMA realizou avaliações de possíveis desvios nos procedimentos

de coleta das amostras e análise laboratorial junto à empresa contratada, não sendo constatada nenhuma inconformidade que justificasse a anulação dos resultados. Nesse mesmo período, nota-se que houve uma redução significativa das reclamações e denúncias relativas ao incômodo com a poeira sedimentável, o que corroboraria com os resultados de baixa taxa de deposição apresentados pelo laboratório. De qualquer forma, o IEMA recomenda cautela no uso e avaliação desses dados, em especial quando utilizado para comparações diretas com outros períodos.

Os gráficos Gráfico **96** a Gráfico **109** mostram os resultados de toda a série histórica da Rede de Monitoramento Manual de Poeira Sedimentável – RMPS.

Registra-se também que não foram realizadas medições na estação RGV7 – Vila Velha Centro devido à dificuldades administrativas de cessão da área. O IEMA já trabalha para realocação da estação para outra localidade que também seja representativa para a região.

O monitoramento de poeira sedimentável foi interrompido entre os meses de maio e junho de 2023 devido ao interstício entre a finalização de um contrato e o início de uma nova contratação com empresa prestadora de serviço das análises laboratoriais. Apenas as estações RGV4 – Enseada do Suá e RGV10 – Ilha do Boi (Clube Ítalo) tiveram medições realizadas no mês de maio de 2023, o que foi possível em razão de ter sido realizado pela própria equipe técnica do IEMA em parceria com o Centro de Pesquisa, Inovação e Desenvolvimento (Cpid).

Gráfico 84: Medições de Poeira Sedimentável – PS no ano de 2023 para a estação RGV1 – Laranjeiras.

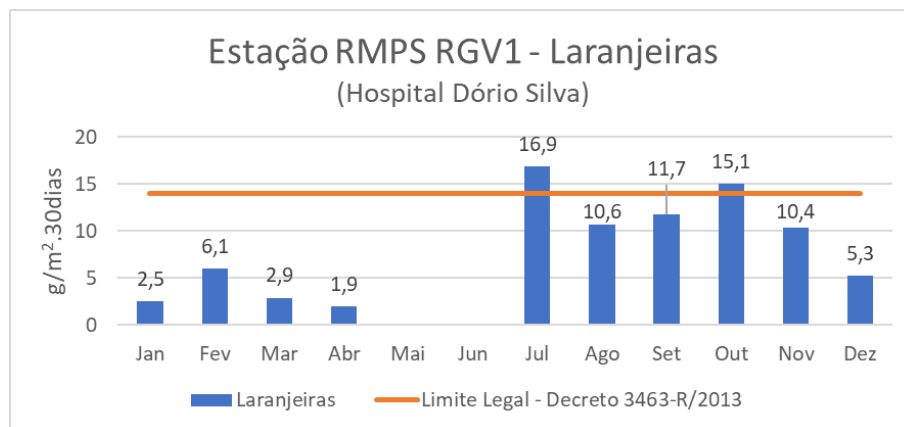


Gráfico 86: Medições de Poeira Sedimentável – PS no ano de 2023 para a estação RGV3 – Jardim Camburi.

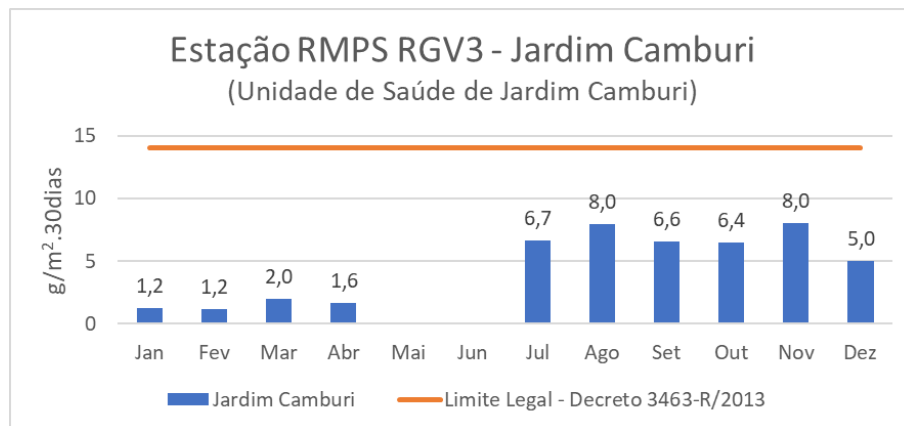


Gráfico 85: Medições de Poeira Sedimentável – PS no ano de 2023 para a estação RGV2 – Carapina.

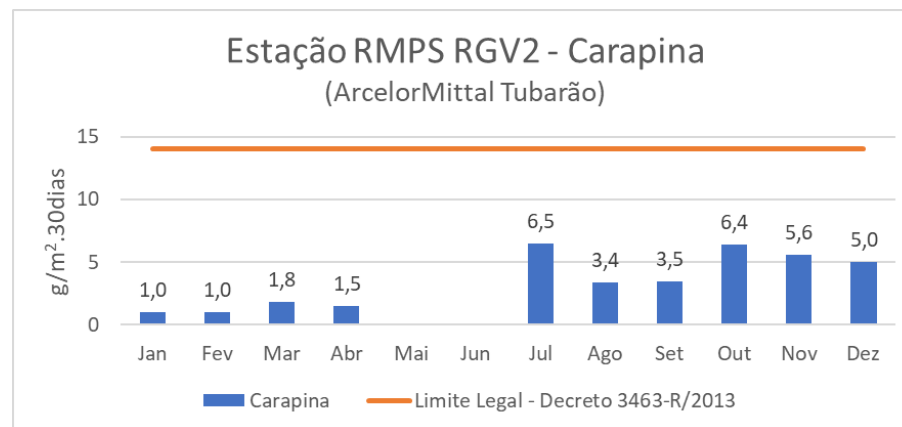


Gráfico 87: Medições de Poeira Sedimentável – PS no ano de 2023 para a estação RGV4 – Enseada do Suá.

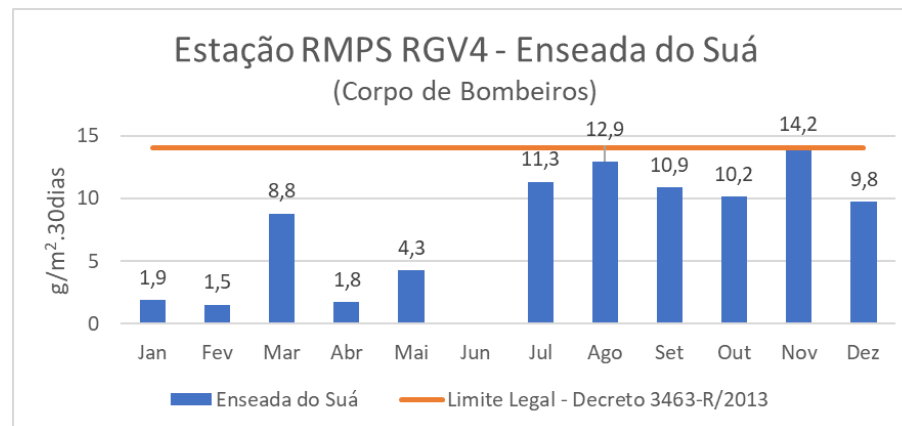


Gráfico 88: Medições de Poeira Sedimentável – PS no ano de 2023 para a estação RGV5 – Vitória Centro.

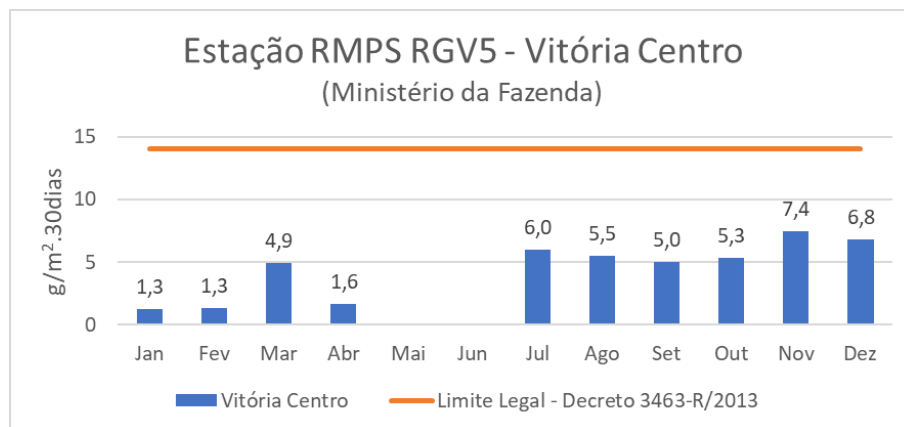


Gráfico 89: Medições de Poeira Sedimentável – PS no ano de 2023 para a estação RGV6 – Ibés.

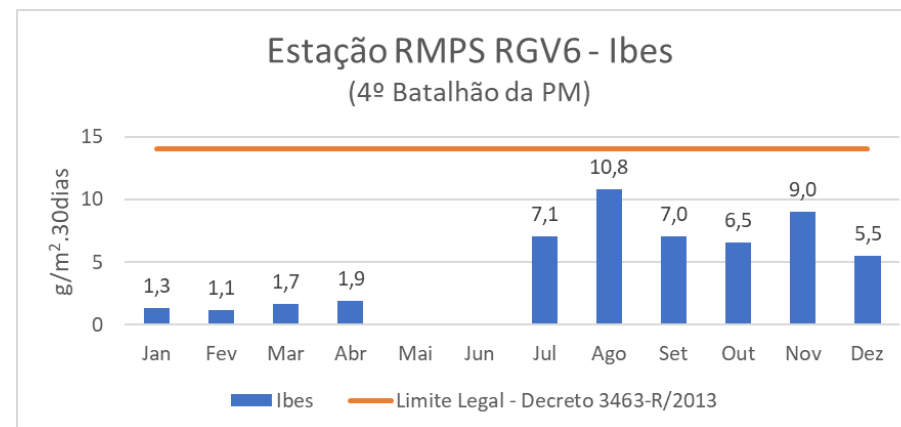


Gráfico 90: Medições de Poeira Sedimentável – PS no ano de 2023 para a estação RGV8 – Vila Capixaba.

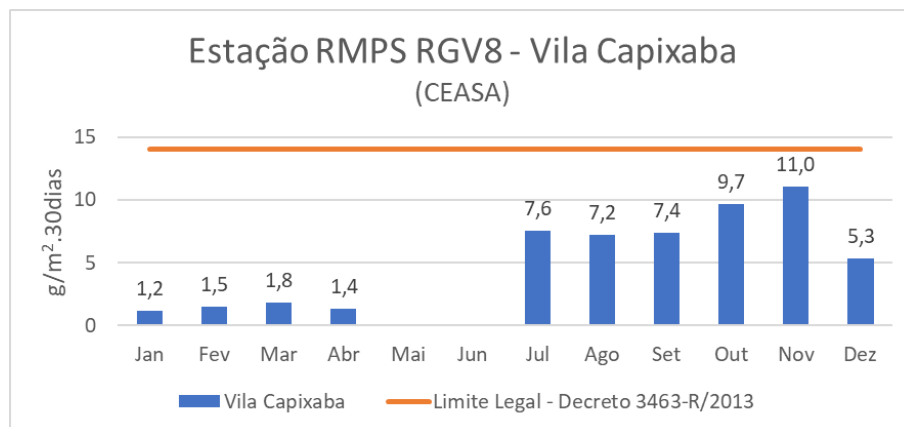


Gráfico 91: Medições de Poeira Sedimentável – PS no ano de 2023 para a estação RGV9 – Ilha do Boi (Hotel Senac).

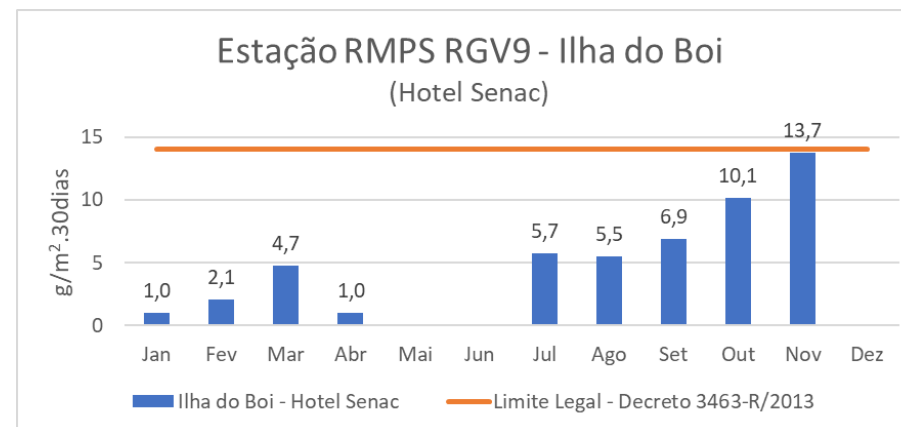


Gráfico 92: Medições de Poeira Sedimentável – PS no ano de 2023 para a estação RGV10 – Ilha do Boi (Clube Ítalo).

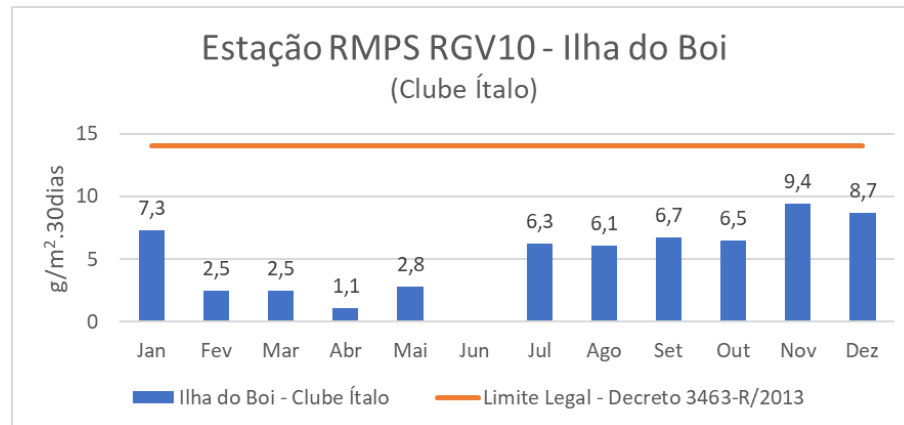


Gráfico 93: Medições de Poeira Sedimentável – PS no ano de 2023 para a estação RGV11 – Cidade Continental.

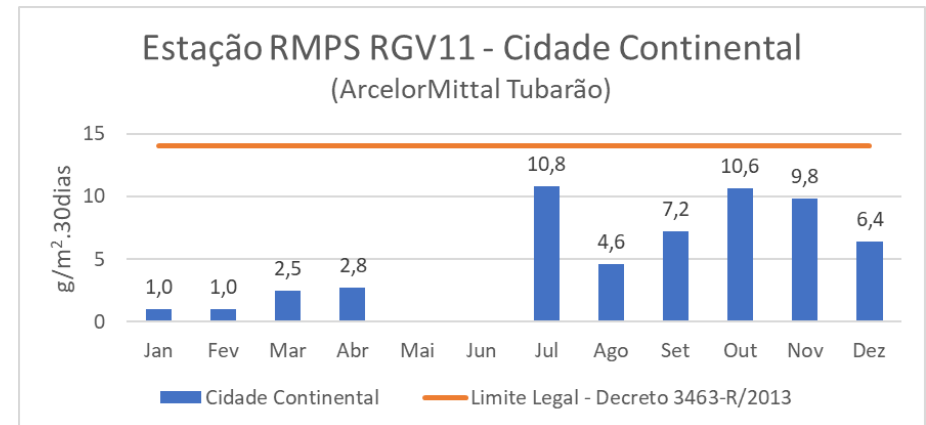


Gráfico 94: Medições de Poeira Sedimentável – PS no ano de 2023 para a estação RGV13 – Praia do Canto.

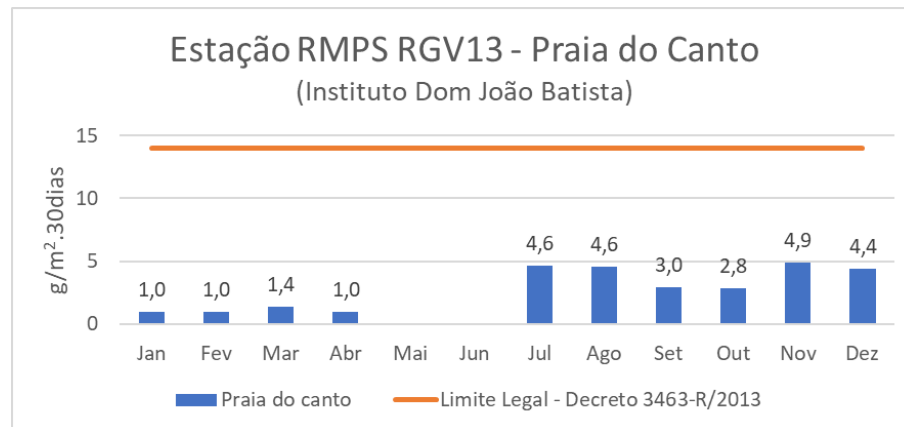


Gráfico 95: Medições de Poeira Sedimentável – PS no ano de 2023 para a estação RGV14 – Carapebus.

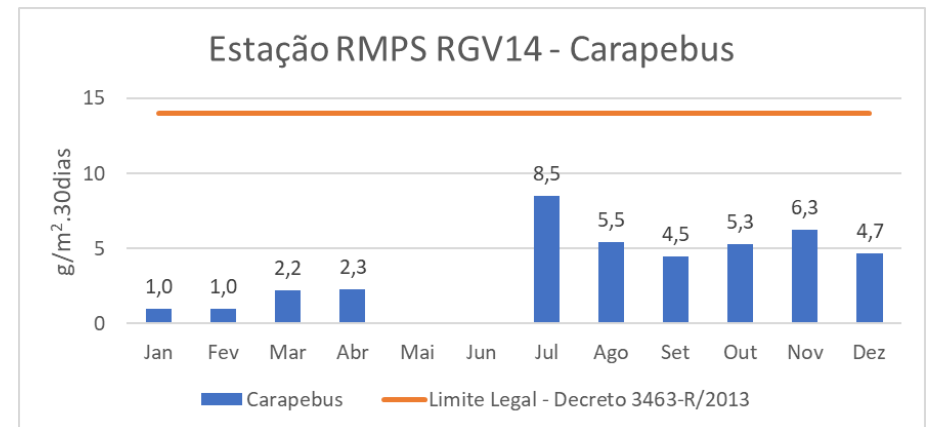


Gráfico 96: Série histórica de Poeira Sedimentável ($\text{g/m}^2.30\text{dias}$) da estação RGV1 – Laranjeiras.

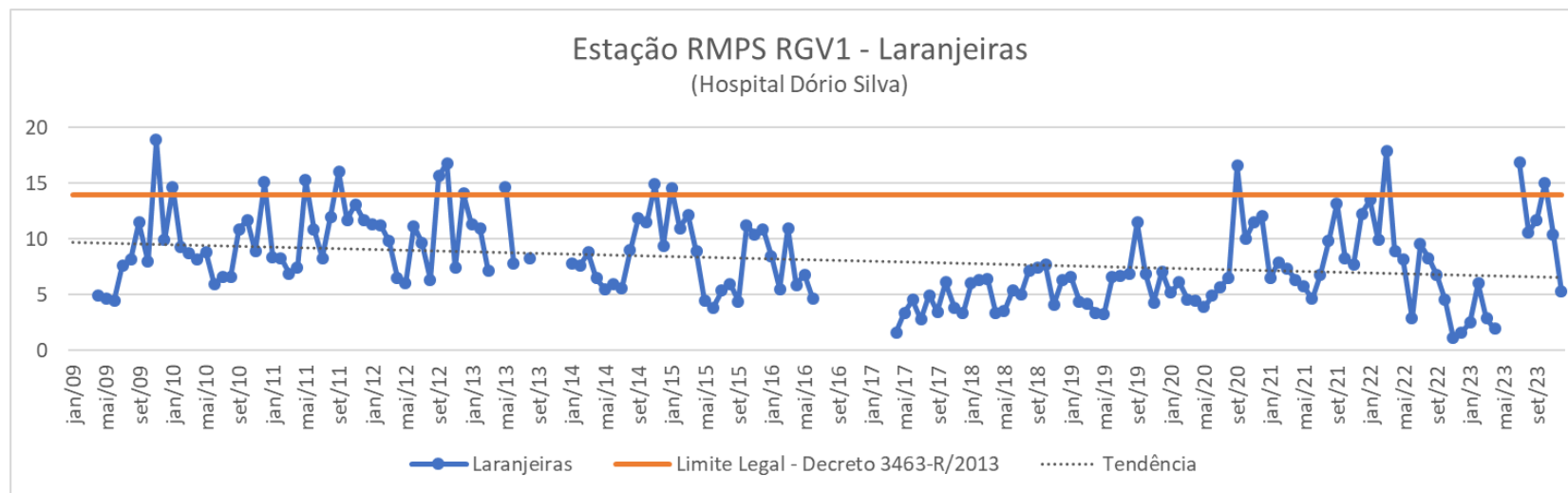


Gráfico 97: Série histórica de Poeira Sedimentável ($\text{g/m}^2.30\text{dias}$) da estação RGV2 – Carapina.

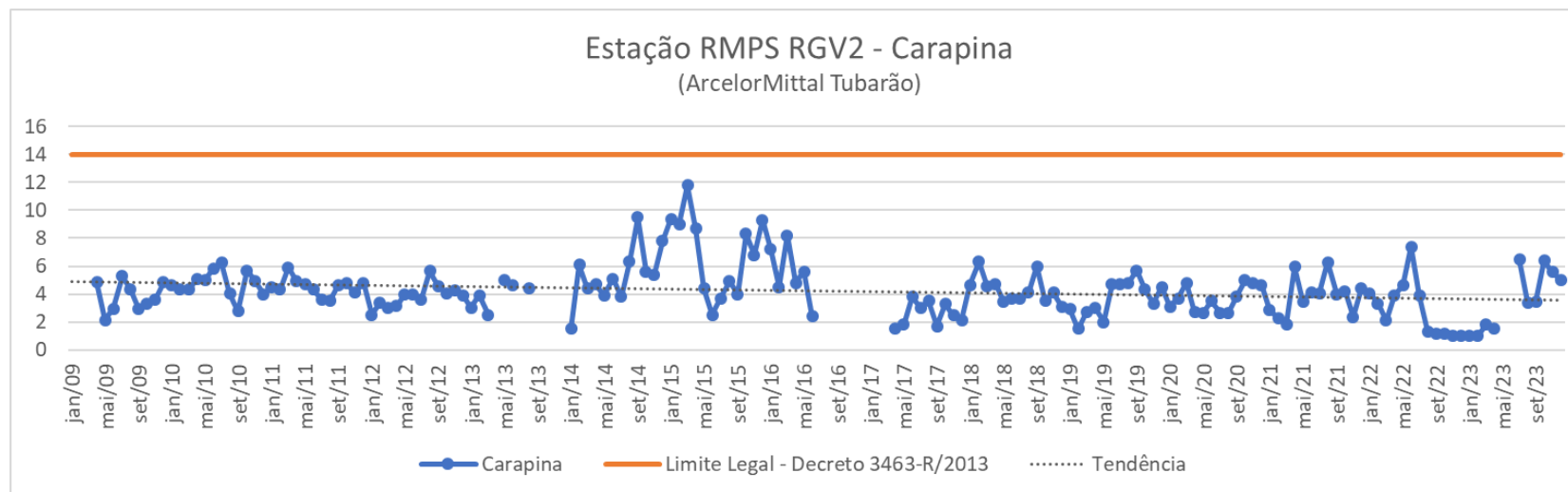


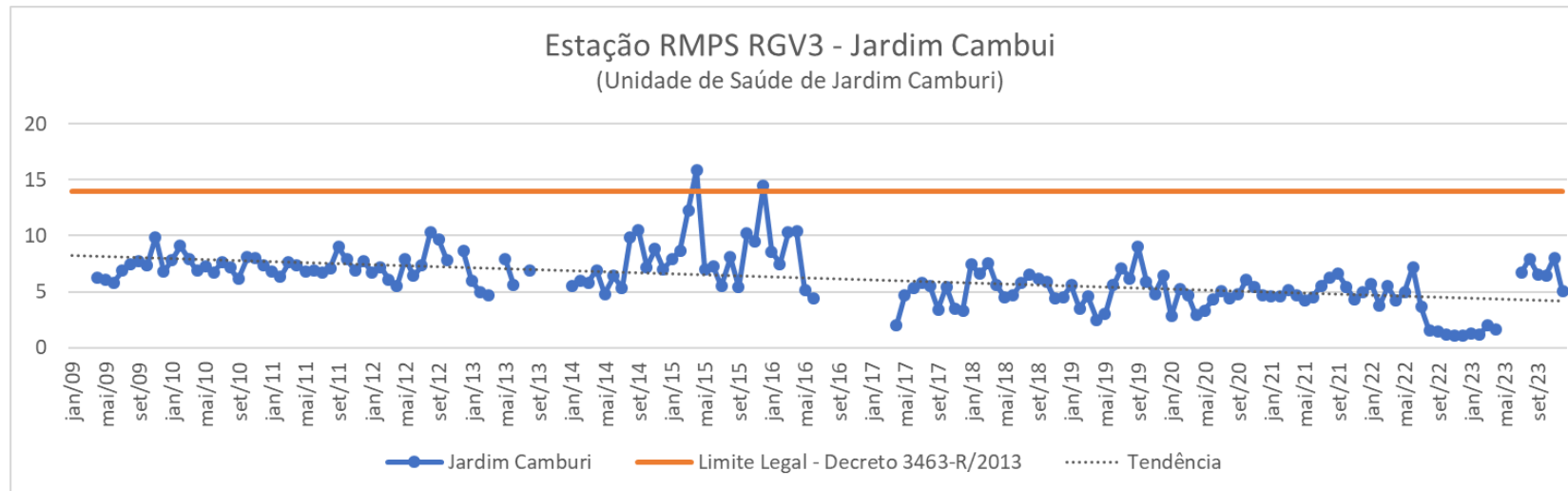
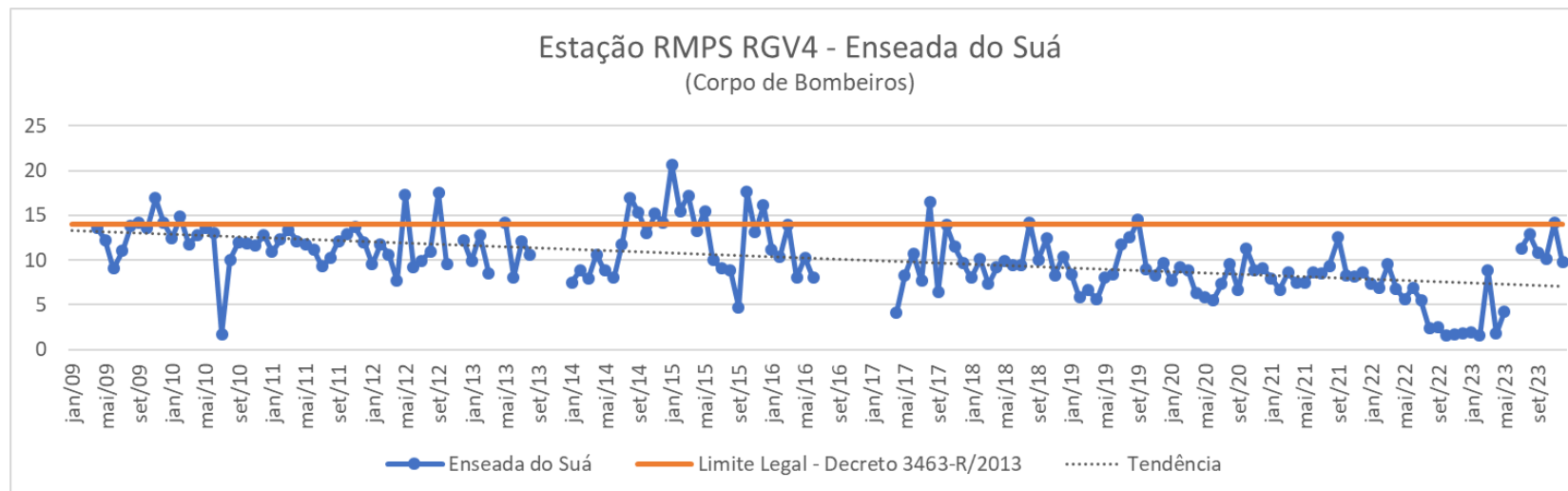
Gráfico 98: Série histórica de Poeira Sedimentável ($\text{g}/\text{m}^2.30\text{dias}$) da estação RGV3 – Jardim Camburi.Gráfico 99: Série histórica de Poeira Sedimentável ($\text{g}/\text{m}^2.30\text{dias}$) da estação RGV4 – Enseada do Suá.

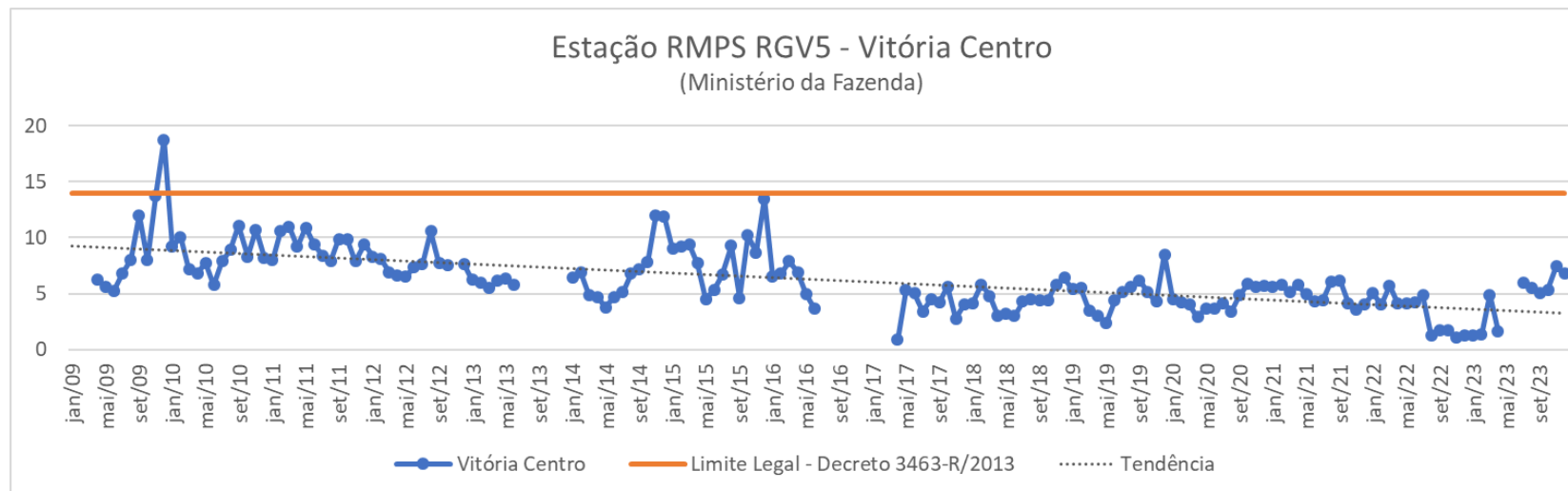
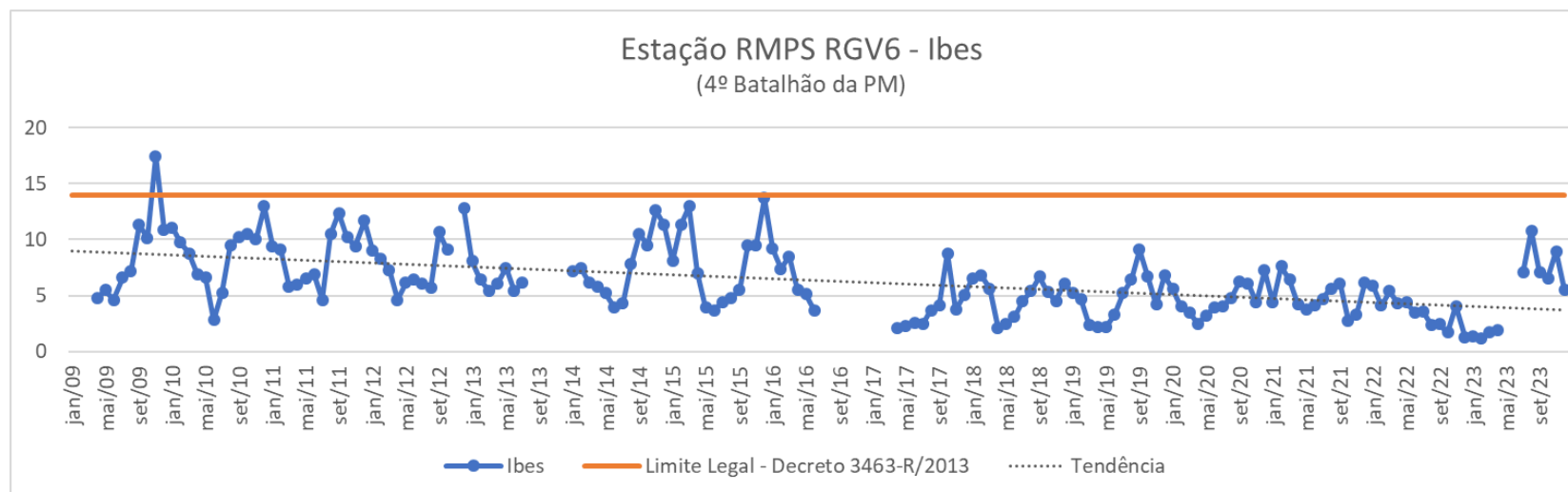
Gráfico 100: Série histórica de Poeira Sedimentável ($\text{g}/\text{m}^2 \cdot 30\text{dias}$) da estação RGV5 – Vitória Centro.Gráfico 101: Série histórica de Poeira Sedimentável ($\text{g}/\text{m}^2 \cdot 30\text{dias}$) da estação RGV6 – Ibes.

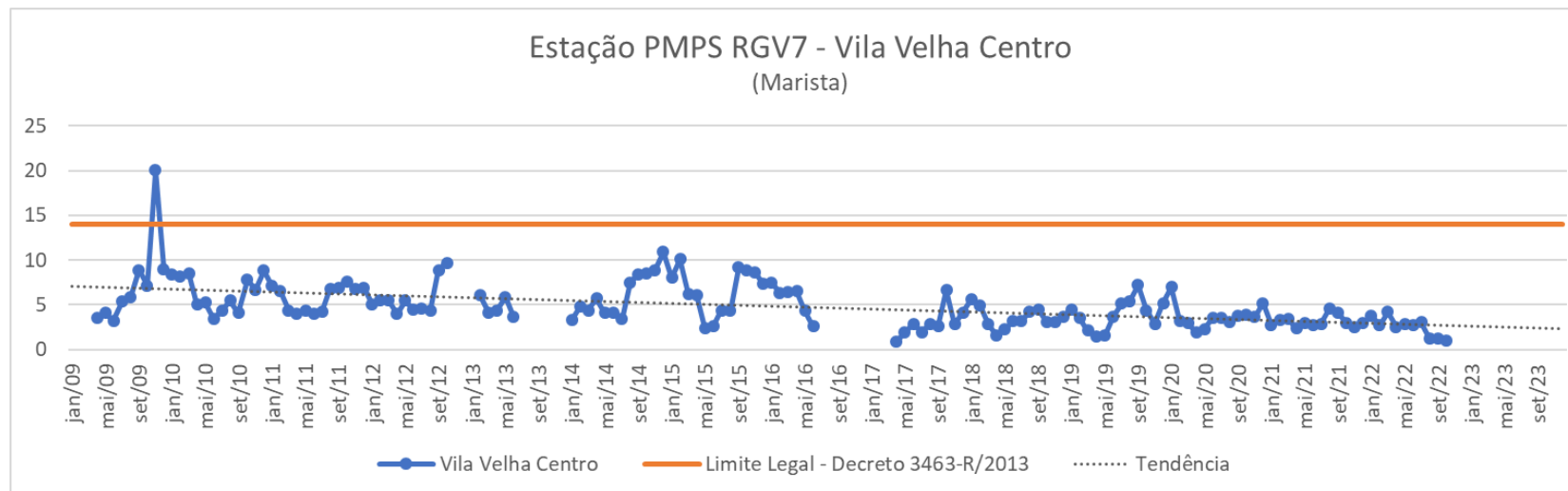
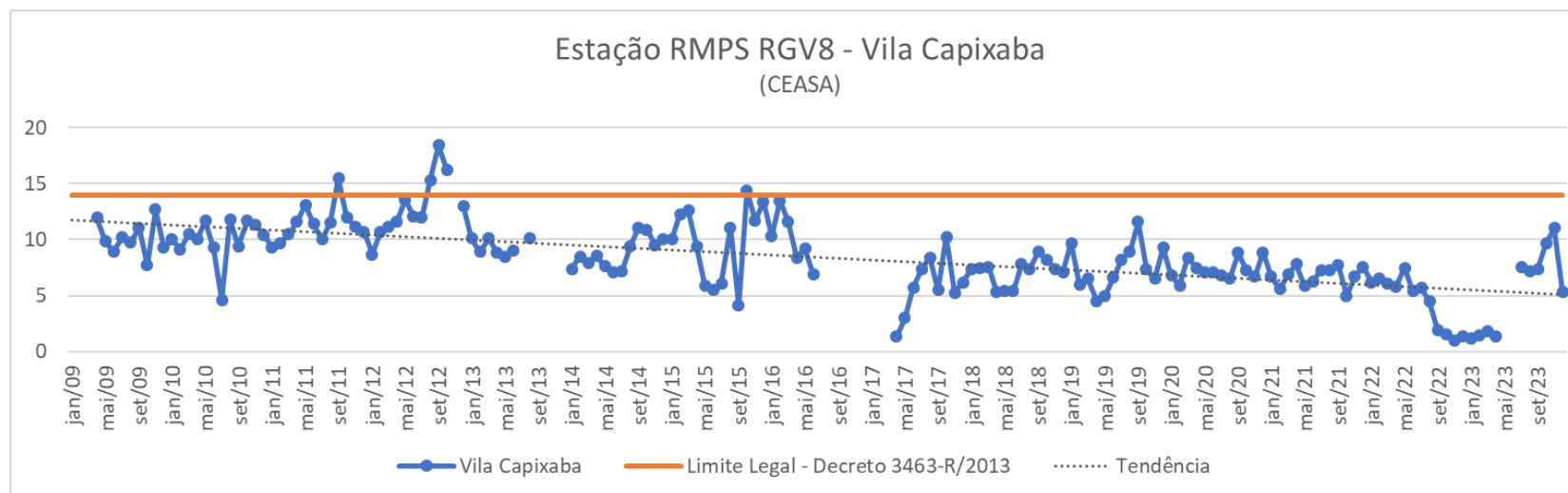
Gráfico 102: Série histórica de Poeira Sedimentável ($\text{g}/\text{m}^2.30\text{dias}$) da estação RGV7 – Vila Velha Centro.Gráfico 103: Série histórica de Poeira Sedimentável ($\text{g}/\text{m}^2.30\text{dias}$) da estação RGV8 – Vila Capixaba.

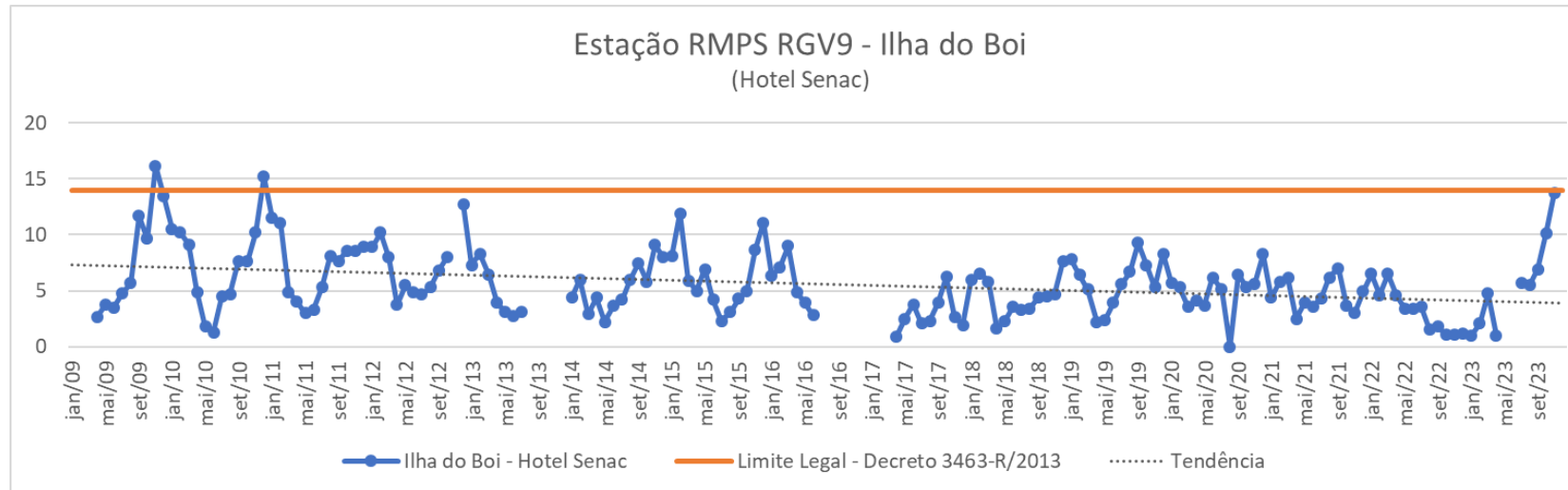
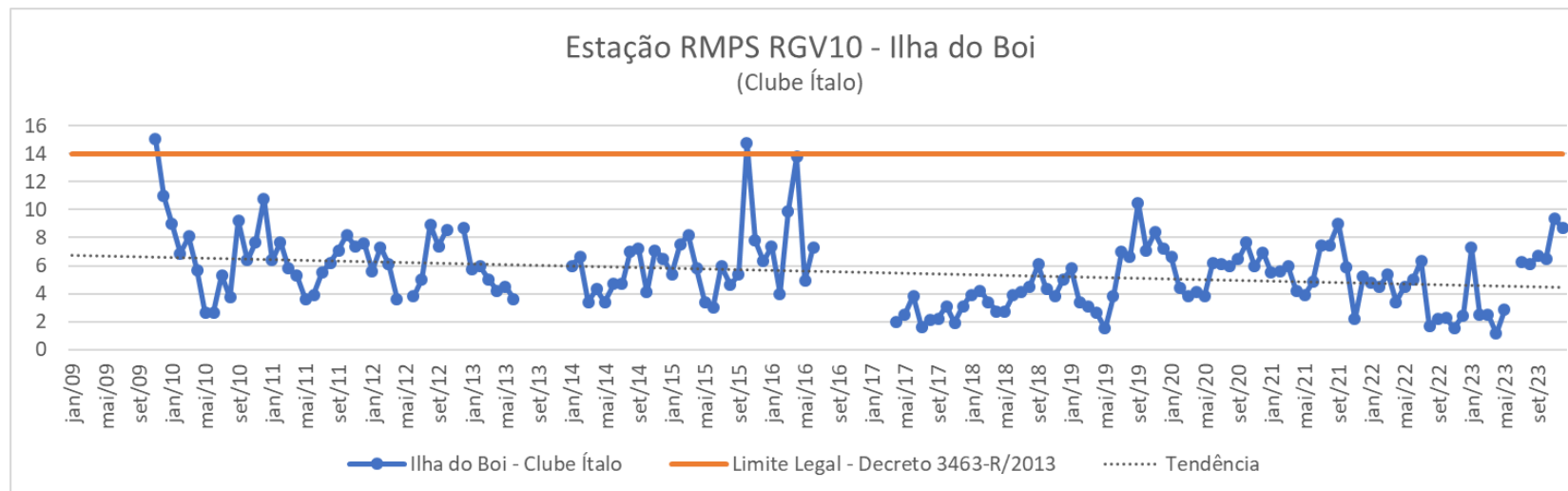
Gráfico 104: Série histórica de Poeira Sedimentável ($\text{g/m}^2 \cdot 30\text{dias}$) da estação RGV9 – Ilha do boi (Hotel Senac).Gráfico 105: Série histórica de Poeira Sedimentável ($\text{g/m}^2 \cdot 30\text{dias}$) da estação RGV10 – Ilha do Boi (Clube Ítalo).

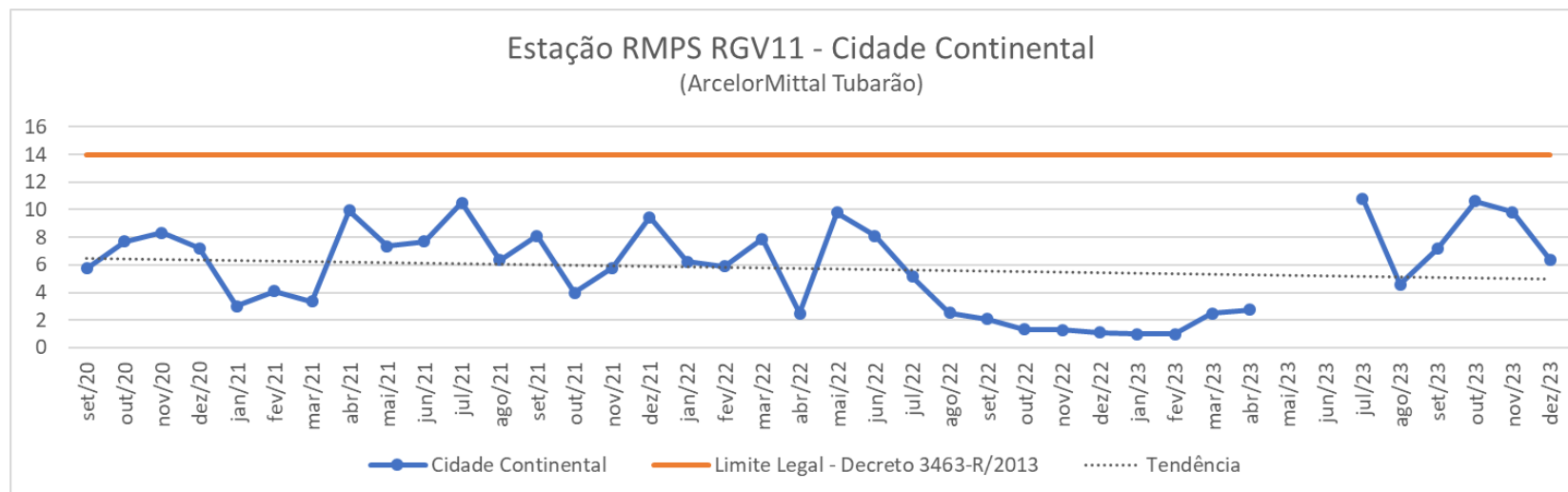
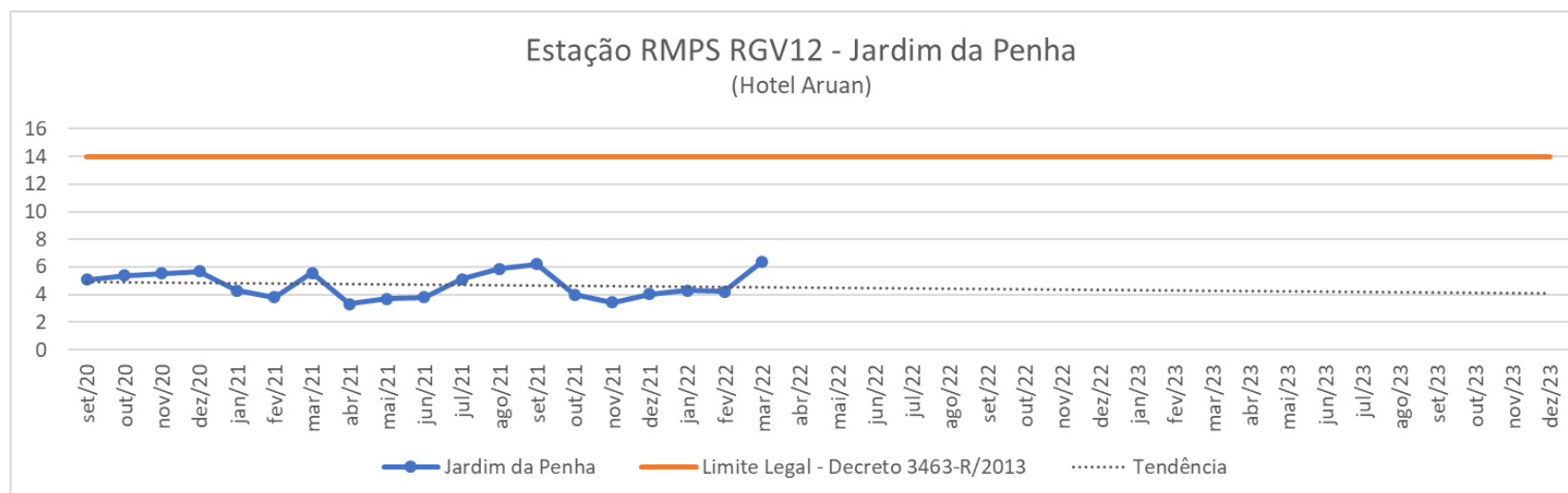
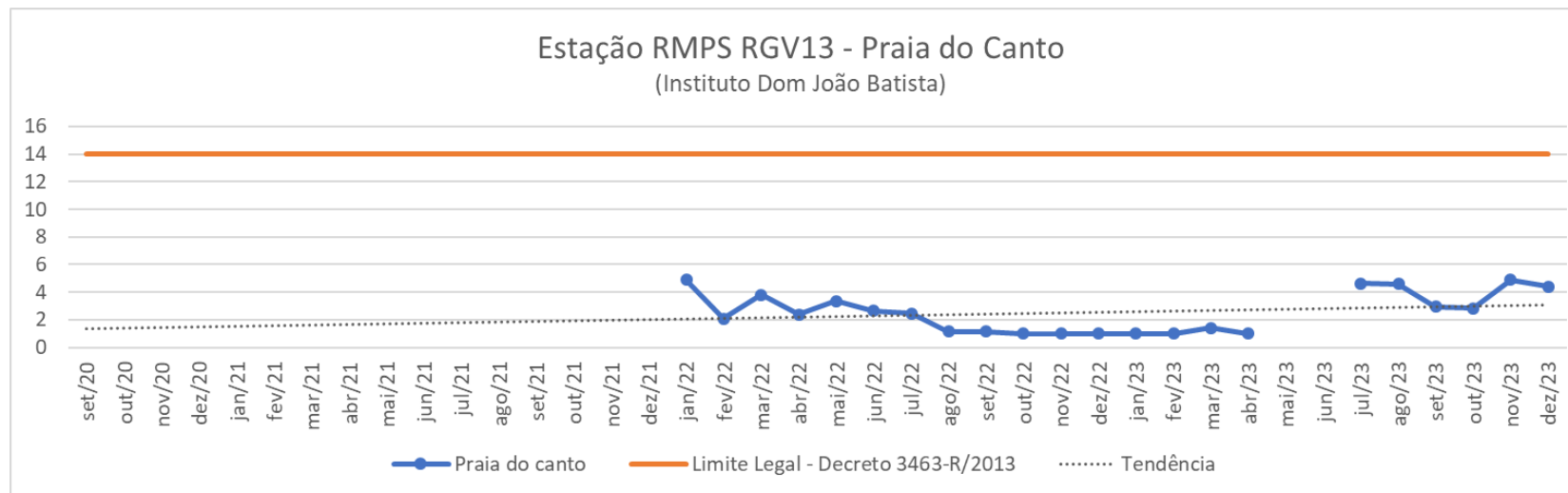
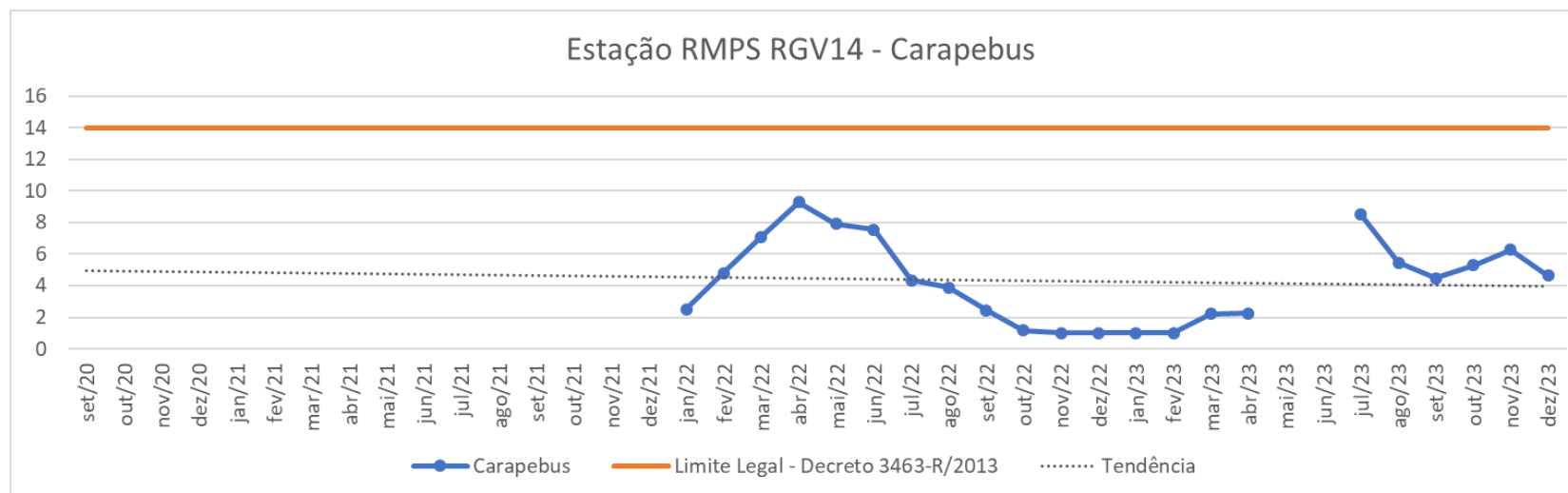
Gráfico 106: Série histórica de Poeira Sedimentável ($\text{g}/\text{m}^2.30\text{dias}$) da estação RGV11 – Cidade Continental.Gráfico 107: Série histórica de Poeira Sedimentável ($\text{g}/\text{m}^2.30\text{dias}$) da estação RGV12 – Jardim da Penha.

Gráfico 108: Série histórica de Poeira Sedimentável ($\text{g}/\text{m}^2.30\text{dias}$) da estação RGV13 – Praia do Canto.Gráfico 109: Série histórica de Poeira Sedimentável ($\text{g}/\text{m}^2.30\text{dias}$) da estação RGV14 – Carapebus.

Conforme se verifica nos gráficos acima (Gráfico 96 a Gráfico 109), quando avaliadas as séries históricas dos pontos de medição de partículas sedimentadas, verifica-se uma tendência de queda nos valores medidos, ainda que picos com valores altos ainda ocorram ocasionalmente.

6.2 Dióxido de Enxofre (SO₂)

Ao longo do ano de 2023, o poluente Dióxido de Enxofre (SO₂) foi monitorado em 6 (seis) estações da RAMQAR, sendo elas:

- EMQAR 01 – Laranjeiras;
- EMQAR 03 – Jardim Camburi;
- EMQAR 04 – Enseada do Suá;
- EMQAR 05 – Vitória Centro;
- EMQAR 06 – Ibes (Vila Velha);
- EMQAR 08 – Vila Capixaba (Cariacica).

O equipamento localizado na Estação EMQAR 09 – Cidade Continental encontrava-se desativado devido à necessidade de manutenção, não tendo ocorrido leituras válidas durante o ano de 2023. Já, a estação EMQAR 07 – Vila Velha Centro encontra-se desativada desde 2021.

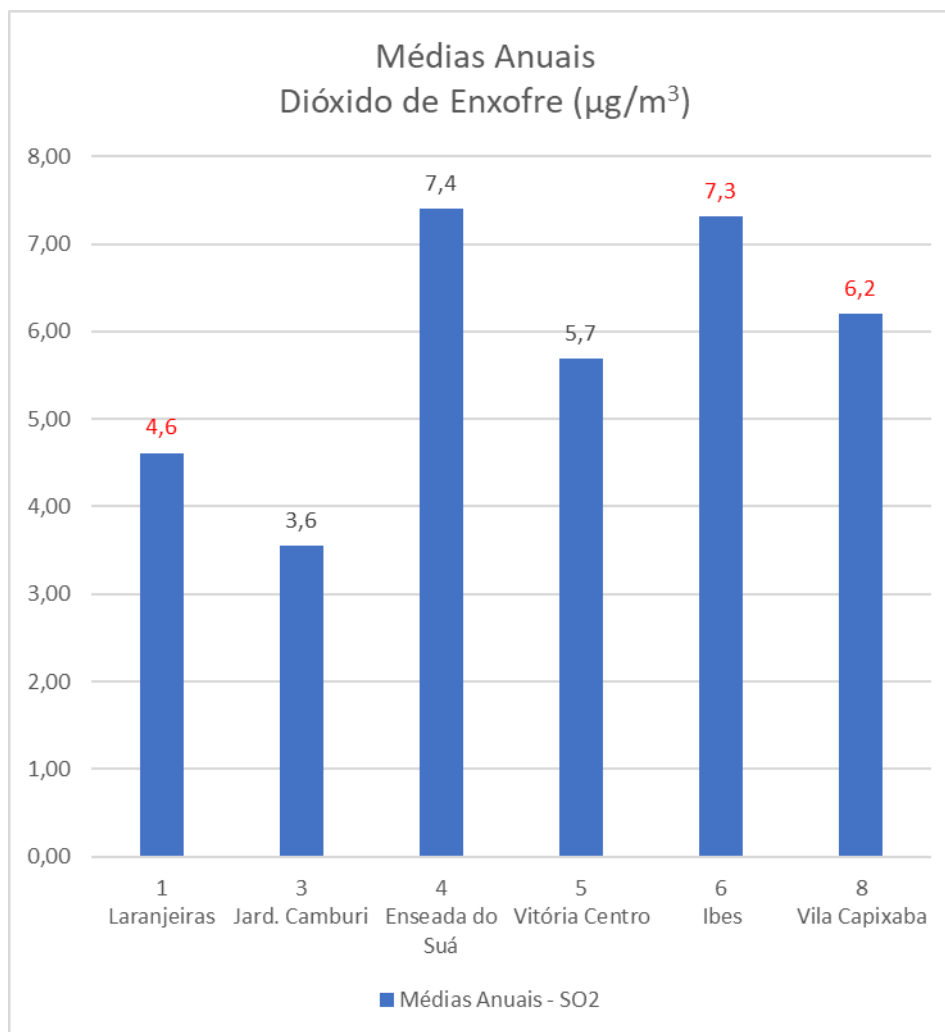
Tabela 22: Número de médias móveis com valores válidos medidos para cada estação, para o poluente SO₂.

Referencial	Estações					
	1 Laranjeiras	3 Jard. Camburi	4 Enseada do Suá	5 Vitória Centro	6 Ibes	8 Vila Capixaba
Nº médias móveis válidas	3451	8476	8354	8346	3664	3022
% de médias móveis válidas	39,5%	97,0%	95,6%	95,5%	41,9%	34,6%

As estações EMQAR 01 – Laranjeiras, EMQAR 06 – Ibes e EMQAR 08 – Vila Capixaba tiveram início da retomada das operações de monitoramento de SO₂ a partir de agosto de 2023, não tendo dados válidos registrados até então, o que explica a baixa porcentagem de dados válidos ao longo do ano.

Nas demais estações (EMQAR 03 – Jardim Camburi, EMQAR 04 – Enseada do Suá e EMQAR 05 – Vitória Centro) houveram pequenas interrupções do monitoramento entre os meses de julho e agosto, motivados pela realização de obras necessárias à atualização tecnológica nas estações.

O Gráfico 110 mostra a média anual para SO₂ nas estações da RAMQAR.

Gráfico 110: Médias anuais para SO₂, ano base 2023.

(*) A OMS não estipula padrão anual para Dióxido de Enxofre.

(**) Valores em vermelho não atenderam aos critérios de representatividade para a média anual.

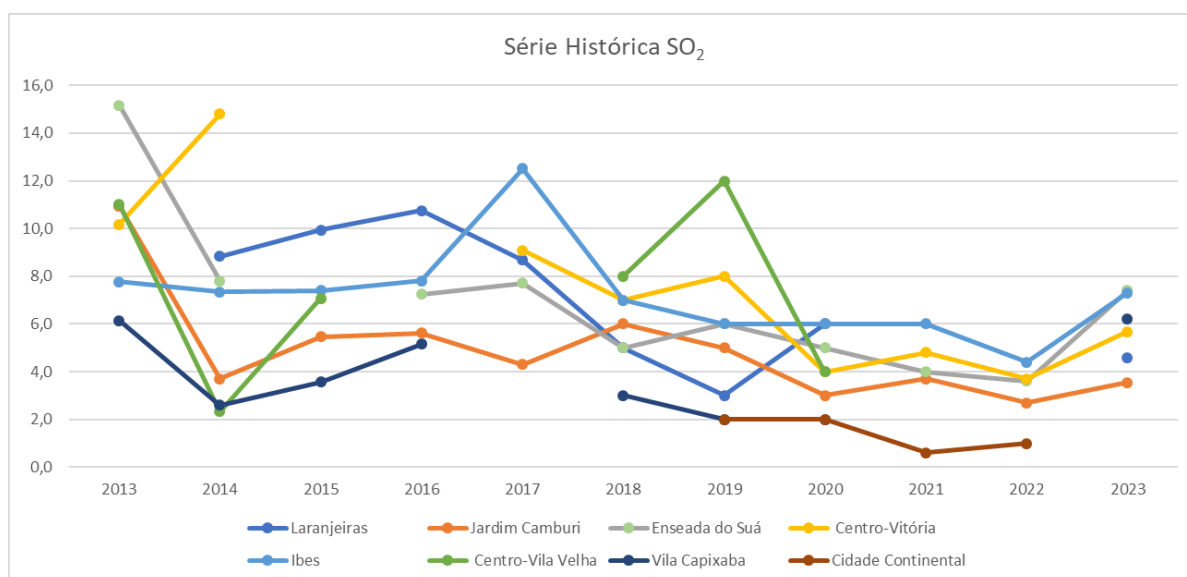
A Tabela 23 mostra os valores da série histórica para o poluente SO₂ desde o início das operações da RAMQAR, enquanto o Gráfico 111 mostra um recorte desse mesmo histórico, considerando somente os últimos 10 anos.

Registra-se que os resultados da média anual para as estações EMQAR 01 – Laranjeiras, EMQAR 06 – Ibes e EMQAR 08 – Vila Capixaba não atenderam aos critérios de representatividade anual.

Tabela 23: Histórico das médias anuais ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) de SO_2 .

Ano	1 Laranjeiras	3 Jard.Cam buri	4 Enseada do Suá	5 Centro- Vitória	6 Ibes	7 Centro- Vila Velha	8 Vila Capixaba	9 Cid. Continent al
2000	6,0	2,4	29,3		22,4	12,1	23,4	
2001	8,3	5,9	25,7		22,1	9,2	18,8	
2002	10,4	9,4	24,1		11,1	11,4	7,3	
2003	7,4	10,0	15,0		8,3	10,8	8,7	
2004	12,0	11,1	13,2		10,2	9,2	5,4	
2005	10,5	11,4	16,0	11,6	7,5	12,3	5,1	
2006	15,4	15,3	21,2	13,6	10,1	11,1	4,8	
2007	7,3	5,2	11,5	16,3	10,1	16,3	3,5	
2008	9,5	10,6	11,2	17,1	12,3	13,9	5,3	
2009	16,7	10,7	17,0	13,6	14,2	9,9	4,8	
2010	12,3	26,0	25,3	20,4	11,6	14,0	7,1	
2011	14,2	33,8	25,2	24,9	19,1		13,0	
2012	11,8	9,2	17,9	27,5	16,8	13,2	11,5	
2013		10,9	15,2	10,2	7,8	11,0	6,2	
2014	8,8	3,7	7,8	14,8	7,3	2,3	2,6	
2015	9,9	5,5			7,4	7,1	3,6	
2016	10,8	5,6	7,2		7,8		5,2	
2017	8,7	4,3	7,7	9,1	12,5			
2018	5,0	6,0	5,0	7,0	7,0	8,0	3,0	
2019	3,0	5,0	6,0	8,0	6,0	12,0	2,0	2,0
2020	6,0	3,0	5,0	4,0	6,0	4,0	2,0	2,0
2021		3,7	4,0	4,8	6,0			0,6
2022		2,7	3,6	3,7	4,4			1,0
2023	4,6	3,6	7,4	5,7	7,3		6,2	

(*) Valores em vermelho não atenderam aos critérios de representatividade para médias anuais.

Gráfico 111: Série histórica das médias anuais ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) para SO_2 para os últimos 10 anos.

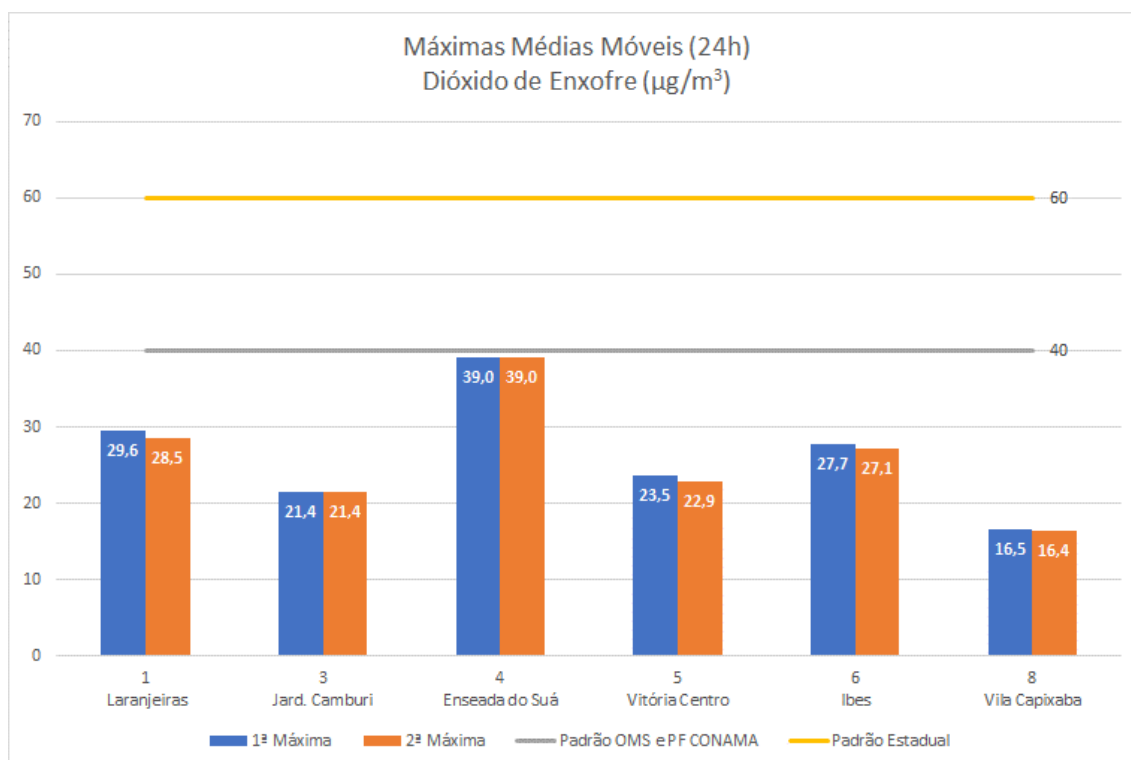
Observa-se um ligeiro aumento nas concentrações de SO₂ no ano de 2023 quando comparado ao ano de 2022. Contudo, na maioria das estações as concentrações seguem menores que as médias observadas antes de 2020.

A Tabela 24 e o Gráfico 112 apresentam as máximas médias móveis de 24 (vinte e quatro) horas para o poluente SO₂ nas quatro estações da RAMQAR:

Tabela 24: Máximas médias de 24h das concentrações de SO₂ em (µg/m³).

Referencial	Estações					
	1 Laranjeiras	3 Jard. Camburi	4 Enseada do Suá	5 Vitória Centro	6 Ibes	8 Vila Capixaba
1ª máxima (24h)	29,57	21,41	39,03	23,54	27,66	16,49
2ª Máxima (24h)	28,52	21,41	39,02	22,85	27,11	16,42

Gráfico 112: Máximas médias de 24h das concentrações de SO₂ em (µg/m³).



Como visualizado no Gráfico 112, não ocorreu nenhuma ultrapassagem ao padrão OMS de 2021 (40 µg/m³) ao longo do ano de 2023. Cabe destacar que a OMS alterou suas diretrizes, aumentando de 20 µg/m³, definidos em 2005, para 40 µg/m³ agora, no final de 2021. Além disso, a Resolução CONAMA nº 506/2024 trouxe como meta de Padrão Final (PF) o mesmo valor da recomendação OMS.

O quadro abaixo traz uma comparação dos resultados medidos com os valores recomendados nas Diretrizes da OMS de 2005 e de 2021.

Tabela 25: Número de médias móveis de 24h que ultrapassaram os valores limites de concentração de SO₂ no ano de 2023.

Ultrapassagens de padrões SO ₂						
Referencial	1 Laranjeiras	3 Jard. Camburi	4 Enseada do Suá	5 Vitória Centro	6 Ibes	8 Vila Capixaba
MI-1 ES Decreto 3463 e PI-I CONAMA 491/2018	0	0	0	0	0	0
Padrão OMS (2005) - 20 µg/m ³	22	19	446	6	109	0
Padrão OMS (2021) - 40 µg/m ³ (ATUAL)	0	0	0	0	0	0

Os gráficos Gráfico 148 Gráfico 113 a Gráfico 118 mostram a variação temporal das médias de concentração de SO₂ nas diferentes estações da RAMQAR que tiveram medição desse poluente ao longo de todo o ano de 2023.

Gráfico 113: Histórico de medições de médias móveis de SO₂ (µg/m³) para a Estação EMQAR 01 – Laranjeiras ao longo de 2023.



Gráfico 114: Histórico de medições de médias móveis de SO₂ (µg/m³) para a Estação EMQAR 03 – Jardim Camburi ao longo de 2023.

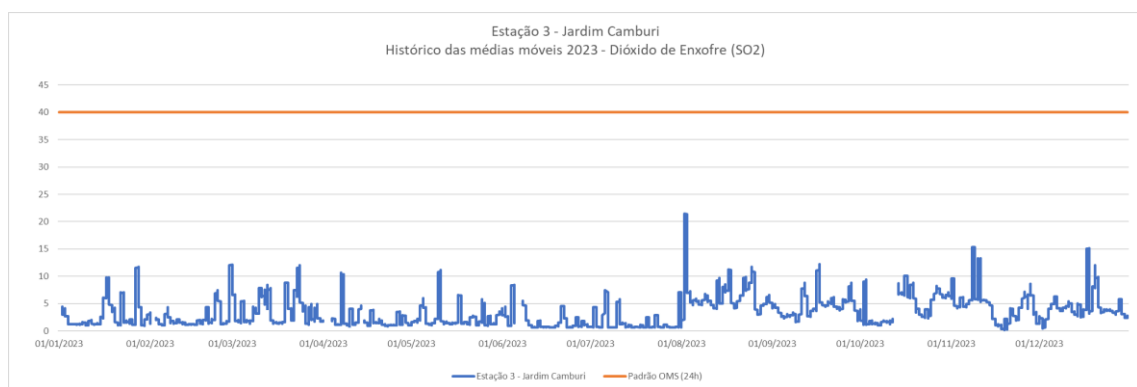


Gráfico 115: Histórico de medições de médias móveis de SO₂ (µg/m³) para a Estação EMQAR 04 – Enseada do Suá ao longo de 2023.



Gráfico 116: Histórico de medições de médias móveis de SO₂ (µg/m³) para a Estação EMQAR 05 – Vitória Centro ao longo de 2023.

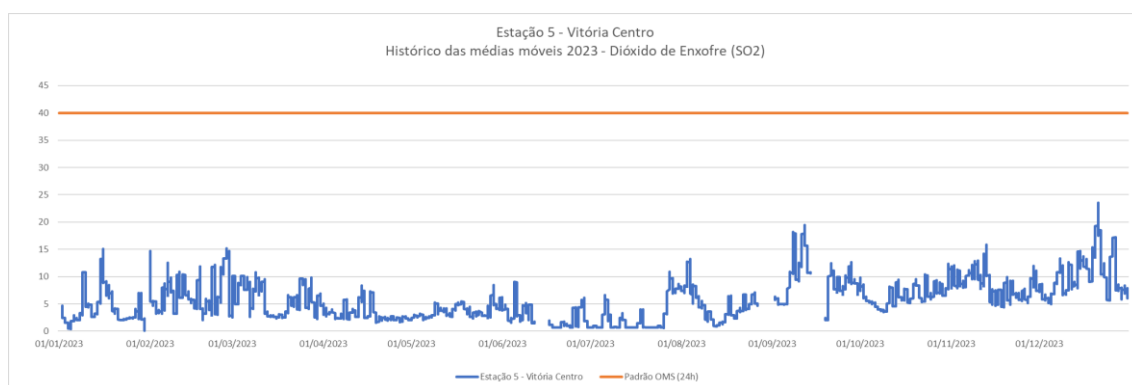


Gráfico 117: Histórico de medições de médias móveis de SO₂ (µg/m³) para a Estação EMQAR 06 – Ibes ao longo de 2023.

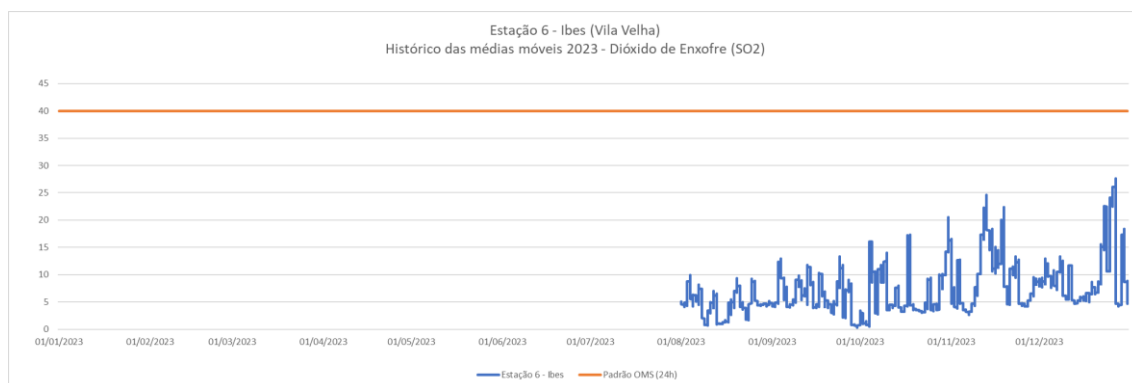


Gráfico 118: Histórico de medições de médias móveis de SO₂ (µg/m³) para a Estação EMQAR 08 – Vila Capixaba ao longo de 2023.



Os gráficos Gráfico 119 a Gráfico 124 apresentam as médias horárias para o poluente SO₂ em cada uma das estações de monitoramento. Apesar das diferenças sutis entre os gráficos, observa-se uma tendência de maiores concentrações de SO₂ entre as 10:00h e 18:00h em todas elas.

Gráfico 119: Médias horárias de concentração de SO₂ (µg/m³) para a estação EMQAR 01 – Laranjeiras para o ano de 2023.

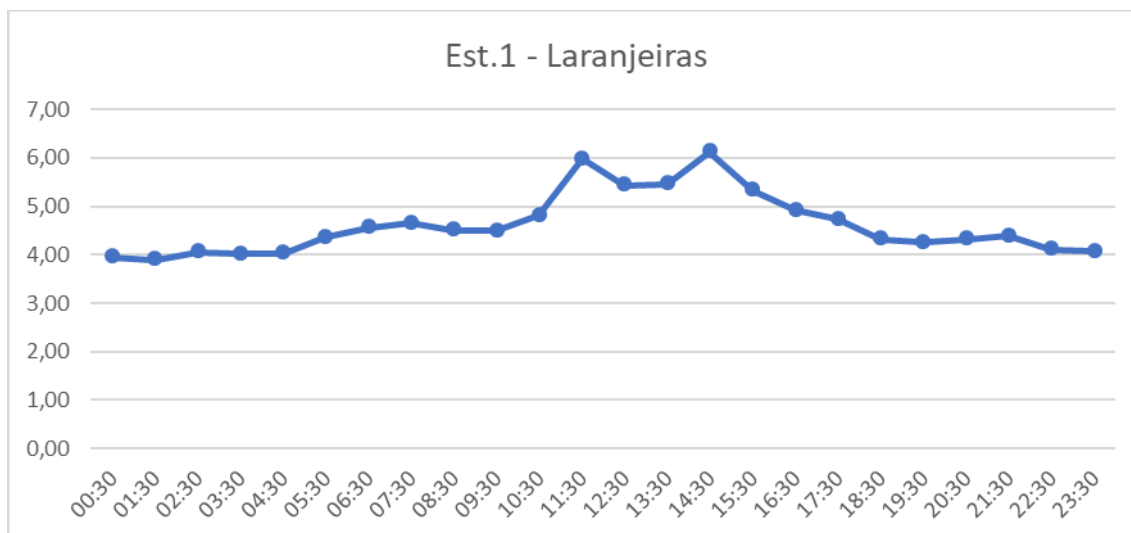


Gráfico 120: Médias horárias de concentração de SO₂ (µg/m³) para a estação EMQAR 03 – Jardim Camburi para o ano de 2023.

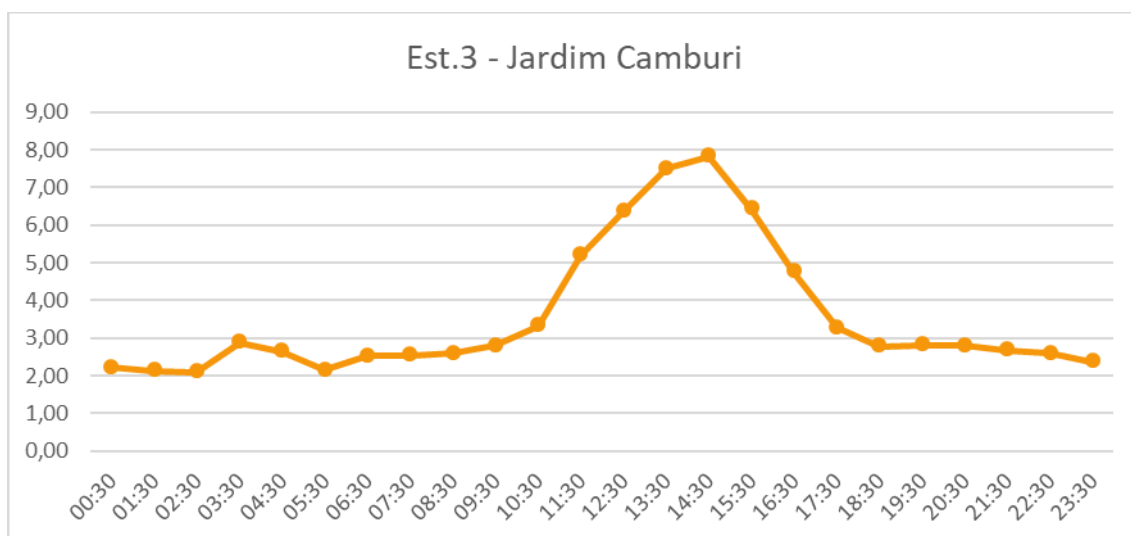


Gráfico 121: Médias horárias de concentração de SO₂ (µg/m³) para a estação EMQAR 04 – Enseada do Suá para o ano de 2023.

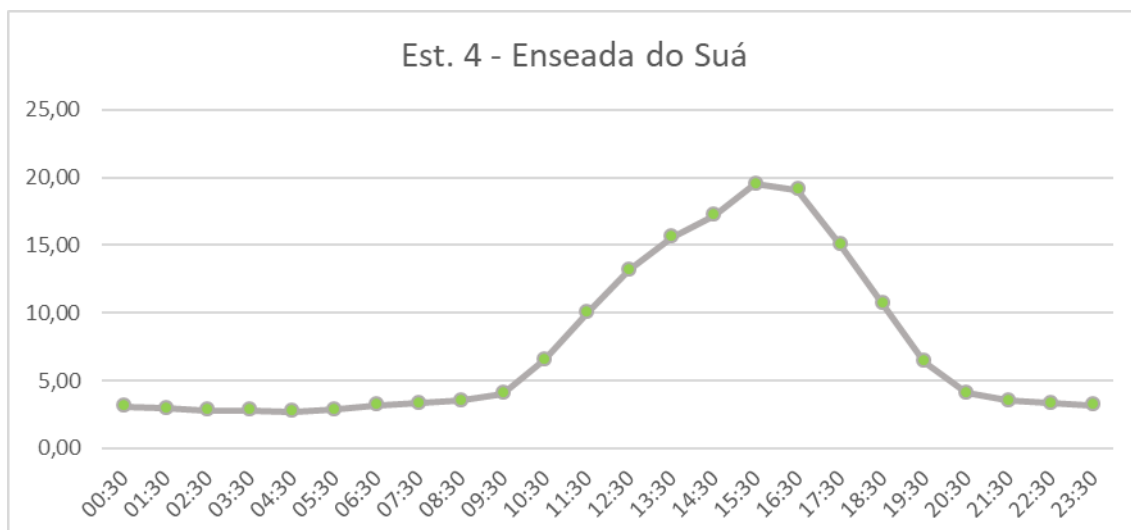


Gráfico 122: Médias horárias de concentração de SO₂ (µg/m³) para a estação EMQAR 05 – Vitória Centro para o ano de 2023.

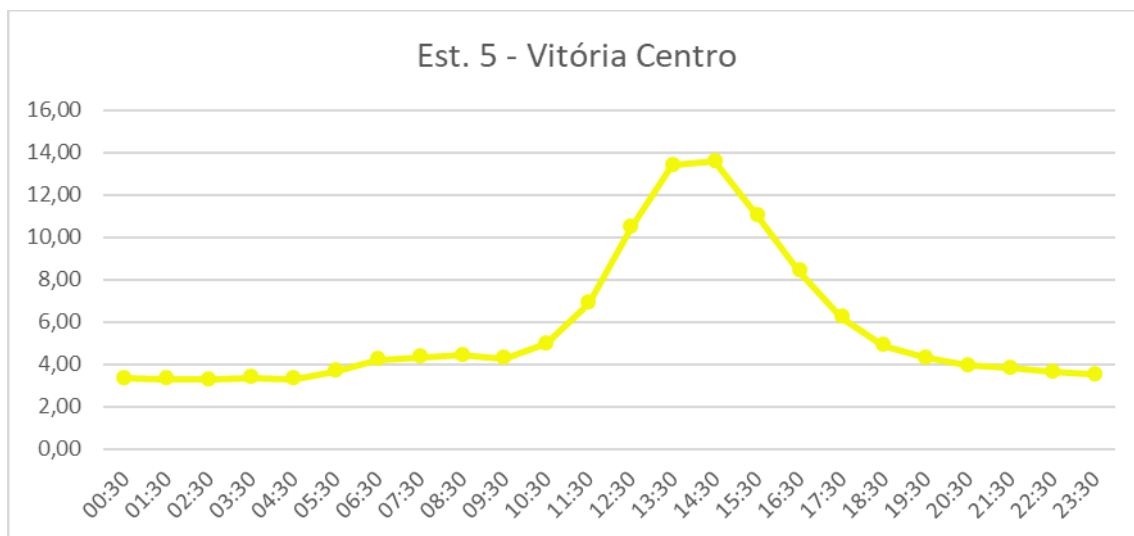


Gráfico 123: Médias horárias de concentração de SO₂ (µg/m³) para a estação EMQAR 06 – Ibes para o ano de 2023.

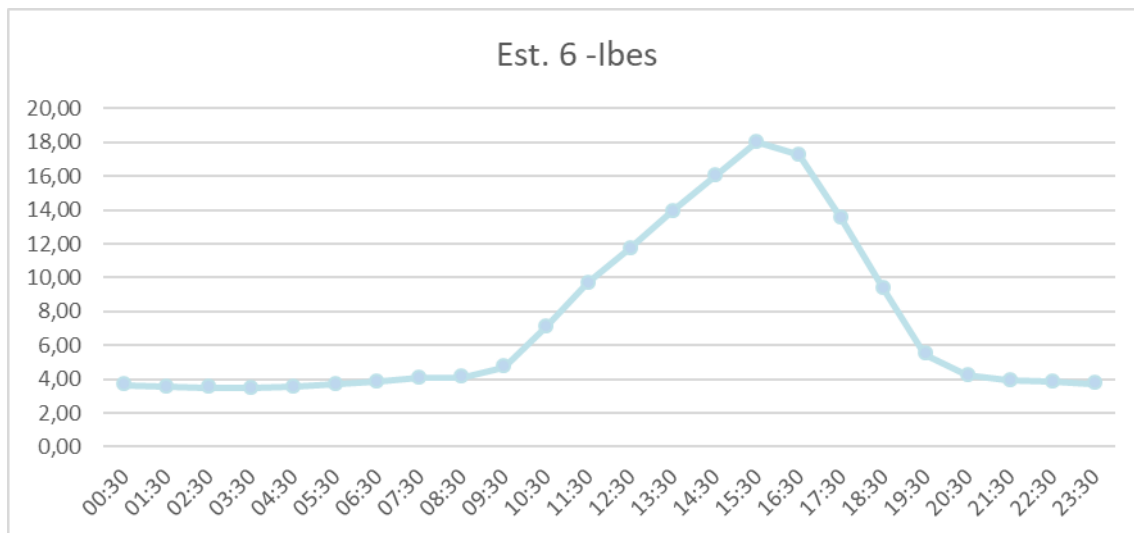
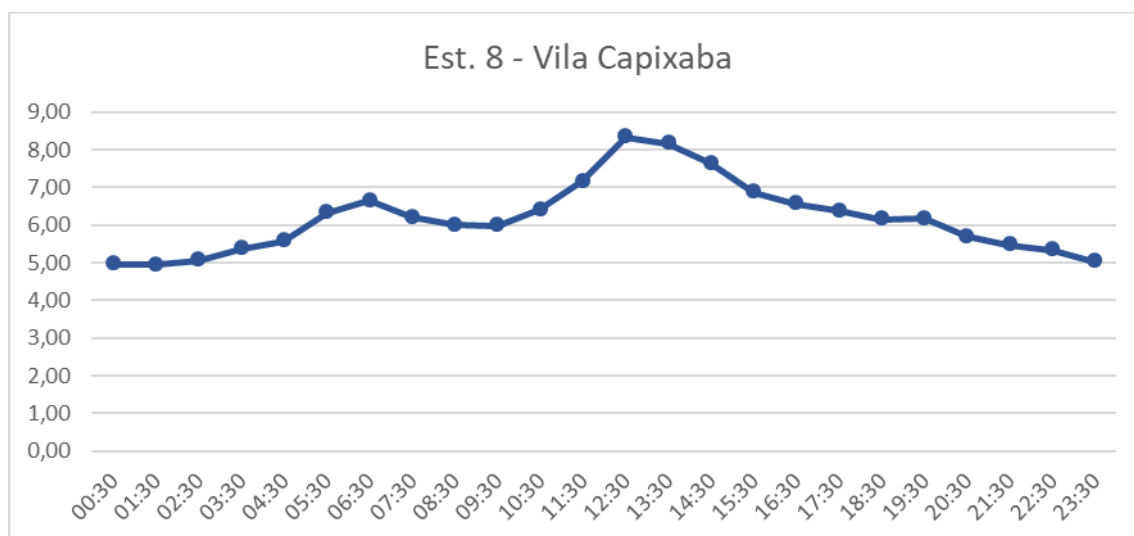


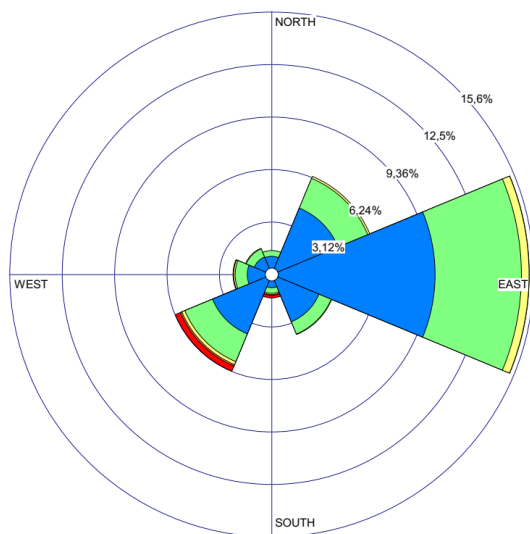
Gráfico 124: Médias horárias de concentração de SO₂ (µg/m³) para a estação EMQAR 08 – Vila Capixaba para o ano de 2023.



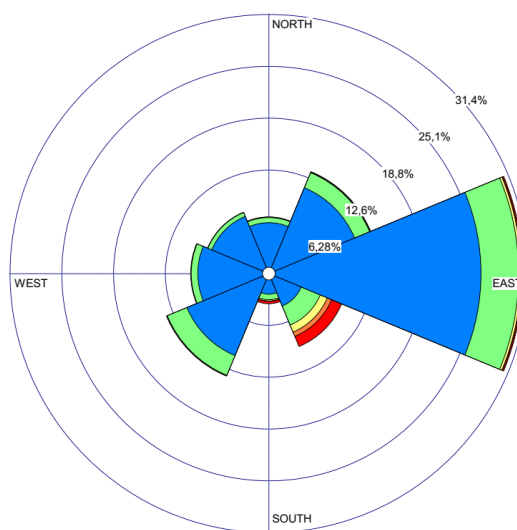
Rosa dos Poluentes:

Para confecção da rosa de poluentes das estações EMQAR 01 – Laranjeiras e EMQAR 03 – Jardim Camburi, foram utilizados os dados de velocidade e direção dos ventos medidos na estação EMQAR 02 – Carapina, devido à maior quantidade de dados meteorológicos representativos naquela estação. Já, para as Estações EMQAR 05 – Vitória Centro e EMQAR 08 – Vila Capixaba, foram usados os dados de direção do vento da estação EMQAR 04 – Enseada do Suá. Para as demais estações (EMQAR 04 – Enseada do Suá e EMQAR 06 – Ibes) foram utilizados os dados da própria estação.

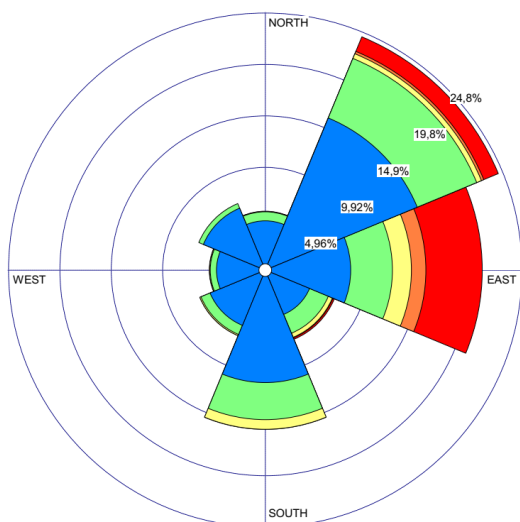
Gráfico 125: Perfil das concentrações de SO₂ nas estações da RAMQAr com relação à direção do vento (gráfico de rosa de poluentes).



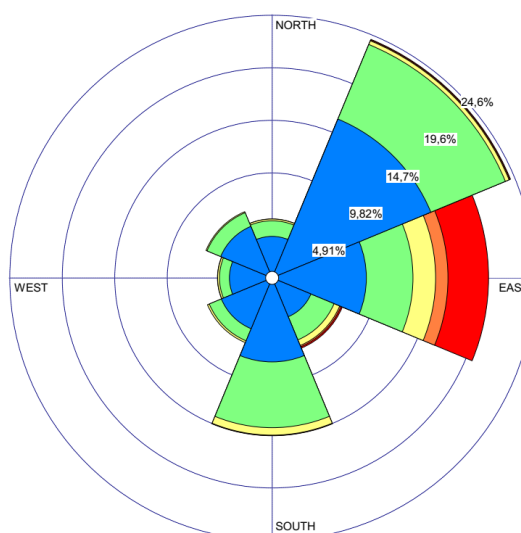
(a) Estação EMQAR 01 – Laranjeiras (Dióxido de Enxofre), com dados de direção do vento da Estação EMQAR 02 – Carapina.



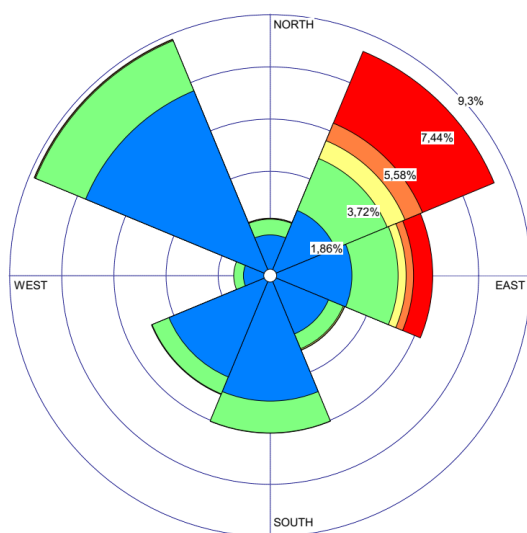
(b) Estação EMQAR 03 – Jardim Camburi (Dióxido de Enxofre), com dados de direção do vento da Estação EMQAR 02 – Carapina.



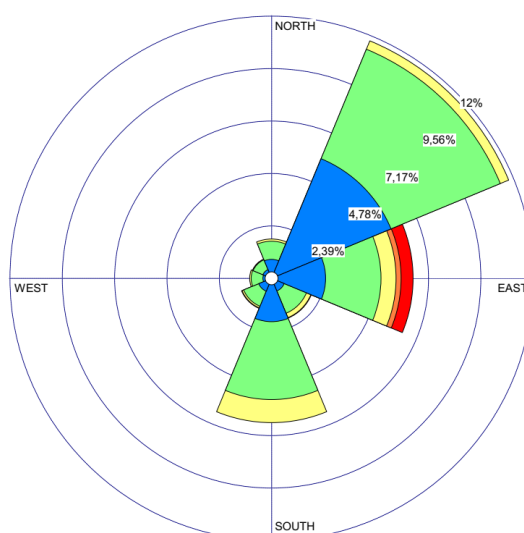
(c) Estação EMQAR 04 – Enseada do Suá (Dióxido de Enxofre).



(d) Estação EMQAR 05 – Centro de Vitória (Dióxido de Enxofre), com dados de direção do vento da Estação EMQAR 04 – Enseada do Suá.



(e) Estação EMQAR 06 – Ibes (Dióxido de Enxofre).



(f) Estação EMQAR 08 – Vila Capixaba (Dióxido de Enxofre), com dados de direção do vento da Estação EMQAR 04 – Enseada do Suá.

Concentração SO₂ (µg/m³)



O Gráfico Gráfico 125 traz a representação gráfica da rosa de poluentes para as seis estações da RAMQAR onde houve o monitoramento de Dióxido de Enxofre ao longo do ano de 2023. Seguem abaixo as observações sobre o comportamento da distribuição do poluente em cada estação:

- EMQAR01 – Laranjeiras: Apesar da predominância de ventos na direção leste, as maiores concentrações de SO₂ foram registradas com incidência de ventos Sudoeste e Sul;
- EMQAR03 – Jardim Camburi: Apesar da predominância de ventos na direção leste, as maiores concentrações de SO₂ foram registradas com incidência de ventos Sudeste e Sul;
- EMQAR04 – Enseada do Suá: As maiores concentrações de SO₂, assim como a maior predominância de direção dos ventos, foram registrados advindos das direções Leste e Nordeste;
- EMQAR05 – Vitória Centro: Verifica-se que as maiores concentrações de SO₂ foram registradas quando da incidência de ventos Leste;

- EMQAR06 – Ibes: As maiores concentrações foram observadas quando da incidência de ventos Nordeste e Leste;
- EMQAR08 – Vila Capixaba: As maiores concentrações de SO₂ foram registradas quando da incidência de ventos Leste.

6.3 Dióxido de Nitrogênio (NO₂)

Ao longo do ano de 2023, o poluente Dióxido de Nitrogênio (NO₂) foi monitorado em 07 (sete) estações da RAMQAR, sendo elas:

- EMQAR 01 – Laranjeiras;
- EMQAR 03 – Jardim Camburi;
- EMQAR 04 – Enseada do Suá;
- EMQAR 05 – Vitória Centro;
- EMQAR 06 – Ibes (Vila Velha);
- EMQAR 08 – Vila Capixaba (Cariacica);
- EMQAR 09 – Cidade Continental (Cariacica);

A Tabela 26 mostra a quantidade de médias móveis de 24h válidas para o poluente NO₂ em cada estação ao longo de todo o ano de 2023. A porcentagem foi calculada considerando um total máximo de 8737 de médias móveis para o período.

Tabela 26: Número de médias móveis de 24h com valores válidos medidos para cada estação, para o poluente NO₂.

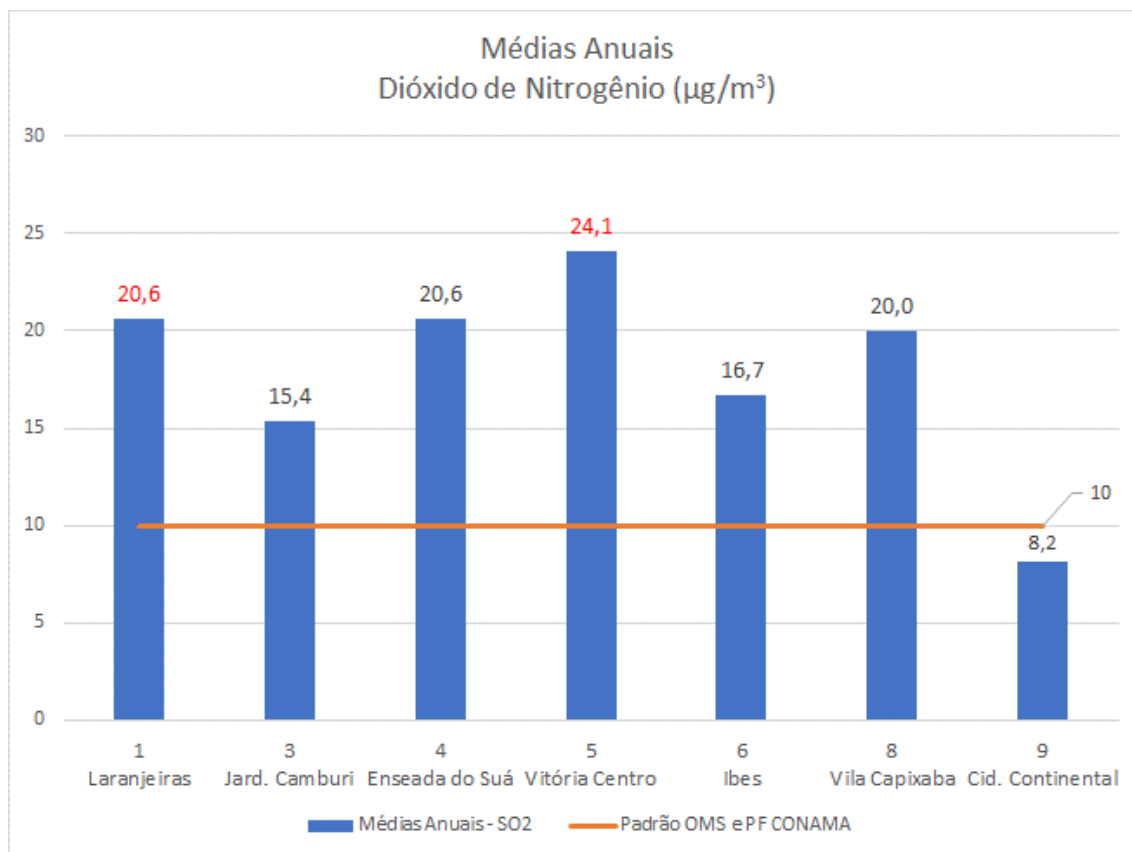
Referencial	Estações						
	1 Laranjeiras	3 Jard. Camburi	4 Enseada do Suá	5 Vitória Centro	6 Ibes	8 Vila Capixaba	9 Cid. Continental
Nº médias móveis válidas	6881	8517	8402	4450	8450	6642	8123
% de médias móveis válidas	78,8%	97,5%	96,2%	50,9%	96,7%	76,0%	93,0%

A estação EMQAR 05 – Centro de Vitória teve reinício das medições de NO₂ a partir de junho de 2023, não havendo nenhum registro válido antes disso. Também houve interrupções no monitoramento de NO₂ entre os meses de junho a agosto de 2023 nas demais estações de monitoramento, motivadas pelas reformas nas estruturas físicas e e atualização tecnológica de equipamentos. Tais períodos podem ser observados nos gráficos de evolução da série histórica do ano pela ausência de dados. No caso da estação 8 – Vila Capixaba, as obras se estenderam até o final do mês de setembro de 2023. Mesmo assim, as estações EMQAR 03 - Jardim Camburi, EMQAR 04 – Enseada do Suá, EMQAR 06 – Ibes e EMQAR 09 Cidade Continental tiveram medições válidas acima de 93% para todo o ano.

O Gráfico 126 traz os resultados das médias anuais para NO₂ calculada em cada estação. Ressalta-se que, conforme metodologia contida na

Tabela 11 deste relatório, não foram atingidos os critérios de representatividade para médias anuais (50% das médias de 24h válidas para os quadrimestres janeiro-abril, maio-agosto e setembro-dezembro) para as estações EMQAR 01 – Laranjeiras e EMQAR 05 – Vitória Centro.

Gráfico 126: Médias anuais para NO₂, ano base 2023.



As médias anuais, em geral, com exceção da estação EMQAR 09 – Cidade Continental, tiveram valores superiores ao padrão final recomendado pela OMS (2021), mas abaixo do limite vigente estabelecido pelo Decreto Estadual e do PI-2 da Resolução CONAMA nº 506/2024 (50 µg/m³).

A OMS alterou recentemente seu padrão de longa exposição (anual) recomendado, sendo que anteriormente (OMS, 2005) o limite era 40 µg/m³ agora é de 10 µg/m³, o que explica o aumento do número de ultrapassagens em 2023 em relação aos anos anteriores. Para curta exposição, o limite ficou bem mais restritivo, passando de 200 µg/m³ para média de 1,0 (uma) hora para os atuais 25 µg/m³ para média de 24 (vinte e quatro) horas. Com isso, além de mudança no critério de avaliação, que passou de média horária para média

diária, o limite ficou bem mais restritivo. A Tabela 27 traz um comparativo da quantidade de ultrapassagens aos padrões estabelecidos por normativas e recomendados pela OMS.

Tabela 27: Quantitativo de ultrapassagens dos padrões estabelecidos para o parâmetro NO₂ no ano de 2023.

Ultrapassagens de padrões NO ₂							
Referencial	1 Laranjeiras	3 Jard. Camburi	4 Enseada do Suá	5 Vitória Centro	6 Ibes	8 Vila Capixaba	9 Cid. Continental
MI-1 ES Decreto 3463 e PI-I CONAMA 491/2018	0	0	0	0	0	0	0
Padrão OMS (2005) - 200 µg/m ³ (1h)	0	0	0	0	0	0	0
Padrão OMS (2021) - 25 µg/m ³ (24h) (ATUAL)	1602	438	1979	1839	900	2098	100
% de ultrapassagens em relação ao total medido (válidos)	23,3%	5,1%	23,6%	41,3%	10,7%	31,6%	1,2%

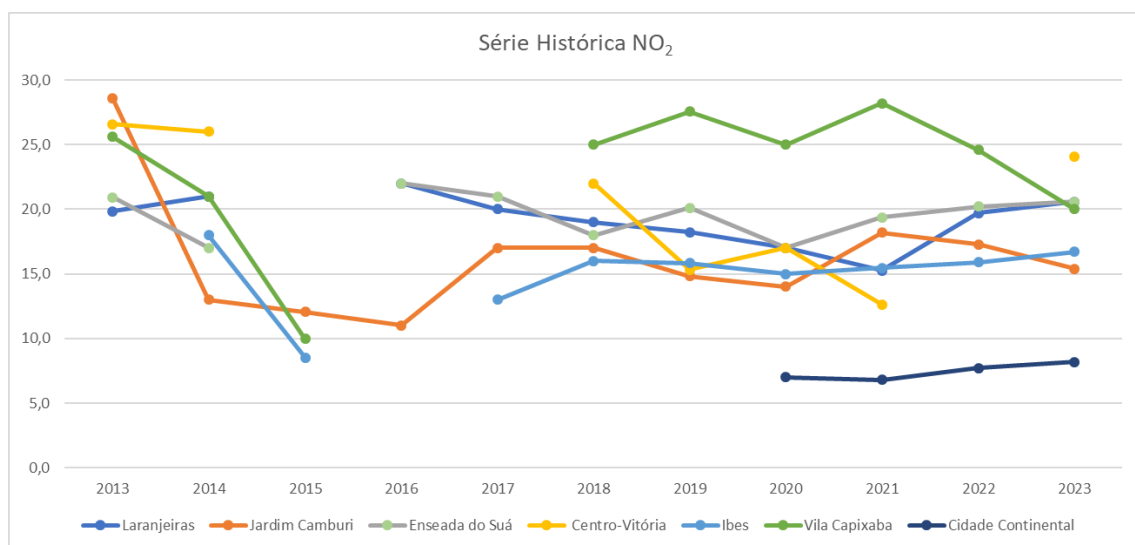
Como pode ser observado, quando adotado o padrão antigo da OMS (2005), nenhuma ultrapassagem ocorreu. Contudo, quando adotado o novo padrão OMS (2021), todas as estações tiveram ultrapassagens, se destacando principalmente as estações EMQAR 08 – Vila Capixaba, EMQAR 04 – Enseada do Suá, EMQAR 05 – Vitória Centro e EMQAR 01 – Laranjeiras. Todas essas estações citadas estão localizadas próximas a vias de grande circulação. Assim, altas concentrações de NO₂ poderão estar associadas às emissões veiculares, o que poderá ser melhor observado quando demonstrado os gráficos de distribuição horária. Observando a quantidade de ultrapassagens em relação ao total de dados válidos medidos, verifica-se que as estações EMQAR 05 – Vitória Centro e EMQAR 08 – Vila Capixaba apresentam os maiores percentuais, com 41,3% e 31,6% respectivamente.

A Tabela 28, a seguir, traz os dados de média anuais de toda a série histórica, enquanto o Gráfico 127 traz a mesma informação, só que com um recorte dos últimos 10 anos. Observa-se uma tendência de relativa estabilidade na série histórica para a maioria das estações desde 2017, com exceção à estação EMQAR 08 – Vila Capixaba, que vem apresentando leve tendência de queda, e da estação EMQAR 05 - Vitória Centro, que após uma tendência de queda voltou a apresentar aumento das concentrações de NO₂.

Tabela 28: Histórico das médias anuais de NO₂ em µg/m³.

Ano	1 Laranjeiras	3 Jard. Camburi	4 Enseada do Suá	5 Vitória Centro	6 Ibes	8 Vila Capixaba	9 Cid. Continental
2000	17,7	18,1	22,0		17,9	21,8	
2001	16,2	22,0	22,7		18,2	22,4	
2002	17,0	17,9	19,7		16,5	21,9	
2003	18,8	24,2	23,2		17,6	24,5	
2004	19,3	23,2	24,9		19,7	25,5	
2005	19,9	25,7	25,7	30,0	19,2	29,1	
2006	21,0	25,1	24,6	30,8	19,5	28,8	
2007	21,9	21,3	25,3		22,1	27,6	
2008	20,3	24,2	24,2	30,1	18,7	26,5	
2009	21,6	24,4	23,3	28,8	21,2	27,6	
2010	26,5	27,7	20,5	31,7	21,6	29,4	
2011	24,8	26,6	20,9	30,1	18,8	25,9	
2012	22,3	29,6	21,5	28,5	20,1	23,4	
2013	19,9	28,6	20,9	26,6		25,6	
2014	21,0	13,0	17,0	26,0	18,0	21,0	
2015		12,1			8,5	10,0	
2016	22,0	11,0	22,0				
2017	20,0	17,0	21,0		13,0		
2018	19,0	17,0	18,0	22,0	16,0	25,0	
2019	18,2	14,8	20,1	15,3	15,8	27,6	
2020	17,0	14,0	17,0	17,0	15,0	25,0	7,0
2021	15,3	18,2	19,4	12,6	15,5	28,2	6,8
2022	19,7	17,3	20,2		15,9	24,6	7,7
2023	20,6	15,4	20,6	24,1	16,7	20,0	8,2

(*) Valores em vermelho não atenderam aos critérios de representatividade para médias anuais.

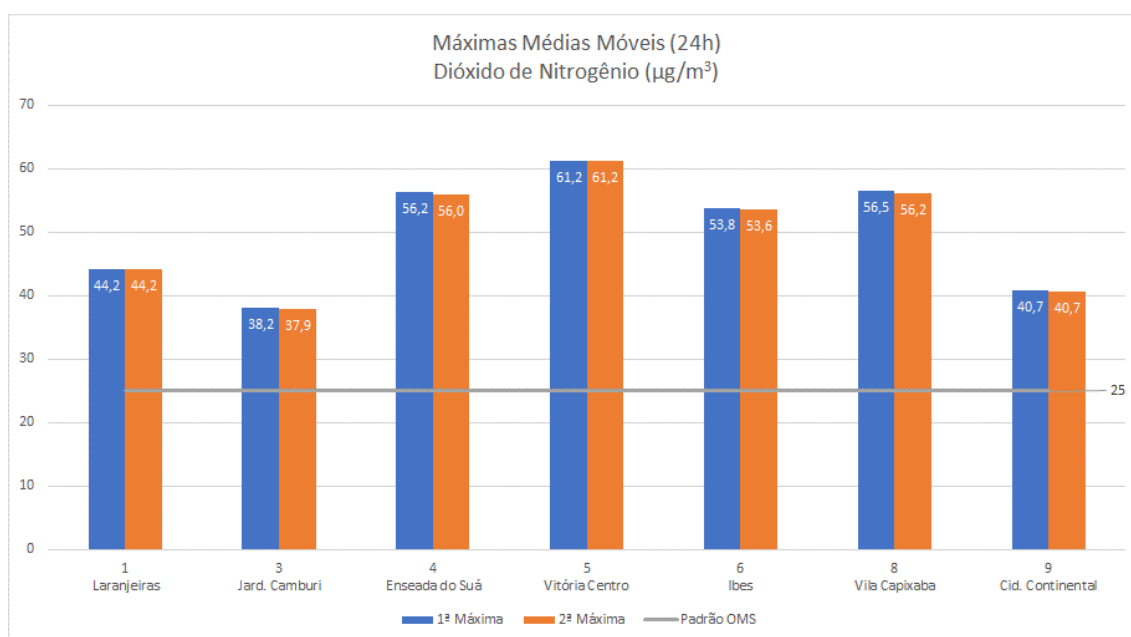
Gráfico 127: Série histórica das médias anuais (em µg/m³) para NO₂ para os últimos 10 anos.

A Tabela 29 e o Gráfico 128 apresentam as máximas médias móveis de 24 (vinte e quatro) horas para o poluente NO₂ nas sete estações da RAMQAR.

Tabela 29: Máximas médias de 24h das concentrações de NO₂ em µg/m³.

Referencial	Estações						
	1 Laranjeiras	3 Jard. Camburi	4 Enseada do Suá	5 Vitória Centro	6 Ibes	8 Vila Capixaba	9 Cid. Continental
1ª máxima (24h)	44,19	38,16	56,22	61,16	53,82	56,47	40,73
2ª Máxima (24h)	44,19	37,85	56,00	61,16	53,63	56,16	40,71

Gráfico 128: Máximas médias em 24h das concentrações de NO₂ em µg/m³.

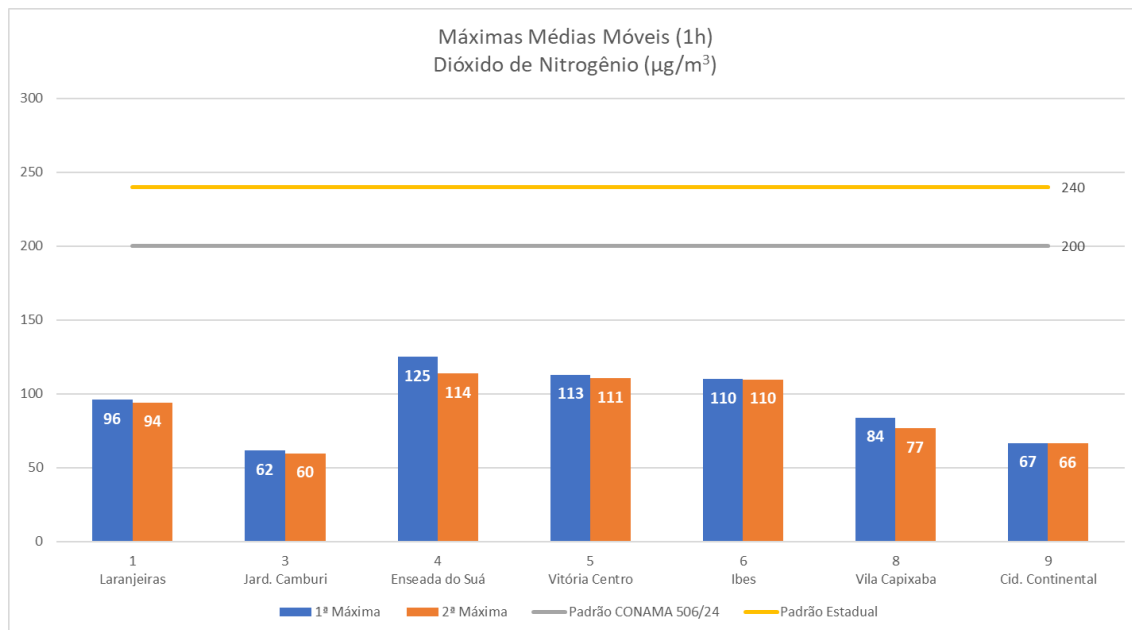


Os dados acima mostram que a estação EMQAR 05 – Centro Vitória foi a que registrou os maiores valores de máximas de 24h e que todas as estações tiveram leituras que ultrapassam os limites recomendados pela OMS para o Padrão Final - PF.

A Tabela 30 e o Gráfico 129 apresentam as máximas médias móveis de 01 (uma) hora para o poluente NO₂ nas sete estações da RAMQAR.

Tabela 30: Máximas médias de 1h das concentrações de NO₂ em µg/m³.

Referencial	Estações						
	1 Laranjeiras	3 Jard. Camburi	4 Enseada do Suá	5 Vitória Centro	6 Ibes	8 Vila Capixaba	9 Cid. Continental
1ª máxima (1h)	96,0	61,5	124,9	113,1	110,0	83,9	66,7
2ª Máxima (1h)	94,0	59,6	113,8	110,5	109,8	76,7	66,4

Gráfico 129: Máximas médias de 1h das concentrações de NO₂ em µg/m³.

Os gráficos Gráfico 130 a Gráfico 136 mostram a variação temporal das médias móveis de 24h de concentração de NO₂ nas diferentes estações da RAMQAR que tiveram medição desse poluente ao longo de todo o ano de 2023.

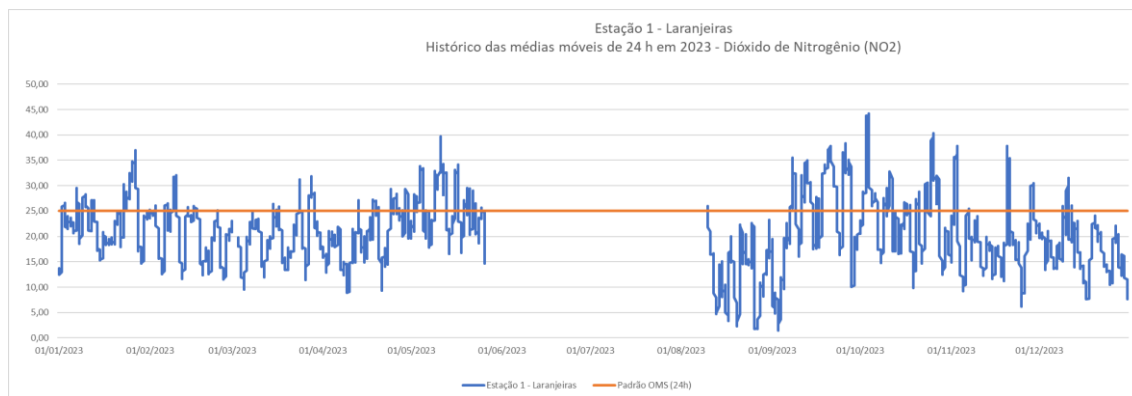
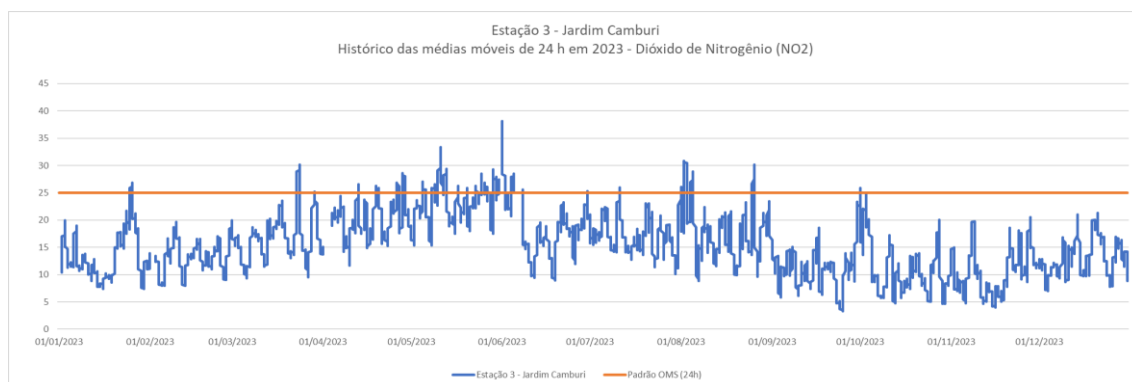
Gráfico 130: Histórico de medições de médias móveis de NO₂ (µg/m³) para a Estação EMQAR 01 – Laranjeiras ao longo de 2023.Gráfico 131: Histórico de medições de médias móveis de NO₂ (µg/m³) para a Estação EMQAR 03 – Jardim Camburi ao longo de 2023.

Gráfico 132: Histórico de medições de médias móveis de NO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) para a Estação EMQAR 04 – Enseada do Suá ao longo de 2023.

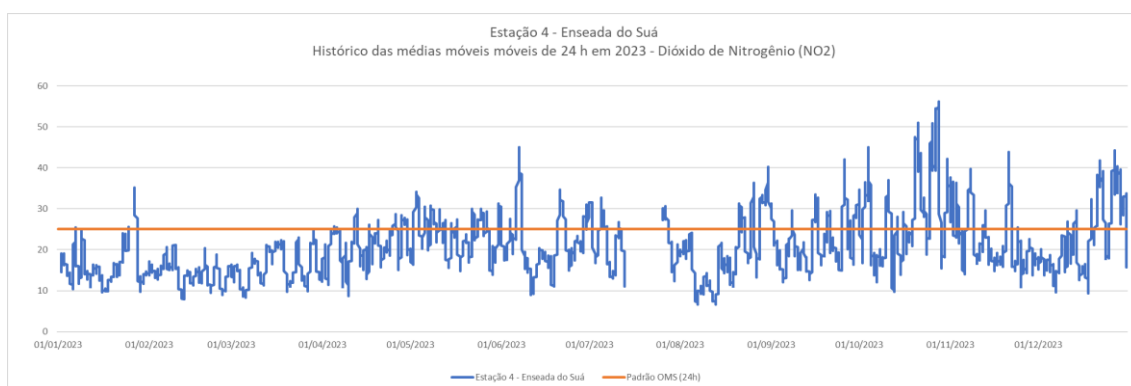


Gráfico 133: Histórico de medições de médias móveis de NO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) para a Estação EMQAR 05 – Vitória Centro ao longo de 2023.

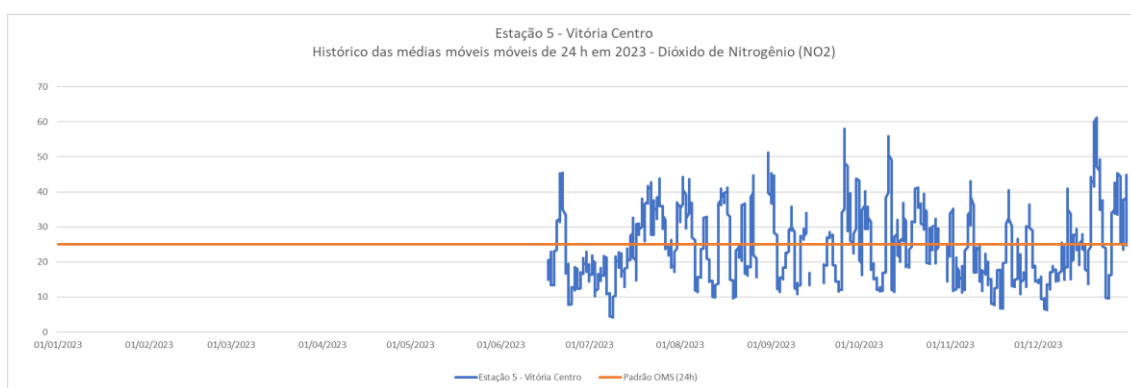


Gráfico 134: Histórico de medições de médias móveis de NO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) para a Estação EMQAR 06 – Ibes ao longo de 2023.

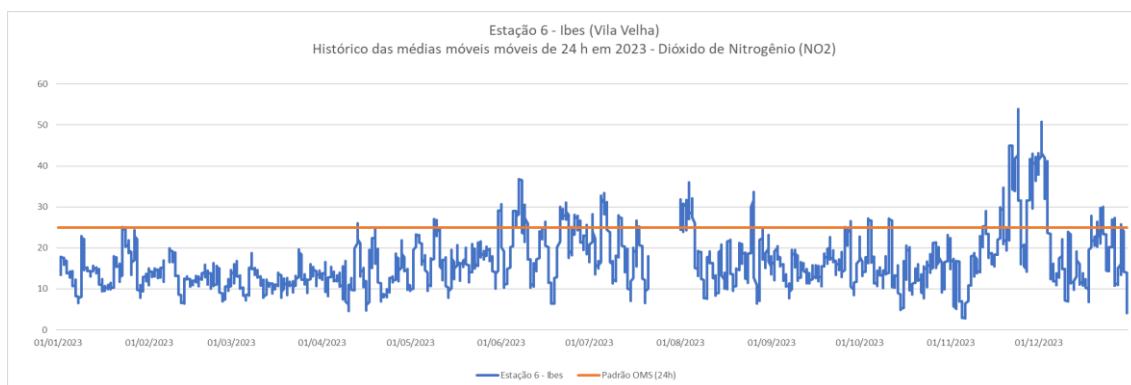


Gráfico 135: Histórico de medições de médias móveis de NO₂ (µg/m³) para a Estação EMQAR 08 – Vila Capixaba ao longo de 2023.

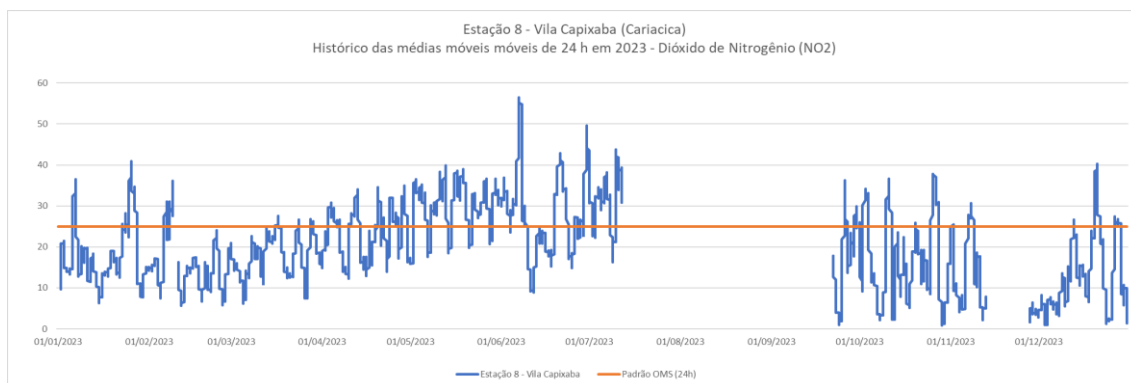
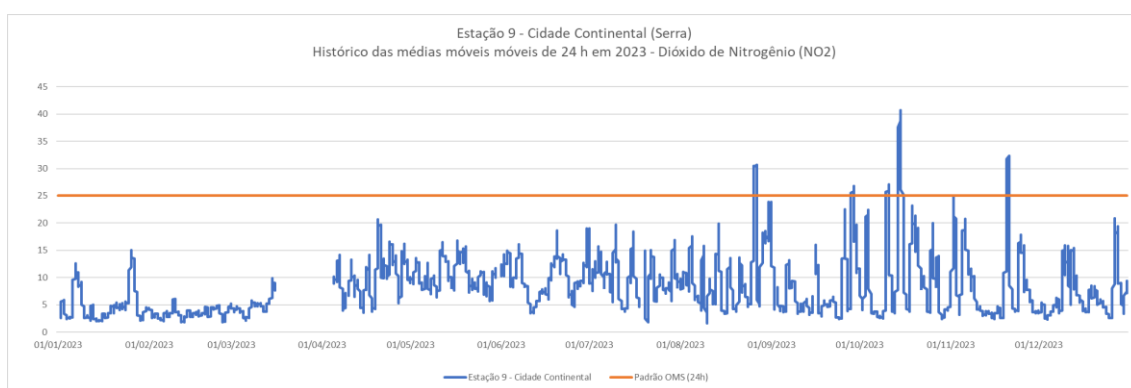


Gráfico 136: Histórico de medições de médias móveis de NO₂ (µg/m³) para a Estação EMQAR 09 – Cidade Continental ao longo de 2023.



Os gráficos Gráfico **137** a Gráfico **143** mostram a distribuição de médias de concentração de NO₂ ao longo das horas do dia. Podemos observar que há a ocorrência de picos de maiores concentrações nas primeiras horas do dia e no final da tarde. Tal comportamento provavelmente está associado às emissões veiculares, destacando-se os horários de pico no trânsito, e ao consumo de NO₂ da atmosfera com a formação de O₃ nas horas de maior radiação (perto do meio dia).

Gráfico 137: Distribuição horária média de NO₂ (µg/m³) ao longo das 24h para a estação EMQAR 01 – Laranjeiras para 2023.

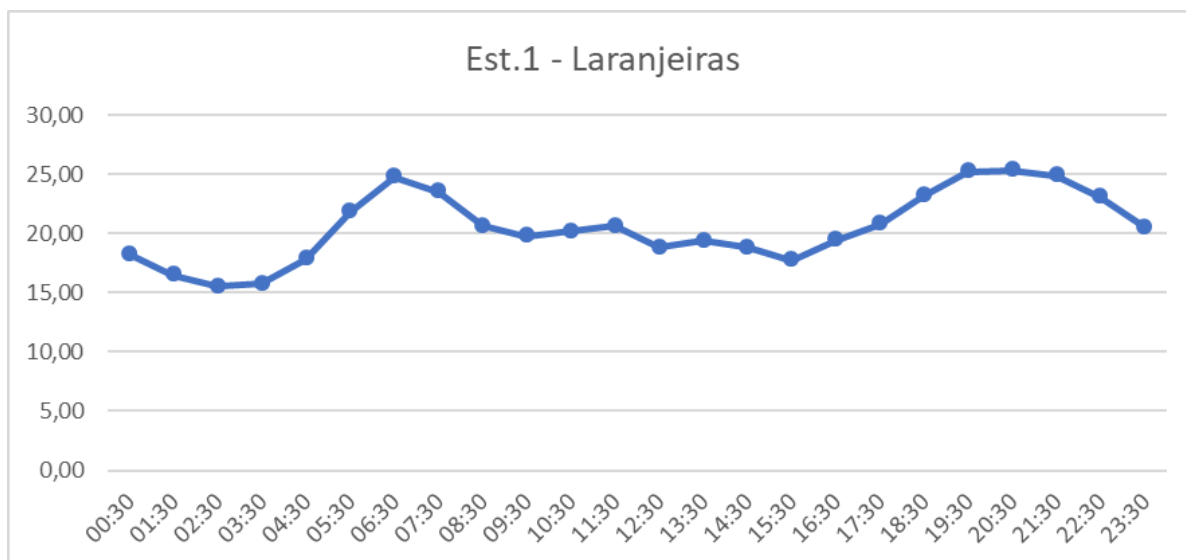


Gráfico 138: Distribuição horária média de NO₂ (µg/m³) ao longo das 24h para a estação EMQAR 03 – Jardim Camburi para 2023.

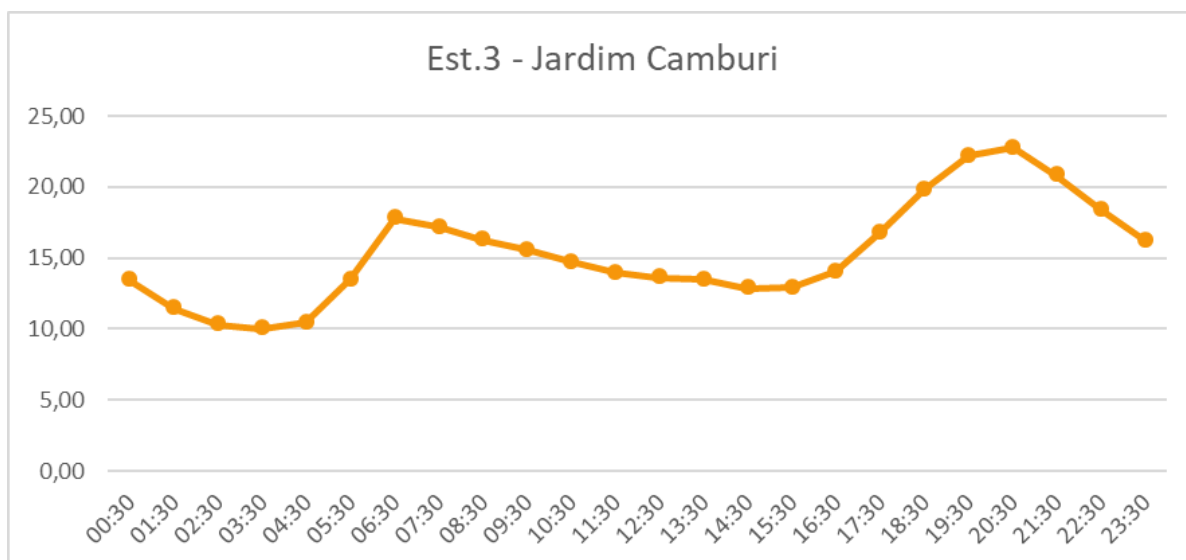


Gráfico 139: Distribuição horária média de NO₂ (µg/m³) ao longo das 24h para a estação EMQAR 04 – Enseada do Suá para 2023.

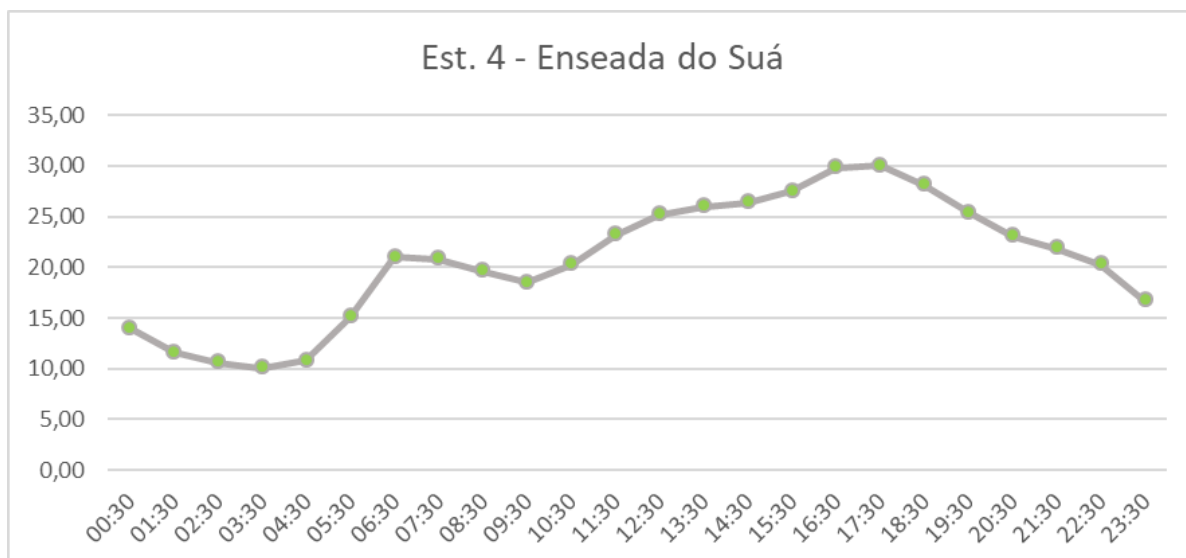


Gráfico 140: Distribuição horária média de NO₂ (µg/m³) ao longo das 24h para a estação EMQAR 05 – Vitória Centro para 2023.

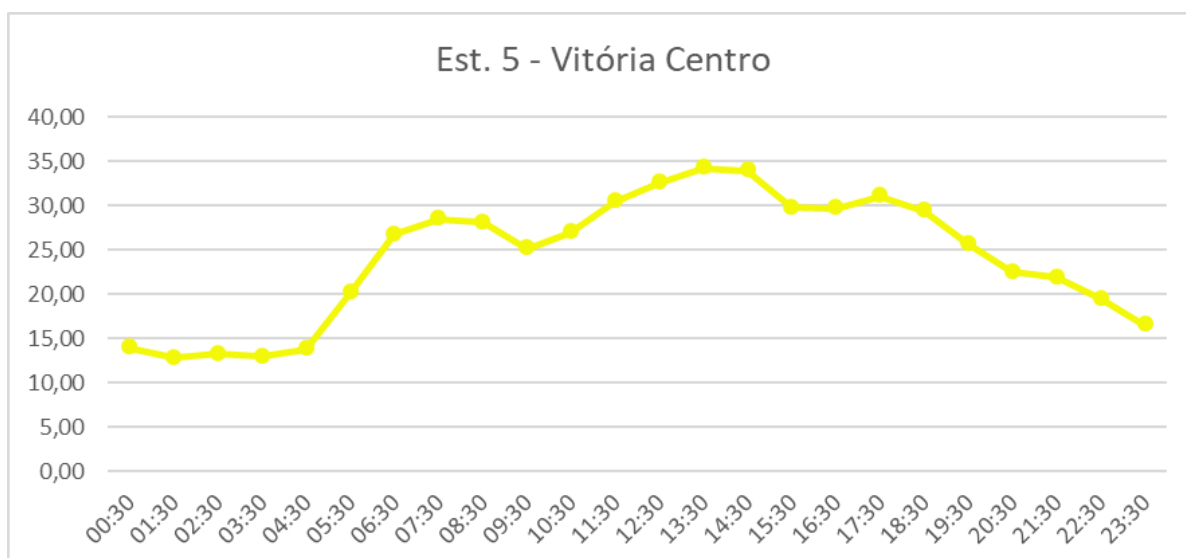


Gráfico 141: Distribuição horária média de NO₂ (µg/m³) ao longo das 24h para a estação EMQAR 06 – Ibes para 2023.



Gráfico 142: Distribuição horária média de NO₂ (µg/m³) ao longo das 24h para a estação EMQAR 08 – Vila Capixaba para 2023.

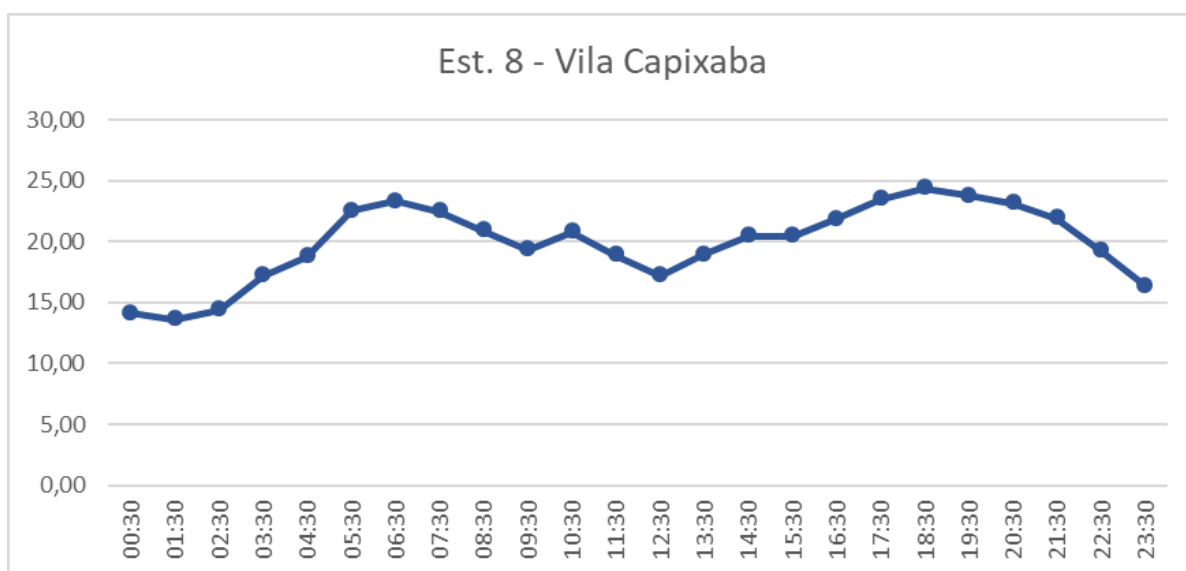
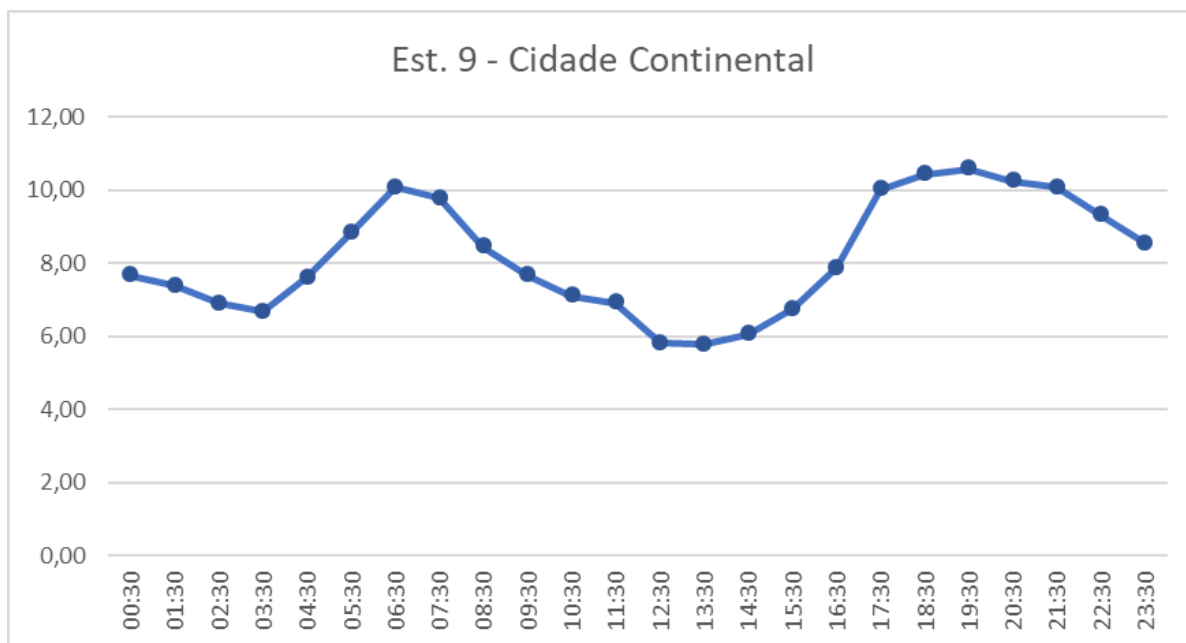


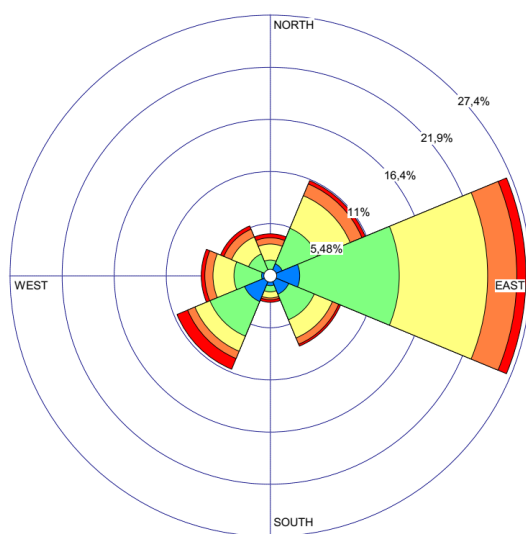
Gráfico 143: Distribuição horária média de NO₂ (µg/m³) ao longo das 24h para a estação EMQAR 09 – Cidade Continental para 2023.



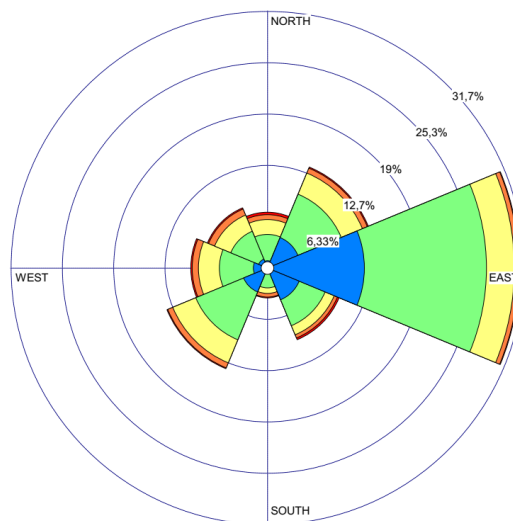
Rosa dos Poluentes:

Para confecção da rosa de poluentes das estações EMQAR 01 – Laranjeiras, EMQAR 03 – Jardim Camburi e EMQAR 09 – Cidade Continental, foram utilizados os dados de velocidade e direção dos ventos medidos na estação EMQAR 02 – Carapina, devido à maior quantidade de dados representativos para dados meteorológicos naquela estação. Já, Para as Estações EMQAR 05 – Vitória Centro e EMQAR 08 – Vila Capixaba, foram usados os dados de direção do vento da estação EMQAR 04 – Enseada do Suá. Para as estações EMQAR 04 – Enseada do Suá e EMQAR 06 – Ibes foram utilizados os dados da própria estação.

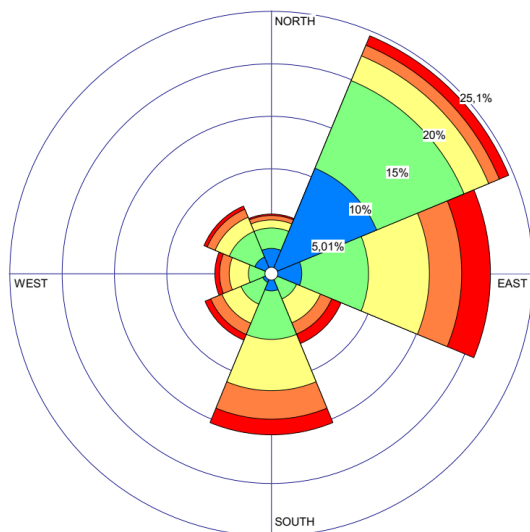
Gráfico 144: Perfil das concentrações de NO₂ nas estações da RAMQAr com relação à direção do vento (gráfico de rosa de poluentes).



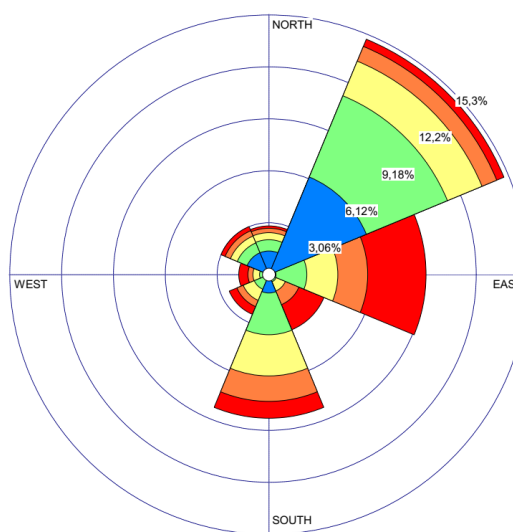
(j) Estação EMQAR 01 – Laranjeiras (Dióxido de Nitrogênio), com dados de direção do vento da Estação EMQAR 02 – Carapina.



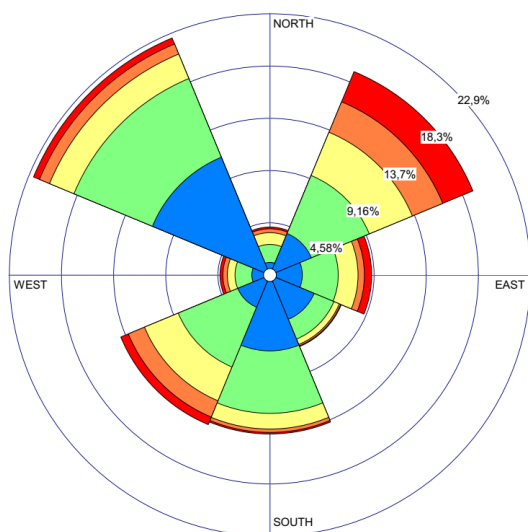
(k) Estação EMQAR 03 – Jardim Camburi (Dióxido de Nitrogênio), com dados de direção do vento da Estação EMQAR 02 – Carapina.



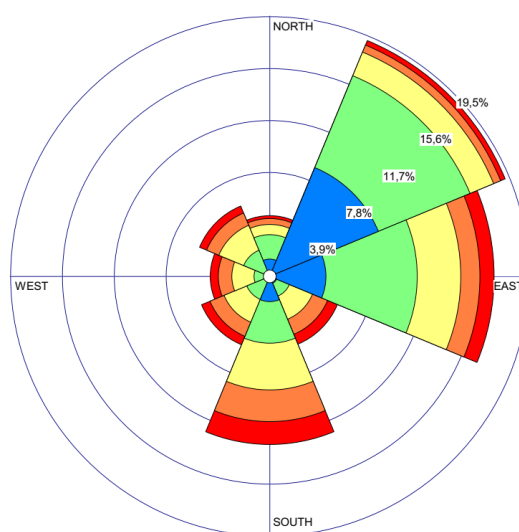
(l) Estação EMQAR 04 – Enseada do Suá (Dióxido de Nitrogênio).



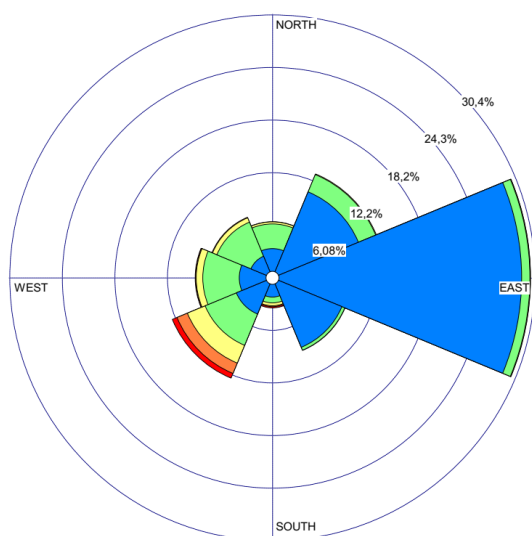
(m) Estação EMQAR 05 – Centro de Vitória (Dióxido de Nitrogênio), com dados de direção do vento da Estação EMQAR 04 – Enseada do Suá.



(n) Estação EMQAR 06 – Ibes (Dióxido de Nitrogênio).

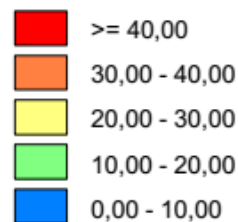


(o) Estação EMQAR 08 – Vila Capixaba (Dióxido de Nitrogênio), com dados de direção do vento da Estação EMQAR 04 – Enseada do Suá.



(p) Estação EMQAR 09 – Cidade Continental (Dióxido de Nitrogênio), com dados de direção do vento da Estação EMQAR 02 – Carapina.

Concentração NO₂ (µg/m³)



O Gráfico 144 traz a representação gráfica da rosa de poluentes para as sete estações da RAMQAR onde houve o monitoramento de Dióxido de Nitrogênio ao longo do ano de 2023. No geral, observa-se uma distribuição de concentrações de NO₂ menos dependente da direção do vento que para os demais poluentes. Ou seja, aparentemente as fontes de emissão de NO₂ parecem estar mais difundidas pela região metropolitana. Creditamos como principais fontes emissoras de NO₂ na RMGV sendo o trânsito de veículos automotores e a indústria. Nas estações EMQAR 04 – Enseada do Suá e EMQAR 05 – Vitória Centro, temos uma maior quantidade de altas concentrações de NO₂ vindos das direções

Leste a Sul. Na EMQAR 06 – Ibes, temos maiores concentrações quando da incidência de vento Nordeste. Na estação EMQAR Vila Capixaba, temos maiores concentrações quando da incidência de ventos Sul a Leste. Já, na estação EMQAR 09 – Cidade Continental, temos maiores concentrações vindas de direção de vento Sudoeste.

6.4 Ozônio (O₃)

Ao longo do ano de 2023, o poluente Ozônio (O₃) foi monitorado em 4 (quatro) estações da RAMQAR, sendo elas:

- EMQAR 01 – Laranjeiras;
- EMQAR 04 – Enseada do Suá;
- EMQAR 06 – Ibes (Vila Velha);
- EMQAR 08 – Vila Capixaba (Cariacica).

A Tabela 31 apresenta o total de médias móveis válidas medidas nas estações ao longo de 2023, de um total de 8760 médias móveis possíveis para o período.

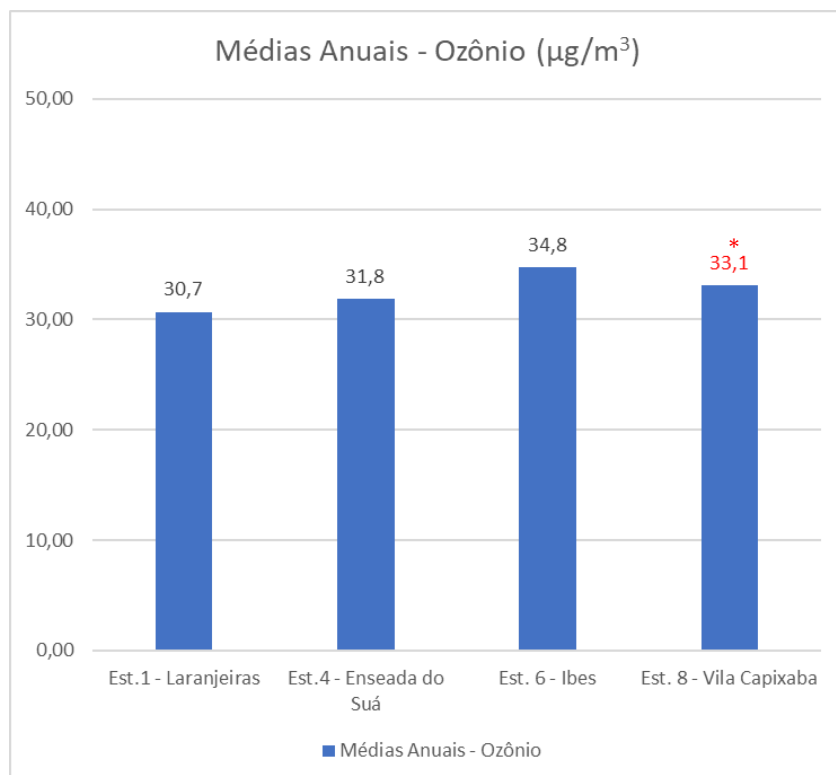
Tabela 31: Número de médias móveis com valores válidos medidos para cada estação.

Referencial	Est.1 - Laranjeiras	Est.4 - Enseada do Suá	Est.6 - Ibes	Est.8 - Vila Capixaba
Nº médias móveis válidas	8287	8231	8242	3140
% de médias móveis válidas	94,6%	94,0%	94,1%	35,8%

A estação localizada em Vila Capixaba (Estação EMQAR 8), que estava desde 2021 sem monitorar O₃, teve início da retomada das medições de O₃ em agosto de 2023, registrando os primeiros dados válidos somente a partir de 22/08/2023, o que explica a baixa porcentagem de médias móveis válidas para o ano de 2023 naquela estação.

Registra-se, também, que houve interrupções do monitoramento nas estações, principalmente entre os meses de julho e agosto de 2023, para reforma das instalações físicas e atualização tecnológica de equipamentos, ações essas que estavam programadas dentro do programa de modernização das estações da RAMQAR.

O Gráfico 145 mostra a média anual para O₃ nas estações da RAMQAR.

Gráfico 145: Médias anuais para O₃, ano base 2023.

(*) A média anual da Estação 8 – Vila Capixaba não atende aos critérios de representatividade.

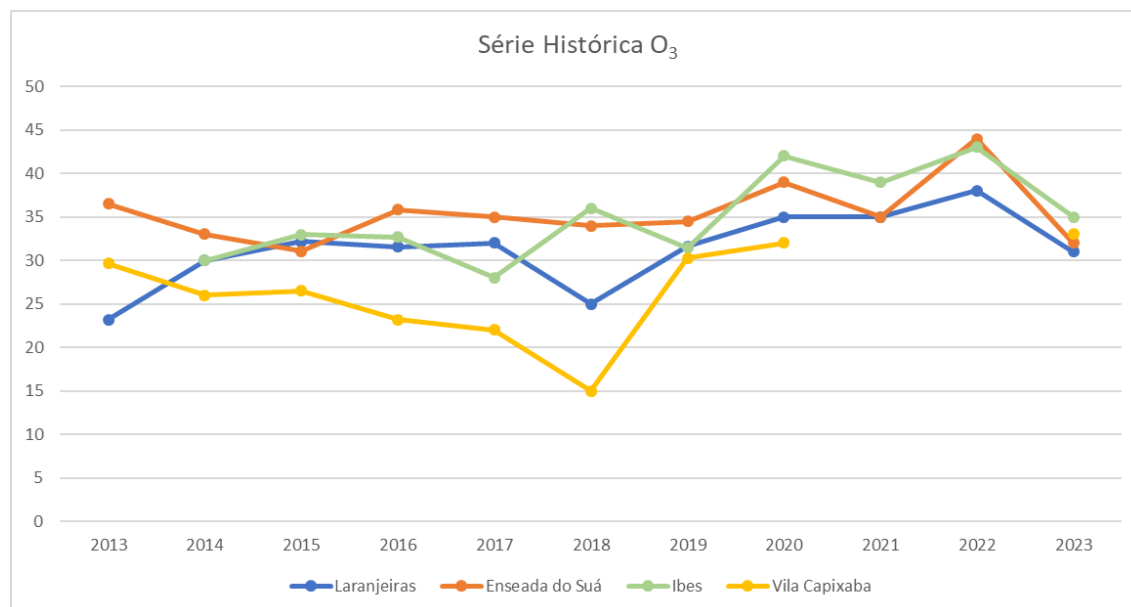
A Tabela 32 mostra os valores da série histórica para o poluente O₃ desde o início das operações da RAMQAR, enquanto o Gráfico 146 mostra um recorte desse mesmo histórico, considerando somente os últimos 10 anos.

Tabela 32: Histórico das médias anuais de O₃ (µg/m³).

	Laranjeiras	Enseada do Suá	Ibes	Vila Capixaba
2000	37	30	34	33
2001	29	28	33	24
2002	29	27	33	26
2003	33	30	36	29
2004	33	29	36	26
2005	33	23	39	24
2006	32	32	41	22
2007	34	26	43	22
2008	31	33	38	17
2009	34	24	39	30
2010	34	37	43	32
2011	34	41	42	30
2012	27	26		36
2013	23	37		30
2014	30	33	30	26
2015	32	31	33	27
2016	32	36	33	23
2017	32	35	28	22
2018	25	34	36	15
2019	32	34	31	30
2020	35	39	42	32
2021	35	35	39	
2022	38	44	43	
2023	31	32	35	33

(*) Valores em vermelho não atenderam aos critérios de representatividade para médias anuais.

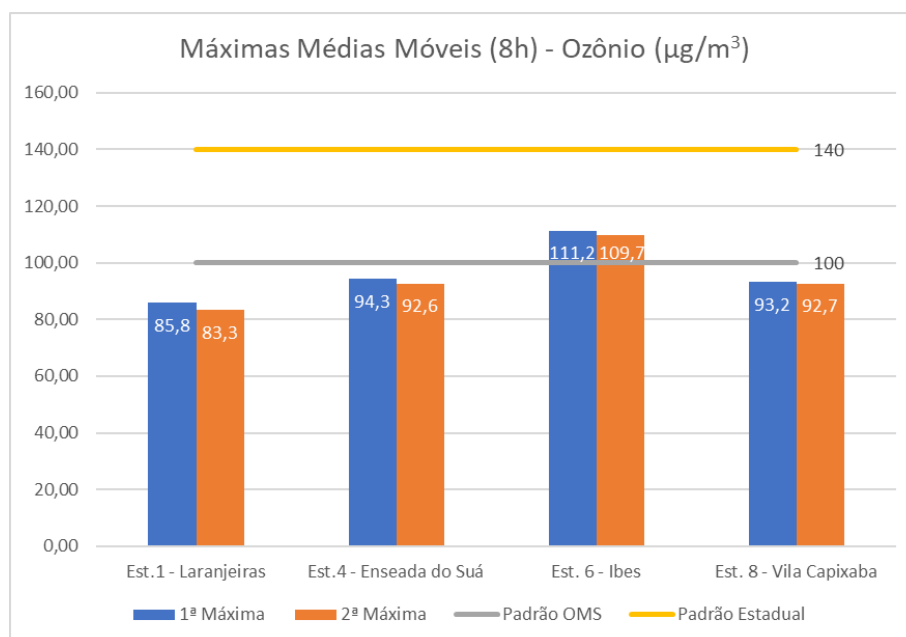
Como já citado, a medição de O₃ na estação de Vila Capixaba reiniciou-se somente a partir de agosto de 2023, não havendo registro de dados válidos anteriormente a isso, o que motivou a falta de representatividade da média anual de 2023 para aquela estação.

Gráfico 146: Série histórica das médias anuais para O₃ (µg/m³) para os últimos 10 anos.

A Tabela 33 e o Gráfico 147 apresentam as máximas médias móveis de 8 (oito) horas para o poluente O₃ nas quatro estações da RAMQAR.

Tabela 33: Máximas médias de 8h das concentrações de O₃ em µg/m³.

Referencial	Est.1 - Laranjeiras	Est.4 - Enseada do Suá	Est.6 - Ibés	Est.8 - Vila Capixaba
1ª máxima (8h)	85,81	94,27	111,22	93,20
2ª Máxima (8h)	83,28	92,56	109,73	92,70

Gráfico 147: Máximas médias de 8h das concentrações de O₃ em µg/m³.

Como observado no Gráfico 147, o poluente O₃ somente ultrapassou os padrões recomendados pela OMS para as médias de 8h na estação EMQAR 06, localizada no Bairro Ibes, no município de Vila Velha, tendo a média máxima medida de 111,2 µg/m³, ocorrida em 20/11/2023. Foram 08 (oito) ultrapassagens do padrão OMS para médias de 8h em todo o ano de 2023, sendo 7 (sete) deles ocorrido entre as 13:30h e 19:30h do dia 20/11/2023 e 1 (uma) ocorrida às 19:30h do 25/09/2023.

O padrão final – PF da nova Resolução CONAMA nº 506/2024 também traz o mesmo valor do PF da OMS (2021). O valor vigente atual da CONAMA nº 506/2024 (PI-1) é de 140 µg/m³, valor esse que não foi ultrapassado em nenhum momento.

Tabela 34: Número de médias móveis de 8h que ultrapassaram os valores limites de concentração de O₃ no ano de 2023.

Ultrapassagens de padrões O ₃ para médias de 8h				
Referencial	Est.1 - Laranjeiras	Est.4 - Enseada do Suá	Est.6 - Ibes	Est.8 - Vila Capixaba
MI-1 ES Decreto 3463 e PI-I CONAMA 491/2018	0	0	0	0
Padrão PF OMS e PF CONAMA 506/24	0	0	8	0

Para o poluente Ozônio, a OMS também recomenda um valor-guia para “alta temporada” de 60 µg/m³. A OMS define “alta temporada” como “Média aritmética da concentração média diária máxima de O₃ em 8 horas nos 6 meses consecutivos com a maior concentração média de O₃ (média móvel de 6 meses)”. A Tabela 35 mostra a quantidade de ultrapassagens do padrão estabelecido pela OMS para alta temporada durante o ano de 2023.

Tabela 35: Número ultrapassagens ao padrão final de “alta temporada” da OMS para o poluente O₃.

Ultrapassagens de padrões O ₃ para "alta temporada"				
Referencial	Est.1 - Laranjeiras	Est.4 - Enseada do Suá	Est.6 - Ibes	Est.8 - Vila Capixaba
Padrão OMS	0	0	24	0

Observa-se que para o cálculo das médias de alta temporada foram utilizados dados a partir de 01/07/2022 e que todas as 24 ultrapassagens do padrão OMS mostradas na Tabela 35 na Estação EMQAR 6 - Ibes ocorreram para as médias calculadas utilizando dados relativos ao ano de 2022. Portanto, concluímos que todas as 24 ultrapassagens ocorreram devido a medições ocorridas no ano de 2022.

Os gráficos Gráfico 148 a Gráfico 151 mostram a variação temporal das médias de concentração de O_3 nas diferentes estações da RAMQAR que tiveram medição desse poluente ao longo de todo o ano de 2023. A linha vermelha demonstra o Padrão Final definido pela Resolução CONAMA nº 506/2024 e recomendado pela OMS (2021), que para o caso do O_3 são coincidentes.

Gráfico 148: Histórico de medições de médias móveis de 8h de O_3 ($\mu g/m^3$) para a Estação EMQAR 01 – Laranjeiras ao longo de 2023.

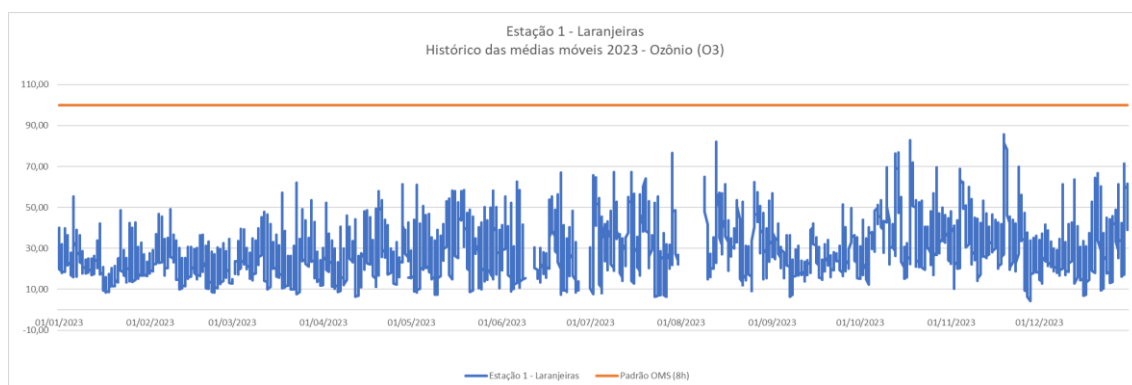


Gráfico 149: Histórico de medições de médias móveis de 8h de O_3 ($\mu g/m^3$) para a Estação EMQAR 04 – Enseada do Suá ao longo de 2023.

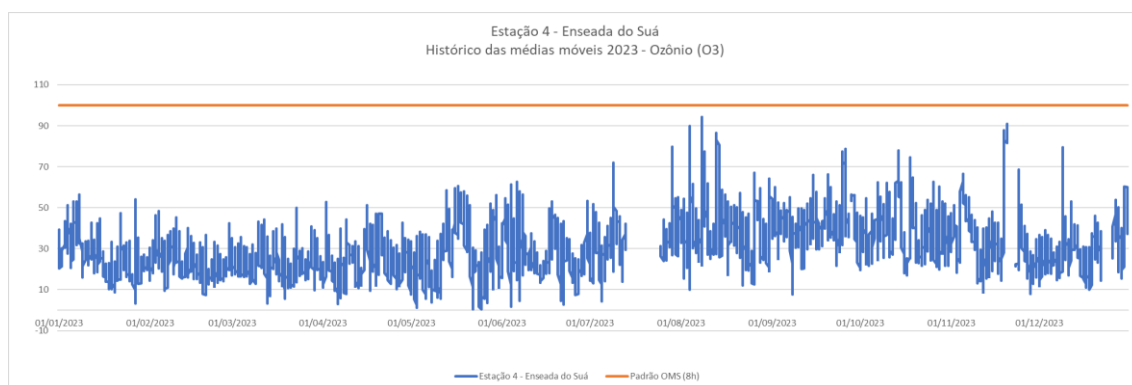


Gráfico 150: Histórico de medições de médias móveis de 8h de O_3 ($\mu g/m^3$) para a Estação EMQAR 06 – Ibes ao longo de 2023.

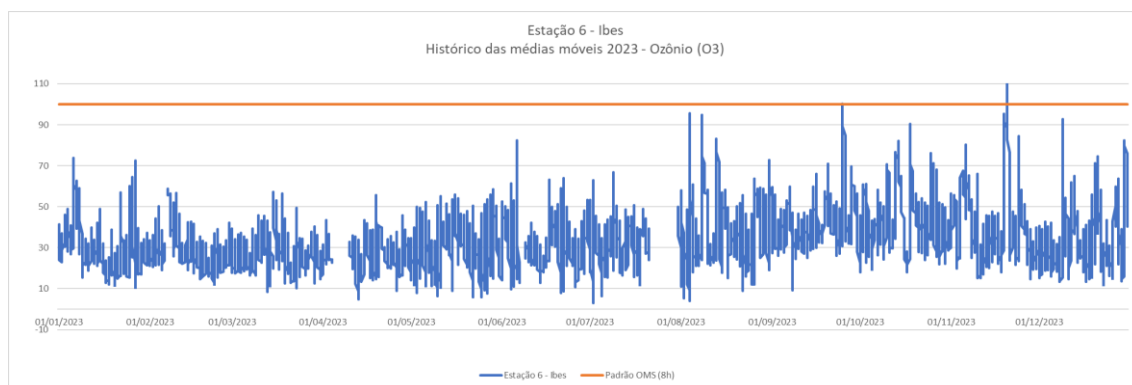


Gráfico 151: Histórico de medições de médias móveis de 8h de O₃ (µg/m³) para a Estação EMQAR 08 – Vila Capixaba ao longo de 2023.



Os Gráficos Gráfico 152 a Gráfico **155** apresentam as médias horárias para o poluente O₃ em cada estação de monitoramento. Observa-se que as curvas se assemelham muito, tendo os menores valores registrados entre 5:30h e 6:30h e um pico próximo às 12:30h. Isso ocorre porque o Ozônio é um poluente secundário, sendo formado com a interação de outros compostos presentes na atmosfera com a radiação solar. Das 12:00h às 13:00h há uma maior formação de O₃, devido à maior radiação solar nesse horário. O pico de baixa, que ocorre por volta das 6:30h, deve estar relacionado à reação química do O₃ com o NO liberado pelos veículos automotores durante o horário de pico de trânsito, causando o consumo de O₃ residual na atmosfera e, consequentemente, reduzindo as concentrações desse poluente no ar.

Gráfico 152: Médias horárias de concentração de O₃ (µg/m³) para a estação EMQAR 01 – Laranjeiras para o ano de 2023.

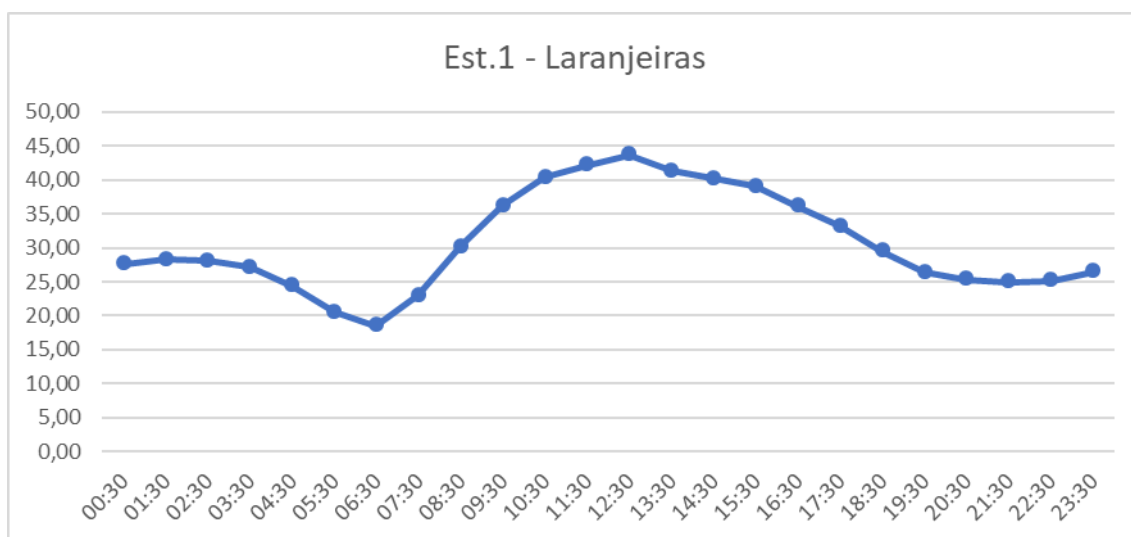


Gráfico 153: Médias horárias de concentração de O₃ (µg/m³) para a estação EMQAR 04 – Enseada do Suá para o ano de 2023.

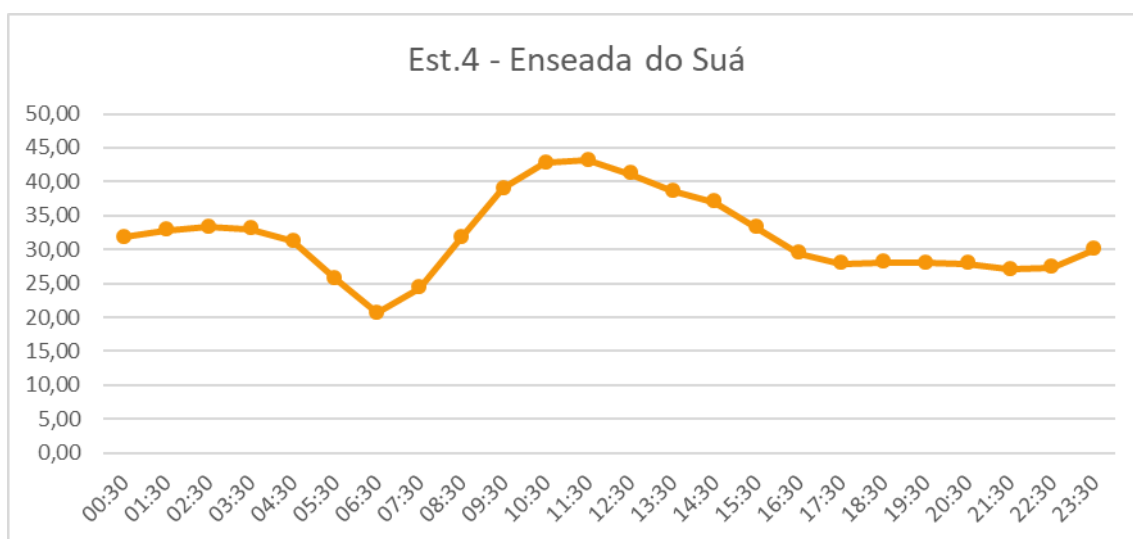
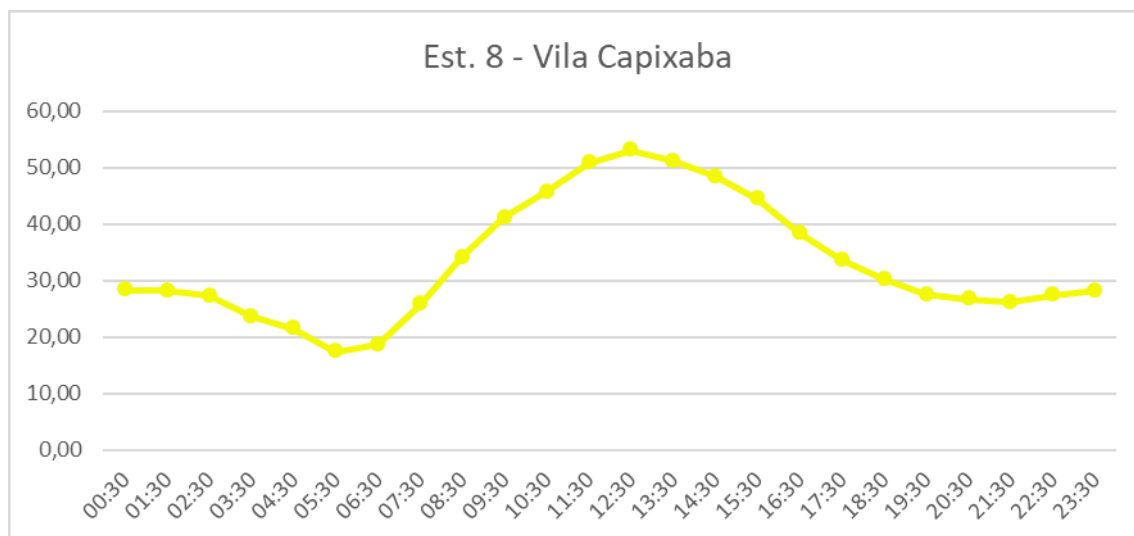


Gráfico 154: Médias horárias de concentração de O₃ (µg/m³) para a estação EMQAR 06 – Ibes para o ano de 2023.



Gráfico 155: Médias horárias de concentração de O₃ (µg/m³) para a estação EMQAR 08 – Vila Capixaba para o ano de 2023.

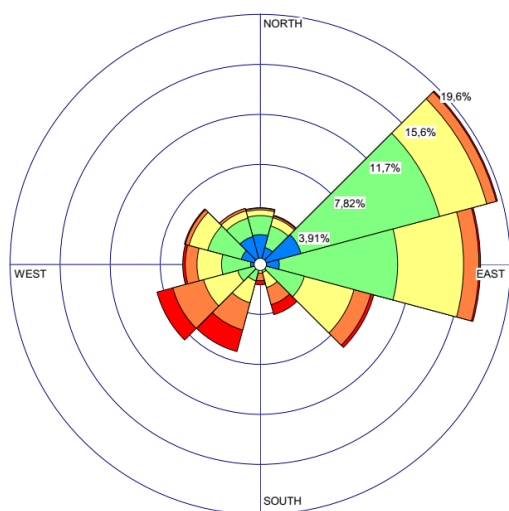


Rosa dos Poluentes:

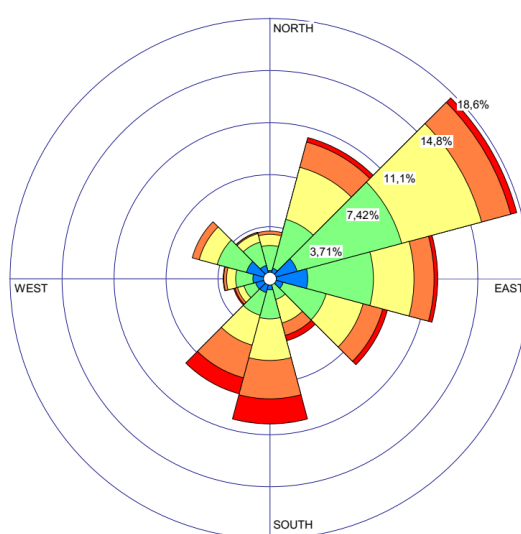
O Gráfico 156 apresenta o perfil de concentração de O₃ em relação à direção do vento por meio da rosa de poluentes. As concentrações indicadas no gráfico representam a distribuição das concentrações em relação à direção do vento medida naquela estação.

Para confecção da rosa de poluentes da estação EMQAR 01 – Laranjeiras, foram utilizados os dados de velocidade e direção dos ventos medidos na estação EMQAR 02 – Carapina, devido à maior quantidade de dados representativos para dados meteorológicos naquela estação. Já, para a confecção da rosa de poluentes da estação EMQAR 08 – Vila Capixaba, foram usados os dados de vento da estação EMQAR 04 – Enseada do Suá. Para as demais estações, foram utilizados os dados meteorológicos da própria estação.

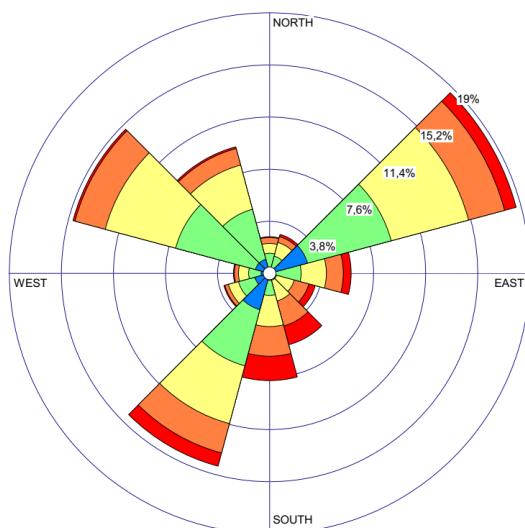
Gráfico 156: Perfil das concentrações de O₃ nas estações da RAMQAR com relação à direção do vento (gráfico de rosa de poluentes).



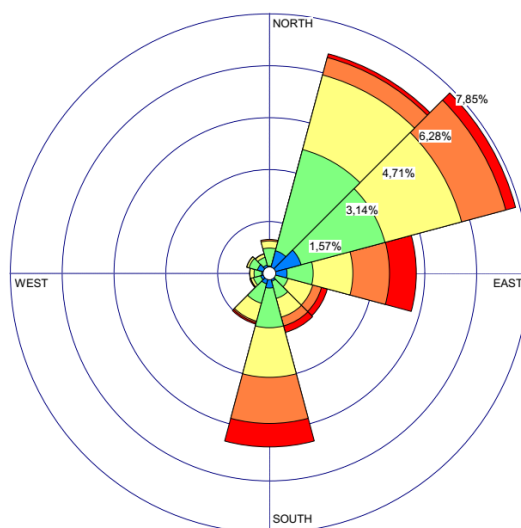
(a) Estação 1 – Laranjeiras (Ozônio).



(b) Estação 4 – Enseada do Suá (Ozônio).

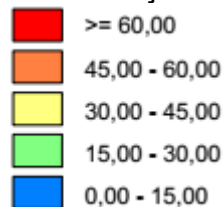


(c) Estação 6 – Ibes (Ozônio).



(d) Estação 8 – Vila Capixaba (Ozônio).

Concentração O₃ (µg/m³)



Observa-se que as maiores concentrações de O₃ na Estação RAMQAR 01 - Laranjeiras ocorreram predominantemente com vento Sudoeste, apesar da menor ocorrência desses ventos ao longo do ano. Na estação EMQAR 04 – Enseada do Suá, as maiores concentrações de O₃ ocorreram predominantemente quando de ventos Sul e Sudoeste. Na estação EMQAR 06 – Ibes observa-se uma maior distribuição de predominâncias de

vento quando da ocorrência das maiores concentrações de O₃, se destacando um pouco mais quando dos ventos Sul e Sudeste. Já, na Estação EMQAR 08 – Vila Capixaba, verifica-se maiores concentrações de O₃ quando da ocorrência de ventos Sul e Leste.

Ressalta-se que o O₃ é um poluente secundário, não sendo diretamente emitido por nenhuma fonte direta, mas formado na atmosfera a partir de reações químicas de outros poluentes.

6.5 Monóxido de Carbono (CO)

Ao longo do ano de 2023, o poluente Monóxido de Carbono (CO) foi monitorado em 05 (cinco) estações da RAMQAR, sendo elas:

- EMQAR 01 – Laranjeiras;
- EMQAR 04 – Enseada do Suá;
- EMQAR 05 – Vitória Centro;
- EMQAR 06 – Ibes (Vila Velha);
- EMQAR 08 – Vila Capixaba (Cariacica).

A Tabela 36 apresenta o total de médias móveis válidas medidas nas estações ao longo de 2023, de um total de 8753 médias móveis (de 8h) possíveis para o período.

Tabela 36: Número de médias móveis com valores válidos medidos para cada estação, para o poluente CO em 2023.

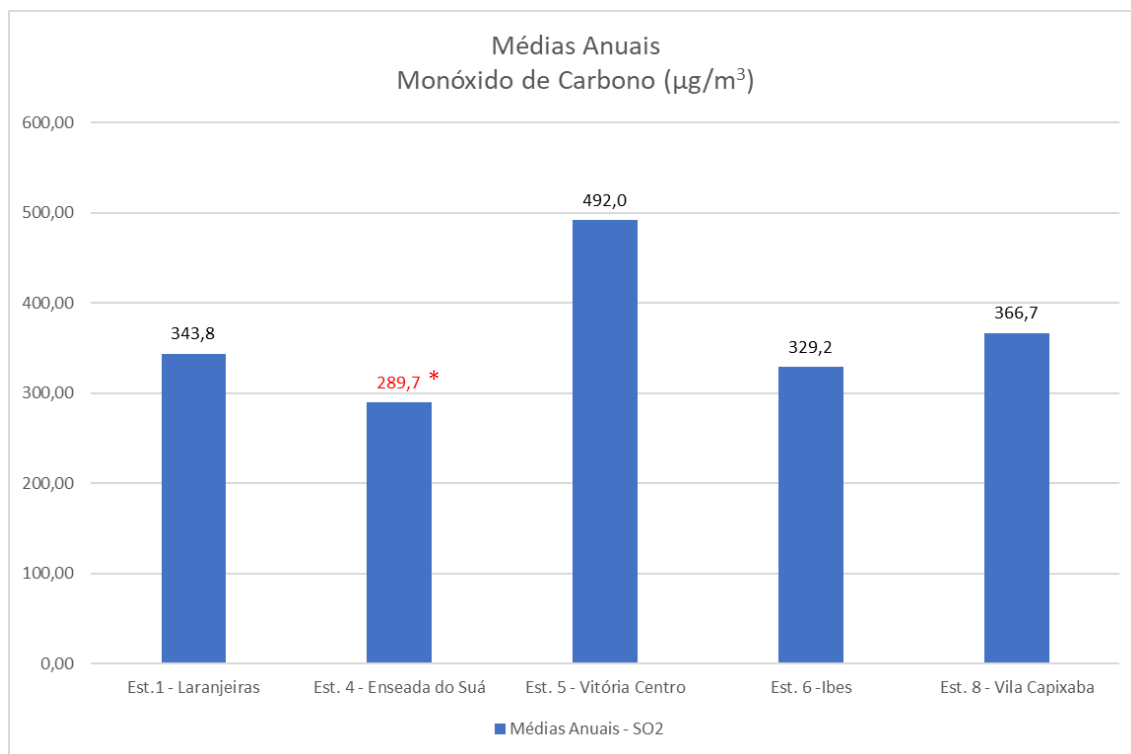
Referencial	Est.1 - Laranjeiras	Est. 4 - Enseada do Suá	Est. 5 - Vitória Centro	Est. 6 - Ibes	Est. 8 - Vila Capixaba
Nº médias móveis válidas	7657	3718	7987	8271	7316
% de médias móveis válidas	87,5%	42,5%	91,2%	94,5%	83,6%

A estação localizada em Enseada do Suá (Estação EMQAR 04) teve início da retomada das medições de CO no final de julho de 2023, registrando os primeiros dados válidos no ano somente a partir de 26/07/2023, o que explica a baixa porcentagem de médias móveis válidas para o ano de 2023 naquela estação.

Registra-se também que houve interrupções do monitoramento nas estações, principalmente entre os meses de julho e agosto de 2023, para reforma das instalações físicas e atualização tecnológica de equipamentos, ações essas que estavam programadas dentro do programa de modernização das estações da RAMQAR.

O Gráfico 157 mostra as médias anuais em cada uma das estações em que o monitoramento foi realizado. As médias anuais da estação 04 - Enseada do Suá não atendem aos critérios de representatividade.

Gráfico 157: Médias anuais referentes ao ano de 2023 para o poluente Monóxido de carbono (CO).



(*) A média anual da Estação 4 – Enseada do Suá não atende aos critérios de representatividade anual.

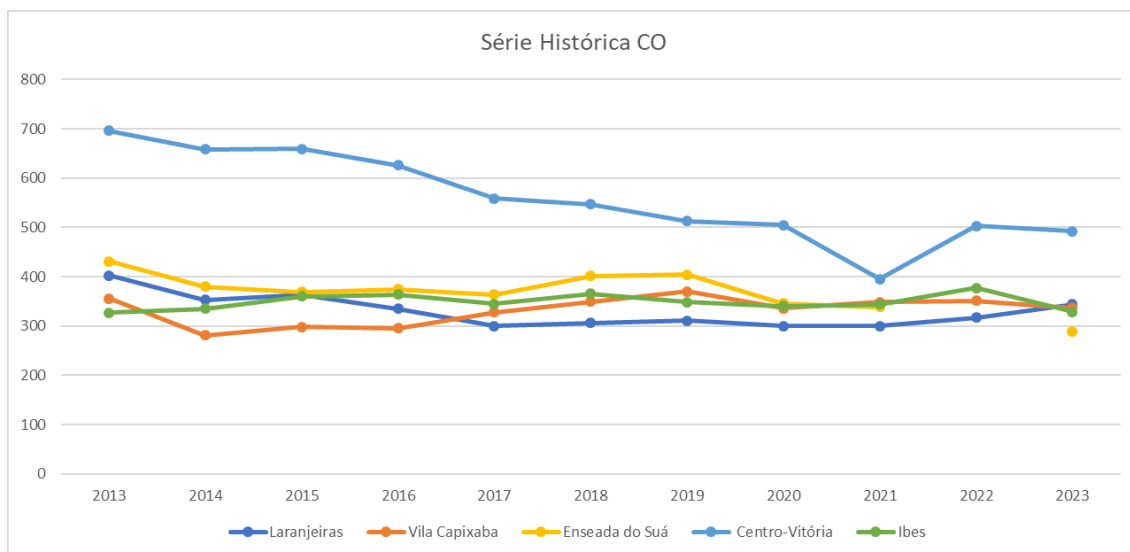
A OMS não estipula padrões para médias anuais para CO. Também não há limite estipulado na legislação Estadual ou na Resolução CONAMA para médias anuais de CO.

A Tabela 37 e o Gráfico 158 trazem os dados da série histórica das médias anuais, sendo o gráfico relacionado apenas aos últimos 10 anos de monitoramento. A série histórica tem demonstrado uma queda consistente nas concentrações de CO para a estação localizada no centro de Vitória para os últimos 10 (dez) anos. Se analisarmos toda a série histórica (24 anos) também fica clara a tendência de queda nas concentrações das estações Enseada do Suá (estação EMQAR 04) e Ibés (estação EMQAR 06). As demais estações Laranjeiras (estação EMQAR 01) e Vila Capixaba (estação EMQAR 08) tem permanecido com suas médias relativamente estáveis ao longo dos anos.

Tabela 37: Série histórica das médias anuais ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) para o poluente CO.

	Laranjeiras	Enseada do Suá	Centro-Vitória	Ibes	Vila Capixaba
2000	363	663		582	381
2001	434	669		506	405
2002	421	694		482	377
2003	432	602		512	376
2004	405	540		667	471
2005	464	563	1.170	697	459
2006	501	464	1.171	497	428
2007	477	453	1.126	401	432
2008	494	469	1.054	425	406
2009	532	510	988	419	375
2010	534	516	1.123	406	415
2011	495	490	1.048	376	406
2012	460	458	936	355	397
2013	402	431	696	327	356
2014	353	380	658	335	281
2015	362	369	659	360	298
2016	335	374	626	363	296
2017	300	363	559	345	328
2018	306	401	547	365	349
2019	311	404	513	348	370
2020	300	346	505	340	336
2021	300	338	395	344	349
2022	317		503	377	351
2023	344	289	492	329	337

* Dados em vermelho não atendem aos critérios de representatividade.

Gráfico 158: Série histórica ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) das médias anuais dos últimos 10 anos para o poluente CO.

A Tabela 38 traz as máximas médias de 8h e de 1h para o período de 2023.

Tabela 38: Máximas médias ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) de 1h e 8h para o poluente CO em 2023.

Referencial	Est.1 - Laranjeiras	Est. 4 - Enseada do Suá	Est. 5 - Vitória Centro	Est. 6 - Ibes	Est. 8 - Vila Capixaba
1ª máxima (8h)	1200	1350	1945	1063	1264
2ª Máxima (8h)	1140	1311	1793	1052	1260
1ª máxima (1h)	3397	2265	2909	1839	1704
2ª Máxima (1h)	1639	2121	2848	1827	1572

Conforme pode ser conferido na Tabela 39, não tivemos, em 2023, nenhuma ultrapassagem aos padrões nacionais, estadual ou ao recomendado pela OMS (2021) para o poluente CO.

Tabela 39: Listagem de ultrapassagens aos padrões nacionais ou à recomendação da OMS para o poluente CO.

Ultrapassagens de padrões CO					
Referencial	Est.1 - Laranjeiras	Est. 4 - Enseada do Suá	Est. 5 - Vitória Centro	Est. 6 - Ibes	Est. 8 - Vila Capixaba
PF ES Decreto 3463 e PF CONAMA 506/24	0	0	0	0	0
Padrão OMS (2005) - 10.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (8h)	0	0	0	0	0
Padrão OMS (2021) - 4.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (24h) (ATUAL)	0	0	0	0	0

A Tabela 40 mostra as máximas médias de 24h, 8h e de 1h. Os gráficos Gráfico 159 e Gráfico 160 mostram as médias de 24h e de 8h e o comparativo com a legislação.

Tabela 40: Máximas médias ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) de 24h, 8h e 1h para CO em 2023.

Referencial	Est.1 - Laranjeiras	Est. 4 - Enseada do Suá	Est. 5 - Vitória Centro	Est. 6 - Ibes	Est. 8 - Vila Capixaba
1ª máxima (24h)	927	980	1120	628	1111
2ª Máxima (24h)	923	977	1119	625	1106
1ª máxima (8h)	1200	1350	1945	1063	1264
2ª Máxima (8h)	1140	1311	1793	1052	1260
1ª máxima (1h)	3397	2265	2909	1839	1704
2ª Máxima (1h)	1639	2121	2848	1827	1572

Gráfico 159: Máximas médias móveis de 24h para o poluente CO em 2023.

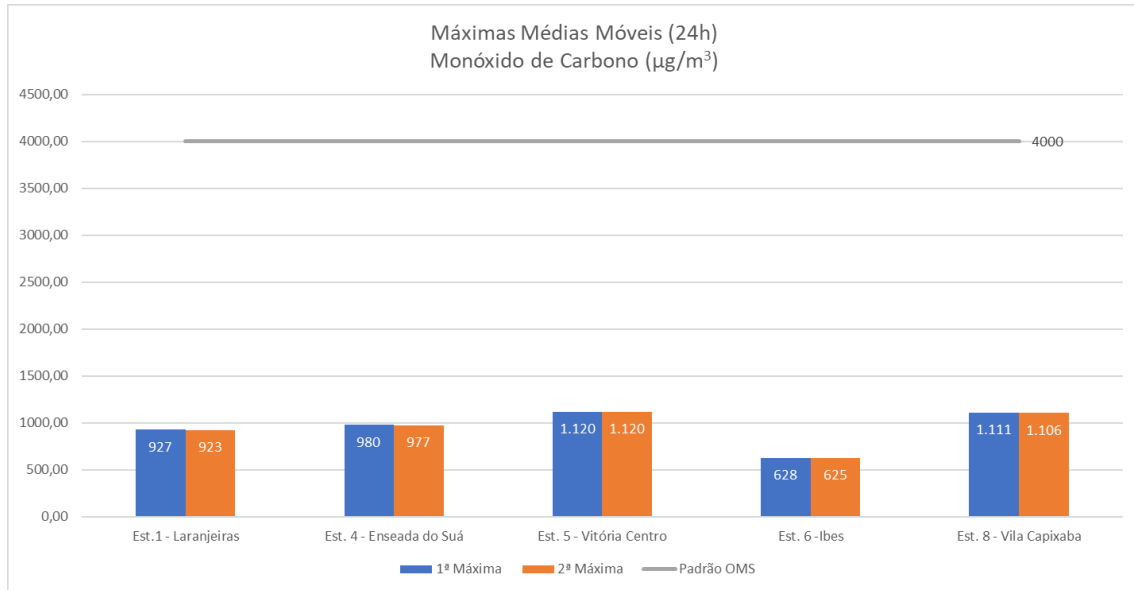
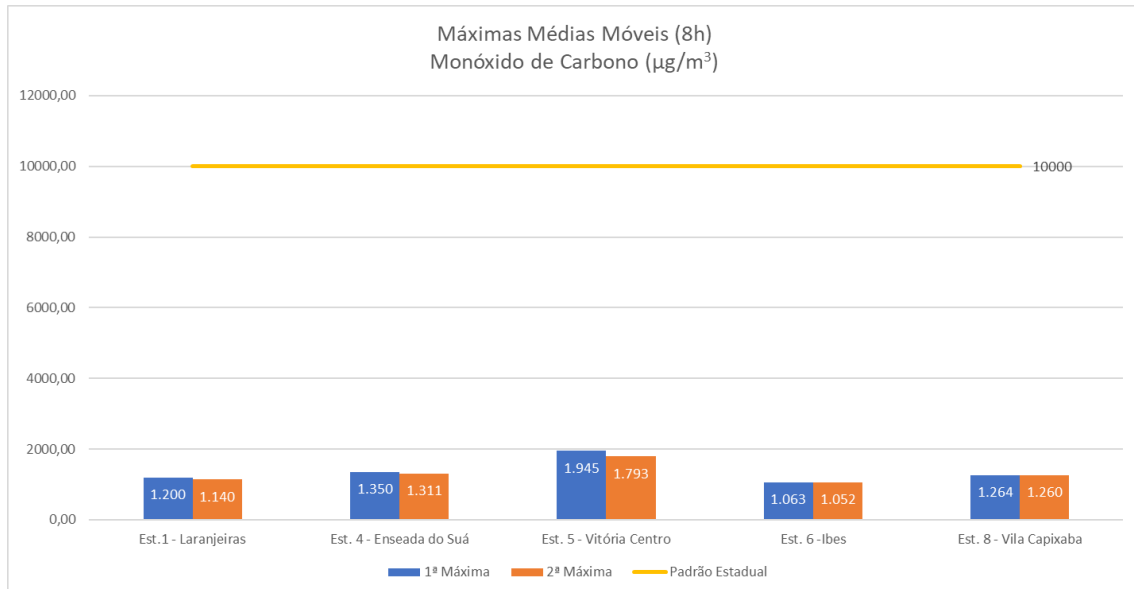


Gráfico 160: Máximas médias móveis de 8h para o poluente CO em 2023.



Os gráficos Gráfico 161 a Gráfico 165 mostram o comportamento dos dados de monitoramento de CO, com as médias móveis de 24h, ao longo de todo o ano de 2023.

Gráfico 161: Histórico de medições de médias móveis de 24h de CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) para a Estação EMQAR 01 – Laranjeiras ao longo de 2023.



Gráfico 162: Histórico de medições de médias móveis de 24h CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) para a Estação EMQAR 04 – Enseada do Suá ao longo de 2023.



Gráfico 163: Histórico de medições de médias móveis de 24h CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) para a Estação EMQAR 05 – Vitória Centro ao longo de 2023.

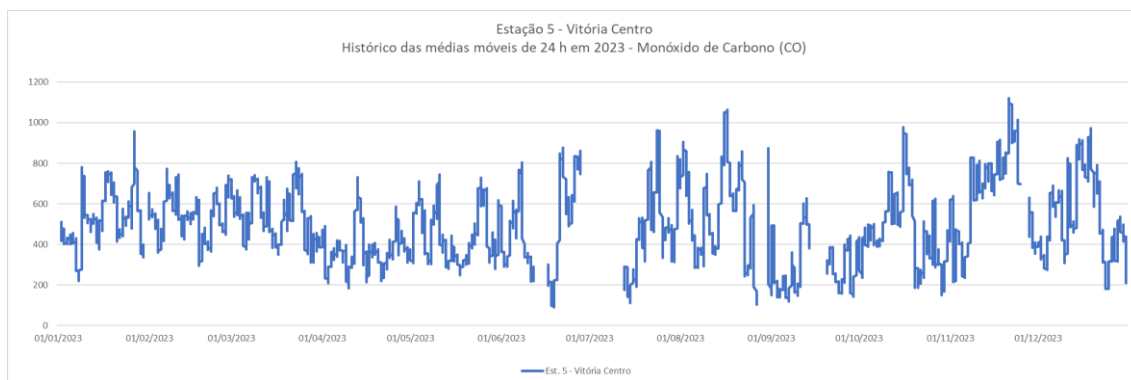


Gráfico 164: Histórico de medições de médias móveis de 24h CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) para a Estação EMQAR 06 – Ibes ao longo de 2023.

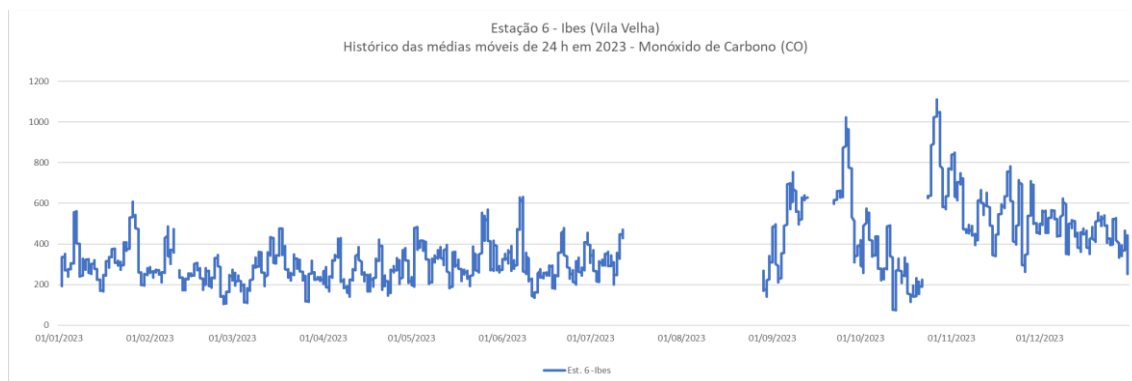
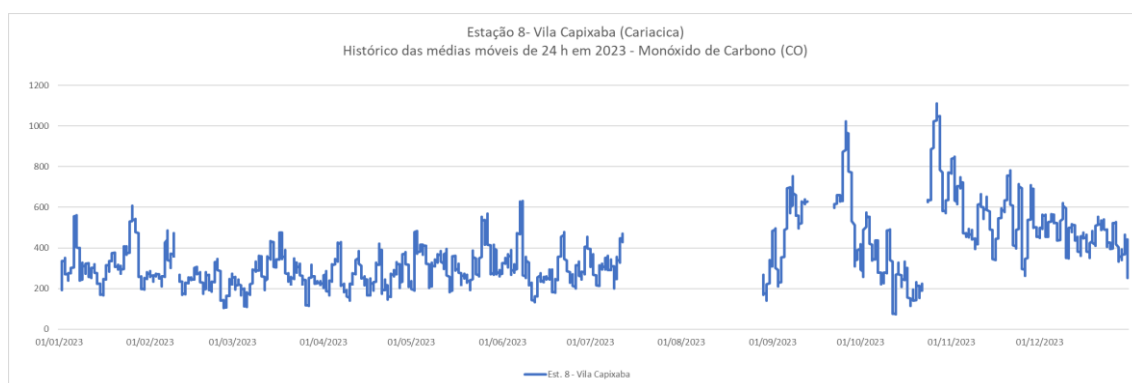


Gráfico 165: Histórico de medições de médias móveis de 24h CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) para a Estação EMQAR 08 – Vila Capixaba ao longo de 2023.



Já os gráficos Gráfico 166 a Gráfico 170 mostram o comportamento das curvas de médias de distribuição horária ao longo do dia. Nas estações Laranjeiras (estação EMQAR 01) e Ibes (estação EMQAR 06), observa-se um comportamento mais semelhante às curvas observadas para os poluentes NO_x e SO_2 , com máximos bem definidos acompanhando os horários de pico do trânsito. A estação Centro de Vitória (estação EMQAR 05) tem comportamento semelhante às das estações EMQAR 01 e EMQAR 06, mas com menor amplitude entre os horários do final da manhã e tarde. Já, as estações Enseada do Suá (estação EMQAR 04) e Vila Capixaba (estação EMQAR 08) possuem comportamento único, apresentando um único pico de máxima ao longo do dia, sendo que o pico da Enseada do Suá se concentra no horário da tarde, por volta das 14:30h, enquanto que na Vila Capixaba o pico ocorre por volta das 6:30h da manhã. No caso da Vila Capixaba, o pico deve estar relacionado com a maior movimentação de caminhões e veículos em geral naquele local pelo período da manhã, visto que a estação está localizada dentro da CEASA-ES. As causas do pico na estação Enseada do Suá ocorrer por volta das 14:30h ainda deve ser melhor avaliada.

Gráfico 166: Distribuição horária média de CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ao longo das 24h do dia para a estação EMQAR 01 – Laranjeiras para 2023.

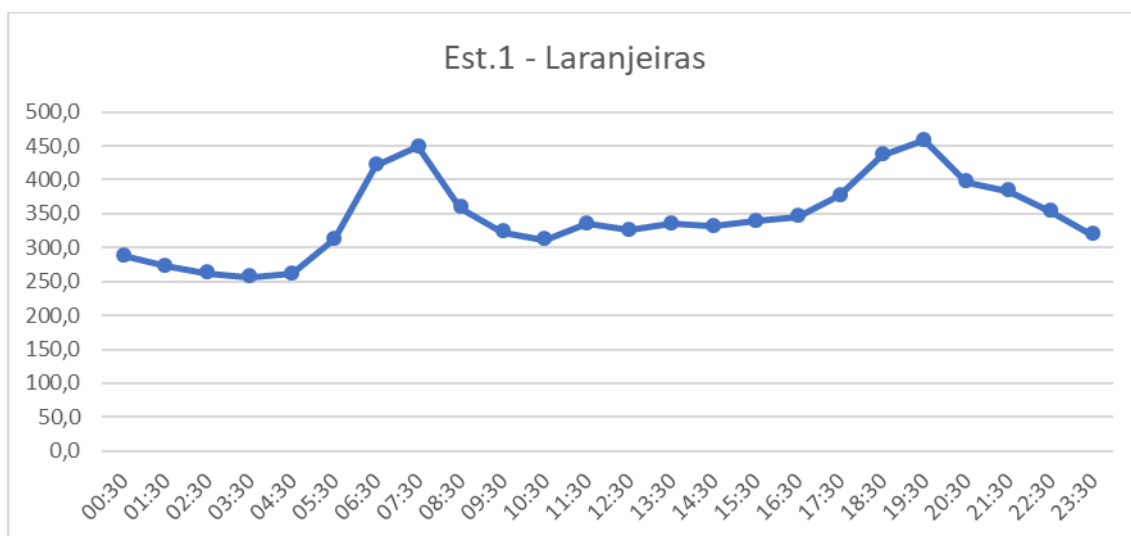


Gráfico 167: Distribuição horária média de CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ao longo das 24h do dia para a estação EMQAR 04 – Enseada do Suá para 2023.

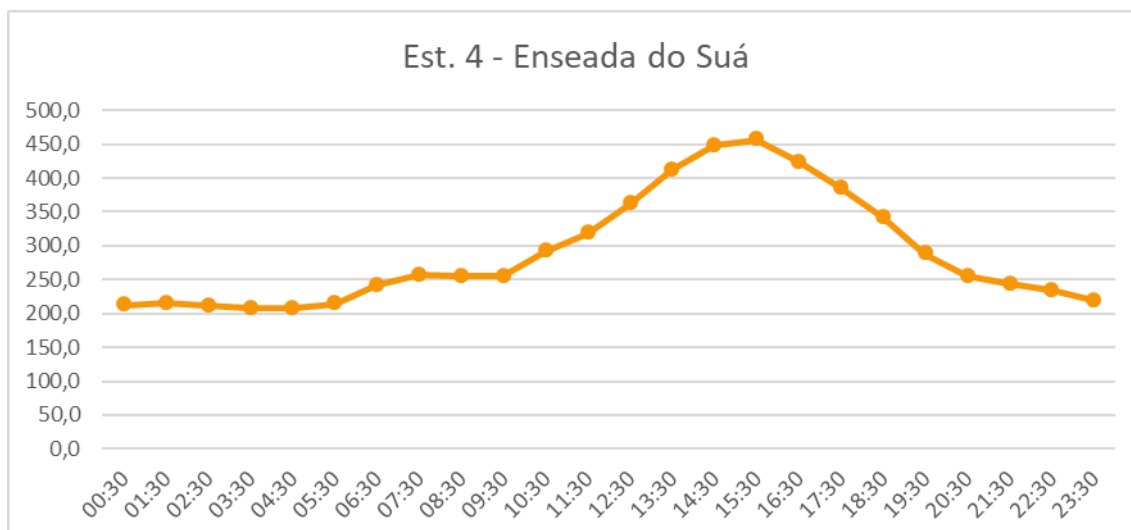


Gráfico 168: Distribuição horária média de CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ao longo das 24h do dia para a estação EMQAR 05 – Vitória Centro para 2023.

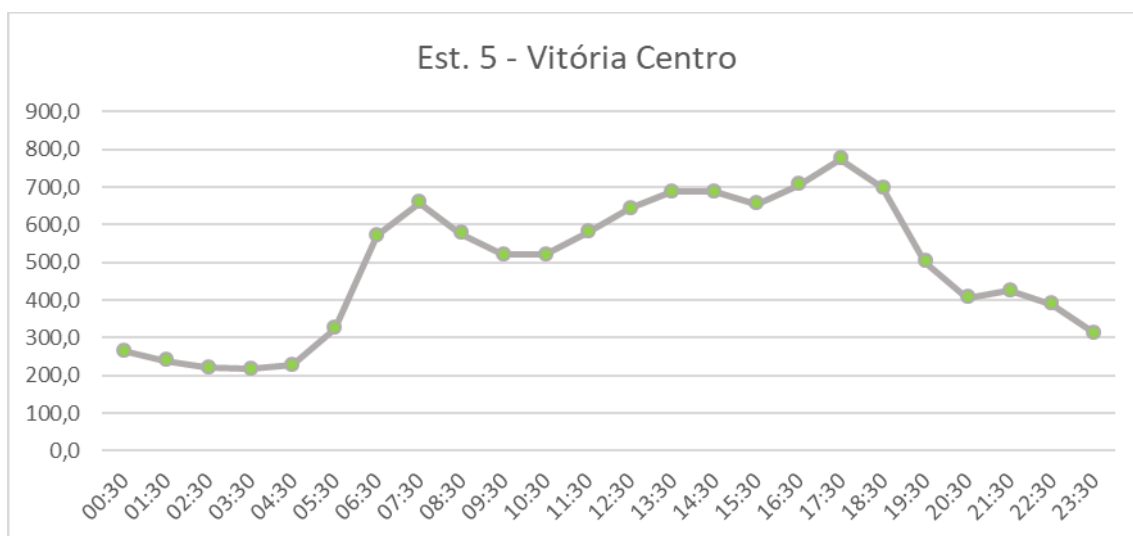


Gráfico 169: Distribuição horária média de CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ao longo das 24h do dia para a estação EMQAR 06 – Ibes para 2023.

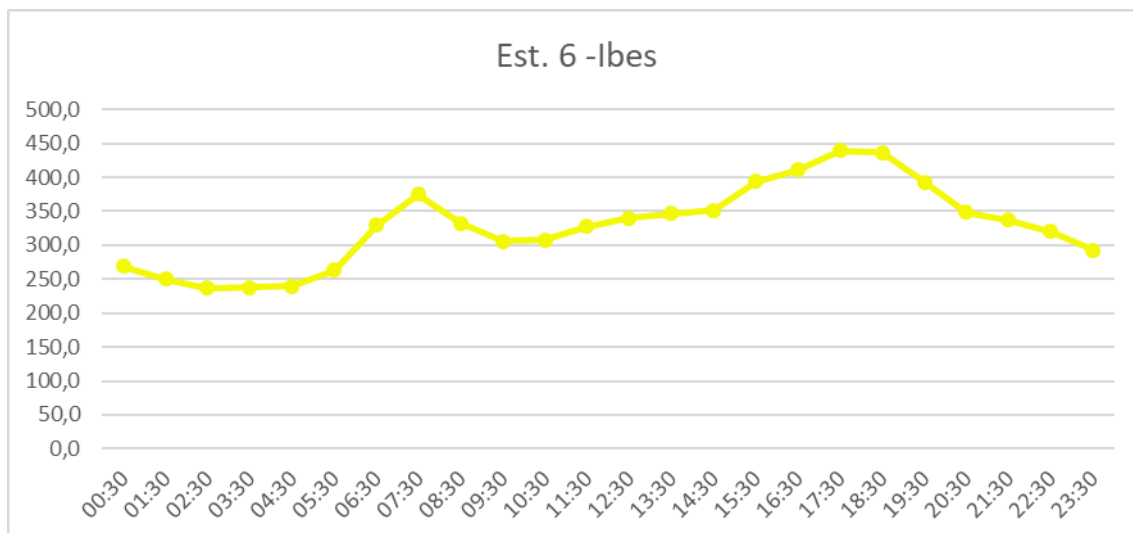
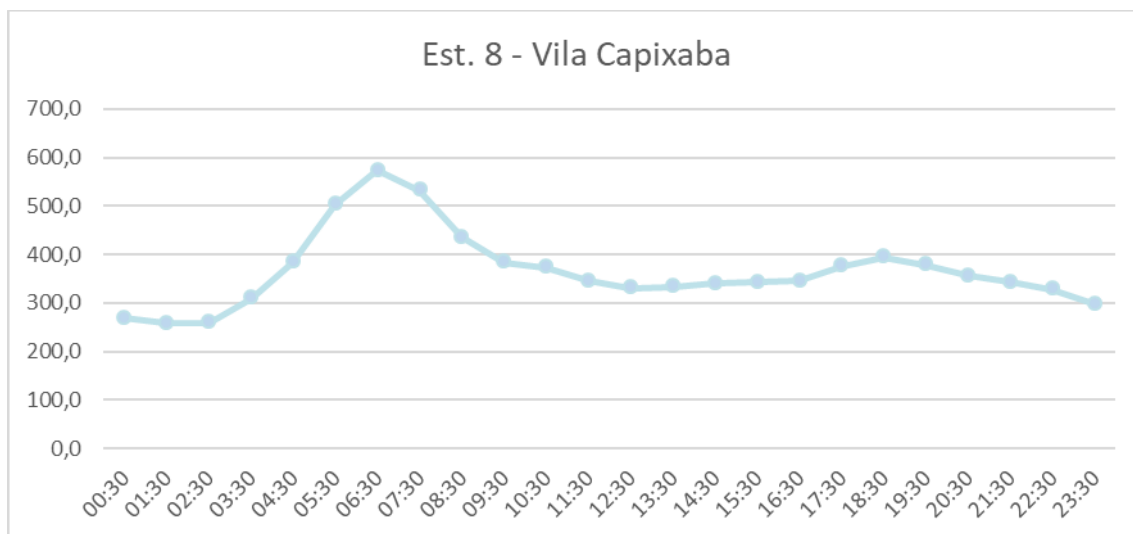


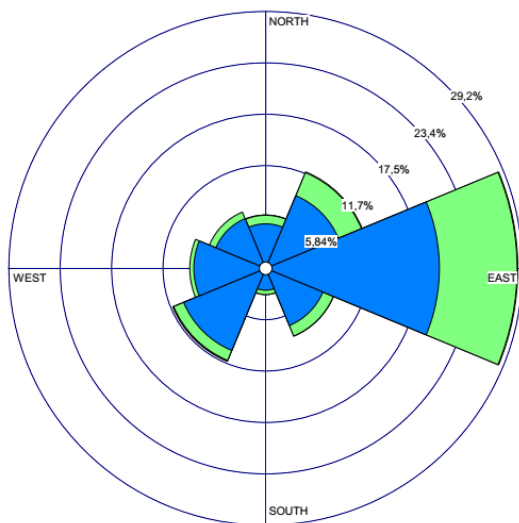
Gráfico 170: Distribuição horária média de CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ao longo das 24h do dia para a estação EMQAR 08 – Vila Capixaba para 2023.



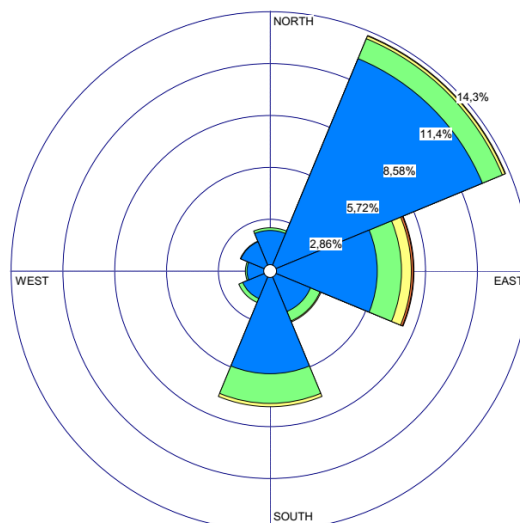
Rosa dos Poluentes:

O Gráfico 171 apresenta o perfil de concentração de CO em relação à direção do vento por meio da rosa de poluentes. Para confecção da rosa de poluentes da estação EMQAR 01 – Laranjeiras, foram utilizados os dados de velocidade e direção dos ventos medidos na estação EMQAR 02 – Carapina, devido à maior quantidade de dados representativos para dados meteorológicos naquela estação. Já, para a confecção da rosa de poluentes das estações EMQAR 05 – Vitória Centro e EMQAR 08 – Vila Capixaba, foram usados os dados de vento da estação EMQAR 04 – Enseada do Suá. Para as demais estações, foram utilizados os dados meteorológicos da própria estação.

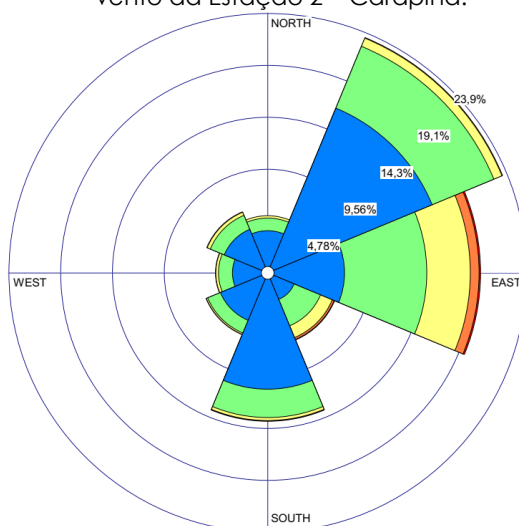
Gráfico 171: Perfil da distribuição das concentrações de CO nas estações da RAMQAr com relação à direção do vento (gráfico de rosa de poluentes).



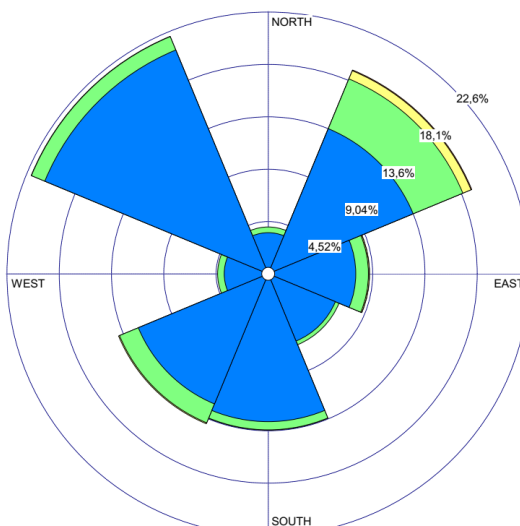
(q) Estação 1 – Laranjeiras (Monóxido de Carbono), com dados de direção do vento da Estação 2 – Carapina.



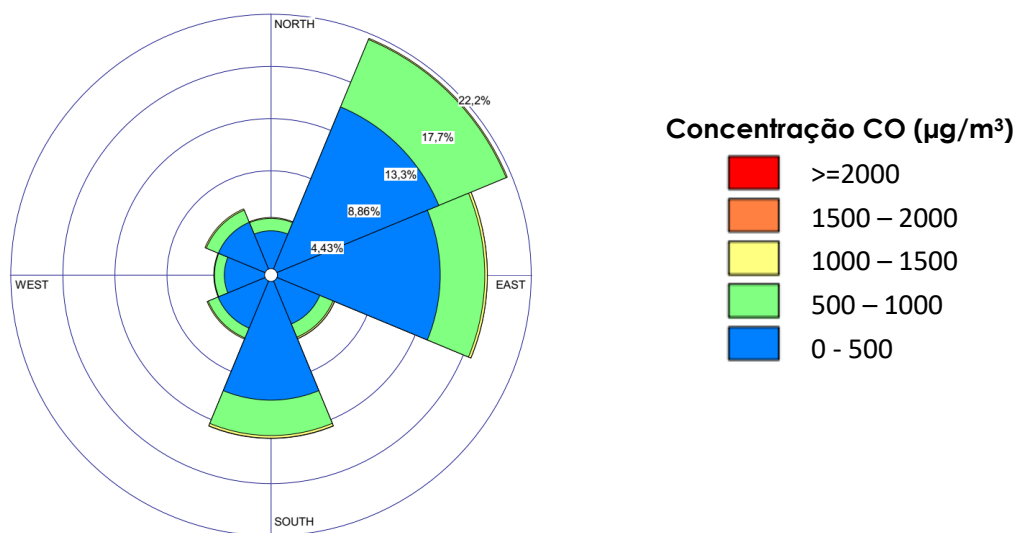
(r) Estação 4 – Enseada do Suá (Monóxido de Carbono).



(s) Estação 5 – Centro de Vitória (Monóxido de Carbono), com dados de direção do vento da Estação 4 – Enseada do Suá.



(t) Estação 6 – Ibes (Monóxido de Carbono).



(u) Estação 8 – Vila Capixaba (Monóxido de Carbono), com dados de direção do vento da Estação 4 – Enseada do Suá.

Para a estação EMQAR 01 – Laranjeiras, houve predominância de maiores concentrações de CO com direção de vento Leste. Nas estações EMQAR 04 – Enseada do Suá e EMQAR 05 – Vitória Centro, apesar da predominância de vento Nordeste, as maiores concentrações foram registradas também com o vento Leste. Na estação EMQAR 06 – Ibes, houve maior variação na distribuição de concentrações em relação à direção do vento, com pequena tendência de maiores concentrações quando de vento Nordeste. Já, na estação EMQAR 08 – Vila Capixaba, houve predominância de altas concentrações quando de vento Nordeste, Leste e Sul.

6.6 Hidrocarbonetos não metano (HCNM)

Na nova configuração da RAMQAR o poluente “hidrocarbonetos” passou a ser monitorado apenas na estação EMQAR 04 – Enseada do Suá. Todavia, o novo equipamento foi instalado somente no final do mês de setembro. Assim, houve pouca disponibilidade de dados ao longo do ano.

O Gráfico 172 mostra o histórico de medições desse poluente ao longo do ano.

Gráfico 172: Histórico de medições de médias móveis de 8h de hidrocarbonetos (ppm) para a Estação EMQAR 04 – Enseada do Suá ao longo de 2023.



A Tabela 41 traz os maiores valores de médias móveis de 8h registrados no ano de 2024 e a média anual. Não foram registrados dados suficientes para que a média anual fosse considerada representativa.

Tabela 41: Máximas médias de 8h e média geométrica anual (ppm) para o poluente HCNM ao longo do ano de 2023.

Referencial	Est.4 - Enseada do Suá
1ª máxima (8h)	0,84
2ª Máxima (8h)	0,84
Média Anual	0,46

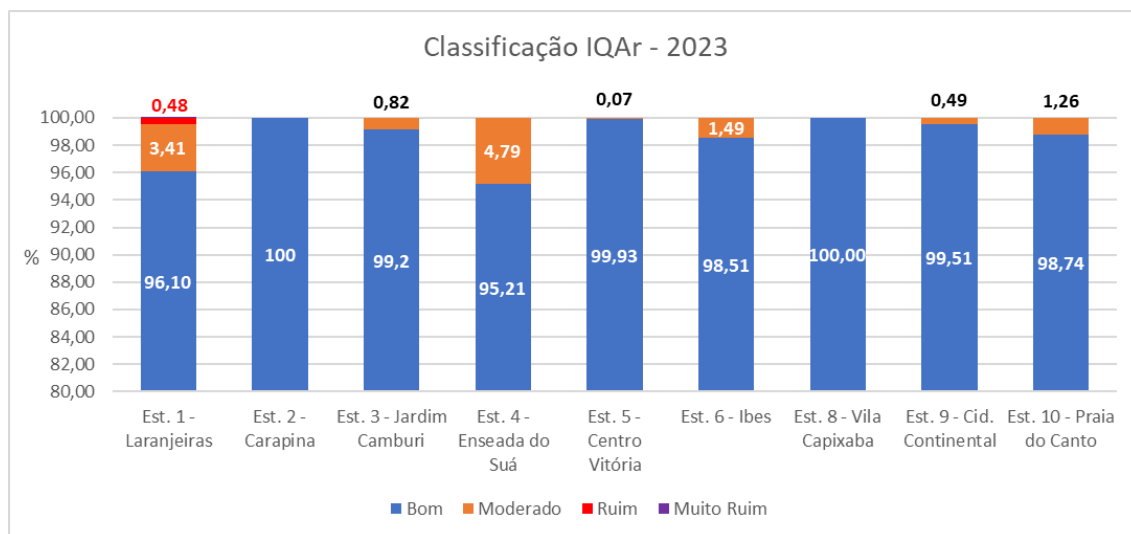
* Média anual não representativa

Não há estabelecimento de padrões estaduais ou nacionais para hidrocarbonetos. Também não há padrões recomendados pela OMS.

6.7 Índice da Qualidade do Ar (IQA)

O Gráfico 173 apresenta a porcentagem, em cada estação, de prevalência do índice de Qualidade do Ar – IQA ao longo do ano de 2023. Cabe ressaltar que para a totalização que compõe o gráfico foram considerados somente os dados validados, por isso o somatório em todas é de 100%, mesmo havendo estações que tiveram períodos sem medições ao longo do ano.

Gráfico 173: Percentual de classificação do IQAr nas estações da RAMQAR ao longo de todo o ano de 2023.



* Obs: atentar-se à escala do gráfico, que começa em 80% (para melhor visualização e destaque das classificações “Moderado” e “Ruim”).

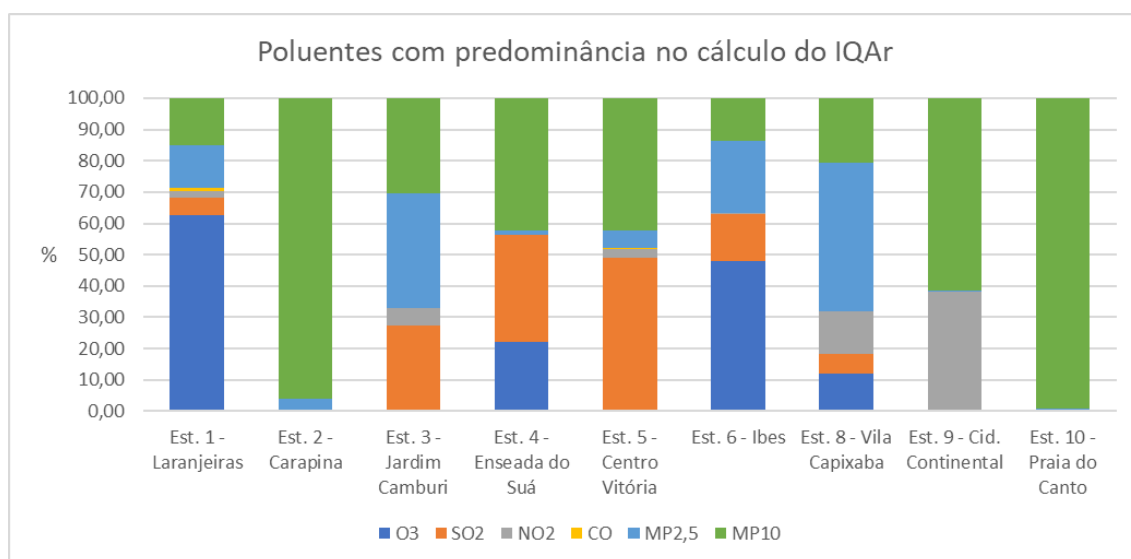
Observa-se que houve 0,48% de medições de IQAr classificados como “Ruim” na estação EMQAR 01 – Laranjeiras. Esses 0,48% correspondem a 41 medições, ocorridas entre as 19:30h do dia 12/07/2023 e as 12:30h do dia 14/07/2023, tendo o poluente MP10 como motivador. Apenas uma medição de IQAr com classificação “Muito Ruim” ao longo do ano, ocorrida na sequência do dia 13/07/2024, às 22:30h, o que corresponde a somente 0,012% das medições válidas. Nenhuma das demais estações tiveram medições classificadas como “Ruim” ou “Muito Ruim”.

Já, na classificação “Moderado” tivemos maior destaque nas estações EMQAR 04 - Enseada do Suá, com 4,79% das medições válidas, e na Estação EMQAR 01 – Laranjeiras, com 3,41% das medições válidas. No caso da Estação EMQAR 04 – Enseada do Suá, o motivador da classificação “Moderada” foi predominantemente o SO₂. Nas demais estações não chegaram a ter 1,5% de medições na classificação “Moderada”. Na estação Ibes, a maior parte das classificações “Moderadas” foram ocasionados por SO₂, seguido de MP10 e O₃, em ordem decrescente.

O Gráfico 174 traz uma visualização de quais poluentes foram mais significativos para o cálculo do IQAr ao longo do ano, por estação.

Para correta interpretação do Gráfico 174, é preciso lembrar que é feito o cálculo de IQAr para todos os poluentes medidos em cada hora, para cada estação, sendo escolhido o maior valor de IQAr calculado entre os poluentes da estação como o valor de IQAr daquela estação naquele momento. Assim, para confecção do Gráfico 174 e da Tabela 42, foi considerado o poluente que teve o maior valor de IQAr em cada medição horária.

Gráfico 174: Distribuição dos poluentes que tiveram predominância no cálculo de IQAr, por estação, ao longo do ano de 2023.



Nas estações EMQAR 01 - Laranjeiras e EMQAR 06 - Ibes, o poluente que foi mais significativo para o resultado do IQAr foi o O₃, enquanto nas estações EMQAR 02 - Carapina, EMQAR 04 - Enseada do Suá, EMQAR 09 - Cidade Continental e EMQAR 10 - Praia do Canto, tiveram o MP10 como poluente de maior significância ao longo do ano. O poluente MP2,5 foi mais significativo para o cálculo do IQAr nas estações EMQAR 03 - Jardim Camburi e EMQAR 08 - Vila Capixaba. Na estação EMQAR 05 - Centro de Vitória, houve predominância dos poluentes SO₂ e MP10.

A Tabela 42 traz os mesmos dados do Gráfico 174, mas apresentando o valor numérico (em porcentagem) para cada poluente.

Tabela 42: Distribuição dos poluentes que tiveram predominância do cálculo de IQAr (em %).

Poluente	Est. 1 - Laranjeiras	Est. 2 - Carapina	Est. 3 - Jardim Camburi	Est. 4 - Enseada do Suá	Est. 5 - Centro Vitória	Est. 6 - Ibes	Est. 8 - Vila Capixaba	Est. 9 - Cid. Continental	Est. 10 - Praia do Canto
O3	62,5	0	0	22,1	0	48	12	0	0
SO2	5,7	0	27,4	34,1	49,1	14,9	6,4	0	0
NO2	2,1	0	5,6	0,2	2,6	0,5	13,6	38	0
CO	1,2	0	0	0	0,4	0	0,1	0	0
MP2,5	13,6	3,9	36,7	1,2	5,7	23	47,2	0,5	0,9
MP10	14,9	96,1	30,3	42,3	42,2	13,6	20,7	61,4	99,1

Os gráficos Gráfico 175 a Gráfico 183 trazem os resultados de IQAr para cada mês, em cada estação:

Gráfico 175: Classificação do IQAr para cada mês do ano de 2023 na estação EMQAR 01 – Laranjeiras.

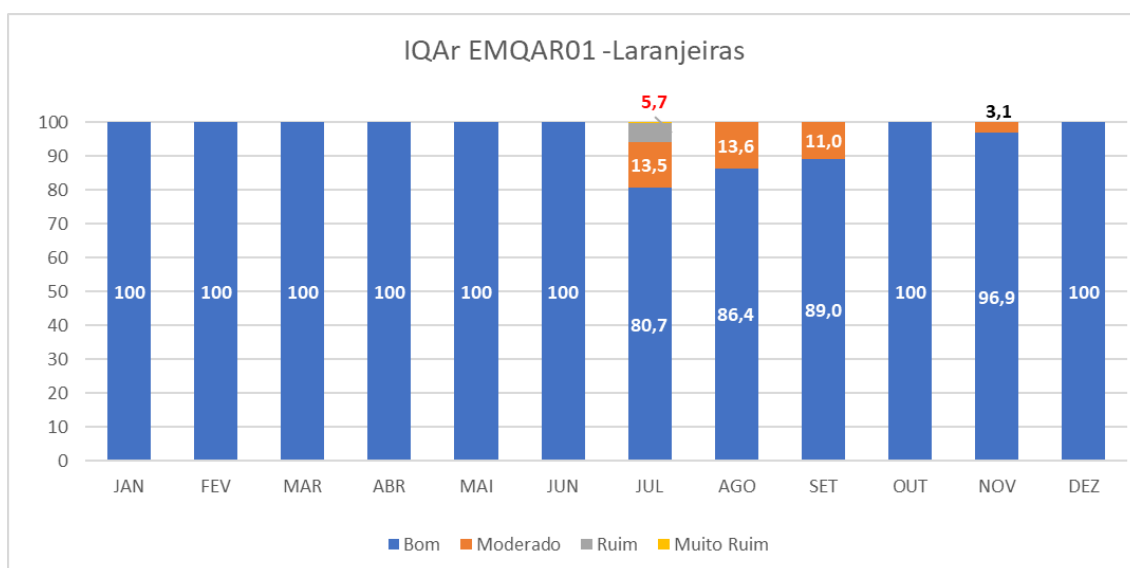


Gráfico 176: Classificação do IQAr para cada mês do ano de 2023 na estação EMQAR 02 – Carapina.

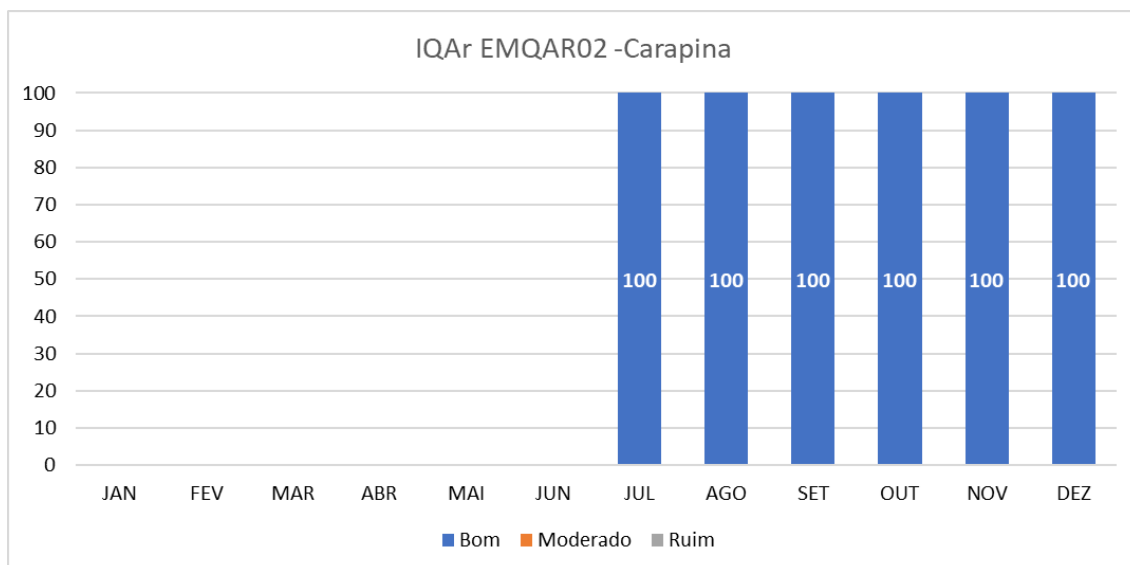


Gráfico 177: Classificação do IQAr para cada mês do ano de 2023 na estação EMQAR 03 – Jardim Camburi.

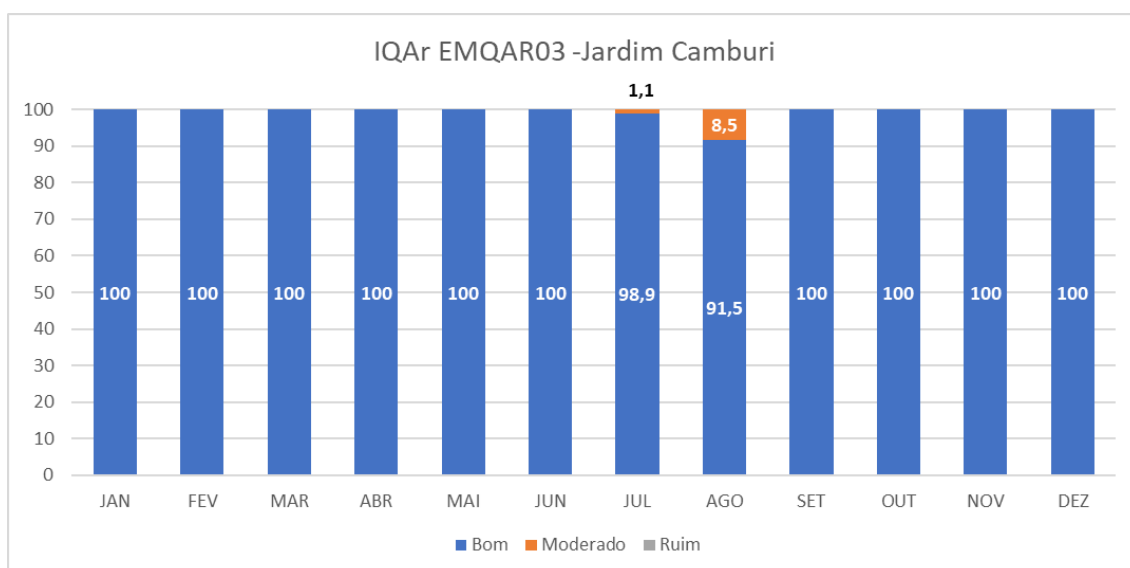


Gráfico 178: Classificação do IQAr para cada mês do ano de 2023 na estação EMQAR 04 – Enseada do Suá.

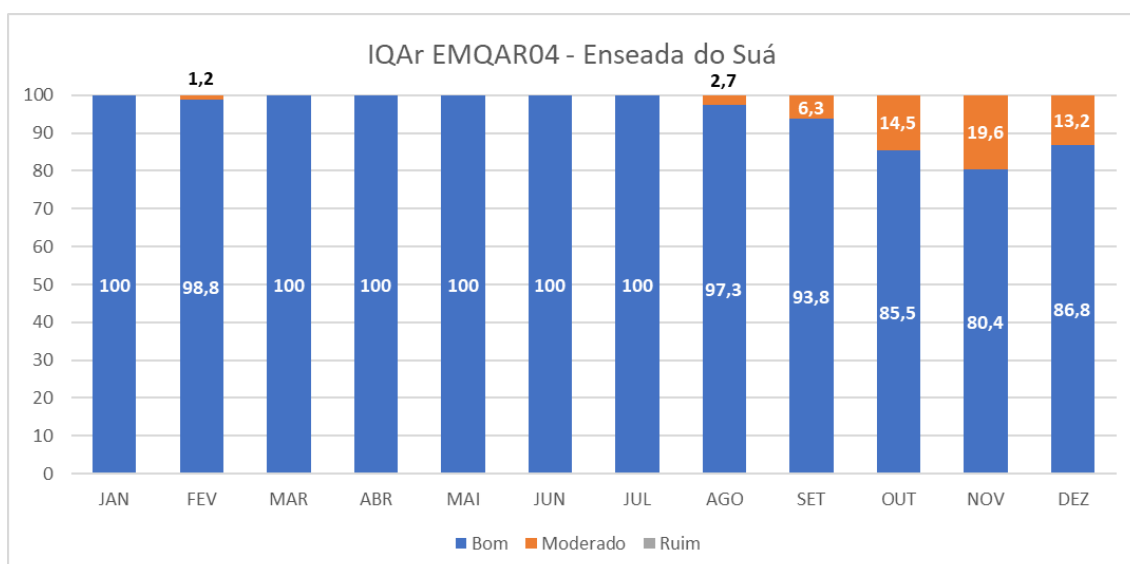


Gráfico 179: Classificação do IQAr para cada mês do ano de 2023 na estação EMQAR 05 – Centro de Vitória.

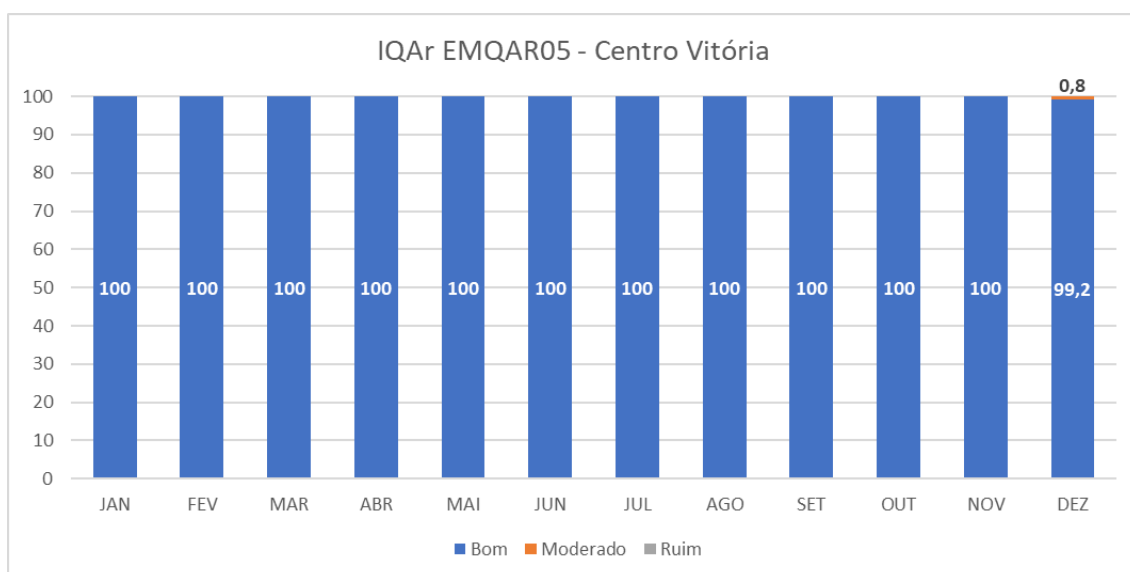


Gráfico 180: Classificação do IQAr para cada mês do ano de 2023 na estação EMQAR 06 – Ibes.

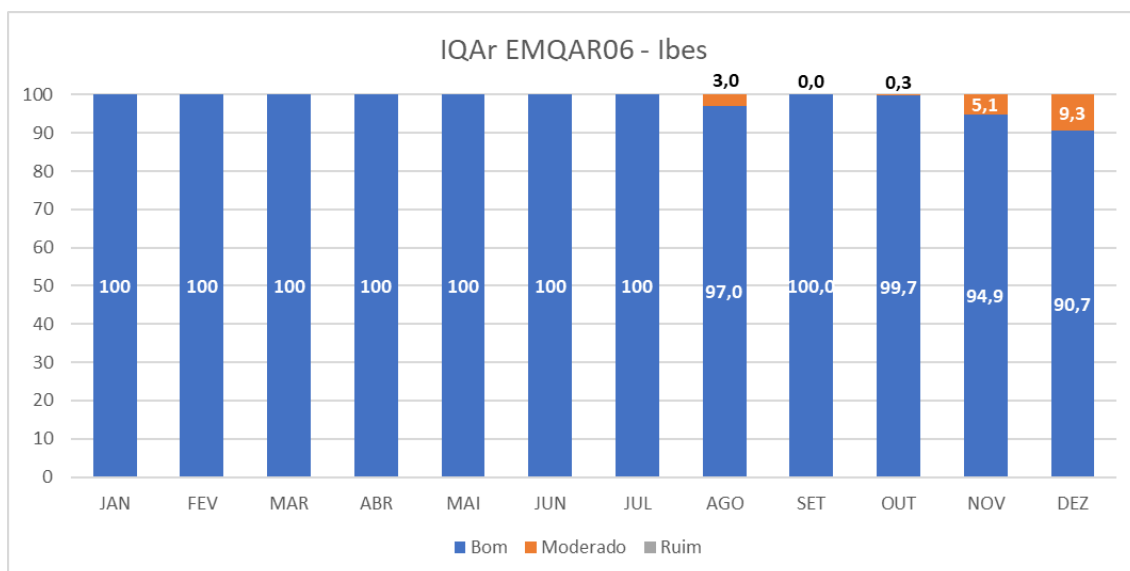


Gráfico 181: Classificação do IQAr para cada mês do ano de 2023 na estação EMQAR 08 – Vila Capixaba.

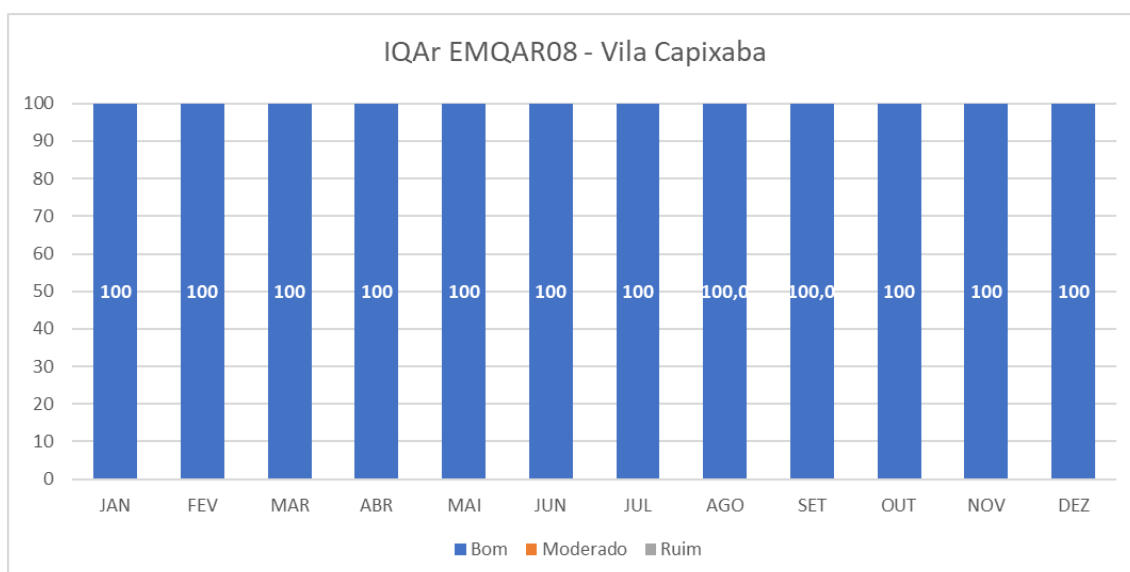


Gráfico 182: Classificação do IQAr para cada mês do ano de 2023 na estação EMQAR 09 – Cidade Continental.

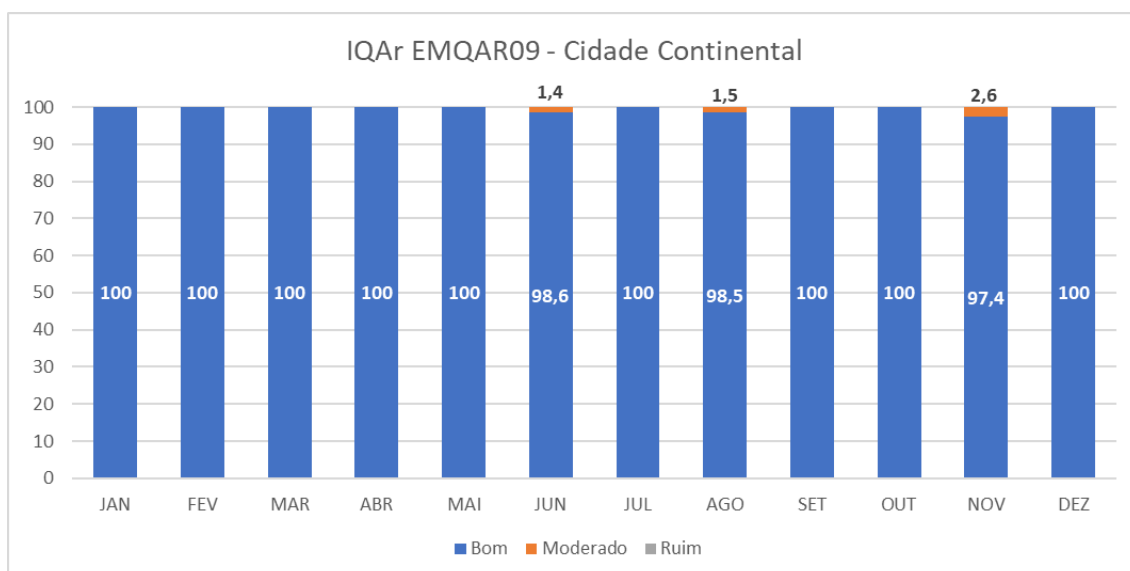
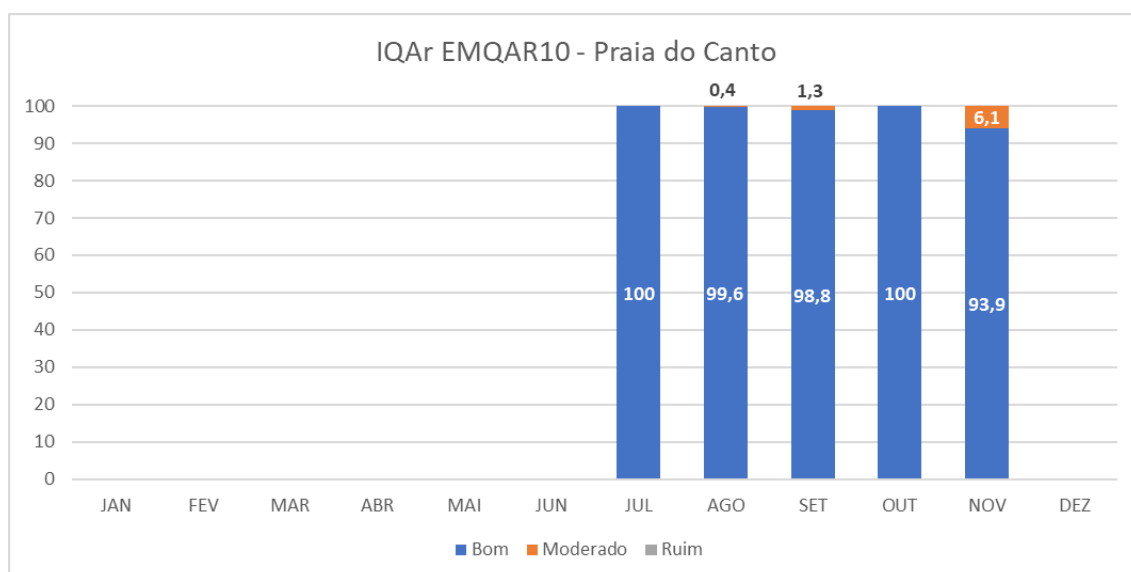


Gráfico 183: Classificação do IQAr para cada mês do ano de 2023 na estação EMQAR 10 – Praia do Canto.



7 - Considerações Finais

O monitoramento da qualidade do ar na região metropolitana da Região da Grande Vitória – RGV é realizado a mais de 20 anos pela Rede Automática de Monitoramento da Qualidade do Ar - RAMQAR, o que tem permitido acompanhar a evolução histórica das concentrações dos principais poluentes de interesse à saúde da população. O estudo da série histórica tem fundamental importância para a formulação de políticas públicas voltadas à melhoria da saúde da população, além de permitir a avaliação da eficiência e eficácia das ações já tomadas. Observando os registros feitos desde a implantação da RAMQAR, observa-se a redução gradativa nas concentrações para a maioria dos poluentes monitorados.

O ano de 2023 foi especialmente importante para o monitoramento da qualidade do ar, uma vez que foram realizadas adequações e melhorias nos equipamentos que compõem a rede, com a reforma de estruturas físicas, aquisição de medidores mais modernos, ampliação de parâmetros monitorados, em especial a ampliação do monitoramento de MP10 e MP2,5, que passaram a ser medidos em todas as estações, além de ampliação do monitoramento de dados meteorológicos, e instalação de uma nova estação de monitoramento automática no bairro Praia do Canto, em Vitória. Até o final do primeiro semestre de 2023, boa parte dos equipamentos de monitoramento da qualidade do ar estavam inoperantes, devido à inviabilidade de manutenção dos equipamentos, os quais encontravam-se obsoletos e sem fornecimento de peças de reposição pelas fabricantes. Ao final do ano, praticamente toda a rede estava operante.

Apesar da boa situação operacional da rede no final do ano de 2023, ocorreram meses em que boa parte dos equipamentos ainda não estavam operantes, o que resultou em prejuízo à representatividade anual de boa parte dos poluentes medidos. Cenário que não deve ocorrer para o ano de 2024.

Apesar de a nova Resolução CONAMA que revisou os padrões de qualidade do ar (CONAMA nº 506/2024) ter sido publicada com data de julho de 2024 e, portanto, não ter vigência sobre os dados de monitoramento de 2023, decidimos considerar para as avaliações do presente relatório os padrões definidos na CONAMA nº 506/2024 visando dar maior transparência à população quanto à situação em que se encontra a qualidade do ar na região metropolitana quando comparada às metas que estarão em vigência para os próximos anos. Ainda não foi possível, porém, realizar adequação aos novos valores estipulados para o cálculo do IQAr, uma vez que ainda será

necessário aguardar a publicação de um novo Guia Técnico para Monitoramento e Avaliação da Qualidade do Ar pelo Ministério do Meio Ambiente – MMA, o qual trará os valores definidos para as demais faixas de IQAr (Moderada, Ruim, Muito Ruim e Péssima), conforme estabelecido na referida resolução.

Os resultados do monitoramento realizado em 2023 mostram uma predominância significativa do índice de qualidade do ar classificado como “Bom”, com mais de 95% de predominância na classificação “Bom” em todas as estações. Apenas a estação EMQAR RGV 01 – Laranjeiras teve o registro de 23 (vinte e três) médias horárias com classificação “Ruim” e 1 (uma) única média horária classificada como “Muito ruim”, o que corresponde a aproximadamente 0,27% do tempo, ocasionada todas em um mesmo evento ocorrido no dia 13/07/2023, motivadas pela elevação das concentrações de MP10. Para as demais estações, não houve registro de IQAr nas classificações “Ruim” ou “Muito ruim”.

Para o poluente MP2,5, não tivemos ultrapassagens aos padrões estaduais e nacionais atualmente vigentes. Quanto ao Padrão Final – PF recomendado pela OMS (2021), a estação que registrou mais ultrapassagens foi a EMQAR 03 – Jardim Camburi, com 11,3% de dados com ultrapassagem, enquanto a estação EMQAR 05 - Centro Vitória não teve registro de ultrapassagens.

Quanto à Poeira Sedimentável (PS), ocorreram ultrapassagens ao padrão estipulado pelo Decreto Estadual nº 3.463-R/2013 (14 g/m².30dias) na estação Laranjeiras, nos meses de julho, com 16,9 g/m².30dias e no mês de outubro, com 15,1 g/m².30dias, e na estação de Enseada do Suá no mês de novembro, com 14,2 g/m².30dias. Além disso, houve interrupção do monitoramento entre os meses de maio a julho de 2023, em razão do interstício entre a finalização de um contrato e a nova contratação de empresa responsável pelas análises laboratoriais desse parâmetro.

Para o poluente Dióxido de Enxofre (SO₂), o Padrão Final - PF da OMS mais recente (2021) para médias de 24h ficou menos restritivo, passando de 20 para 40 µg/m³. Com isso, nenhuma ultrapassagem ao padrão OMS ou às legislações estadual ou federal foi registrada para o ano de 2023. Também não tivemos nenhuma ultrapassagem aos padrões estabelecidos para longa exposição (anual), inclusive ao PF estabelecido pela OMS.

Quanto ao poluente Dióxido de Nitrogênio (NO₂), somente a estação EMQAR 09 – Cidade Continental, não registrou ultrapassagem para longa exposição (anual) do PF da OMS (2021). Apesar disso, os atuais padrões vigentes nas legislações estaduais e federal para longa exposição não foram ultrapassados. Considerando as médias de curta exposição (1h e 24h), tivemos ultrapassagens do PF recomendado pela OMS em 41,3% do tempo na estação EMQAR 05 – Centro Vitória, em 31,6% do tempo na estação

EMQAR 08 – Vila Capixaba e um pouco maior que 23% nas estações EMQAR 01 – Laranjeiras e EMQAR 04 – Enseada do Suá. Os padrões estadual e federal atualmente vigentes para curta exposição não foram ultrapassados no ano.

O poluente Ozônio (O_3) somente ultrapassou os Padrões Finais - PF recomendados pela OMS para as médias de 8h na estação EMQAR 06 – Ibes, o que ocorreu em 8 (oito) médias móveis, sendo 7 (sete) delas em um mesmo dia (20/11/2023). Não houve ultrapassagens para as médias anuais. Também não foram ultrapassados os limites atualmente vigentes para as legislações Estadual e Federal.

Para Monóxido de Carbono (CO), não foram ultrapassados os padrões da OMS, Estadual ou Federal.

Com base nos resultados apresentados neste relatório, verifica-se que, para maioria dos poluentes ao longo do ano de 2023, os padrões nacionais e federais de qualidade do ar foram atendidos. Entretanto, ao considerar as diretrizes finais estabelecidas pela OMS, verifica-se que ações ainda devem ser tomadas a fim de reduzir as concentrações dos poluentes na atmosfera.

Os resultados e discussões apresentados nesse relatório demonstram a importância da manutenção de uma rede de monitoramento da qualidade do ar ampla e operante, garantindo a obtenção de dados válidos e representativos em todo o período.

8 - Referências

American Society For Testing Materials. ASTM D1739: Standard Test Method for Collection and Measurement of Dustfall (Settleable Particulate Matter), 1998 (re-aprovada em 2004).

Atlas Eólico: Espírito Santo. Odilon A. Camargo do Amarante; Fabiano de Jesus Lima da Silva; Paulo Emiliano Piá de Andrade. Vitória, ES: ASPE, 2009. Disponível em <http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/atlas_eolico/atlas_eolico_ES.pdf>.

Bastos, C.C.; Ferreira, N.J. Análise Climatológica da Alta Subtropical do Atlântico Sul. Congresso Brasileiro de Meteorologia, 15, 2008, São Paulo. Anais. São Paulo: SBMET, 2008. P. 612-619.

Cavalcanti, I. F. A.; Ferreira, N. J.; Dias, M. A. F.; Justi, M. G. A. Tempo e Clima no Brasil. São Paulo, Oficina de Textos, 2009.

Conti, M.M., Menegussi, L.R., Reis, N.C., Santos, J.M., Silva, F.J., Scandian, C. Chemical and morphological characterization of dustfall (dry deposition) in Vitória-ES, Brazil. European Aerosol Conference, Karlsruhe, 2009.

Department of Environmental Conservation of New York (DECNY). Disponível em: <<http://www.dec.ny.gov/regs/2492.html>>. New York, acessado em 26 de setembro 2023.

Department of Environmental Quality Montana (DEQM). Disponível em: <<http://www.deq.mt.gov/dir/legal/Chapters/Ch08-toc.mcp>>. Montana, USA, Acessa do em 26 de setembro de 2023.

Farfel, M. R., Orlova, A.O., Lees, P.S.J., Rohde C., Ashley, P.J., Chilsom, J.J., A study of urban housing demolition as a source of lead in ambient dust on sidewalks, streets, and alleys. Environmental Research 99, 204-213, 2005.

Governo do Estado do Espírito Santo. Decreto nº 3.463-R, de 16 de dezembro de 2013. Estabelece novos padrões de qualidade do ar e dá providências correlatas, Estado do Espírito Santo, 2013.

Hu, T. et al. Morphology and elemental composition of dustfall particles inside emperor Qin's terra-cotta warriors and horses museum. China Partic. Vol. 4, Nº 6, 346-351, 2006.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Censo 2022. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 05 de julho de 2024.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/trabalho/22827-censo-demografico-2022.html?edicao=39224&t=resultados>>. Acesso em: 05 de julho de 2024.

Instituto de Energia e Meio Ambiente (IEMA). Dimensionamento da Rede Básica de Monitoramento da Qualidade do Ar no Brasil. 2024. Disponível em <https://energiaeambiente.org.br/produto/dimensionamento-da-rede-basica-de-monitoramento-da-qualidade-do-ar-no-brasil-cenarios-iniciais>. Acesso em 26 de agosto de 2024.

Instituto Jones dos Santos Neves (IJSN). Mapeamento das Áreas Periurbanas do Espírito Santo. Vitória, ES, 2011.

Instituto Jones dos Santos Neves (IJSN). Indicador Trimestral de PIB do Espírito Santo. IV Trimestre de 2023. Vitória, ES, 2024. Disponível em: <<https://ijsn.es.gov.br/Media/IJSN/PublicacoesAnexos/boletins/PIB%20IV%20Trimestre%20de%202023-1.pdf>>. Acesso em: 05 de julho 2024.

Instituto Jones dos Santos Neves (IJSN). MERCADO DE TRABALHO NO ESPÍRITO SANTO. 4º trimestre de 2023. Vitória, ES, 2024. Disponível em: <https://ijsn.es.gov.br/Media/IJSN/PublicacoesAnexos/boletins/Mercado_de_Trabalho/Boletim%20Mercado%20de%20Trabalho_4T2023.pdf>. Acesso em: 05 de junho de 2024

Instituto Jones dos Santos Neves (IJSN). Índice de Preço na RMGV Dezembro/2023. Vitória, ES, 2024. Disponível em: <https://ijsn.es.gov.br/Media/IJSN/PublicacoesAnexos/resenhas_pdf/12_2023_IPCA-02.pdf>. Acesso em: 08 de junho de 2024

Köppen, W. 1936. Das geographische System der Klimate. Gebr. Borntraeger, 1-44. Disponível em: <http://koeppen-geiger.vu-wien.ac.at/pdf/Koppen_1936.pdf>.

Lei Complementar Estadual nº 58, de 21 de fevereiro de 1995. Dispõe sobre a criação da Região Metropolitana da Grande Vitória, Vitória – ES, 1995.

Marinha do Brasil. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/chm/sites/www.marinha.mil.br/chm/files/u2035/escala_beaufort.pdf>. Acesso em 02 de julho de 2024.

Mendonça, F., Danni-Oliveira, I. M. Climatologia: noções básicas e climas do Brasil. São Paulo. Editora Oficina de Texto. 206p. 2007.

Ministério do Meio Ambiente (MMA). Guia Técnico para o Monitoramento e Avaliação da Qualidade do Ar. 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/acao-a-informacao/acoes-e-programas/programa-projetos-acoes-obras-atividades/agendaambientalurbana/ar-puro/guia-tecnico-para-qualidade-do-ar>. Acesso em: 10/07/2024.

Minuzzi, R.B.; Sedyama, G. C.; Costa, J. M. N.; Vianello, R. L. Influência da La Niña na estação chuvosa da Região Sudeste, Revista Brasileira de Meteorologia, São José dos Campos, v.22, n. 3 p.345-353, 2007.

Organização Mundial da Saúde (OMS). OMS divulga estimativas nacionais sobre exposição à poluição do ar e impacto à saúde. 2005. Disponível em: <http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0005/78638/E90038.pdf?ua=1>. Acesso em: 22 Set. 2023.

Resolução CONAMA nº 491/2018, de 19 de novembro de 2018. Dispõe sobre qualidade do ar. Revoga a Resolução Conama nº 3/1990 e os itens 2.2.1 e 2.3 da Resolução Conama nº 5/1989.

Resolução CONAMA nº 506/2024, de 05 de julho de 2024. Estabelece padrões nacionais de qualidade do ar e fornece diretrizes para sua aplicação.

Sant'anna Neto, J. L. Decálogo da climatologia do Sudeste Brasileiro. Rev. Bras. Climat., v. 1, n. 1, p. 41-60, 2005.

Vallack H. W., Shillito, D. E. Suggested guidelines for deposited ambient dust. Atmospheric Environment, vol. 32(16), p. 2737-2744, 1998.

Varejão-Silva, M. A. Meteorologia e climatologia. 2. ed. Recife, 449 p., 2006. Disponível em: <https://icat.ufal.br/laboratorio/clima/data/uploads/pdf/METEOROLOGIA_E_CLIMATOLOGIA_VD2_Mar_2006.pdf>. Acessado em 22 de setembro de 2023

Vianello, R. L., Alves, A. R. Meteorologia Básica e Aplicações. Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 1991.

World Health Organization (WHO). Air quality guidelines global update 2005. Genebra, 2006.

World Health Organization (WHO). WHO global air quality guidelines. 2021. Disponível em: <<https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/345329/9789240034228-eng.pdf?sequence=1>>. Acesso em 09 jul. 2024.

World Meteorological Organization (WMO). Technical Regulations, Vol. I. WMO Publication Nº 49. Geneva, Switzerland, 1984.

SEAMA - SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS

Rua Dr. João Carlos de Souza, 107, Barro Vermelho - CEP: 29057-530
Vitória, Espírito Santo
Tel.: (27) 99278-2076
E-mail: gabinete@seama.es.gov.br
www.seama.es.gov.br

IEMA - INSTITUTO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS

Rodovia BR 262, Km 0, s/nº, Jardim América - CEP: 29140-130
Cariacica, Espírito Santo
Tel.: (27) 3636-2500
E-mail: atendimento@iema.es.gov.br
www.iema.es.gov.br

CQA- COORDENAÇÃO DE QUALIDADE DO AR E ÁREAS CONTAMINADAS

Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - IEMA/Prédio 2
Tel.: 3636-2590/3636-2546
E-mail: cqai@iema.es.gov.br