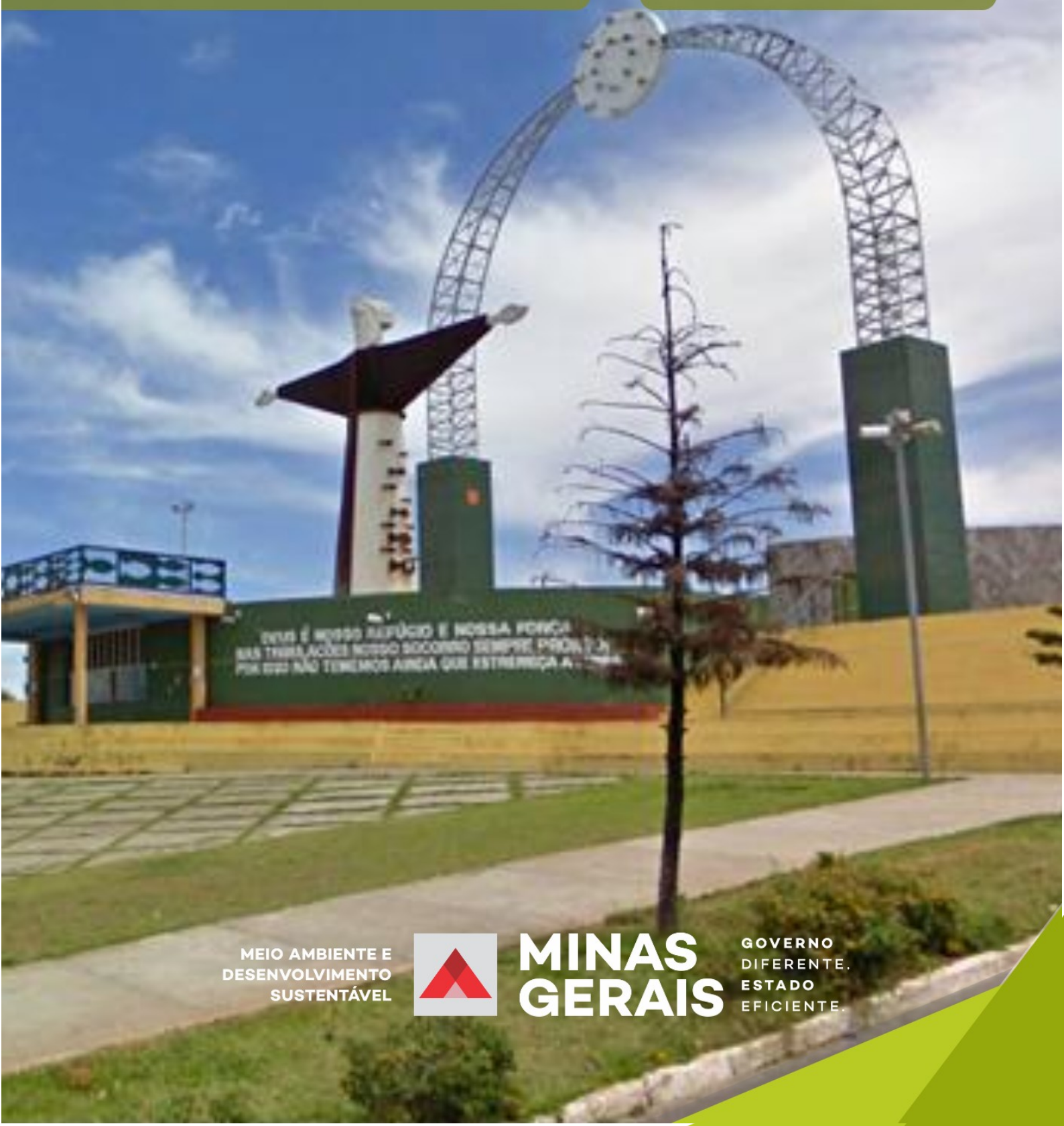


Relatório Anual da Qualidade do Ar de Minas Gerais

Ano base 2018



MEIO AMBIENTE E
DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL



**MINAS
GERAIS**

GOVERNO
DIFERENTE.
ESTADO
EFICIENTE.

Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos
Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável
Subsecretaria de Gestão Ambiental
Superintendência de Qualidade Ambiental e Mudanças Climáticas
Diretoria de Qualidade e Monitoramento Ambiental
Núcleo de Monitoramento da Qualidade do Ar e Emissões Atmosféricas

Relatório Anual da Qualidade do Ar de Minas Gerais
Ano Base – 2018

Belo Horizonte
Setembro de 2024



Governador do Estado de Minas Gerais

Romeu Zema Neto

Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SISEMA

Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SEMAD

Marília Carvalho de Melo - Secretária

Subsecretaria de Gestão Ambiental – SUGA

Diogo Soares de Melo Franco

Superintendência de Qualidade Ambiental e Mudanças Climáticas – SQMC

Renata Maria de Araújo

Diretoria de Qualidade e Monitoramento Ambiental - DQMA

Priscila Cristina Pizano de Souza Koch
– Diretora

Núcleo de Monitoramento da Qualidade do Ar e Emissões Atmosféricas - NQA

David Hollanda Vianna – Coordenador

Equipe técnica responsável pela elaboração

Gustavo Alexandre de Freitas Milian – Estagiário

João Vitor Rocha de Matos – Estagiário
Leidiane Santana Santos – Analista Ambiental

Robson Fernando Justino – Analista Ambiental

Equipe NQA

Antônio Alves dos Reis – Analista Ambiental

Isabela Pereira Domingos – Estagiária
João Vitor Rocha de Matos – Estagiário
Leidiane Santana Santos – Analista Ambiental

Rafael Costa de Faria – Estagiário
Rejane Cristina da Silva Mendes – Administrativo

Ricardo Silva Queiroz – Analista Ambiental

Robson Fernando Justino – Analista Ambiental

Rúbia Cecília Augusta Francisco – Analista Ambiental

Sueli Batista Ferreira – Analista Ambiental

Ficha catalográfica elaborada por Márcia Beatriz Silva de Azevedo – CRB 1934/6

M663r Minas Gerais. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável.
Relatório anual da qualidade do ar de Minas Gerais: ano base 2018 / Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. ---
Belo Horizonte: Semad, 2024.
174 p.: il.

RT NQA nº 35/2024

1. Qualidade do ar – Minas Gerais. 2. Estação de monitoramento. 3. Poluentes. I. Título.

CDU: 614.71(815.1)

Resumo

O presente relatório técnico mostra um panorama da qualidade do ar no Estado de Minas Gerais para o ano de 2018, a partir dos dados provenientes de 54 estações de monitoramento contínuo da qualidade do ar. Também é apresentado aspectos meteorológicos gerais relevantes para a discussão dos dados do monitoramento. Os poluentes discutidos foram os previstos e vigentes na Resolução CONAMA nº 03/1990: Partículas Totais em Suspensão (PTS), Partículas Inaláveis (MP₁₀), Monóxido de Carbono (CO), Ozônio (O₃), Dióxido de Nitrogênio (NO₂) e Dióxido de Enxofre (SO₂). Apresenta-se também os resultados do material particulado respirável (MP_{2,5}), monitorado em parte das estações da rede. Com base nos resultados obtidos observaram-se ultrapassagens dos padrões diários e anual de PTS estabelecidos em Congonhas. No que se refere ao MP₁₀, os municípios de Conceição do Mato Dentro e Congonhas registraram ultrapassagens ao padrão diário, já o padrão anual foi ultrapassado em Congonhas e São José da Lapa. Quanto às partículas respiráveis, MP_{2,5}, foi constatada ultrapassagem do valor guia da OMS de curta e longa duração na maioria das cidades da RMBH e nos municípios de Paracatu e Congonhas. Em relação aos poluentes gasosos, os resultados indicaram conformidade com os padrões para NO₂, CO e SO₂. Porém, registrou-se a ultrapassagem do padrão para o O₃ na RMBH, em todas as estações de Belo Horizonte e em Contagem. Quanto à análise dos parâmetros meteorológicos, observou-se que as temperaturas médias ficaram acima da normal climatológica na região Norte e Leste de Minas, já as regiões Central e Noroeste apresentaram temperaturas médias inferiores à normal. Verificou-se que a velocidade média mensal dos ventos se manteve na ordem de 1 a 2 m/s em grande parte das regiões analisadas, o que corroborou na elevada quantidade de dias desfavoráveis à dispersão de poluentes observada ao longo de 2018. A SEMAD reforça a importância do monitoramento da qualidade do ar no estado de Minas Gerais, a divulgação dos resultados e sua utilização para subsidiar políticas públicas.

Lista de Siglas

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CO – Monóxido de carbono
CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente
COPAM – Conselho Estadual de Política Ambiental
DV – Direção do vento
EPA – *Environmental Protection Agency*
FEAM – Fundação Estadual do Meio Ambiente
FEPAM – Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INMET – Instituto Nacional de Meteorologia
INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IQAr – Índice da Qualidade do Ar
MP_{2,5} – Partículas Respiráveis
MP₁₀ – Partículas Inaláveis
NAAQS – National Ambient Air Quality Standards
NO₂ – Dióxido de nitrogênio
NO_x – Óxidos de nitrogênio
NQA - Núcleo de Monitoramento da Qualidade do Ar e Emissões Atmosféricas
O₃ – Ozônio
OMS – Organização Mundial de Saúde
PA – Pressão atmosférica
PP – Precipitação pluviométrica
PRONAR – Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar
PSI – Pollutant Standards Index
PTS – Partículas Totais em Suspensão
QAr – Qualidade do Ar
RMBH – Região Metropolitana de Belo Horizonte
RMVA – Região Metropolitana do Vale do Aço
RS – Radiação solar
SO₂ – Dióxido de enxofre
UR – Umidade relativa

USEPA – Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos

VOCs – Compostos orgânicos voláteis

VV – Velocidade do vento

T – Temperatura

TAC – Termo de Ajustamento de Conduta

ZCAS – Zonas de Convergência do Atlântico Sul

Lista de Figuras

Figura 1: Localização das estações automáticas de monitoramento da qualidade do ar no estado de Minas Gerais.	8
Figura 2: Estações de monitoramento da QAr da RMBH.	13
Figura 3: Estações de monitoramento da QAr da RMVA.	14
Figura 4: Estações de monitoramento da QAr em Bacia do Rio Doce.	15
Figura 5: Estações de monitoramento da QAr em Congonhas e Ouro Preto.	16
Figura 6: Estações de monitoramento da QAr em Conceição do Mato Dentro.	17
Figura 7: Estações de monitoramento da QAr em Itabira.	18
Figura 8: Estações de monitoramento da QAr em Paracatu.	19
Figura 9: Estações de monitoramento da QAr em Pirapora.	20
Figura 10: Precipitação Acumulada Mensal em regiões de Minas Gerais.	23
Figura 11: Temperatura Média Mensal em regiões de Minas Gerais.	25
Figura 12: Dias desfavoráveis à dispersão em regiões de Minas Gerais em 2018.	25
Figura 13: Velocidade Média do Vento em regiões de Minas Gerais.	26
Figura 14: Crescimento da frota veicular nas cidades da RMBH.	28
Figura 15: Focos de incêndio das cidades que compõe a RMBH.	29
Figura 16: Empreendimentos licenciados no período de 2014 a 2018 na RMBH.	30
Figura 17: Concentrações máximas diárias de PTS em Brumadinho.	31
Figura 18: Evolução da média anual de PTS em Brumadinho.	32
Figura 19: Concentrações máximas diárias de MP ₁₀ nas estações da RMBH.	33
Figura 20: Concentrações médias anuais de MP ₁₀ na RMBH.	34
Figura 21: Evolução das médias anuais de MP ₁₀ nos municípios da RMBH.	35
Figura 22: Concentrações máximas diárias de MP _{2,5} nas estações da RMBH.	36
Figura 23: Concentrações Médias Anuais de MP _{2,5} nas estações da RMBH.	37
Figura 24: Evolução das médias anuais de MP _{2,5} na RMBH.	37
Figura 25: Concentrações máximas diárias de SO ₂ nas estações da RMBH.	38
Figura 26: Concentrações médias anuais de SO ₂ na RMBH.	39
Figura 27: Evolução das médias anuais de SO ₂ na RMBH.	40
Figura 28: Concentrações máximas horárias de NO ₂ na RMBH.	40
Figura 29: Concentrações médias anuais de NO ₂ na RMBH.	41
Figura 30: Evolução das médias anuais de NO ₂ na RMBH.	42
Figura 31: Concentrações máximas de 8 horas de CO na RMBH.	42
Figura 32: Concentrações máximas horárias de O ₃ na RMBH.	43
Figura 33: Crescimento da frota veicular na RMVA.	46
Figura 34: Focos de incêndio nas cidades da RMVA.	46
Figura 35: Empreendimentos licenciados na RMVA.	47
Figura 36: Concentrações máximas diárias de PTS na RMVA.	48
Figura 37: Concentrações médias anuais de PTS na RMVA.	49
Figura 38: Evolução das médias anuais de PTS na RMVA.	50
Figura 39: Concentrações máximas diárias de MP ₁₀ na RMVA.	51
Figura 40: Concentrações médias anuais de MP ₁₀ na RMVA.	52
Figura 41: Evolução das médias anuais de MP ₁₀ na RMVA.	52
Figura 42: Concentrações máximas diárias de MP _{2,5} na RMVA.	53
Figura 43: Concentrações médias anuais de MP _{2,5} na RMVA.	53

Figura 44: Evolução das médias anuais de $MP_{2,5}$ na RMVA.....	54
Figura 45: Concentrações máximas diárias de SO_2 na RMVA.....	54
Figura 46: Concentrações médias anuais de SO_2 na RMVA.....	55
Figura 47: Evolução das médias anuais de SO_2 na RMVA.....	56
Figura 48: Concentrações máximas horárias de NO_2 na RMVA.	56
Figura 49: Concentrações médias anuais de NO_2 na RMVA.	57
Figura 50: Evolução das médias anuais de NO_2 na RMVA.	58
Figura 51: Máximas médias de 8 horas de CO na RMVA.	58
Figura 52: Concentrações máximas horárias de O_3 na RMVA.....	59
Figura 53: Crescimento da frota veicular na Bacia do Rio Doce.....	62
Figura 54: Focos de incêndio na Bacia do Rio Doce.....	63
Figura 55: Empreendimentos licenciados na Bacia do Rio Doce.	63
Figura 56: Máximas diárias de PTS na Bacia do Rio Doce.	64
Figura 57: Médias anuais de PTS na Bacia do Rio Doce.....	65
Figura 58: Evolução das médias anuais de PTS na Bacia do Rio Doce.....	65
Figura 59: Concentrações máximas diárias de MP_{10} na Bacia do Rio Doce.....	66
Figura 60: Médias anuais de MP_{10} na Bacia do Rio Doce.....	67
Figura 61: Evolução das médias anuais de MP_{10} na Bacia do Rio Doce.....	67
Figura 62 : Médias anuais de $MP_{2,5}$ na Bacia do Rio Doce.	68
Figura 63: Crescimento da frota veicular de Congonhas e Ouro Preto.	70
Figura 64: Focos de Incêndio em Congonhas e Ouro Preto.....	70
Figura 65: Empreendimentos licenciados em Congonhas e Ouro Preto.	71
Figura 66: Máximas médias diárias de PTS em Congonhas e Ouro Preto.....	72
Figura 67: Médias anuais de PTS em Congonhas e Ouro Preto.....	73
Figura 68: Evolução das médias anuais de PTS em Congonhas e Ouro Preto.....	74
Figura 69: Máximas médias diárias de MP_{10} em Congonhas e Ouro Preto.....	75
Figura 70: Médias anuais de MP_{10} em Congonhas e Ouro Preto.....	76
Figura 71: Evolução das médias anuais de MP_{10} em Congonhas e Ouro Preto.....	77
Figura 72: Concentrações máximas diárias de $MP_{2,5}$ em Congonhas.	78
Figura 73: Concentrações médias anuais de $MP_{2,5}$ em Congonhas.....	78
Figura 74 : Evolução das médias anuais de $MP_{2,5}$ em Congonhas.	78
Figura 75 : Máximas médias diárias de SO_2 em Congonhas.....	79
Figura 76: Concentrações médias anuais de SO_2 em Congonhas.....	80
Figura 77: Evolução das médias anuais de SO_2 em Congonhas.	80
Figura 78: Máximas médias horárias de NO_2 em Congonhas.....	81
Figura 79: Concentrações médias anuais de NO_2 em Congonhas.....	81
Figura 80: Evolução de médias anuais de NO_2 em Congonhas.....	82
Figura 81: Máximas médias de 8 horas de CO em Congonhas.	82
Figura 82: Médias horárias máximas de O_3 em Congonhas.	83
Figura 83: Crescimento da frota veicular de Paracatu.....	86
Figura 84: Focos de incêndio em Paracatu.....	86
Figura 85: Empreendimentos licenciados em Paracatu.	87
Figura 86: Crescimento da frota veicular de Itabira.....	88
Figura 87: Focos de incêndio em Itabira.	88
Figura 88: Empreendimentos licenciados em Itabira.....	89
Figura 89: Crescimento da frota veicular de Pirapora.	89

Figura 90: Focos de incêndio em Pirapora.....	90
Figura 91: Empreendimentos licenciados em Pirapora.	90
Figura 92: Crescimento da frota veicular de Conceição do Mato Dentro.....	91
Figura 93: Focos de incêndio em Conceição do Mato Dentro.	91
Figura 94: Empreendimentos licenciados em Conceição do Mato Dentro.....	92
Figura 95: Máximas médias diárias de PTS nos demais municípios.	92
Figura 96: Médias anuais de PTS nos demais municípios.	94
Figura 97: Evolução das médias anuais de PTS nos demais municípios.	95
Figura 98: Máximas médias diárias de MP_{10} nos demais municípios.	96
Figura 99: Concentrações médias anuais de MP_{10} nos demais municípios.	97
Figura 100: Evolução das médias anuais de MP_{10} nos demais municípios.	98
Figura 101: Máximas médias diárias de $MP_{2,5}$ nos demais municípios.....	99
Figura 102: Médias anuais de $MP_{2,5}$ nos demais municípios.	100
Figura 103: Evolução das médias anuais de $MP_{2,5}$ nos demais municípios.	100
Figura 104: Máximas médias horárias de O_3 nos demais municípios.....	101

Lista de Tabelas

Tabela 1: Concentrações médias dos padrões primários e secundários.....	2
Tabela 2: Qualidades e concentrações ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) para determinação do IQAr.....	4
Tabela 3: Índices de qualidade do ar e efeitos à saúde.....	5
Tabela 4: Índices de qualidade do ar e prevenção de riscos à saúde.....	6
Tabela 5: Especificações das estações da RMBH.....	9
Tabela 6: Especificações das estações da RMVA.....	10
Tabela 7: Especificações das estações da Bacia do Rio Doce.....	10
Tabela 8: Especificações das estações de Congonhas e Ouro Preto.....	11
Tabela 9: Especificações das estações dos demais municípios.....	12
Tabela 10: Tipos de médias para o cálculo dos parâmetros e critérios de validação.....	21
Tabela 11: Listagens dos empreendimentos conforme DN COPAM nº 217/2017.....	31
Tabela 12: Distribuição percentual do IQAr de PTS na RMBH.....	32
Tabela 13: Distribuição percentual do IQAr de MP_{10} na RMBH.....	33
Tabela 14: Distribuição percentual do IQAr de SO_2 na RMBH.....	39
Tabela 15: Distribuição percentual do IQAr de NO_2 na RMBH.....	41
Tabela 16: Distribuição percentual do IQAr de CO na RMBH.....	43
Tabela 17: Índice IQAr de O_3 na RMBH.....	44
Tabela 18: Listagens dos empreendimentos conforme DN COPAM nº 217/2017.....	47
Tabela 19: Distribuição do IQAr para o PTS na RMVA.....	49
Tabela 20: Distribuição do IQAr para o MP_{10} na RMVA.....	51
Tabela 21: Distribuição do IQAr para o SO_2 na RMVA - Ipatinga.....	55
Tabela 22: Distribuição do IQAr para o NO_2 na RMVA.....	57
Tabela 23: Distribuição do IQAr para o CO na RMVA.....	59
Tabela 24: Distribuição do IQAr para o O_3 na RMVA.....	60
Tabela 25: Listagens dos empreendimentos conforme DN COPAM nº 217/2017.....	63
Tabela 26: Distribuição do IQAr de PTS na Bacia do Rio Doce.....	64
Tabela 27: Distribuição percentual do IQAr de MP_{10} na Bacia do Rio Doce.....	66
Tabela 28: Listagens dos empreendimentos em Congonhas e Ouro Preto.....	71
Tabela 29: Distribuição percentual do IQAr para PTS em Congonhas e Ouro Preto.....	73
Tabela 30: Distribuição percentual do IQAr de MP_{10} em Congonhas e Ouro Preto.....	76
Tabela 31: Distribuição percentual do IQAr de SO_2 em Congonhas.....	79
Tabela 32: Distribuição percentual do IQAr de NO_2 em Congonhas.....	81
Tabela 33: Distribuição percentual do IQAr de CO em Congonhas.....	82
Tabela 34: Distribuição percentual do IQAr de O_3 em Congonhas.....	83
Tabela 35: Distribuição percentual do IQAr de PTS nos demais municípios.....	93
Tabela 36: Distribuição percentual do IQAr de MP_{10} nos demais municípios.....	96
Tabela 37: Distribuição percentual do IQAr de O_3 em Conceição do Mato Dentro.....	101

Sumário

1	INTRODUÇÃO.....	1
2	MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR	7
2.1	Gestão da Qualidade do Ar em Minas Gerais	7
2.2	Estações de Monitoramento da qualidade do ar em Minas Gerais	7
2.3	Tratamento dos dados.....	21
2.3.1	Dados de qualidade do ar.....	21
2.3.2	Dados meteorológicos	22
3	METEOROLOGIA NO ANO DE 2018.....	22
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
4.1	RMBH.....	27
4.1.1	Caracterização das fontes de poluição da RMBH	27
4.1.2	PTS na RMBH.....	31
4.1.3	MP ₁₀ na RMBH	32
4.1.4	MP _{2,5} na RMBH	35
4.1.5	SO ₂ na RMBH	38
4.1.6	NO ₂ na RMBH	40
4.1.7	CO na RMBH.....	42
4.1.8	O ₃ na RMBH.....	43
4.2	RMVA.....	45
4.2.1	Caracterização das fontes de poluição da RMVA.....	45
4.2.2	PTS na RMVA.....	48
4.2.3	MP ₁₀ na RMVA.....	50
4.2.4	MP _{2,5} na RMVA	53
4.2.5	SO ₂ na RMVA.....	54
4.2.6	NO ₂ na RMVA.....	56
4.2.7	CO na RMVA.....	58
4.2.8	O ₃ na RMVA	59
4.3	Bacia do Rio Doce	60
4.3.1	Caracterização das fontes de poluição da Bacia do Rio Doce.....	61
4.3.2	PTS na Bacia do Rio Doce	64
4.3.3	MP ₁₀ na Bacia do Rio Doce	66
4.3.4	MP _{2,5} na Bacia do Rio Doce	68
4.4	Congonhas e Ouro Preto.....	68
4.4.1	Caracterização das fontes de poluição de Congonhas e Ouro Preto.....	69

4.4.2	PTS em Congonhas e Ouro Preto.....	72
4.4.3	MP ₁₀ em Congonhas e Ouro Preto	75
4.4.4	MP _{2,5} em Congonhas e Ouro Preto.....	77
4.4.5	SO ₂ em Congonhas e Ouro Preto	79
4.4.6	NO ₂ em Congonhas e Ouro Preto	80
4.4.7	CO em Congonhas e Ouro Preto.....	82
4.4.8	O ₃ em Congonhas e Ouro Preto.....	82
4.5	Demais municípios.....	83
4.5.1	Caracterização das fontes de poluição dos demais municípios.....	85
4.5.1.1	Paracatu.....	85
4.5.1.2	Itabira.....	87
4.5.1.3	Pirapora.....	89
4.5.1.4	Conceição do Mato Dentro.....	90
4.5.2	PTS nos demais municípios.....	92
4.5.3	MP ₁₀ nos demais municípios.....	95
4.5.4	MP _{2,5} nos demais municípios	99
4.5.5	O ₃ nos demais municípios.....	101
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	102
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	103
APÊNDICE A.....		112
Temperatura.....		112
Umidade Relativa.....		115
Precipitação Acumulada		118
Radiação Solar.....		121
Velocidade do Vento.....		124
Pressão Atmosférica.....		127
APÊNDICE B.....		128
Temperatura.....		128
Umidade Relativa.....		130
Precipitação Acumulada		132
Radiação Solar.....		133
Velocidade do Vento.....		134
Pressão Atmosférica.....		136
Apêndice C.....		137
Temperatura.....		137

Umidade Relativa.....	138
Precipitação Acumulada	139
Velocidade do Vento	140
Apêndice D.....	141
Temperatura.....	141
Umidade Relativa.....	144
Precipitação Acumulada	147
Radiação Solar.....	149
Velocidade do Vento	151
Pressão Atmosférica	153
APÊNDICE E	154
Temperatura.....	154
Umidade Relativa.....	156
Precipitação Acumulada	157
Radiação Solar.....	158
Velocidade do Vento	159
Pressão Atmosférica	162

1 INTRODUÇÃO

A cada ano, 7 milhões de mortes prematuras no mundo estão relacionadas à poluição atmosférica, conforme estimativa da Organização Mundial da Saúde (OMS) (NAÇÕES UNIDAS, 2021). Além disso, 99% da população do mundo respira ar que excede os limites de qualidade recomendados pela OMS (OPAS, 2022). No Brasil, um estudo realizado pelo Ministério da Saúde estimou a ocorrência de mais de 44 mil mortes por doenças crônicas não transmissíveis atribuídas à poluição do ar no país, em 2016 (Brasil, 2019). Aliado a isso, os efeitos da poluição atmosférica não se limitam à saúde humana, também se estendem aos materiais, à fauna, à flora e ao solo, influenciando na estrutura e função dos ecossistemas, afetando toda a qualidade de vida (OMS, 2000).

A qualidade do ar é produto da interação de um complexo conjunto de fatores dentre os quais destacam-se a magnitude das emissões, a topografia e as condições meteorológicas da região, favoráveis ou não à dispersão dos poluentes (MMA, s.d.). Acrescenta-se a essa interação as condições de uso e ocupação do solo urbano. Entretanto, existem inúmeros compostos químicos considerados poluentes atmosféricos, o que torna impossível a medição e acompanhamento de todos eles.

Nesse contexto, baseado em estudos científicos de toxicidade e da frequência de ocorrência, alguns órgãos internacionais regulamentaram uma gama de poluentes atmosféricos como indicadores da qualidade do ar (CETESB, 2023). Entre eles, destacam-se: material particulado (MP), ozônio (O₃), dióxido de enxofre (SO₂), dióxido de nitrogênio (NO₂), monóxido de carbono (CO) e chumbo (Pb) (MMA, 2023). Portanto, de certa forma, é a interação desses poluentes na atmosfera que define o nível de qualidade do ar, em função das suas concentrações.

O Conselho Nacional do Meio Ambiente, por meio da Resolução CONAMA nº 05, de 15 de junho de 1989, criou o Programa Nacional de Controle de Qualidade do Ar - PRONAR, com o intuito de permitir o desenvolvimento econômico e social do país de forma ambientalmente segura.

Em consequência disso, os padrões de qualidade do ar foram estabelecidos na Resolução CONAMA nº 03, de 28 de junho de 1990, que adotou os poluentes determinados pela *National Ambient Air Quality Standards* (NAAQS) e OMS, estabelecendo limites máximos para suas concentrações na atmosfera para garantir a proteção da saúde da população e do meio ambiente (Brasil, 1990). A Tabela 1 apresenta os padrões primários e secundários conforme determinado na Resolução CONAMA nº 03/1990.

Tabela 1: Concentrações médias dos padrões primários e secundários.

Poluente	Tempo de Amostragem	Padrão Primário ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Padrão Secundário ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Partículas Totais em Suspensão (PTS)	24 horas ¹	240	150
	MGA ²	80	60
Partículas Inaláveis (MP_{10})	24 horas ¹	150	150
	MAA ³	50	50
Dióxido de enxofre (SO_2)	24 horas ¹	365	100
	MAA ³	80	40
Dióxido de nitrogênio (NO_2)	1 hora ¹	320	190
	MAA ³	100	100
Ozônio (O_3)	1 hora ¹	160	160
Monóxido de carbono (CO)	1 hora ¹	40000	40000
		35 ppm	35 ppm
	8 horas ¹	10000	10000
		9 ppm	9 ppm

¹. Não deve ser excedido mais que uma vez no ano; ² Média geométrica anual (MGA); ³ Média aritmética anual (MAA).

Fonte: Resolução CONAMA nº 03 de 28 de junho de 1990.

Importante destacar que, apesar da legislação no ano vigente (2018) não contemplar os padrões para as partículas respiráveis ($\text{MP}_{2,5}$), algumas estações de qualidade do ar existentes em Minas Gerais já realizavam o monitoramento desse poluente. À época, a Organização Mundial de Saúde estabelecia uma concentração anual média de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (percentil 99) para 24 horas de exposição como valores orientadores para esse poluente (OMS, 2006).

Outro instrumento de gestão definido pelo PRONAR foi o monitoramento da qualidade do ar, que possibilita a verificação do grau de exposição da população aos vários poluentes, além de propiciar o acompanhamento de tendências de médio e longo prazo para orientar a tomada de decisão e verificar a eficácia dos programas de controle e a necessidade de aprimoramentos (MMA, 2020).

No estado de Minas Gerais, o monitoramento contínuo da qualidade do ar ocorre por meio de estações automáticas, instaladas e operadas por empreendimentos em atendimento a condicionantes do processo de licenciamento ambiental e/ou Termo de Ajustamento de Conduta (TAC) assinado com o Ministério Público. Essas redes contínuas e automáticas são acompanhadas pelo Núcleo de Monitoramento da Qualidade do Ar e Emissões Atmosféricas (NQA), da Secretaria de Estado de Meio ambiente e Desenvolvimento sustentável (SEMAD), as quais são abordadas nesse documento.

Neste sentido, o objetivo deste relatório é apresentar o diagnóstico da qualidade do ar para o ano de 2018, considerando os dados do monitoramento contínuo e o atendimento aos padrões estabelecidos na Resolução CONAMA n° 03/1990.

Além do monitoramento automático, também existe no estado o monitoramento manual, executado pelos empreendimentos conforme as mesmas ações destacadas anteriormente. Porém, são estações descentralizadas, acompanhadas regionalmente via licenciamento ambiental. Portanto, a análise dos dados dessas estações não faz parte desse documento.

Em 2018, a rede de monitoramento do estado contava com 54 estações automáticas, sendo 14 instaladas na Região Metropolitana de Belo Horizonte, 8 na Região Metropolitana do Vale do Aço, 12 na região de Congonhas e Ouro Preto, 4 na Bacia do Rio Doce e 16 distribuídas entre os municípios de Conceição do Mato Dentro, Paracatu, Itabira e Pirapora. Os dados do monitoramento são transmitidos, em tempo real, para a Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD), responsável por divulgá-los para a sociedade.

A forma de divulgação mais utilizada pelos estados e, conseqüentemente, também por Minas Gerais, em virtude da maior facilidade de compreensão pela população, é por meio do índice de qualidade do ar (IQAr) ou Pollutant Standards Index (PSI), desenvolvido pela USEPA. O IQAr consiste na conversão de um valor de concentração de determinado poluente para um valor adimensional, compreendido na escala de 0 a 500, que o caracteriza em uma classe (boa, regular, inadequada, má, péssima ou crítica) e o expressa por uma cor correspondente (verde, amarelo, laranja, vermelho e roxo), conforme a Tabela 2. A qualidade do ar de uma área monitorada é definida pelo pior índice registrado dentre os poluentes mensurados.

A USEPA também destacou os principais efeitos à saúde que determinadas concentrações de poluentes podem ocasionar (Tabela 3), e as medidas preventivas que podem ser tomadas pela população, considerando os poluentes listados na Resolução CONAMA nº 03/1990 (Tabela 4).

Tabela 2: Qualidades e concentrações ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) para determinação do IQAr.

Qualidade	Índice	MP ₁₀ (24h)	PTS (24h)	SO ₂ (24h)	NO ₂ (1h)	O ₃ (8h)	CO ¹ (1h)
Bom	0-50	0-50	0-80	0-80	0-100	0-80	0-4,5
Regular	51-100	51-150	81-240	81-365	101-320	81-160	4,6-9
Inadequada	101-200	151-250	241-375	366-800	321-1130	161-400	9,1-15
Ruim	201-300	251-420	376-625	801-1600	1131-2260	401-800	15, 1-30
Péssima	301-400	421-500	626-875	1601-2100	2261-3000	801-1000	30,1-40
Crítica	401-500	501-600	876-1000	2101-2620	3001-3750	1001-1200	40,1-50

¹ Unidade: ppm. Fonte: Resolução CONAMA nº 03 de 28 de junho de 1990 e USEPA.

Tabela 3: Índices de qualidade do ar e efeitos à saúde.

QUALIDADE DO AR E EFEITOS À SAÚDE							
Qualidade	Índice	PM10 Média de 24 horas ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM2,5 Média de 24 horas ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	O ₃ Média de 1 hora ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	CO Média de 8 horas (ppm)	NO ₂ Média de 1 hora ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	SO ₂ Média de 24 horas ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Boa	0 - 50	-	-	-	-	-	-
Regular	51 - 100	Pessoas sensíveis podem apresentar sintomas de doenças respiratórias, além de possível agravamento de doenças cardíacas e pulmonares em idosos e indivíduos que apresentam doenças cardiopulmonares.		-	-	-	-
Inadequada	101 - 200	Aumento dos sintomas de doenças respiratórias em pessoas sensíveis, agravamento de doenças cardíacas, pulmonares e mortes prematuras de indivíduos que apresentam doenças cardiopulmonares, idosos e população com menor nível socioeconômico.		Aumento dos sintomas de doenças respiratórias e desconforto na respiração em indivíduos que apresentam doenças pulmonares, crianças, idosos e pessoas que desenvolvem atividades ao ar livre.	Aumento da probabilidade de redução da tolerância à exercícios e atividades ao ar livre devido ao aumento de sintomas de doenças cardiovasculares, como dores no peito, em indivíduos com doenças cardíacas.	Aumento dos sintomas de doenças respiratórias, como dores no peito e desconforto respiratório, em pessoas com asma.	
Má	201 - 300	Aumento dos sintomas de doenças respiratórias na população em geral; agravamento de doenças cardíacas, pulmonares e mortes prematuras de indivíduos com doenças cardiopulmonares, idosos e população com menor nível socioeconômico.		Aumento dos sintomas de doenças respiratórias na população em geral; maior probabilidade de sintomas de doenças respiratórias e dificuldade na respiração em indivíduos com doenças pulmonares, como asma, em crianças, idosos e pessoas que desenvolvem atividades ao ar livre.	Redução da tolerância à exercícios e atividades ao ar livre devido ao aumento de sintomas de doenças cardiovasculares, como dores no peito, em indivíduos com doenças cardíacas.	Aumento dos sintomas de doenças respiratórias, como dores no peito e respiração ofegante em indivíduos com asma; possível agravamento de outras doenças pulmonares.	
Péssima	301 - 400	Aumento dos sintomas de doenças respiratórias na população em geral; agravamento significativo de doenças cardíacas, pulmonares e mortes prematuras de indivíduos com doenças cardiopulmonares, idosos e população com menor nível socioeconômico.		Aumento dos sintomas de doenças respiratórias na população em geral; severo aumento dos sintomas de doenças respiratórias e comprometimento da respiração em indivíduos com doenças pulmonares, como asma, em crianças, idosos e pessoas que desenvolvem atividades ao ar livre.	Agravamento significativo dos sintomas de doenças cardiovasculares, como dores no peito, em indivíduos com doenças cardíacas.	Aumento significativo dos sintomas de doenças respiratórias, como respiração ofegante e falta de ar, em indivíduos com asma; possível agravamento de outras doenças pulmonares.	
Crítica	401 - 500	Sérios riscos de aumento dos sintomas de doenças respiratórias na população em geral; sério agravamento de doenças cardíacas, pulmonares e mortes prematuras de indivíduos com doenças cardiopulmonares, idosos e população com menor nível socioeconômico.		Aumento severo dos sintomas de doenças respiratórias na população em geral; severos efeitos respiratórios e comprometimento da respiração em indivíduos com doenças pulmonares, como asma, em crianças, idosos e pessoas que desenvolvem atividades ao ar livre.	Prejuízos para o desenvolvimento de atividades extenuantes para a população em geral; sério agravamento de sintomas de doenças cardiovasculares, como dores no peito, em indivíduos com doenças cardíacas.	Possível aumento dos sintomas de doenças respiratórias para a população em geral; aumento no agravamento de outras doenças pulmonares; severo aumento dos sintomas de doenças respiratórias, como respiração ofegante e falta de ar, em indivíduos com asma.	

Fonte: USEPA, 2013.

Tabela 4: Índices de qualidade do ar e prevenção de riscos à saúde.

QUALIDADE DO AR E PREVENÇÃO DE RISCOS À SAÚDE							
Qualidade	Índice	PM10 Média de 24 horas ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM2,5 Média de 24 horas ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	O ₃ Média de 1 hora ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	CO Média de 8 horas (ppm)	NO ₂ Média de 1 hora ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	SO ₂ Média de 24 horas ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Boa	0 - 50	-	-	-	-	-	-
Regular	51 - 100	Indivíduos de grupos sensíveis devem considerar a redução de atividades prolongadas ou intensas.		-	-	Indivíduos de grupos sensíveis devem considerar a redução de atividades prolongadas, especialmente nas proximidades de vias movimentadas.	-
Inadequada	101 - 200	Indivíduos que já apresentam doenças cardíacas ou pulmonares, idosos, crianças e população com menor nível socioeconômico devem reduzir as atividades que exigem esforço intenso ou prolongado.		Crianças, idosos, pessoas que desenvolvem atividades ao ar livre e indivíduos que já apresentam doenças pulmonares, como asma, devem reduzir as atividades que exigem esforço intenso ou prolongado.	Indivíduos que apresentam doenças cardíacas, como angina, devem reduzir as atividades intensas e evitar a proximidade de fontes de CO, como vias de tráfego intenso.	Indivíduos que apresentam asma, crianças e idosos devem reduzir o esforço prolongado, especialmente nas proximidades de vias movimentadas.	Indivíduos que apresentam asma devem reduzir as atividades ao ar livre.
Má	201 - 300	A população em geral deve reduzir as atividades intensas ou prolongadas. Indivíduos que apresentam doenças cardíacas ou pulmonares, idosos, crianças e população com menor nível socioeconômico devem evitar as atividades que exigem esforço intenso ou prolongado.		A população em geral deve reduzir as atividades intensas ou prolongadas. Indivíduos que apresentam doenças pulmonares, como asma, crianças, idosos e pessoas que desenvolvem atividades ao ar livre devem evitar realizar esforços prolongados ou intensos.	Indivíduos que apresentam doenças cardíacas, como angina, devem reduzir as atividades que exigem esforços moderados e evitar a proximidade das fontes de CO, como vias de tráfego intenso.	A população em geral deve reduzir as atividades prolongadas, especialmente nas proximidades de vias movimentadas. Indivíduos que apresentam asma, crianças e idosos devem evitar atividades que exigem esforço intenso ou prolongado nas proximidades de vias de tráfego.	Crianças e indivíduos que apresentam asma, ou outras doenças pulmonares, devem reduzir as atividades ao ar livre.
Péssima	301 - 400	A população em geral deve evitar atividades intensas ou prolongadas. Indivíduos que apresentam doenças cardíacas ou pulmonares, idosos, crianças e população com menor nível socioeconômico devem evitar todas as atividades físicas ao ar livre.		A população em geral deve reduzir as atividades ao ar livre. Indivíduos que apresentam doenças pulmonares, como asma, crianças, idosos e pessoas que desenvolvem atividades ao ar livre devem evitar o exercício de atividades ao ar livre.	Indivíduos que apresentam doenças cardíacas, como angina, devem evitar realizar atividades nas proximidades de fontes de CO, como vias de tráfego intenso.	A população em geral deve evitar atividades prolongadas, especialmente nas proximidades de vias movimentadas. Indivíduos que apresentam asma, crianças e idosos devem evitar todas as atividades ao ar livre.	A população em geral deve reduzir as atividades ao ar livre. Crianças e indivíduos que apresentam asma, ou outras doenças pulmonares, devem evitar as atividades ao ar livre.
Crítica	401 - 500	A população em geral deve evitar qualquer atividade física ao ar livre. Indivíduos que apresentam doenças cardíacas ou pulmonares, idosos, crianças e população com menor nível socioeconômico devem permanecer em ambientes fechados e realizar atividades que não exigem esforço.		A população em geral deve evitar o exercício de qualquer atividade ao ar livre.	A população em geral deve reduzir as atividades intensas. Indivíduos que apresentam doenças cardíacas, como angina, devem evitar realizar atividades nas proximidades de fontes de CO, como vias de tráfego intenso.	A população em geral deve evitar qualquer esforço ao ar livre. Indivíduos que apresentam asma, crianças e idosos devem permanecer em ambientes fechados.	A população em geral deve evitar qualquer esforço ao ar livre. Crianças e indivíduos que apresentam asma, ou outras doenças pulmonares, devem permanecer em ambientes fechados.

Fonte: USEPA, 2013.

2 MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR

2.1 Gestão da Qualidade do Ar em Minas Gerais

A rede de monitoramento da qualidade do ar do Estado de Minas Gerais é operada e mantida por empresas que exercem atividades potencialmente poluidoras licenciadas pelo órgão ambiental. As estações são solicitadas por meio de condicionantes das licenças ambientais ou Termos de Ajustamento de Conduta (TAC).

Os dados das estações automáticas de monitoramento da qualidade do ar são coletados e enviados para o Centro Supervisório da SEMAD, vinculado ao Núcleo de Monitoramento da Qualidade do Ar e Emissões Atmosféricas (NQA). No Centro Supervisório, os dados são processados e divulgados no formato do Boletim Diário da Qualidade do ar.

2.2 Estações de Monitoramento da qualidade do ar em Minas Gerais

O estado de Minas Gerais possuía 54 estações automáticas instaladas em 2018, localizadas em 17 municípios: Belo Horizonte (3), Betim (3), Contagem (1), Ibirité (2), Brumadinho (1), São José da Lapa (4), Ipatinga (4), Timóteo (3), Coronel Fabriciano (1), Congonhas (8), Ouro Preto (4), Barra Longa (3), Mariana (1), Itabira (5), Paracatu (5), Pirapora (2) e Conceição do Mato Dentro (4). A Figura 1 mostra a concentração das estações no estado.

As estações foram agrupadas em cinco regiões principais: “Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH)”, “Região Metropolitana do Vale do Aço (RMVA)”, “Região de Congonhas e Ouro Preto”, “Região da Bacia do Rio Doce” e “Demais Municípios”. As Tabelas 5 a 9 apresentam as especificações das estações, suas distribuições, localização nos municípios, bem como, os parâmetros monitorados, enquanto as Figuras 2 a 9 mostram a distribuição das estações em cada região.

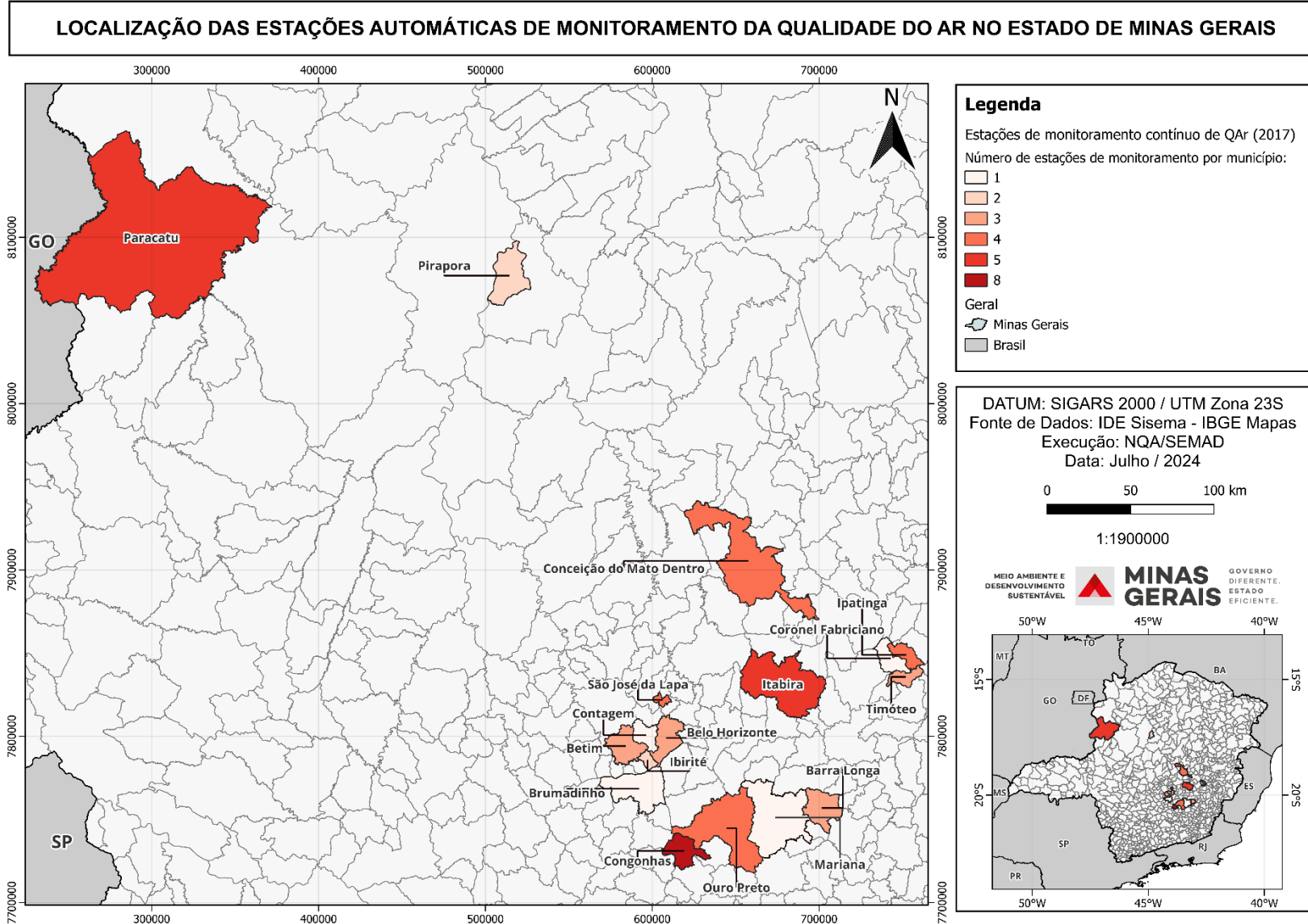


Figura 1: Localização das estações automáticas de monitoramento da qualidade do ar no estado de Minas Gerais.

Tabela 5: Especificações das estações da RMBH.

Município	Estação	Latitude	Longitude	Poluentes Monitorados	Parâmetros Meteorológicos*
Belo Horizonte	Delegacia Amazonas	19° 56' 14.90" S	43° 59' 41.50" W	MP ₁₀ , MP _{2,5} , NO ₂ , O ₃ , SO ₂ , CO	VV, DV, PP, T, RS, UR, PA
	Centro Av. do Contorno	19° 54' 47.96" S	43° 56' 8.68" W	MP ₁₀ , MP _{2,5} , NO ₂ , O ₃ , SO ₂ , CO	VV, DV, PP, T, RS, UR
	PUC Barreiro	19° 58' 33.61" S	44° 1' 30.34" W	MP ₁₀ , MP _{2,5} , NO ₂ , O ₃ , SO ₂ , CO	VV, DV, PP, T, RS, UR
Betim	Alterosa	19° 56' 51.26" S	44° 9' 39.06" W	MP ₁₀ , MP _{2,5} , NO ₂ , O ₃ , SO ₂ , CO	VV, DV, PP, T, RS, UR
	Centro Administrativo Betim	19° 58' 8.16" S	44° 12' 25.10" W	MP ₁₀ , MP _{2,5} , NO ₂ , O ₃ , SO ₂ , CO	VV, DV, PP, T, RS, UR
	Petrovale	19° 59' 39.93" S	44° 6' 40.05" W	MP ₁₀ , MP _{2,5} , NO ₂ , O ₃ , SO ₂ , CO	VV, DV, PP, T, RS, UR
Brumadinho	Comunidade do Feijão	20° 8' 11.88" S	44° 7' 20.81" W	PTS, MP ₁₀ , MP _{2,5}	VV, DV, PP, T, RS, UR, PA
Contagem	Cidade Industrial	19° 57' 38.56" S	44° 1' 52.89" W	MP ₁₀ , MP _{2,5} , NO ₂ , O ₃ , SO ₂ , CO	VV, DV, PP, T, RS, UR, PA
Ibirité	Cascata	19° 59' 15.39" S	44° 5' 10.66" W	MP ₁₀ , MP _{2,5} , NO ₂ , O ₃ , SO ₂ , CO	VV, DV, PP, T, RS, UR
	Piratininga	20° 0' 14.27" S	44° 3' 34.89" W	MP ₁₀ , MP _{2,5} , NO ₂ , O ₃ , SO ₂ , CO	VV, DV, PP, T, RS, UR
São José da Lapa	Centro	19° 42' 0.61" S	43° 57' 36.71" W	MP ₁₀ , MP _{2,5}	-
	Escola Municipal Filhinha Gama - Vila Ical	19° 42' 47.45" S	43° 57' 50.73" W	MP ₁₀ , MP _{2,5}	-
	Célvia (Vespasiano)	19° 41' 49.21" S	43° 56' 17.33" W	MP ₁₀ , MP _{2,5}	VV, DV, PP, T, RS, UR, PA
	Jardim Encantado	19° 42' 45.00" S	43° 58' 7.91" W	MP ₁₀ , MP _{2,5}	VV, DV, PP, T, RS, UR, PA

*Velocidade do vento (VV), direção do vento (DV), precipitação (PP), temperatura (T), radiação solar (RS), umidade relativa (UR) e pressão atmosférica (PA).

Tabela 6: Especificações das estações da RMVA.

Município	Estação	Latitude	Longitude	Poluentes Monitorados	Variáveis Meteorológicas*
Coronel Fabriciano	SENAC (Vale do Aço)	19° 31' 51.55" S	42° 37' 40.18" W	MP ₁₀ , MP _{2,5}	VV, DV, T, UR, PA
Ipatinga	Veneza	19° 28' 17" S	42° 31' 35.2" W	PTS, MP ₁₀ , MP _{2,5} , NO ₂ , O ₃ , SO ₂ , CO	VV, DV, PP, T, RS, UR, PA
	Bom Retiro	19° 30' 34.47" S	42° 33' 25.41" W	PTS, MP ₁₀ , MP _{2,5} , NO ₂ , O ₃ , SO ₂ , CO	VV, DV, PP, T, RS, UR, PA
	Cariru	19° 29' 28.92" S	42° 31' 43.46" W	PTS, MP ₁₀ , MP _{2,5} , NO ₂ , O ₃ , SO ₂ , CO	VV, DV, PP, T, RS, UR, PA
	Cidade Nobre	19° 27' 40.22" S	42° 33' 36.74" W	PTS, MP ₁₀ , MP _{2,5} , NO ₂ , O ₃ , SO ₂ , CO	VV, DV, PP, T, RS, UR, PA
Timóteo	Hospital Vital Brazil	19° 33' 0.37" S	42° 38' 38.84" W	MP _{2,5}	VV, DV, T, UR
	Cecília Meireles	19° 32' 49.93" S	42° 39' 23.89" W	MP ₁₀ , MP _{2,5} , NO ₂ , O ₃	VV, DV, T, UR
	Escola Sementinha	19° 32' 12.34" S	42° 40' 18.62" W	MP ₁₀ , MP _{2,5}	VV, DV, T, UR

*Velocidade do vento (VV), direção do vento (DV), precipitação (PP), temperatura (T), radiação solar (RS), umidade relativa (UR) e pressão atmosférica (PA).

Tabela 7: Especificações das estações da Bacia do Rio Doce.

Município	Estação	Latitude	Longitude	Poluentes Monitorados	Variáveis Meteorológicas*
Mariana	Paracatu de Baixo	20° 18 '23.00" S	43° 13' 47.31" W	MP ₁₀ , MP _{2,5}	-
Barra Longa	Barra Longa Centro	20° 16' 57.25" S	43° 2' 25.23" O	PTS, MP ₁₀ , MP _{2,5}	VV, DV, PP, T, UR
	Barra Longa - Volta da Capela	20° 17' 15.95" S	43° 3' 17.68" O	PTS, MP ₁₀ , MP _{2,5}	VV, DV
	Gesteira	20° 15' 25.95" S	43° 7' 27.83" W	MP ₁₀ , MP _{2,5}	-

*Velocidade do vento (VV), direção do vento (DV), precipitação (PP), temperatura (T), radiação solar (RS), umidade relativa (UR) e pressão atmosférica (PA).

Tabela 8: Especificações das estações de Congonhas e Ouro Preto.

Município	Estação	Latitude	Longitude	Poluentes Monitorados	Variáveis Meteorológicas*
Congonhas	Matriz	20° 30' 1.52" S	43° 51' 20.80" O	PTS, MP ₁₀ , MP _{2,5}	-
	Pires	20° 26' 49.50" S	43° 50' 28.28" O	PTS, MP ₁₀	VV, DV, PP, TA, RS, DP, UR, PA,
	Basilica	20° 30' 54.60" S	43° 51' 39.60" O	PTS, MP ₁₀ , MP _{2,5} , NO ₂ , O ₃ , SO ₂	VV, DV, TA, UR
	Casa de Pedra	20° 29' 5.07" S	43° 54' 50.15" O	-	VV, DV, PP, TA, RS, UR, PA,
	Novo Plataforma	20° 29' 18.82" S	43° 51' 41.44" O	PTS, MP ₁₀ , MP _{2,5}	-
	Lobo Leite	20° 31' 7.38" S	43° 47' 43.60" O	PTS, MP ₁₀ , MP _{2,5} , NO ₂ , O ₃ , SO ₂ , CO	VV, DV, PP, TA, RS, UR,
	Jardim Profeta	20° 31' 15.67" S	43° 49' 46.34" W	PTS, MP ₁₀	TA, UR, PA
	Mina de Viga	20° 29' 49.32" S	43° 55' 8.27" W	-	VV, DV, PP, TA, RS, UR, PA
Ouro Preto	Motas	20° 26' 30.67" S	43° 49' 44.25" O	PTS, MP ₁₀	-
	Namisa	20° 26' 22.46" S	43° 50' 7.23" O	-	VV, DV, PP, TA, RS, UR, PA,
	Fábrica	20° 25' 5.29" S	43° 52' 31.37" W	-	VV, DV, PP, TA, RS, UR, PA
	Miguel Burnier	20° 25' 49.45" S	43° 45' 33.41" W	-	VV, DV, PP, TA, RS, UR, PA

*Velocidade do vento (VV), direção do vento (DV), precipitação (PP), temperatura (T), radiação solar (RS), umidade relativa (UR) e pressão atmosférica (PA).

Tabela 9: Especificações das estações dos demais municípios.

Município	Estação	Latitude	Longitude	Poluentes Monitorados	Variáveis Meteorológicas*
Conceição do Mato Dentro	Meteorologia Mina do Sapo	18° 53' 18.33" S	43° 25' 8.21" W	-	DV, VV, PP, PA, RS, TA, UR
	Aeroporto CMD	19° 1' 14.12" S	43° 26' 1.32" W	PTS, MP ₁₀ , MP _{2,5} , O ₃	VV, DV, PP, TA, RS, , UR, PA
	Córregos	18° 53' 7.58" S	43° 30' 4.06" W	PTS, MP ₁₀ , MP _{2,5}	VV ,DV
	Sapo	18° 55' 28.54"	43° 23' 57.20" W	PTS, MP ₁₀ , MP _{2,5}	-
Itabira	Pousada	19° 37' 9.60" S	43° 13' 59.80" W	-	VV, DV, PP, TA, RS, DP, UR, PA
	Pará	19° 37' 9.99" S	43° 13' 50.85" W	PTS, MP ₁₀	VV, DV, T
	Major Lage	19° 38' 9.48" S	43° 14' 14.81" W	PTS, MP ₁₀	VV, DV, T
	Félix	19° 39' 15" S	43° 14' 14.68" W	PTS, MP ₁₀	VV, DV, T
	Panorama	19° 38' 4.10" S	43° 13' 19.10" W	PTS, MP ₁₀	VV, DV, T
Paracatu	São Domingos	17° 11' 53.92" S	46° 51' 32.18" W	PTS, MP ₁₀	VV, DV, T, PA
	Clube União	17° 12' 56.46" S	46° 53' 11.97" W	MP ₁₀ , MP _{2,5}	VV, DV, T
	Copasa	17° 12' 19.58" S	46° 52' 27.60" W	PTS, MP ₁₀	VV, DV, T
	Lagoa Trindade Rodrigues	17° 9' 1.76" S	46° 49' 59.78" W	PTS, MP ₁₀	VV, DV, T, PA
	Sérgio Ulhoa	17° 13' 28.35" S	46° 52' 30.73" W	PTS, MP ₁₀ , MP _{2,5}	-
Pirapora	SAAE	17° 21' 10.9" S	44° 56' 58.6" W	MP ₁₀	-
	FUNAM	17° 19' 50.14" S	44° 55' 36.67" W	MP ₁₀	-

*Velocidade do vento (VV), direção do vento (DV), precipitação (PP), temperatura (T), radiação solar (RS), umidade relativa (UR) e pressão atmosférica (PA).

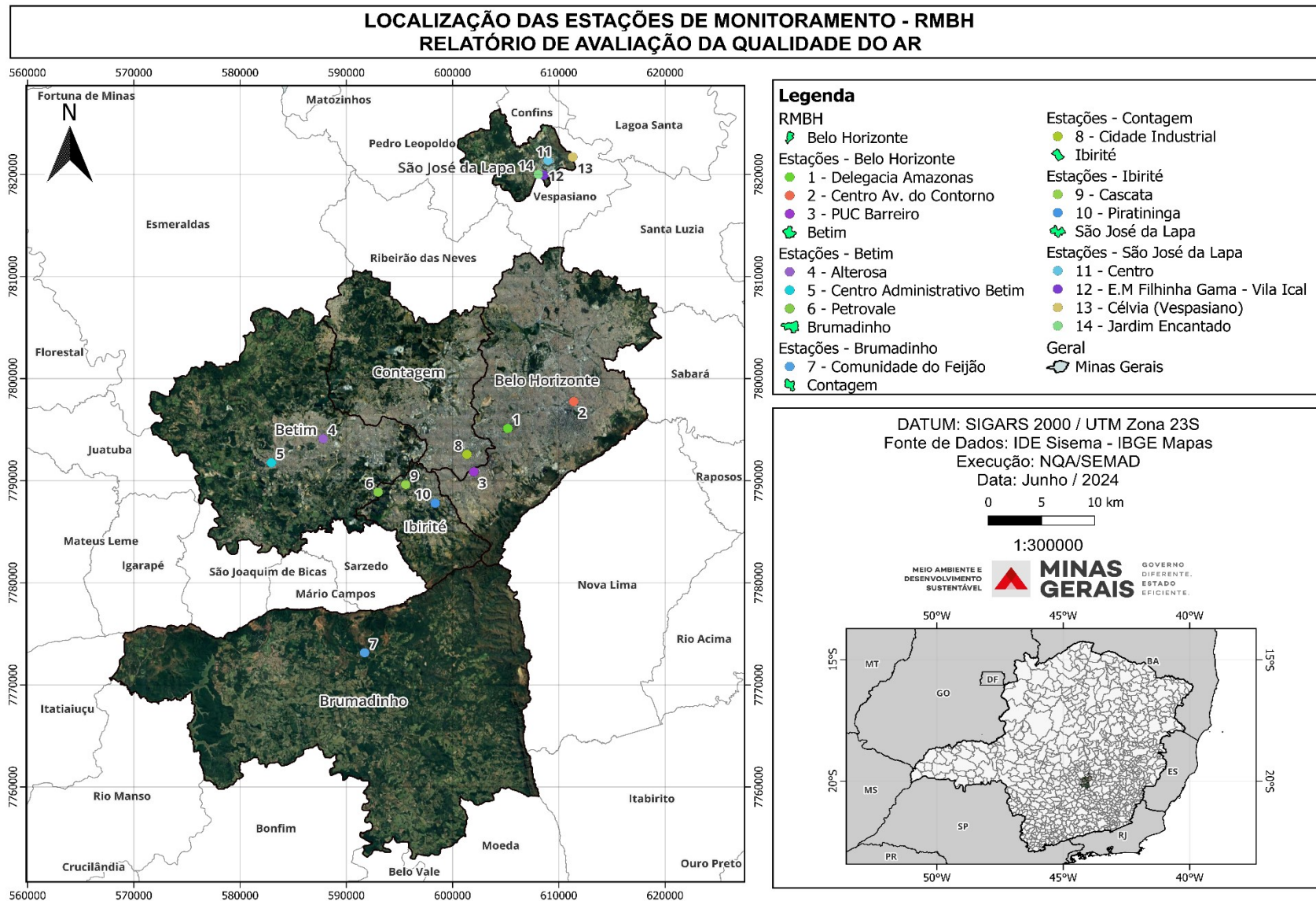


Figura 2: Estações de monitoramento da QAr da RMBH.

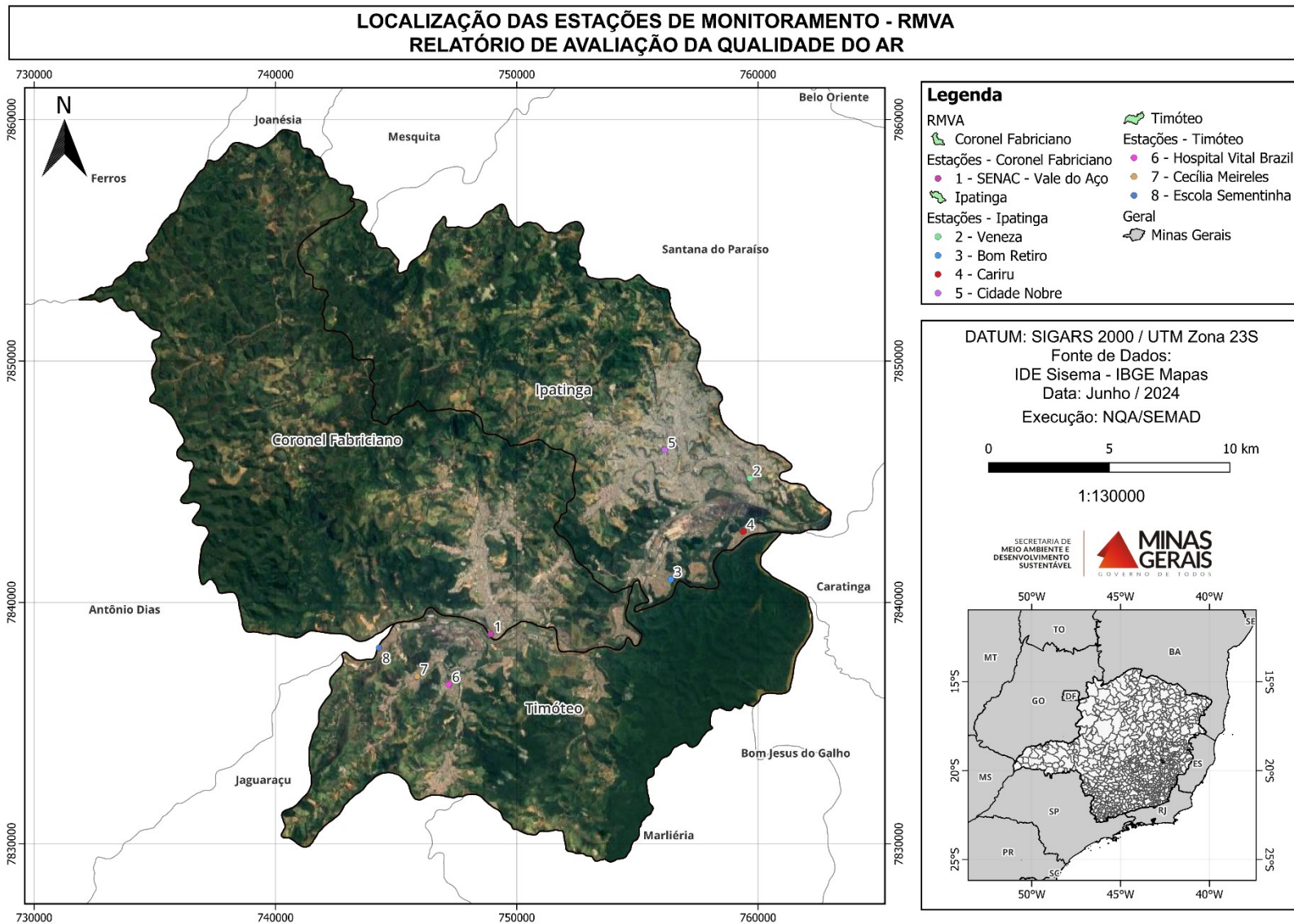


Figura 3: Estações de monitoramento da QAr da RMVA

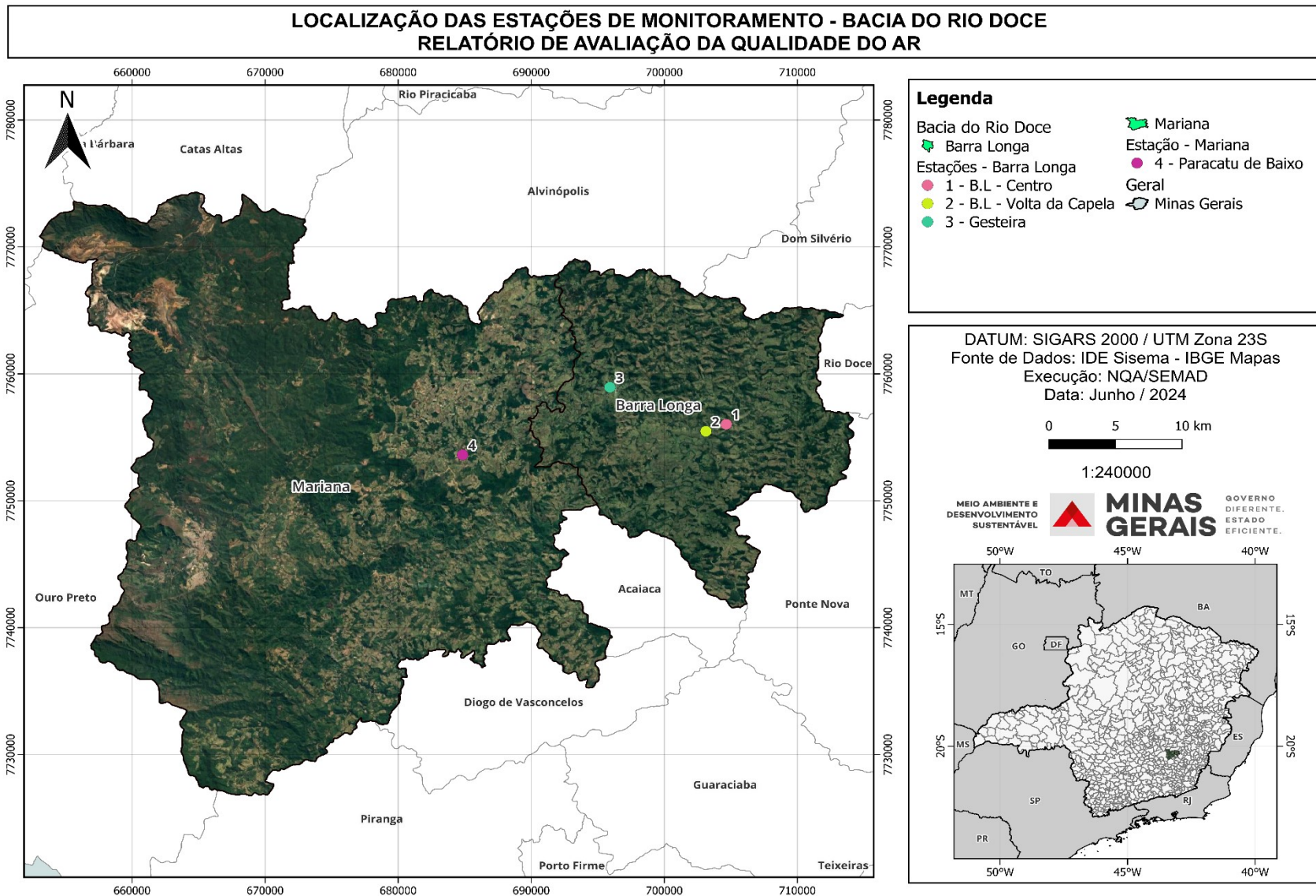


Figura 4: Estações de monitoramento da QAr em Bacia do Rio Doce.

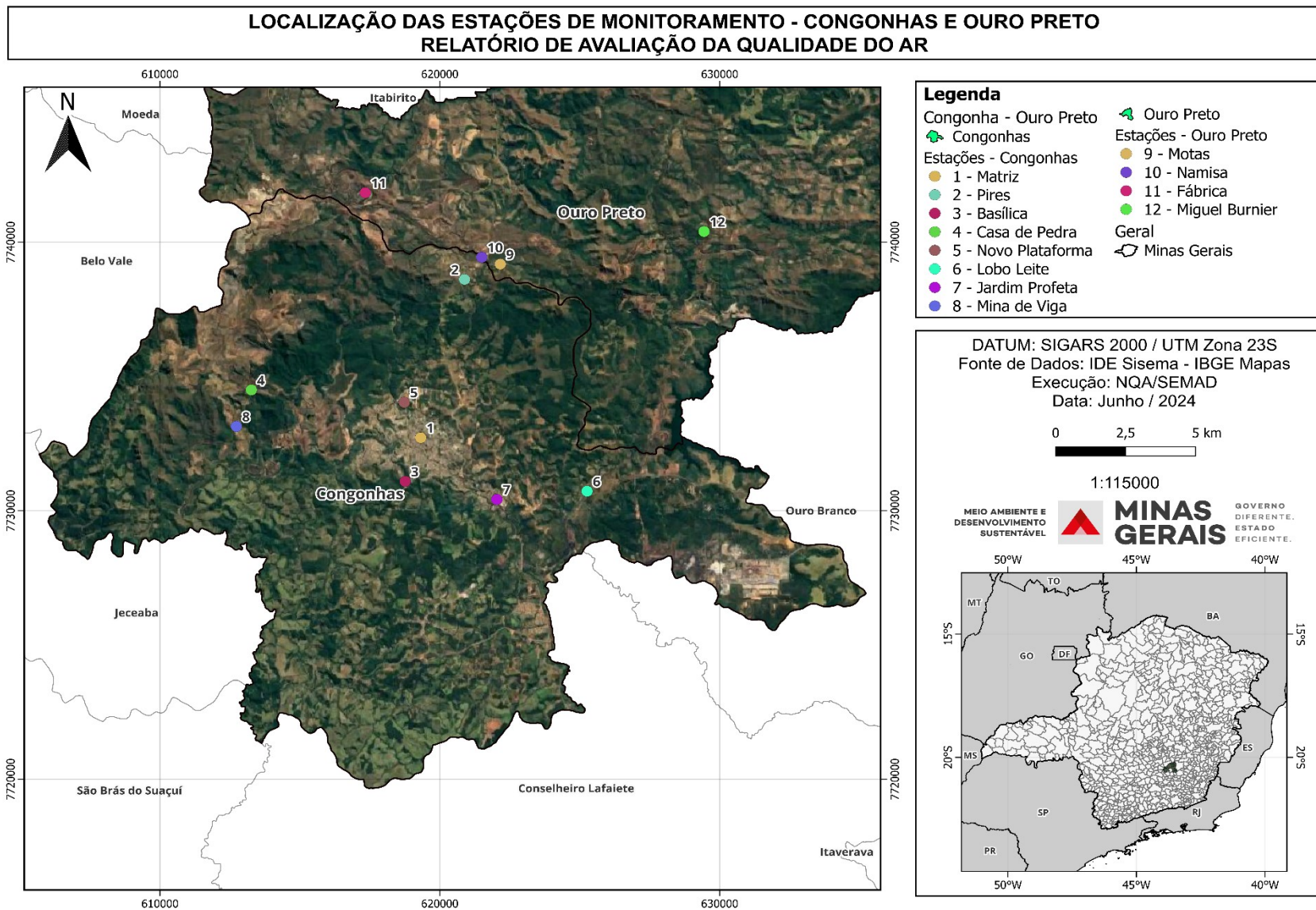


Figura 5: Estações de monitoramento da QAr em Congonhas e Ouro Preto.

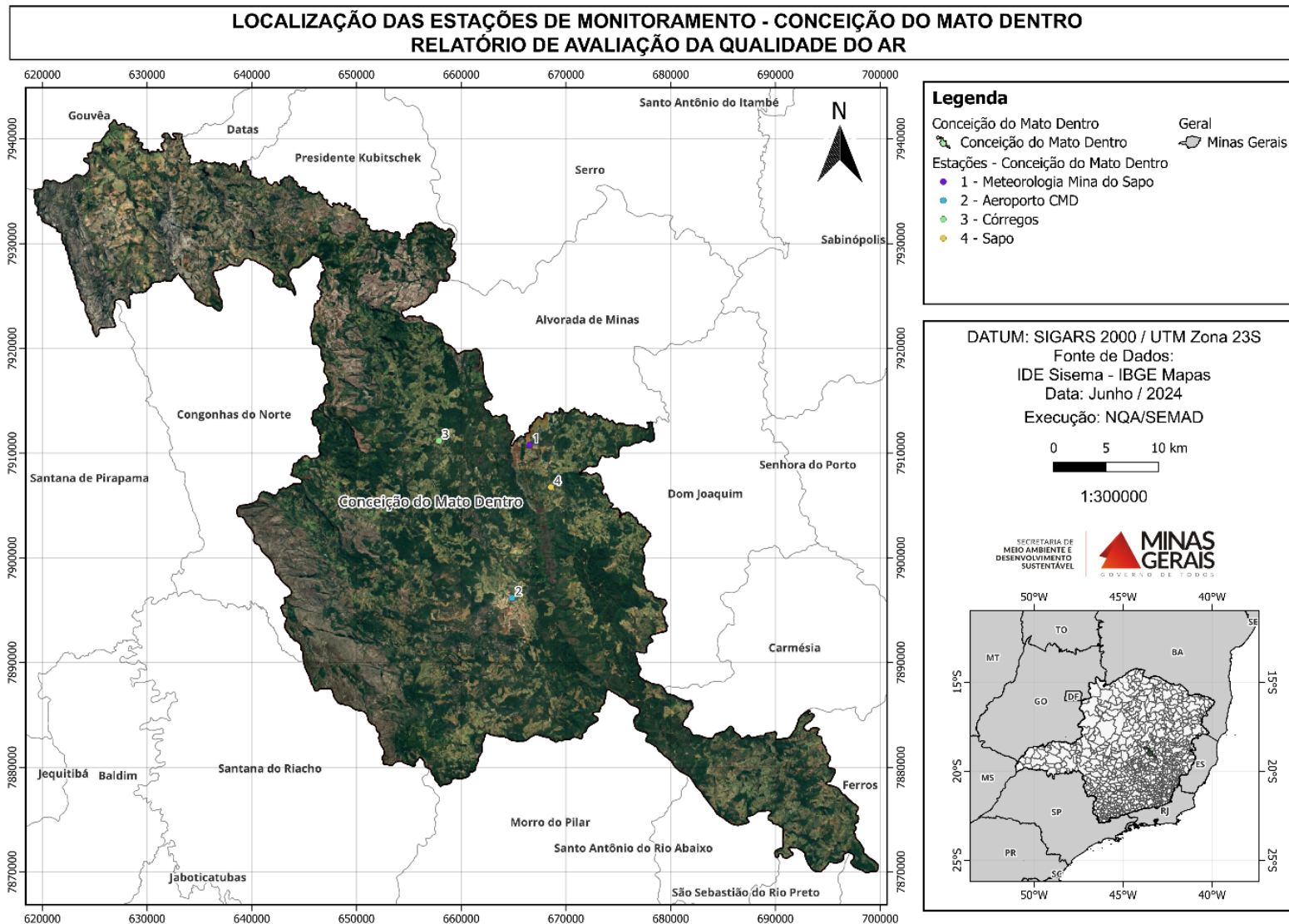


Figura 6: Estações de monitoramento da QAr em Conceição do Mato Dentro.

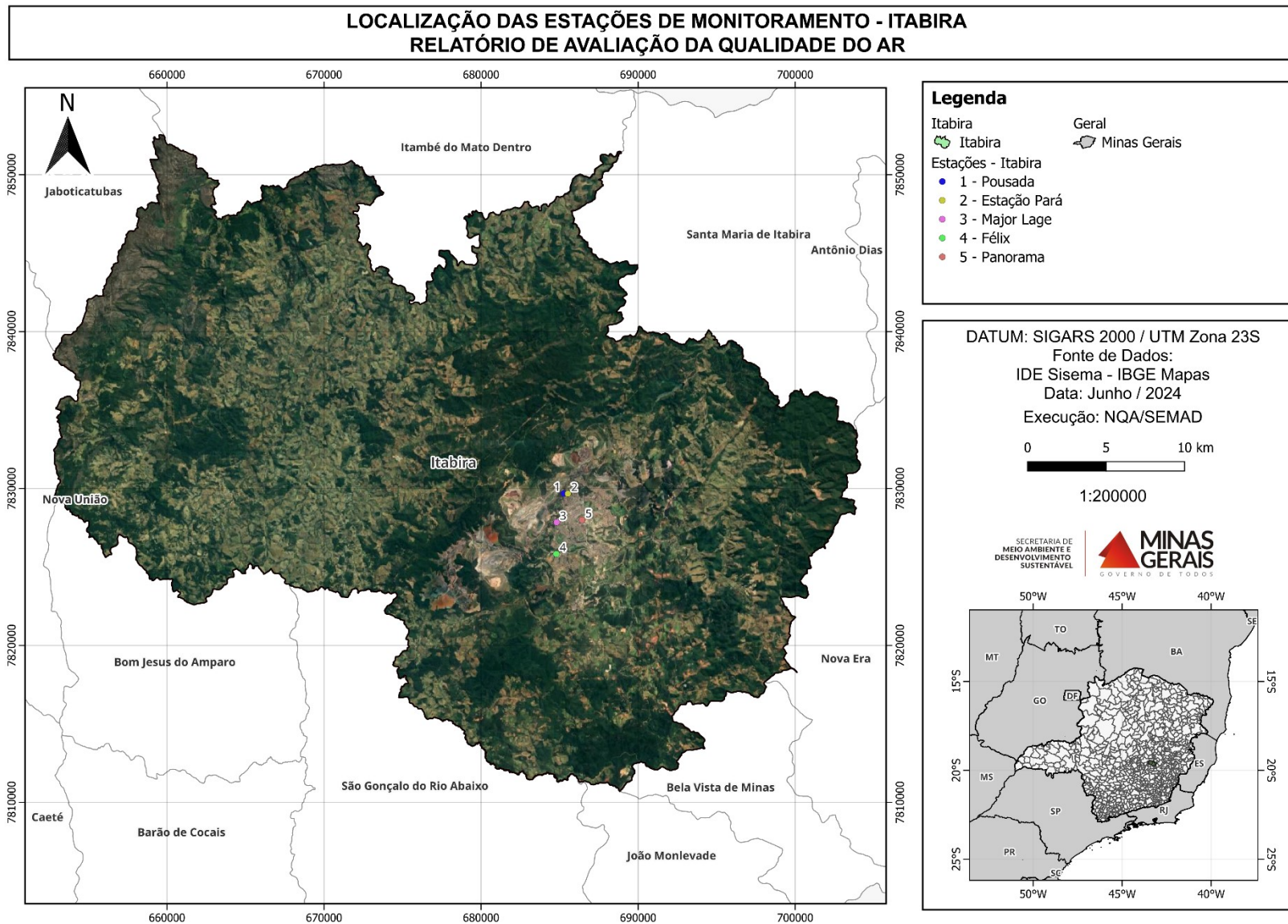


Figura 7: Estações de monitoramento da QAr em Itabira.

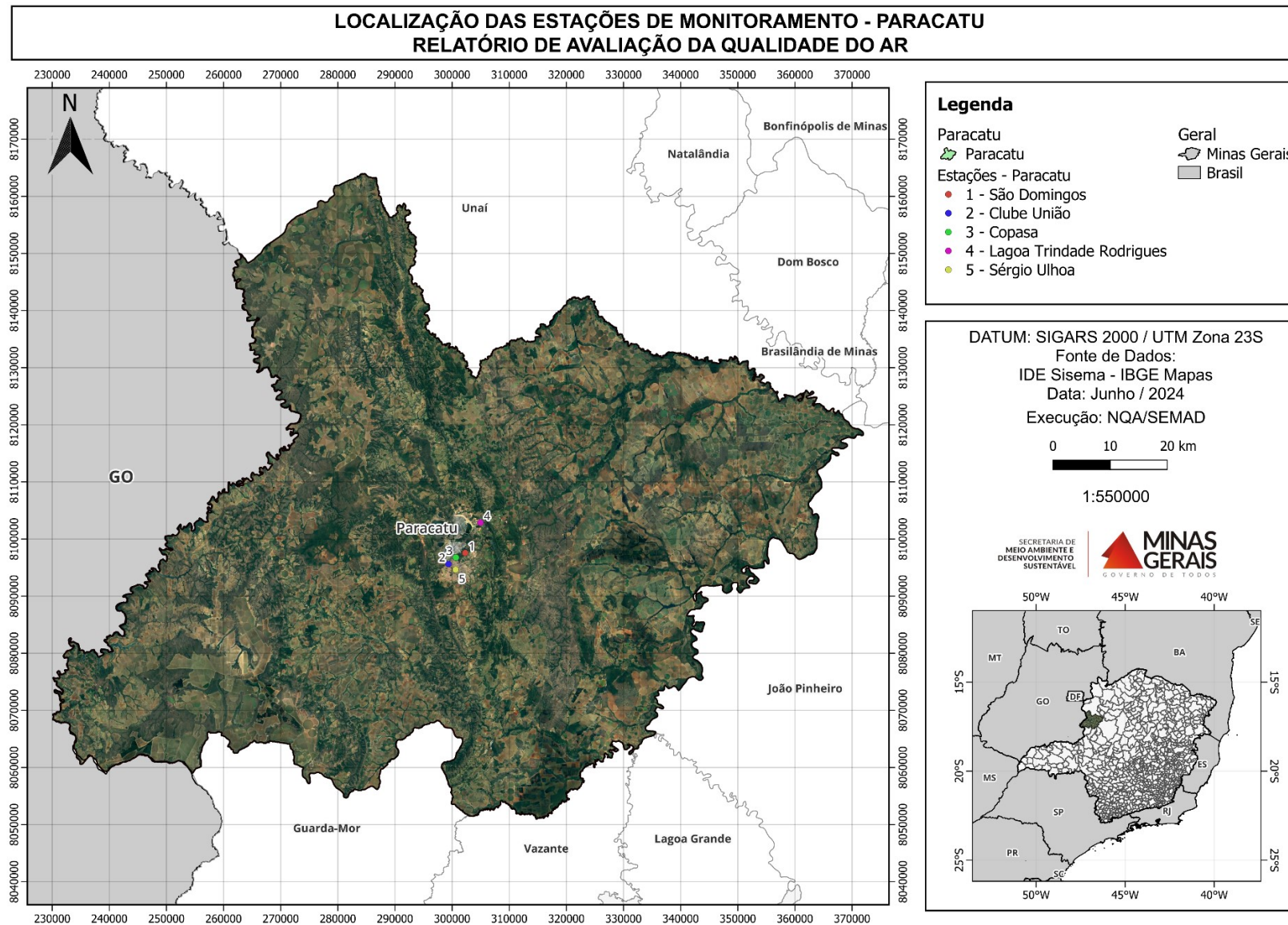


Figura 8: Estações de monitoramento da QAr em Paracatu.

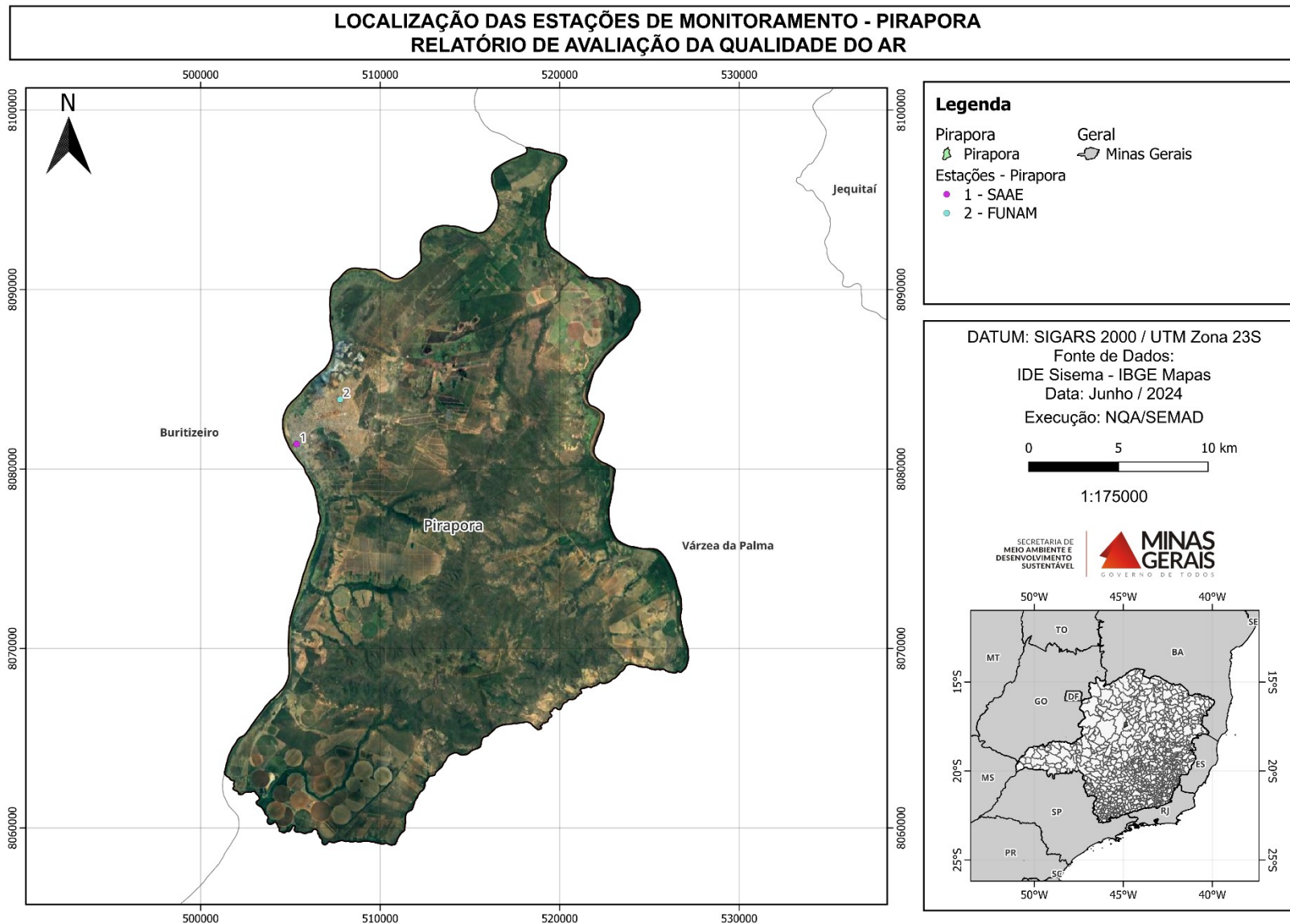


Figura 9: Estações de monitoramento da QAr em Pirapora.

2.3 Tratamento dos dados

2.3.1 Dados de qualidade do ar

Os dados básicos utilizados neste relatório foram as concentrações médias horárias para cada um dos poluentes monitorados nas estações. Por meio destes dados foram calculadas as médias móveis de 8 horas (CO), médias aritméticas diárias e anuais (MP₁₀, MP_{2,5}, NO₂ e SO₂) e média geométrica anual (PTS), para a realização das comparações com os padrões previstos na Resolução CONAMA nº 03/1990. Para as partículas respiráveis a comparação foi realizada com os valores orientadores da OMS.

Entretanto, previamente a esses cálculos, foi necessário verificar a representatividade dos dados do monitoramento contínuo, que podem sofrer perdas devido à queda de energia, problemas técnicos com os analisadores, vandalismo nas estações etc. O não atendimento desses critérios para uma determinada estação ou período significa que as falhas de medição ocorridas comprometem a interpretação do resultado, à luz dos padrões vigentes (MMA, 2021). Considerou-se representativos os dados gerados nas estações que observaram, no mínimo, as condições estabelecidas na Tabela 10.

Tabela 10: Tipos de médias para o cálculo dos parâmetros e critérios de validação.

Tipo de média	Critério de validação de representatividade
Média horária	75% das medidas válidas na hora
Média diária	$\frac{2}{3}$ das médias horárias válidas no dia
Média mensal	$\frac{2}{3}$ das médias diárias válidas no mês
Média anual	50% das médias diárias válidas obtidas em cada quadrimestre (jan-abr; mai-ago; set-dez)*

*Para representatividade da média anual, é importante que os critérios sejam obedecidos nos 3 quadrimestres do ano em questão, para garantir que as diferentes condições meteorológicas do ano foram englobadas.

Em alguns casos, a média anual não atendeu ao critério de representatividade, e por consequência, estes valores foram apresentados nas Figuras e Tabelas com a indicação “não representativos” seguidos do símbolo de asterisco (*). Além disso, foram apresentadas a porcentagem de dias de classificação do IQAr para cada poluente, separadamente.

2.3.2 Dados meteorológicos

Foram utilizadas as estações do INMET para uma avaliação regional da meteorologia do ano de 2018, por meio de dados medidos de temperatura, precipitação e velocidade do vento, e sua comparação com as normais climatológicas.

Também foi avaliado nestas estações a classificação de dias desfavoráveis à dispersão atmosférica seguindo os critérios da metodologia utilizada pela CETESB (2011), sendo eles: (a) porcentagem de calmaria (velocidade do vento inferior a 0,5 m/s durante o dia maior ou igual a 25%) e (b) ausência de precipitação. Ambos os critérios (a e b) devem ser atendidos simultaneamente.

3 METEOROLOGIA NO ANO DE 2018

A análise meteorológica de Minas Gerais em 2018 foi realizada utilizando-se do monitoramento executado nas estações do INMET, por meio da comparação dos dados medidos em 2018 com as normais climatológicas destas estações. Cabe destacar que se trata de uma análise considerando apenas as regiões mineiras com redes automáticas de monitoramento da qualidade do ar em 2018, sendo, portanto:

- Zona da Mata Mineira, para a Rede de Qualidade do ar da Bacia do Rio Doce (Barra Longa e Mariana);
- Leste de Minas, para as redes de qualidade do ar da RMVA (Ipatinga, Timóteo e Coronel Fabriciano) e de Itabira, dentro de Demais Municípios;
- Norte de Minas, para a rede de qualidade do ar de Pirapora;
- Noroeste Mineiro, para a rede de qualidade do ar de Paracatu;
- Central de Minas, para as redes de qualidade do ar da RMBH (Belo Horizonte, Betim, Contagem, Ibirité, São José da Lapa e Brumadinho), da região de Congonhas e Ouro Preto, e de Conceição do Mato Dentro, dentro de Demais Municípios;

Na Figura 10 é apresentado o regime mensal de chuva acumulada. Em janeiro, não houve dados válidos para a região Leste, entretanto, das outras 4 regiões 3 tiveram regime de chuva abaixo da média histórica, a exceção foi o Norte de Minas, que detêm os menores acumulados mensais entre as regiões analisadas, e apresentou em

janeiro 126,6 mm diante de uma média histórica de 112,2 mm. Em compensação, em fevereiro, todas as regiões tiveram precipitação acumulada superior às normais climatológicas, com destaque para as regiões Central, com 325,6 mm, e Norte, com 314 mm.

Fechando o primeiro trimestre de 2018, março continuou tendo como destaque a região Central, com um acumulado de 338,8 mm, valor acima da normal climatológica desse mês (197,5 mm), assim como a Zona da Mata. As regiões de Noroeste e Norte tiveram acumulados menores que os observados historicamente, enquanto na região Leste não tiveram dados válidos em março, nem em abril, mês no qual Noroeste e Zona da Mata tiveram acumulados superiores às normais, enquanto nas regiões Central e Norte os valores foram muito inferiores às normais, sendo medido apenas 11 e 5,6 mm, respectivamente.

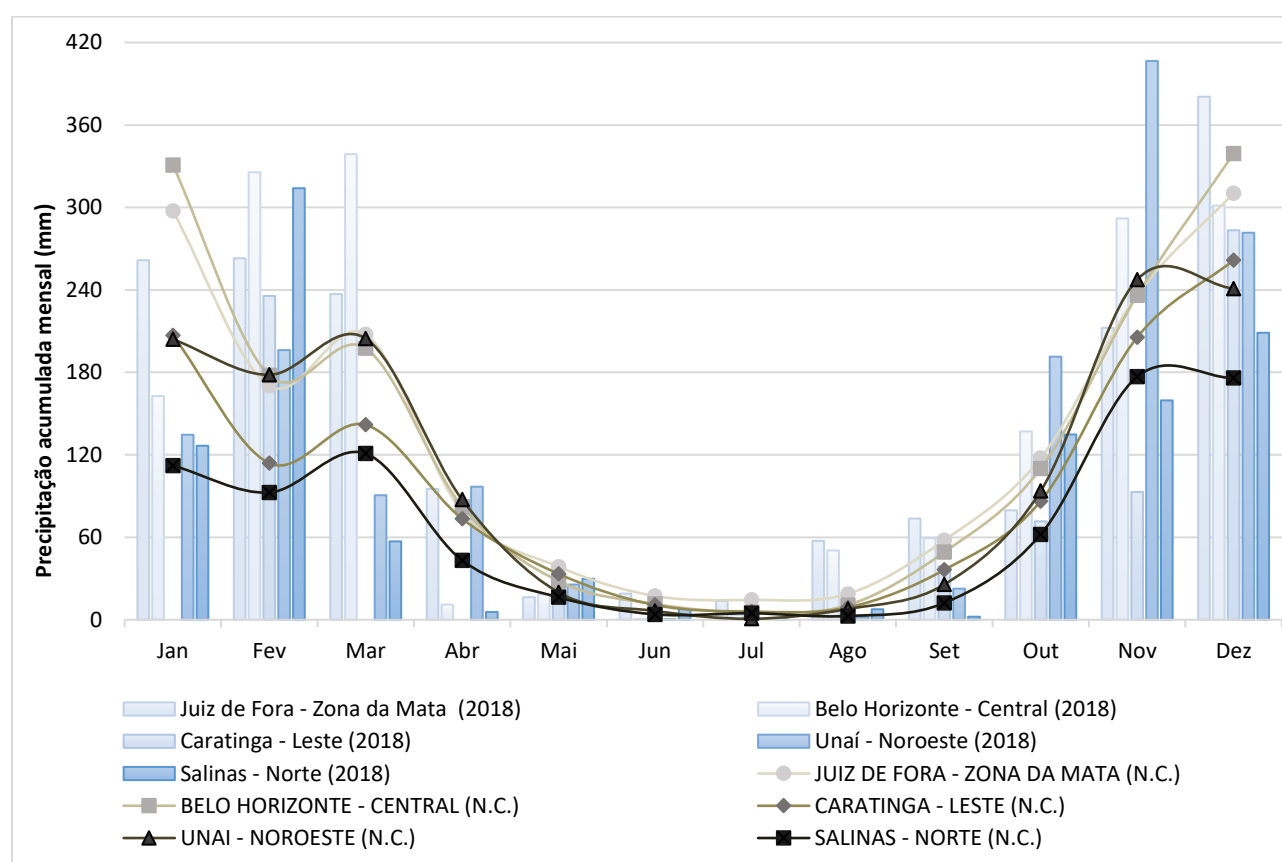


Figura 10: Precipitação Acumulada Mensal em regiões de Minas Gerais.

No período de maio a julho todas as regiões tiveram comportamento similar aos dados históricos desse intervalo, com chuvas escassas. Não houve dados válidos na região Leste em junho. Em agosto e setembro as regiões da Zona da Mata e Central

apresentaram acumulados de chuva acima das médias históricas, já a região Noroeste teve valores próximos às normais climatológicas em ambos os meses, assim como as regiões Leste e Norte em agosto, porém, em setembro, essas duas regiões tiveram acumulados inferiores às suas normais climatológicas.

Em outubro as regiões da Zona da Mata e Leste tiveram acumulados menores que as normais, em compensação, as demais regiões, Central, Norte e Noroeste, tiveram acumulados superiores aos acumulados históricos desse mês. Em novembro a região Noroeste se manteve com acumulado superior à média histórica, com um valor de 406,6 mm ante a um histórico médio de 247,5 mm, seguido pela região Central, que também teve acumulado em novembro superior à normal climatológica. As demais regiões, Zona da Mata, Norte e Leste obtiveram regime de chuva em novembro inferior às suas médias históricas, com a região Leste com o menor acumulado no mês, de 93 mm, ante uma média histórica de 205,5 mm. Em dezembro, apenas a região Central apresentou acumulado inferior à sua média histórica mensal, de forma que todas as demais regiões tiveram regime de chuvas superior às suas normais climatológicas.

A Figura 11 mostra a temperatura média mensal ao longo do ano de 2018, junto com as normais climatológicas das mesmas estações. Destaca-se que na região Leste não foram obtidos dados válidos nos meses de março, abril e junho. Entretanto, cabe ressaltar que nessa região, todos os demais meses de 2018 tiveram valores de temperaturas médias acima das médias históricas como, por exemplo, janeiro e fevereiro, com valores medidos de 27,7 e 26,6 °C e normais de 23,9 e 24,2 °C. Em contraste, a região Central apresentou em todos os meses de 2018 temperaturas médias inferiores às normais climatológicas da região. Já na região Norte teve destaque o período de junho a outubro, com temperaturas superiores às médias históricas. No Noroeste mineiro em todo o ano de 2018 as médias de temperatura mensal foram inferiores às normais da região, com exceção do mês de agosto, cujo valor médio medido foi de 23,8 °C, diante de uma média histórica de 23,6 °C. A maior diferença de temperatura encontrada nessa região foi no mês de abril, com valor médio de 22,9 °C e uma normal de 25,0 °C. Na Zona da Mata a maior variação entre a temperatura medida em 2018 e a normal climatológica foi de 1,2 °C, ocorrida em

fevereiro, demonstrando assim, a similaridade ocorrida entre as temperaturas médias mensais observadas em 2018 e as médias históricas da região.

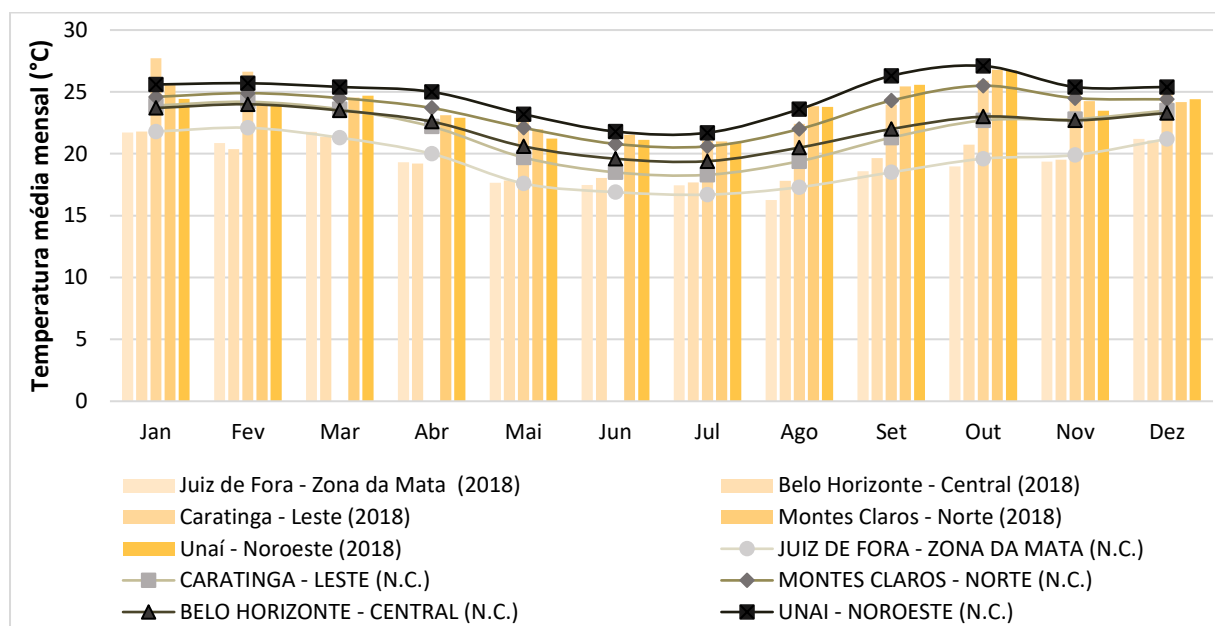


Figura 11: Temperatura Média Mensal em regiões de Minas Gerais.

A Figura 12 dispõe do número de dias desfavoráveis à dispersão observados em 2018 nas regiões mineiras avaliadas. Observa-se um número elevado de dias desfavoráveis em todas as estações analisadas, o que sugere um comprometimento da qualidade do ar dessas regiões devida à dificuldade de circulação atmosférica e, consequentemente, depuração dos poluentes no ar.

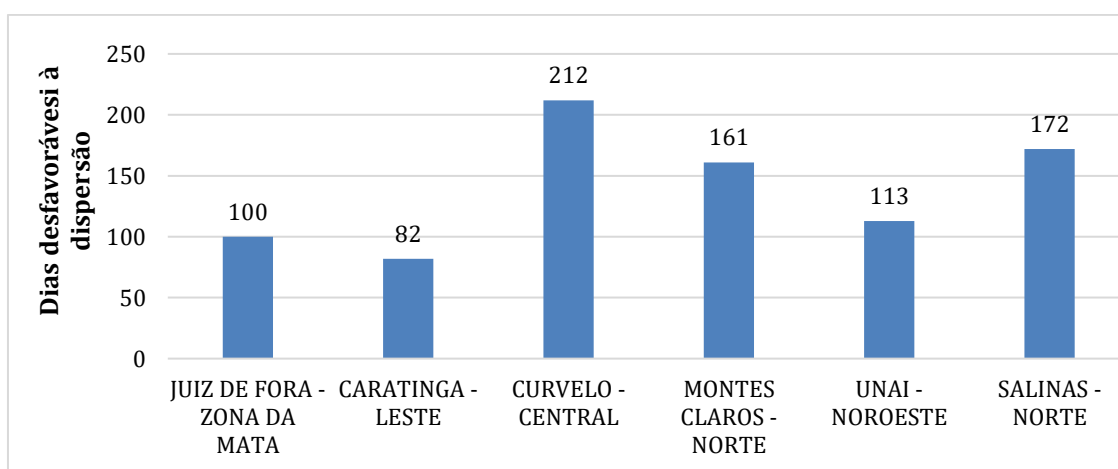


Figura 12: Dias desfavoráveis à dispersão em regiões de Minas Gerais em 2018.

Na Figura 13 são destacadas as velocidades médias mensais dos ventos. Percebe-se intensidades mensais de vento da ordem de 1 a 2 m/s nas regiões Central, Noroeste, Norte e Leste, o que, de certa forma, justifica o elevado número de dias

desfavoráveis à dispersão encontrados, em complemento com o regime de chuvas. Ressalta-se que não houve dados válidos para a região Leste nos meses de março, abril e junho, logo, há uma grande chance de que nessa região o número de dias desfavoráveis seja maior, sendo inclusive, superior ao observado na região da Zona da Mata, cuja velocidade média mensal dos ventos em 2018 é da ordem de 1,5 a 3,0 m/s.

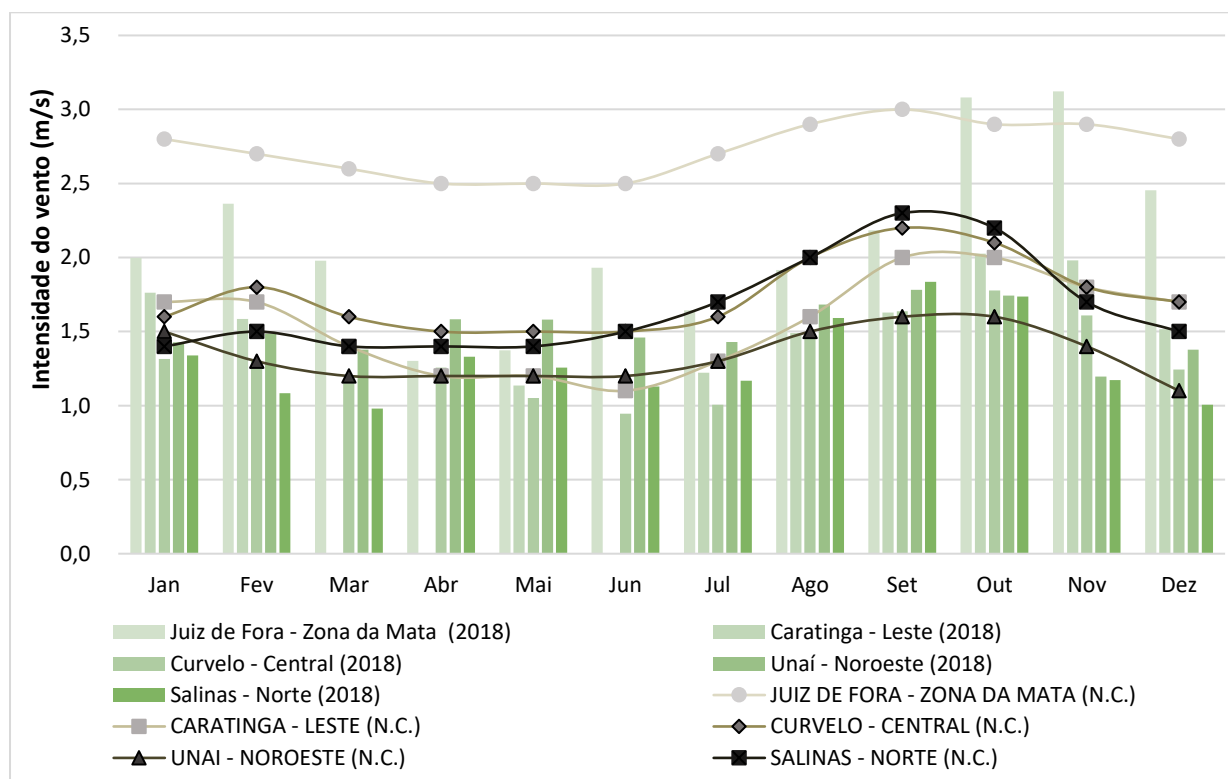


Figura 13: Velocidade Média do Vento em regiões de Minas Gerais.

Cabe destacar que os resultados do monitoramento das variáveis meteorológicas medidas nas estações das redes de qualidade do ar são apresentados nos Apêndices desse relatório, por região, de forma a complementar a análise aqui apresentada, micro regionalmente.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 RMBH

De acordo com o censo demográfico realizado pelo IBGE, em 2010, a RMBH contava com uma população residente de 5.414.701 habitantes, concentrando 27,6% de toda população mineira, onde a grande maioria situava-se em área urbana, cerca de 98%, com apenas, aproximadamente, 2% presentes em áreas rurais.

A região apresenta uma economia bastante diversa, destacando-se o terceiro setor produtivo, possibilitando o fornecimento de serviços de saúde, educação, instituições bancárias, lazer e turismo, cultura e comunicação. Também desempenha um papel muito importante para a economia da região a mineração, que contribui substancialmente para o PIB e que, em 2016 somou um montante de R\$ 195,8 bilhões de reais (IBGE, 2022).

Historicamente, a formação da Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH) atravessou seis períodos diferenciados: a criação e expansão da capital mineira de Belo Horizonte, planejada no final do século XIX; a acelerada expansão urbana na década de 1940, associada às mudanças para garantir a infraestrutura necessária para a industrialização da região; o início do processo de conurbação e metropolização, que abrange o intervalo entre as décadas de 1950 e 1960; a impulsão fortemente industrial, proveniente do “milagre econômico”, com resultados perceptíveis na estrutura socioespacial da metrópole; o processo de periferação dos assentamentos irregulares e a crescente favelização, decorrentes da recessão econômica entre os anos de 1970 e 1980; e por fim, as mudanças socioespaciais de 1990 até 2010 (FILHO, 2012).

4.1.1 Caracterização das fontes de poluição da RMBH

A qualidade do ar na Região Metropolitana de Belo Horizonte, assim como nas demais regiões de Minas Gerais, é influenciada por diversos agentes, dentre os destaques estão as fontes estacionárias e móveis, abrangendo diferentes poluentes lançados por indústrias, comércios e outros (MOURA, 2016).

A Figura 14 mostra o avanço da frota veicular nas cidades da RMBH que possuem estações de monitoramento da qualidade do ar instaladas em seus territórios, do ano de 2009 até 2018, na qual os dados da capital mineira estão dispostos no eixo

secundário (à direita) e a contabilização da frota veicular compreende quaisquer tipologias de transporte.

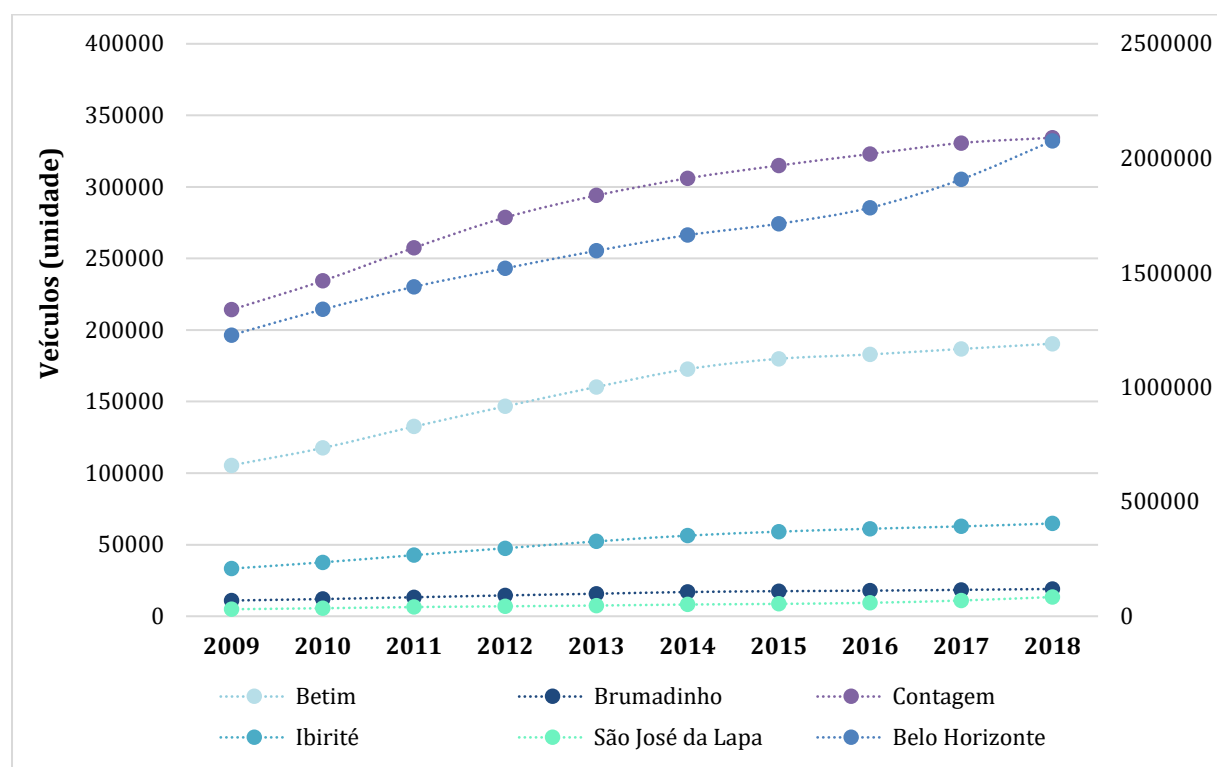


Figura 14: Crescimento da frota veicular nas cidades da RMBH.
Fonte: IBGE, 2024.

No período de 2009 a 2018 houve uma tendência de crescimento do número de veículos em todos os municípios da região, com destaque para São José da Lapa, que obteve um aumento de cerca de 175%, passando de 4.873 para 13.420 veículos. Já o menor aumento ocorreu em Contagem, que saltou de 214.179 veículos em 2009 para 334.359 veículos no ano de 2018, um percentual de, aproximadamente, 56%.

As queimadas contribuem de forma significativa com a poluição atmosférica dando origem a gases poluentes que têm impactos adversos tanto no meio ambiente quanto na saúde humana (CARMO *et al.*, 2010). A Figura 15 mostra a evolução dos focos de incêndio na RMBH no período de 2014 até 2018, cujo destaque é dado pela redução observada em 2018 em todos os municípios analisados. Como comparação, foi observado em 2017 um total de 1.363 focos, enquanto, em 2018, esse montante foi de apenas 169.

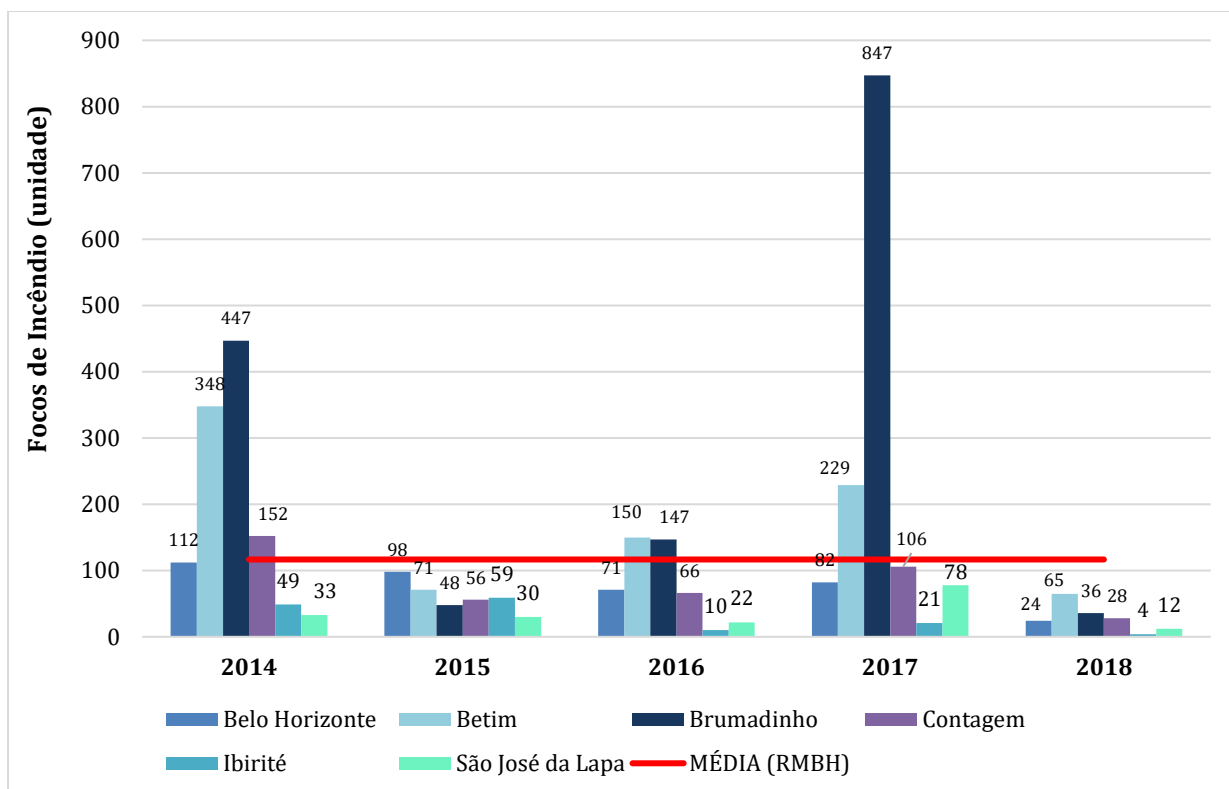


Figura 15: Focos de incêndio das cidades que compõe a RMBH.
Fonte: INPE, 2024.

Com relação às fontes industriais, por meio das informações disponíveis no IDE do SISEMA, foi possível quantificar e qualificar os empreendimentos licenciados. Ressalta-se que foram considerados todos os empreendimentos, com licenças ambientais deferidas a partir do ano de 2013, com exceção das licenças simplificadas LAS/RAS (SEMAD, 2018). Dessa forma, a Figura 16 apresenta a evolução dos empreendimentos licenciados na RMBH no período de 2014 a 2018, considerando para cada ano os empreendimentos em funcionamento.

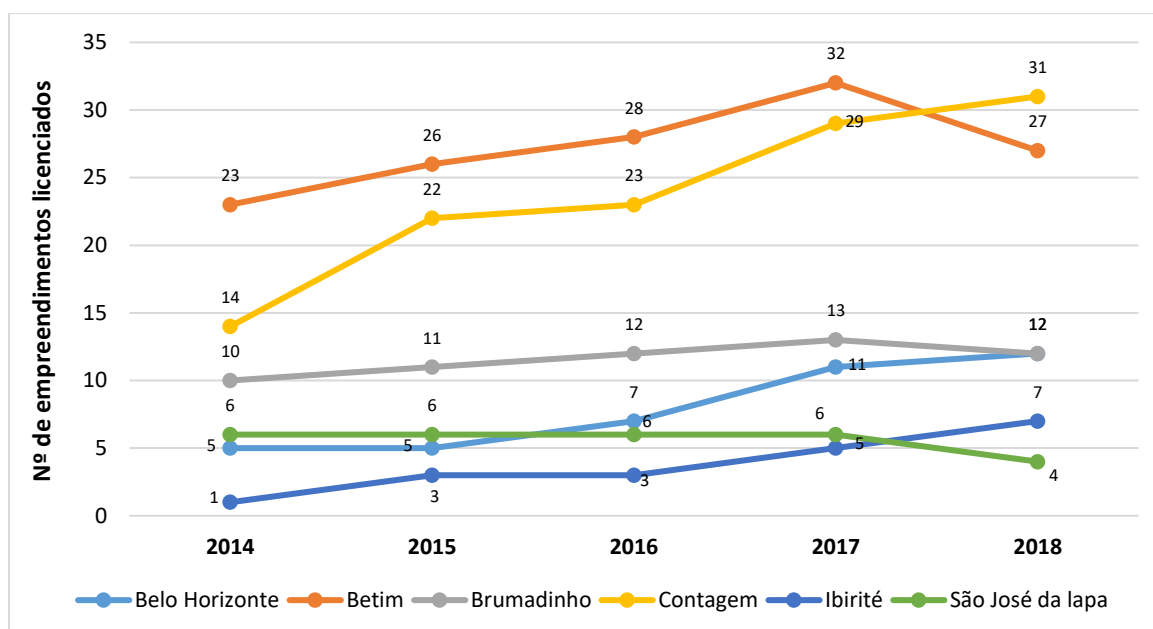


Figura 16: Empreendimentos licenciados no período de 2014 a 2018 na RMBH.
Fonte: Adaptado IDE-SISEMA, 2024.

Percebe-se poucas variações no número de empreendimentos licenciados, no período de 2014 a 2018, nos municípios de São José da Lapa e Brumadinho, conforme Figura 16. Já Ibirité saltou de 1 para 7 empreendimentos nesse mesmo período, enquanto Contagem teve o maior aumento quantitativo, de 14 para 31, superando Betim, que teve uma queda no ano de 2018.

Com relação à tipologia industrial, segundo a Deliberação Normativa COPAM nº 217/2017, o enquadramento do empreendimento pelas suas atividades é realizado conforme a seguinte listagem:

- Listagem A – Atividades Minerárias;
- Listagem B - Atividades Industriais / Indústria Metalúrgica e Outras;
- Listagem C- Atividades Industriais / Indústria Química;
- Listagem D - Atividades Industriais / Indústria Alimentícia;
- Listagem E – Atividades de Infraestrutura;
- Listagem F – Gerenciamento de Resíduos e Serviços;
- Listagem G – Atividades Agrossilvipastoris;
- Listagem H – Outras Atividades.

Dessa forma, a Tabela 11 mostra a distribuição dos empreendimentos licenciados e em funcionamento no ano de 2018, de acordo com a Listagem de atividades da DN

COPAM nº 217/2017, considerando as informações disponíveis no IDE. Observa-se que Contagem tem destaque na atividade metalúrgica (B), ligado assim, de certa forma, à propensão à poluição por emissão atmosférica proveniente de fontes pontuais (chaminés). Em contrapartida, em Brumadinho, a maior atuação é na área minerária, logo, propícia para surgimento de poluição por fontes de emissão difusas.

Tabela 11: Listagens dos empreendimentos conforme DN COPAM nº 217/2017.

Listagens	Belo Horizonte	Betim	Brumadinho	Contagem	Ibirité	São José da Lapa
Listagem A	-	3	9	-	-	2
Listagem B	4	8	-	15	1	-
Listagem C	2	3	-	4	-	2
Listagem D	-	-	-	4	1	-
Listagem E	4	4	3	4	1	-
Listagem F	2	9	-	4	4	-
Listagem G	-	-	-	-	-	-

Fonte: IDE-SISEMA, 2024.

4.1.2 PTS na RMBH

A única estação que fazia o monitoramento das partículas totais em suspensão, em 2018, na RMBH, era a Estação Comunidade do Feijão, instalada em Brumadinho.

A Figura 17 apresenta os valores máximos das médias de 24h (curta exposição) de concentração de PTS nesta estação, tendo como referência o padrão primário da Resolução CONAMA no 03/1990. As máximas estiveram abaixo do padrão primário diário estabelecido pela legislação vigente à época ($240 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

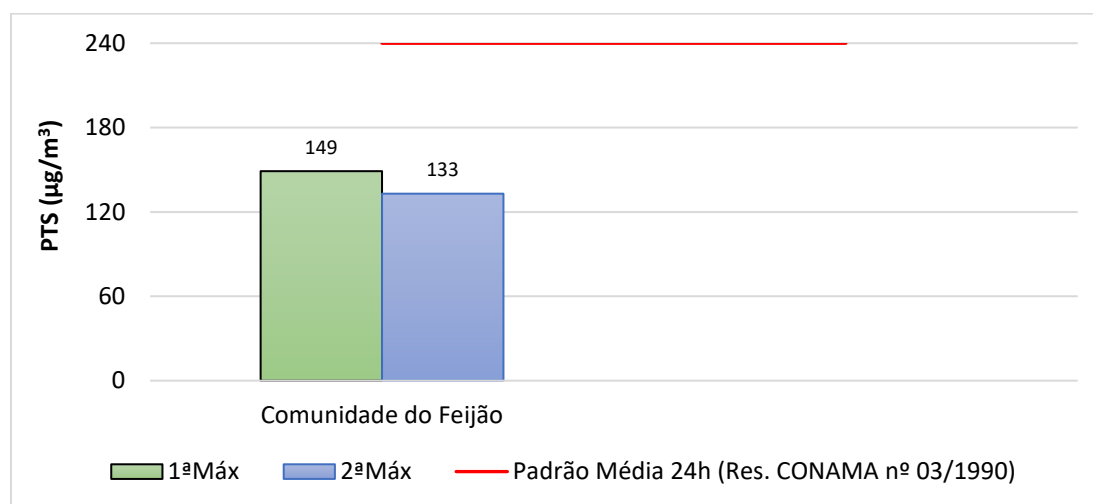


Figura 17: Concentrações máximas diárias de PTS em Brumadinho.

Na Tabela 12, é apresentada a distribuição percentual do IQAr para o parâmetro PTS. Observa-se a predominância do IQAr classificado como “Boa”, com 74,5% dos dados, fato este que impactou positivamente na média anual, sendo obtido um valor de 39 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, bem abaixo do padrão anual de 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tabela 12: Distribuição percentual do IQAr de PTS na RMBH.

Município	Estação	Boa	Regular	Omissos
Brumadinho	Comunidade do Feijão	74,5%	4,7%	20,8%

A Figura 18 mostra a evolução da média anual de PTS no período de 2015 a 2018. Percebe-se que houve queda em 2018, chegando ao menor valor do período. Uma possível causa dessa redução pode ser devido à menor observação de focos de incêndio nesse ano, mostrado na Figura 15, que ocorreu, principalmente, em função das menores temperaturas médias medidas na região Central de Minas, Figura 11.

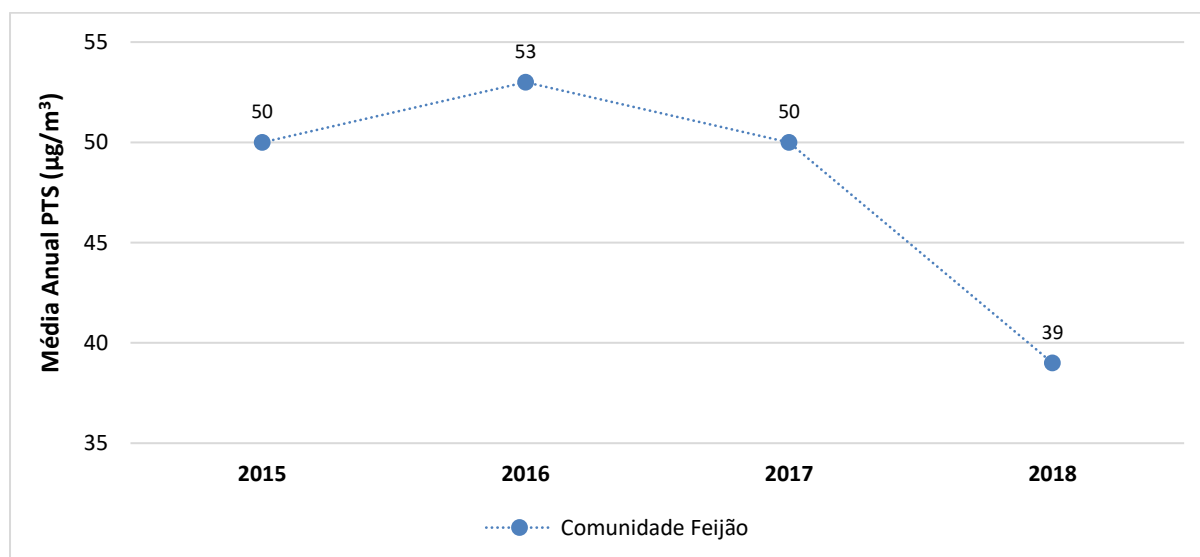


Figura 18: Evolução da média anual de PTS em Brumadinho.

4.1.3 MP₁₀ na RMBH

Na Figura 19 são destacadas as máximas concentrações diárias obtidas para as partículas inaláveis nas estações da RMBH, e a comparação com o padrão de 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de acordo com a Resolução CONAMA n° 03/1990. Todas as estações da RMBH estiveram dentro desse valor. Entretanto, as Estações Jardim Encantado e Centro, ambas instaladas em São José da Lapa, obtiveram as maiores máximas, de 144 e 132 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente.

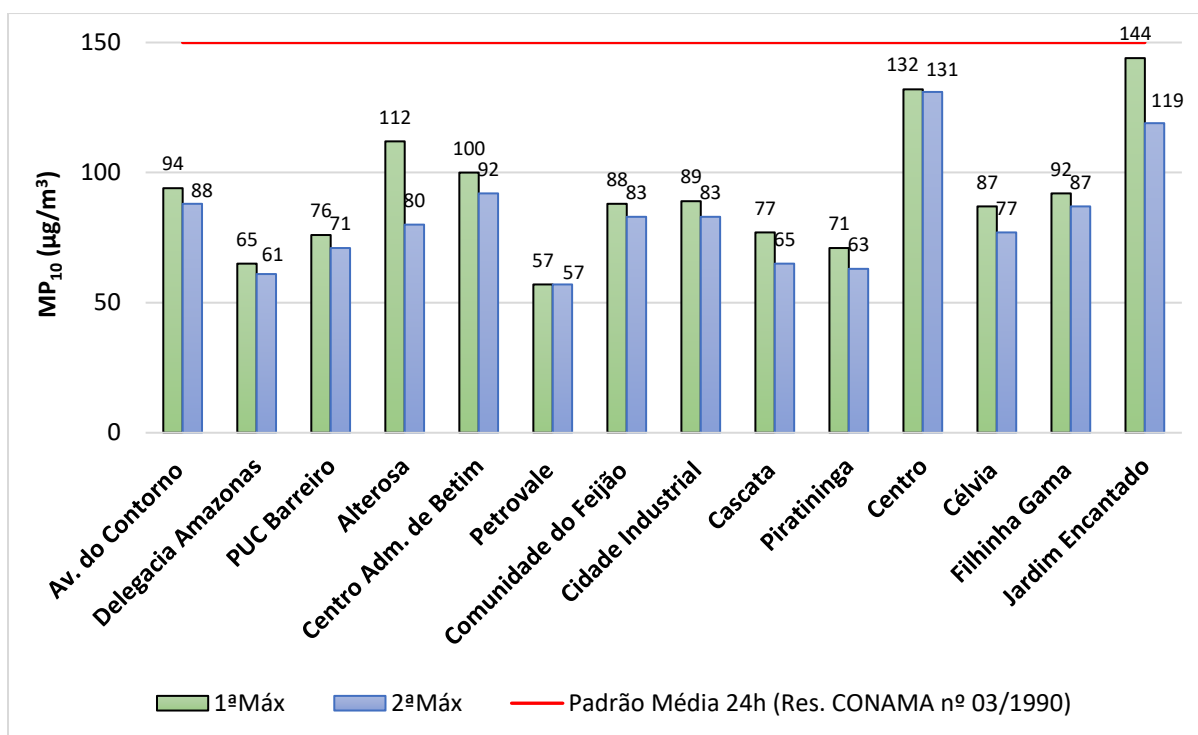


Figura 19: Concentrações máximas diárias de MP₁₀ nas estações da RMBH.

A Tabela 13 mostra a distribuição percentual do Índice da Qualidade do Ar para as partículas inaláveis.

Tabela 13: Distribuição percentual do IQAr de MP₁₀ na RMBH.

Município	Estação	Boa	Regular	Omissos
Belo Horizonte	Av. do Contorno	92,3%	6,3%	1,4%
Belo Horizonte	Delegacia Amazonas	70,1%	1,1%	28,8%
Belo Horizonte	PUC Barreiro	89,6%	5,2%	5,2%
Betim	Alterosa	61,1%	8,5%	30,4%
Betim	Centro Adm. de Betim	69,0%	10,4%	20,6%
Betim	Petrovale	69,0%	2,2%	28,8%
Brumadinho	Comunidade do Feijão	66,3%	3,8%	29,9%
Contagem	Cidade Industrial	60,8%	9,1%	30,1%
Ibirité	Cascata	93,1%	5,8%	1,1%
Ibirité	Piratininga	97,2%	2,2%	0,6%
São José Da Lapa	Centro	25,2%	68,8%	6,0%
São José Da Lapa	Célvia	79,4%	2,2%	18,4%
São José Da Lapa	Filhinha Gama	37,0%	41,9%	21,1%
São José Da Lapa	Jardim Encantado	46,9%	32,3%	20,8%

A classe de IQAr “Boa” predominou na maioria das estações da RMBH, com destaque para as estações de Belo Horizonte e Ibirité. Entretanto, a quantidade de dados omissos chamou a atenção, principalmente nas estações Alterosa e Cidade Industrial.

Em São José da Lapa, nas estações Centro e Filhinha Gama predominou a classe “Regular”, com 68,8% e 41,9%, respectivamente. A estação Jardim Encantado teve 46,9% de classe “Boa”, 32,3% “Regular” e 20,8% de dados omissos. Especificamente nesse município, a exceção foi Célvia, com 79,4% de classe “Boa”.

Destaca-se que não houve classe “Inadequada” para MP_{10} em 2018 nas estações da RMBH, em consonância, as médias anuais observadas nesse ano foram menores do que o padrão primário de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, estabelecido na Resolução CONAMA nº 03/1990, com exceção da estação Centro, em São José da Lapa, que apresentou um valor médio anual de $63 \mu\text{g}/\text{m}^3$, e as estações Jardim Encantado e Filhinha Gama, nesse mesmo município, que obtiveram valor igual ao do padrão, conforme visto na Figura 20. Tais valores condizem com a realidade da qualidade do ar observada no município de São José da Lapa, por meio das classes diárias visualizadas ao longo de 2018, conforme visto na Figura 19 e Tabela 13.

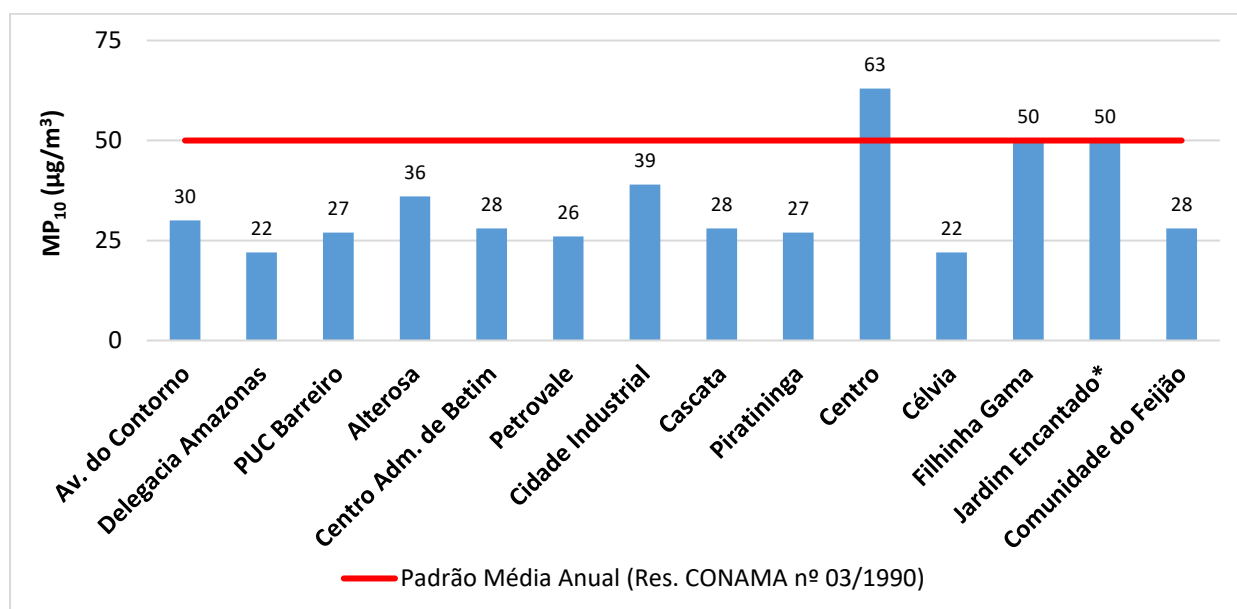


Figura 20: Concentrações médias anuais de MP_{10} na RMBH.
*Não Representativo.

A variação das médias anuais de MP_{10} nos municípios da Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH) ao longo dos anos é dada na Figura 21. A maioria das estações não apresentou grande variação entre 2017-2018. Tem destaque positivo a estação Comunidade do Feijão (Brumadinho), passando de 39 a $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Já a estação Cascata (Ibirité) passou de 38 para $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Por outro lado, em São José

da Lapa, a estação Filhinha Gama manteve-se a $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, enquanto a estação Centro aumentou de 60 para $63 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Além das condições descritas como influentes nas medições de PTS, como as menores temperaturas médias e do número de focos de incêndio, as médias de MP_{10} tiveram forte influência do regime de chuvas, conforme visto para a Região Central Mineira na Figura 10. Nessa região, em 2018, os meses de fevereiro, março, e de agosto a dezembro tiveram acumulados de precipitação superior à média histórica. Em contrapartida, as estações de São José da Lapa, tiveram as maiores concentrações médias de MP_{10} medidas no período de abril a julho, meses cujo regime de chuva foi reduzido e já é um comportamento histórico.

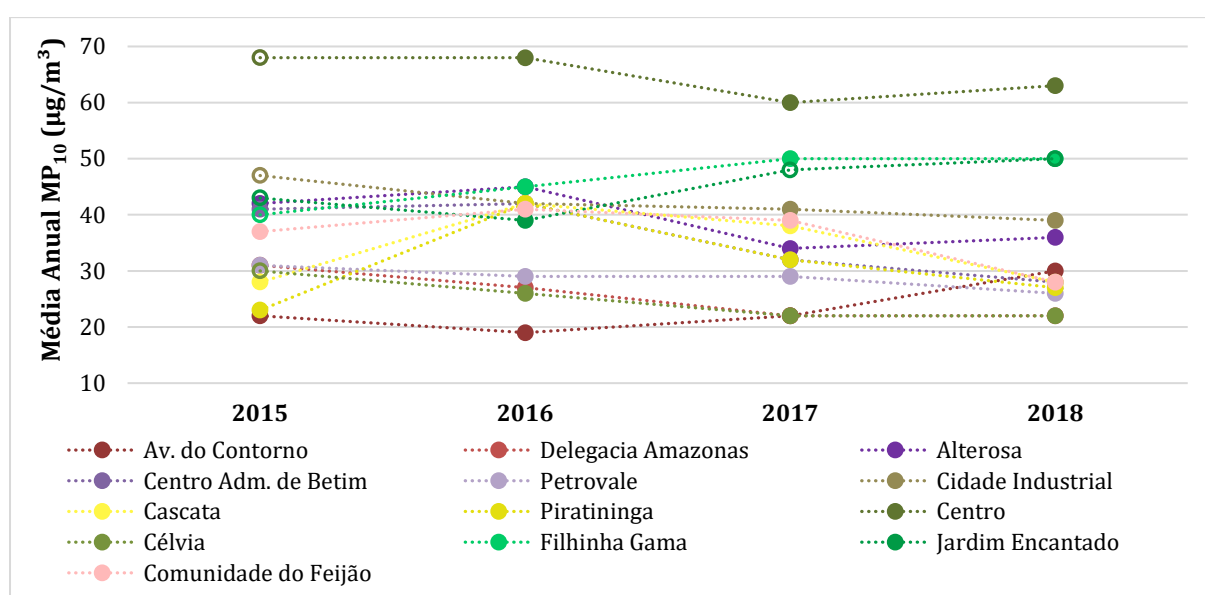


Figura 21: Evolução das médias anuais de MP_{10} nos municípios da RMBH.

*Símbolos vazados no gráfico indicam médias anuais não representativas.

4.1.4 $\text{MP}_{2,5}$ na RMBH

Cabe ressaltar que a Resolução CONAMA nº 03/1990 não determina padrões para $\text{MP}_{2,5}$, logo, para efeitos comparativos, foram utilizados valores recomendados pela OMS à época.

Na Figura 22 e na Figura 23 são exibidos os resultados das concentrações de curta e longa exposição para as partículas respiráveis na RMBH, respectivamente. Todas as estações tiveram valores máximos diários acima do valor orientador da OMS, de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$, a única exceção foi a estação Piratininga, em Ibirité, com máximos de 24 e

23 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Os máximos valores diários foram observados em Betim, nas estações Alterosa e Centro Administrativo de Betim, com valores de 71 e 57 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente.

Na estação Alterosa foram observadas 67 médias diárias acima do valor orientador de 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ no decorrer de 2018. Destas, 55 ocorreram no período de maio a agosto, correspondente ao menor regime de precipitação, conforme visto tópico Meteorologia no ano de 2018. Destaca-se que de janeiro a abril não foram observadas nenhuma ultrapassagem. O mesmo ocorreu na estação Centro Administrativo de Betim, no qual 34 médias diárias foram superiores ao valor recomendado pela OMS, sendo 8 delas em maio, 15 em junho e 11 em julho.

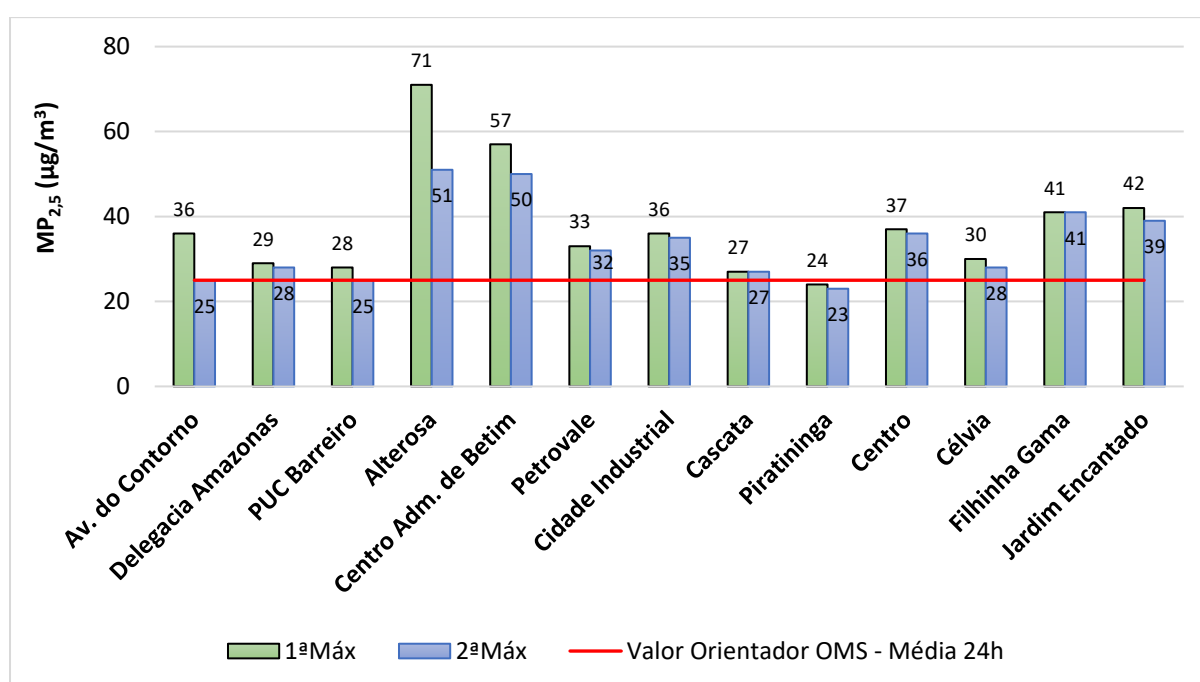


Figura 22: Concentrações máximas diárias de $\text{MP}_{2,5}$ nas estações da RMBH.

A análise das médias anuais, dispostas na Figura 23, mostra que apenas as estações PUC Barreiro (BH), Piratininga (Ibirité) e Célvia (São José da Lapa) tiveram médias anuais inferiores ao valor recomendado pela OMS, de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Os maiores valores foram observados nas estações Alterosa (Betim) e Cidade Industrial (Contagem), de 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

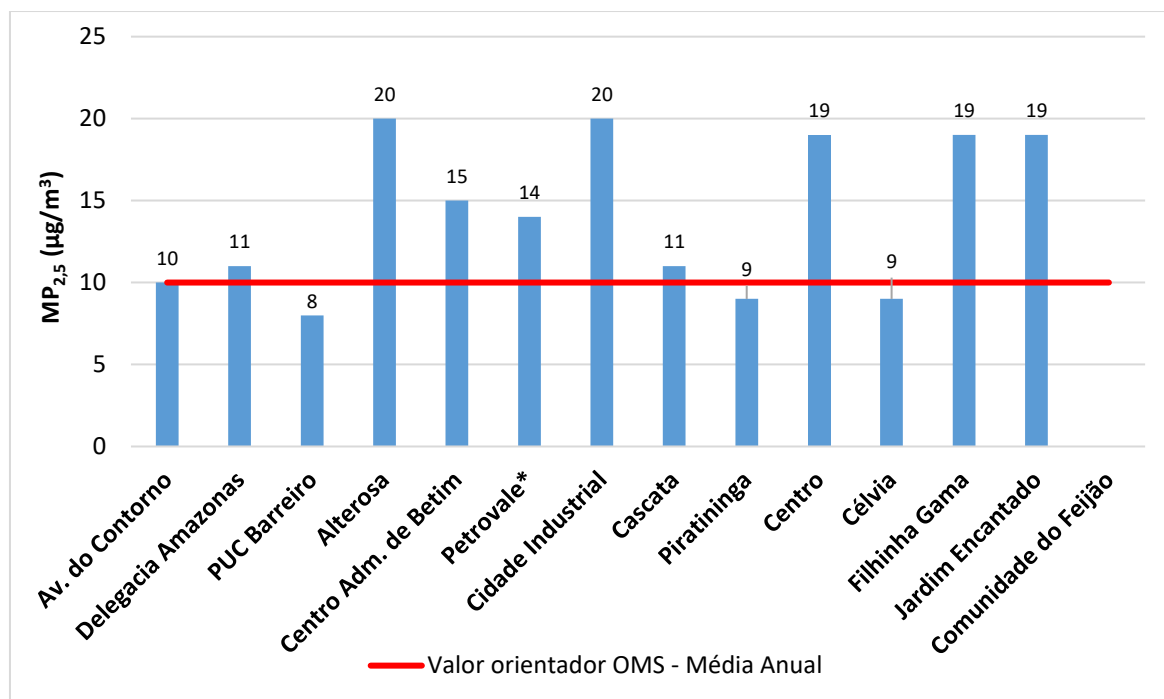


Figura 23: Concentrações Médias Anuais de $MP_{2,5}$ nas estações da RMBH.
*Não Representativo.

A Figura 24 apresenta a variação das concentrações médias anuais de $MP_{2,5}$ nos municípios da RMBH, para os anos de 2015 a 2018.

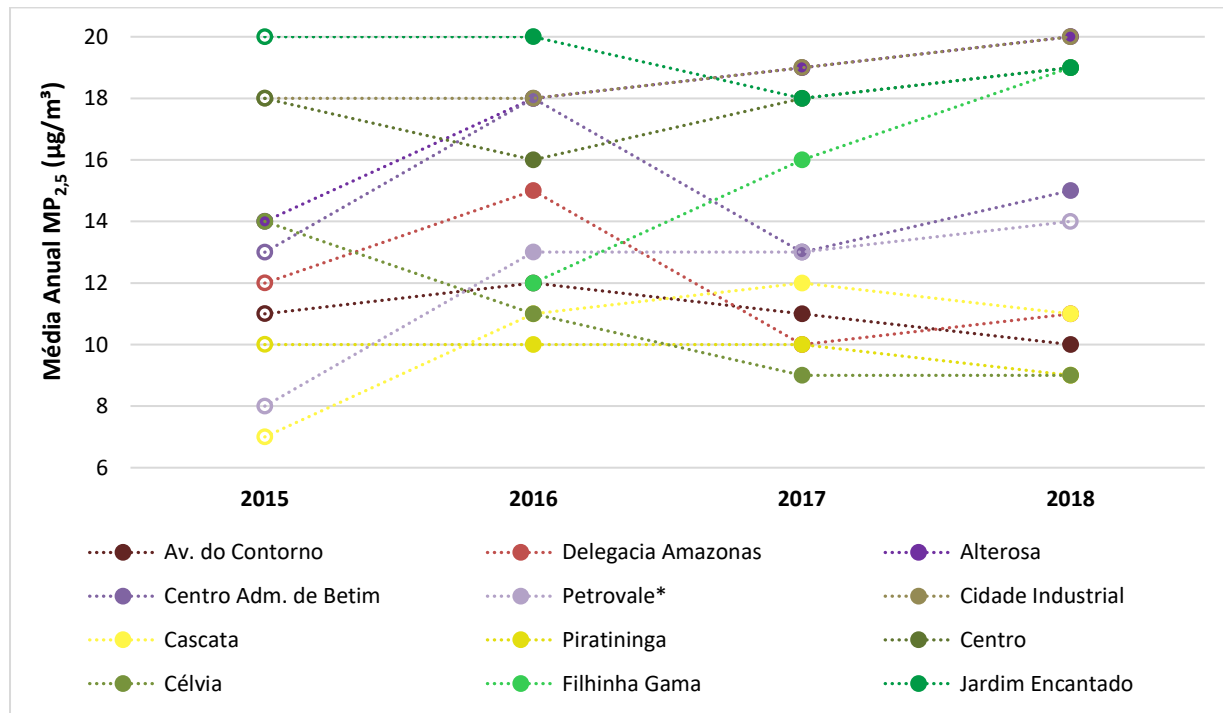


Figura 24: Evolução das médias anuais de $MP_{2,5}$ na RMBH.
*Símbolos vazados no gráfico indicam médias anuais não representativas.

Como pode ser visto na Figura 24, o ano de 2018 da RMBH seguiu o comportamento já vigente no histórico recente quanto às médias anuais de $MP_{2,5}$, com a maioria das estações apresentando valores acima dos $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, recomendado pela OMS. Outro destaque negativo é o aumento progressivo da média anual observada nas estações Filhinha Gama (São José da Lapa) e Alterosa (Betim), ao longo do período de 2015 a 2018.

A análise sugere, de uma maneira geral, que o comportamento do $MP_{2,5}$ possa ser menos dependente das variações meteorológicas do que as outras frações de material particulado.

4.1.5 SO₂ na RMBH

As estações situadas em São José da Lapa e Brumadinho não realizam o monitoramento desse poluente, assim como dos demais gases, estando ausentes, portanto, das análises de SO₂, NO₂, O₃ e CO.

As máximas concentrações médias diárias de SO₂ medidas no ano de 2018 na RMBH são apresentadas na Figura 25. Há de se destacar que não houve valores acima do padrão primário de 24 horas ($365 \mu\text{g}/\text{m}^3$) em nenhuma estação da RMBH.

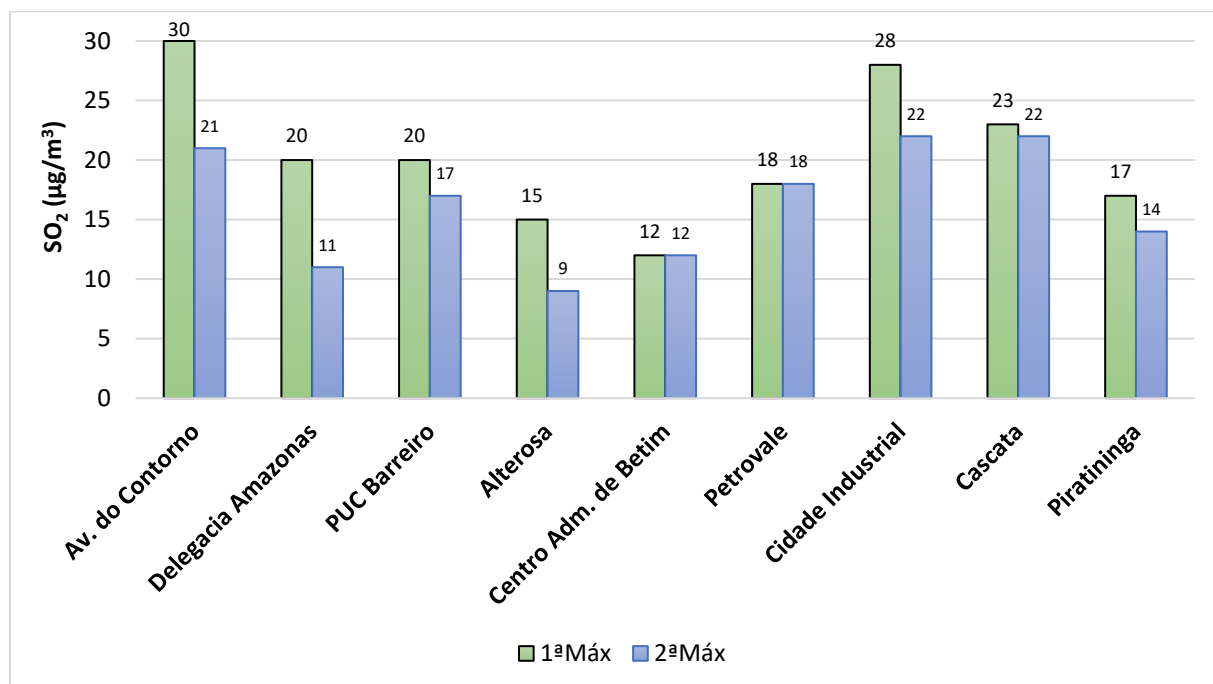


Figura 25: Concentrações máximas diárias de SO₂ nas estações da RMBH.

A Tabela 14 apresenta a distribuição percentual do Índice da Qualidade do Ar para o dióxido de enxofre. Prevaleceu a classe “Boa” para todas as estações, com destaque para a estação C. Av. Contorno (BH), com 98,9% de qualidade do ar “Boa” e apenas 1,1% de dados omissos. Como consequência disso, as médias anuais observadas foram reduzidas, com o maior valor obtido de 6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, bem inferiores ao padrão anual vigente à época, de 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, conforme visualizado na Figura 26.

Tabela 14: Distribuição percentual do IQAr de SO_2 na RMBH.

Município	Estação	Boa	Omissos
Belo Horizonte	Av. do Contorno	98,9%	1,1%
Belo Horizonte	Delegacia Amazonas	74,3%	25,7%
Belo Horizonte	PUC Barreiro	76,4%	23,6%
Betim	Alterosa	74,0%	26,0%
Betim	Centro Adm. de Betim	62,2%	37,8%
Betim	Petrovale	77,0%	23,0%
Contagem	Cidade Industrial	82,5%	17,5%
Ibirité	Cascata	90,4%	9,6%
Ibirité	Piratinunga	95,3%	4,7%

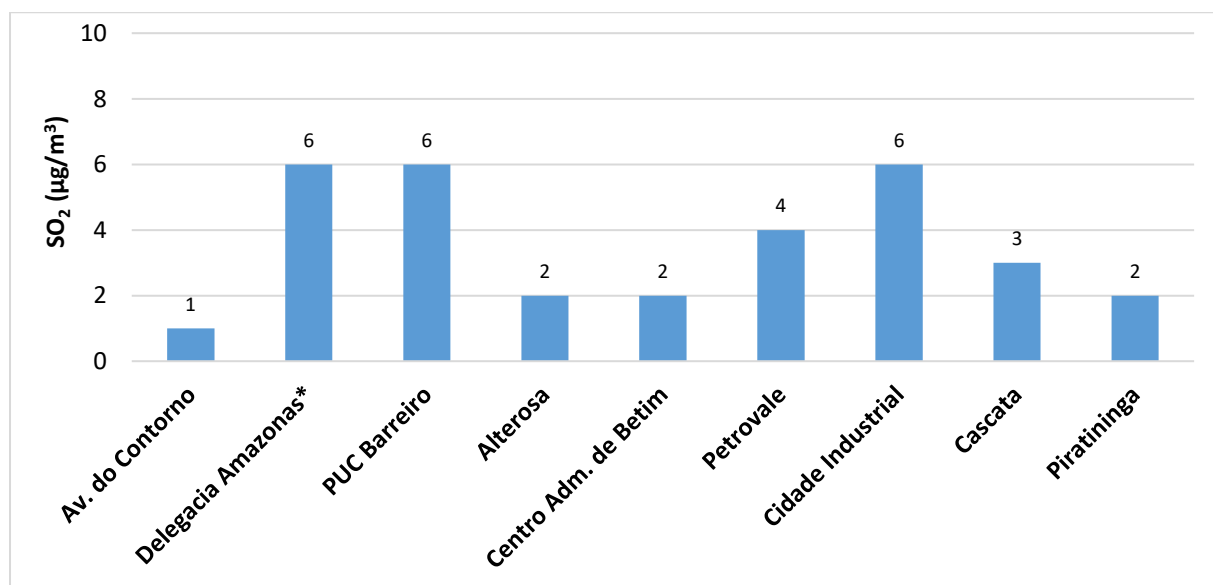


Figura 26: Concentrações médias anuais de SO_2 na RMBH.

*Não Representativo.

A Figura 27 apresenta a evolução das concentrações médias anuais de SO_2 nos municípios da RMBH, para os anos de 2015 a 2018. Percebe-se pouca variação de valores, principalmente nas estações Alterosa, Centro Administrativo Betim e Piratinunga. No entanto, na estação Petrovale, em Betim, percebeu-se certa melhora

no período, saindo de uma média de 9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ em 2015 e, gradativamente, chegando a 4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ em 2018.

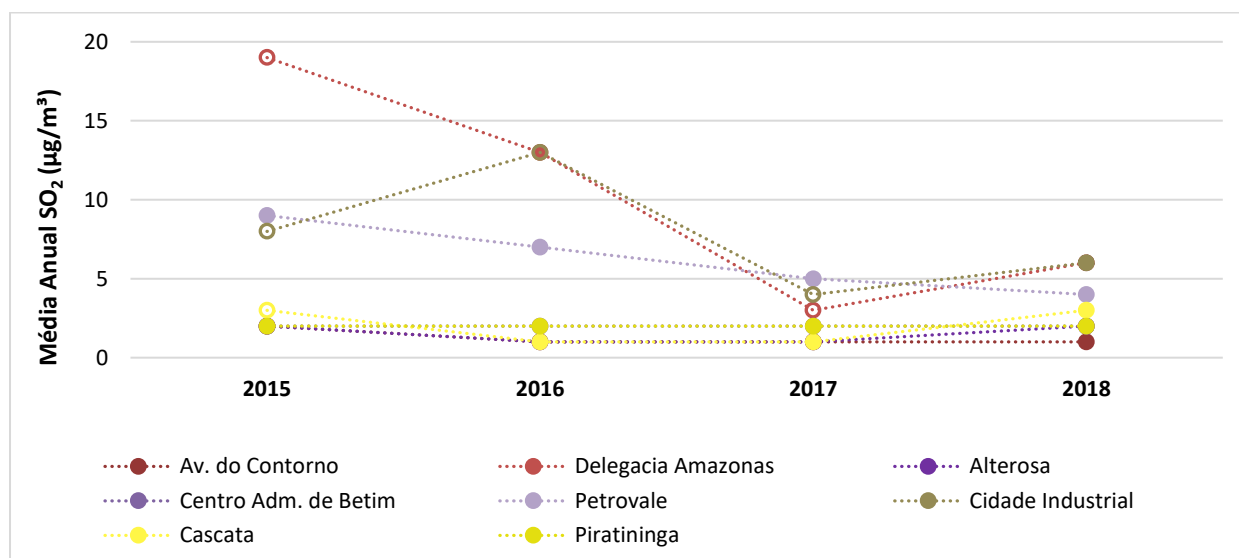


Figura 27: Evolução das médias anuais de SO₂ na RMBH.

*Símbolos vazados no gráfico indicam médias anuais não representativas.

4.1.6 NO₂ na RMBH

A Figura 28 apresenta os resultados obtidos da concentração de curta exposição para dióxido de nitrogênio nas estações da RMBH. Destaca-se que todas as máximas médias horárias das estações permaneceram abaixo do padrão estabelecido pela legislação em vigor (320 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Os menores valores foram observados nas estações de Ibirité (Cascata e Piratininga).

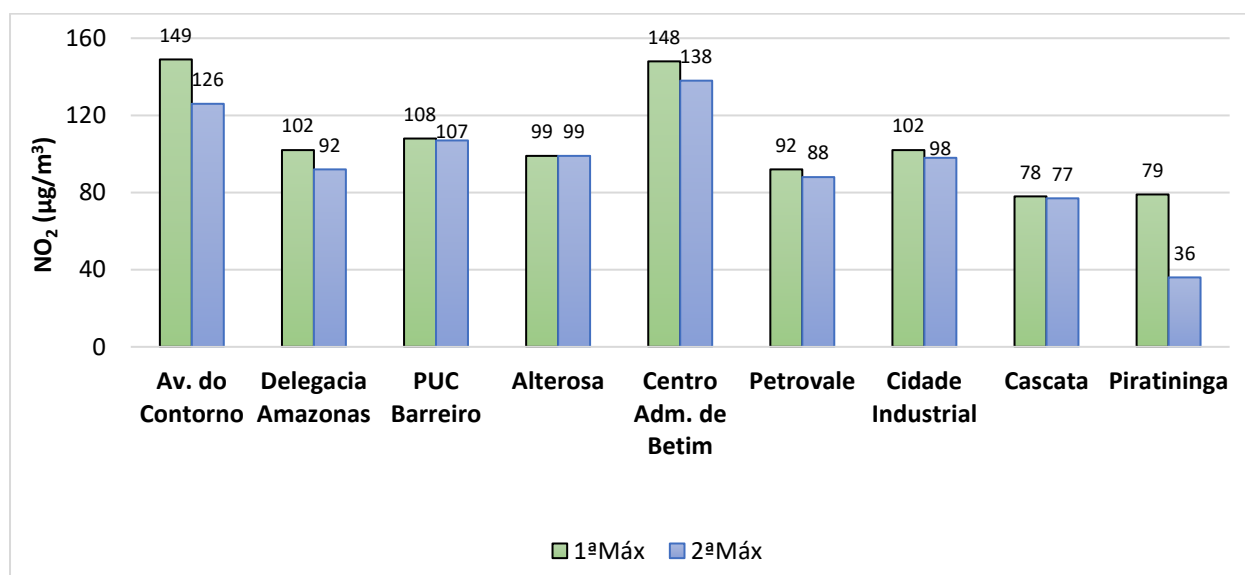


Figura 28: Concentrações máximas horárias de NO₂ na RMBH.

A Tabela 15 mostra a distribuição percentual do IQAr do NO₂ na RMBH ao longo do ano de 2018, na qual percebe-se a predominância da classe “Boa” em todas as estações, conforme esperado haja vista as máximas observadas na Figura 28.

Tabela 15: Distribuição percentual do IQAr de NO₂ na RMBH.

Município	Estação	Boa	Regular	Omissos
Belo Horizonte	Av. do Contorno	96,7%	3,0%	0,3%
Belo Horizonte	Delegacia Amazonas	90,4%	0,3%	9,3%
Belo Horizonte	PUC Barreiro	93,4%	0,6%	6,0%
Betim	Alterosa	97,0%	-	3,0%
Betim	Centro Adm. de Betim	82,2%	0,8%	17,0%
Betim	Petrovale	98,9%	-	1,1%
Contagem	Cidade Industrial	60,2%	0,3%	39,5%
Ibirité	Cascata	91,0%	-	9,0%
Ibirité	Piratininga	98,9%	-	1,1%

A avaliação das médias anuais, destacadas na Figura 29, mostrou que todas as estações da RMBH atenderam ao padrão estabelecido pela Resolução CONAMA n° 03/1990, de 100 µg/m³. Ainda em relação à média de longa duração, a Figura 30 apresenta a evolução das concentrações médias anuais de NO₂ nos municípios da RMBH do período de 2015 a 2018.

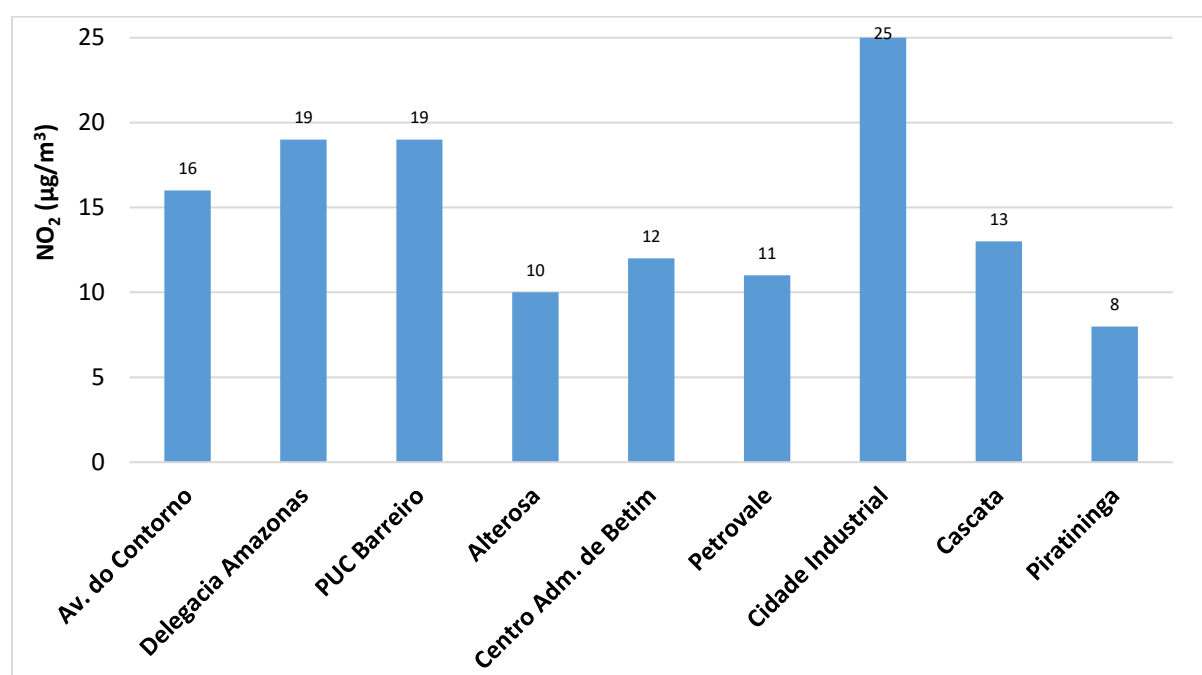


Figura 29: Concentrações médias anuais de NO₂ na RMBH.

*Não Representativo.

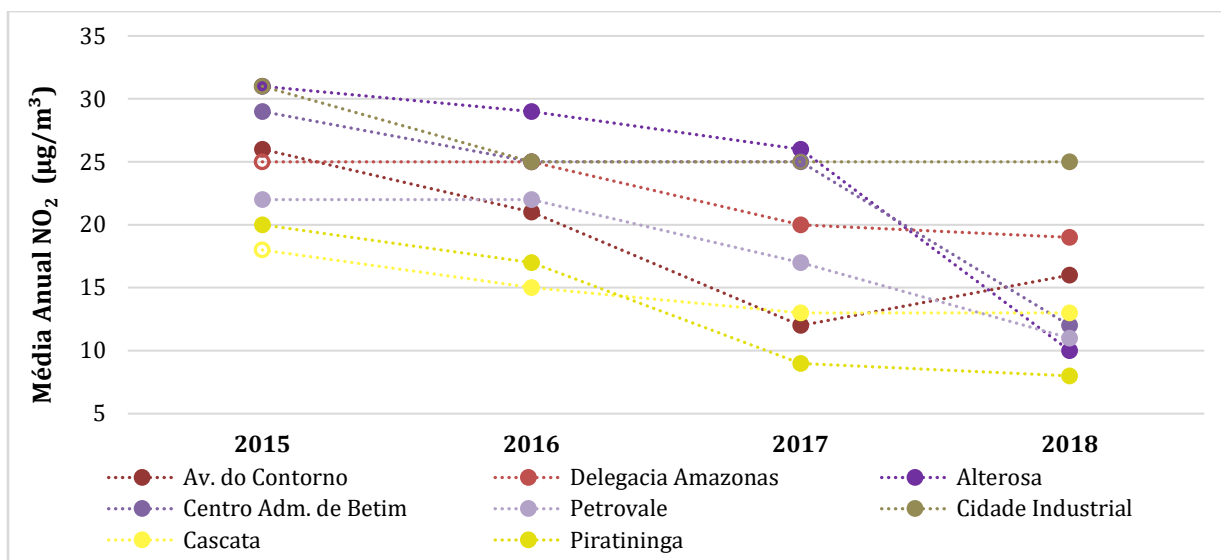


Figura 30: Evolução das médias anuais de NO_2 na RMBH.

*Símbolos vazados no gráfico indicam médias anuais não representativas.

Observa-se, pela Figura 30, que a maioria das estações apresentou uma redução nas médias anuais no período de 2015 a 2018, em especial, as estações instaladas em Betim, reduzindo de 31 para 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ na estação Alterosa, de 29 a 12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ na estação Centro Administrativo de Betim e de 22 a 11 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ na estação Petrovale.

4.1.7 CO na RMBH

Na Figura 31 são destacadas as máximas médias de 8 horas de monóxido de carbono obtidas na RMBH. O padrão de 9 ppm da Resolução CONAMA nº03/1990 não foi ultrapassado por nenhuma das estações. Os maiores valores foram encontrados na estação Centro Administrativo de Betim, de 3,5 ppm.

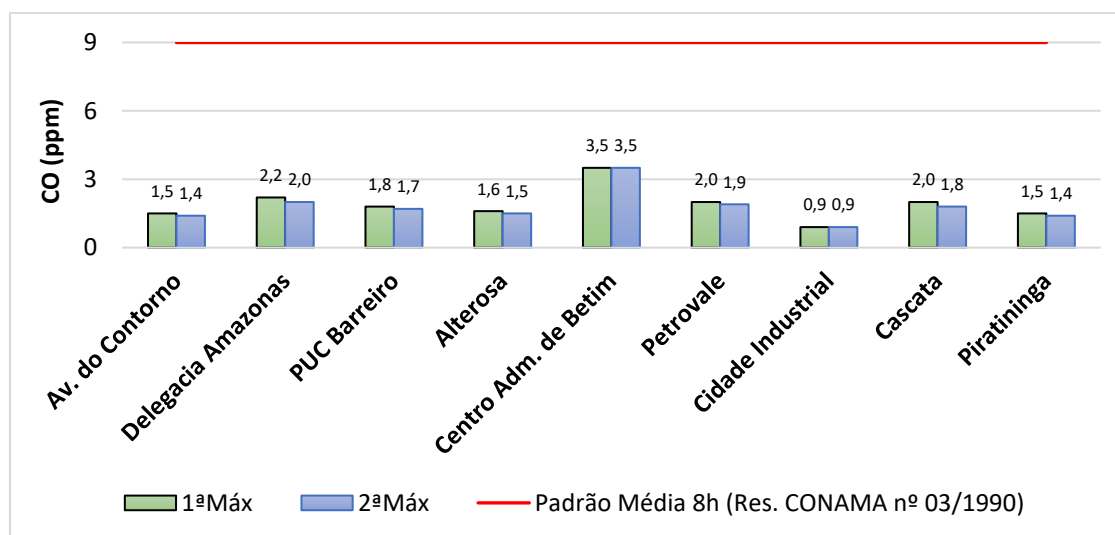


Figura 31: Concentrações máximas de 8 horas de CO na RMBH.

A Tabela 16 mostra a distribuição percentual do IQAr do CO no ano de 2018. Somente foi obtida a qualidade “Boa”.

Tabela 16: Distribuição percentual do IQAr de CO na RMBH.

Município	Estação	Boa	Omissos
Belo Horizonte	Av. do Contorno	93,7%	6,3%
Belo Horizonte	Delegacia Amazonas	94,3%	5,7%
Belo Horizonte	PUC Barreiro	91,5%	8,5%
Betim	Alterosa	95,9%	4,1%
Betim	Centro Adm. de Betim	78,1%	21,9%
Betim	Petrovale	89,0%	11,0%
Contagem	Cidade Industrial	8,2%	91,8%
Ibirité	Cascata	98,1%	1,9%
Ibirité	Piratinunga	98,6%	1,4%

4.1.8 O₃ na RMBH

A Figura 32 mostra as concentrações máximas horárias do ozônio medido na RMBH, no ano de 2018. As estações dos municípios de Betim e Ibirité atenderam ao padrão da Resolução CONAMA n° 03/1990, de 160 µg/m³. Entretanto, a estação Cidade Industrial, de Contagem, e as estações de Belo Horizonte: C. Av. Contorno, Delegacia Amazonas e PUC Barreiro, tiveram valores que ultrapassaram o padrão. As maiores concentrações foram observadas na estação PUC Barreiro, chegando a 230 µg/m³.

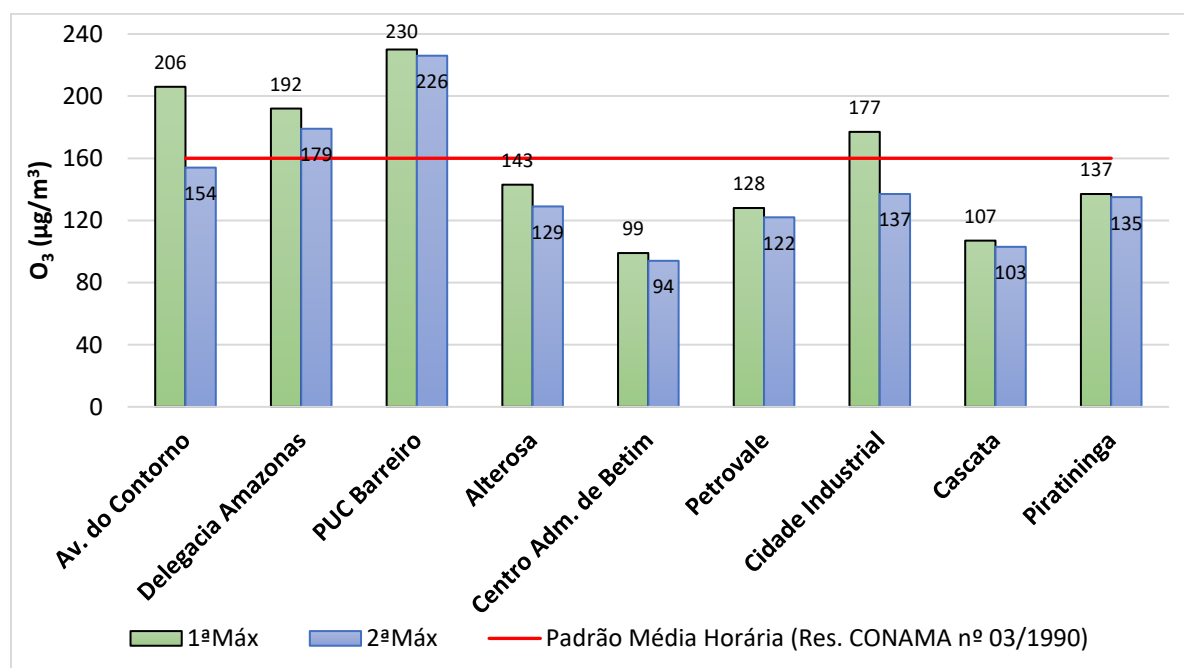


Figura 32: Concentrações máximas horárias de O₃ na RMBH.

Na estação Cidade Industrial (Contagem), ocorreu apenas 1 ultrapassagem, no dia 12/01/18. Em Belo Horizonte, na estação Delegacia Amazonas foram registradas 4 ultrapassagens, ocorridas em 02/03/18, 03/06/18, 07/12/18 e 18/12/18. Na estação Av. Contorno a única ultrapassagem ocorreu em 01/10/18. Já na estação PUC Barreiro o total de ultrapassagens foi bem superior, 27. Esses casos ocorreram 2 vezes em março; 1 em abril; 6 em maio; 1 em junho; 11 em julho; 4 em agosto e 2 em setembro. A máxima, de 230 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, foi registrada nesta estação em 12/08/2018.

Portanto, não houve um comportamento similar, em tempo, que possa justificar diretamente as ultrapassagens, tendo elas ocorridas em dias e meses diferentes. Sendo assim, além das questões meteorológicas que podem ter influenciado as medições em cada estação nos dias de ultrapassagem, como por exemplo, uma radiação solar proeminente, a existência dos precursores do ozônio deve estar diretamente envolvida nas altas concentrações horárias medidas desse poluente.

As ultrapassagens de O_3 na RMBH podem ser visualizadas na Tabela 17, por meio da qualidade “Inadequada” observada para estas estações. A distribuição percentual dos IQAr para o O_3 na RMBH ao longo do ano de 2018 nos revela uma maior contribuição da classe “Regular”, percebida principalmente na estação PUC Barreiro. A estação Cidade Industrial embora tenha seguido esse mesmo caminho, apresentou uma alta quantidade de dados omissos, 81,1%. Além disso, mesmo tendo os municípios de Betim e Ibirité predominância na classe “Boa” em suas estações, há de se destacar a porcentagem de qualidade do ar “Regular” encontrada na estação Petrovale (9,9%), e Piratininga (20,8%).

Tabela 17: Índice IQAr de O_3 na RMBH.

Município	Estação	Boa	Regular	Inadequada	Omissos
Belo Horizonte	Av. do Contorno	74,8%	22,7%	0,3%	2,2%
Belo Horizonte	Delegacia Amazonas	58,4%	24,1%	1,1%	16,4%
Belo Horizonte	PUC Barreiro	36,2%	46,6%	7,1%	10,1%
Betim	Alterosa	94,2%	4,4%	-	1,4%
Betim	Centro Adm. de Betim	78,9%	1,9%	-	19,2%
Betim	Petrovale	87,1%	9,9%	-	3,0%
Contagem	Cidade Industrial	7,7%	10,9%	0,3%	81,1%
Ibirité	Cascata	80,3%	6,0%	-	13,7%
Ibirité	Piratininga	74,5%	20,8%	-	4,7%

4.2 RMVA

Situada no Leste do Estado de Minas Gerais, a Região Metropolitana do Vale do Aço (RMVA) compreende quatro municípios – Coronel Fabriciano, Ipatinga, Santana do Paraíso e Timóteo, sendo cercada por um Colar Metropolitano constituído por outros 24 municípios (BARBOSA *et al.*, 2016). Em 2010, a RMVA contava com uma população residente de 615.297 pessoas, na qual, aproximadamente, 91,5% estavam localizadas em área urbana, enquanto 8,5% em área rural (IBGE, 2010).

No início do século XX, a RMVA não possuía expressão regional significativa. No entanto, esse cenário começou a mudar com a instalação de empresas industriais na área, o que proporcionou um caráter de poli centralidade. A partir disso, houve um crescimento populacional e desenvolvimento econômico na região em com a fixação dessas indústrias, as quais desempenham um papel crucial no setor nacional (BARBOSA *et. al.*, 2016). Esse desenvolvimento teve início com a fundação da Companhia Aços Especiais Itabira (Acesita) em Timóteo. Em seguida, ocorreu a implantação das Usinas Siderúrgicas de Minas Gerais S. A. (Usiminas) em Ipatinga, seguida pela chegada da Celulose Nipo-Brasileira S. A. (Cenibra) em Belo Oriente. O PIB da RMVA somou um montante de cerca de 17,0 bilhões de reais em 2018 (Agência RMVA, 2021).

A implantação dessas empresas acarretou consequências relevantes para a região, promovendo um crescimento populacional e um influxo imigratório. Devido a esses fatores, ocorreu um crescimento espontâneo e desigual em todo o território, resultando em impactos significativos na infraestrutura local (SILVA, 2021). As análises seguintes contemplam as cidades da RMVA que compõe a rede de monitoramento da qualidade do ar, por conseguinte, excetua-se Santana do Paraíso.

4.2.1 Caracterização das fontes de poluição da RMVA

Na Região Metropolitana do Vale do Aço, as principais fontes de poluição atmosférica incluem a atividade industrial, os incêndios florestais e o tráfego de veículos (ARAÚJO, 2013). A Figura 33 mostra o crescimento da frota veicular na RMVA no período de 2009 até 2018, sendo que os dados da cidade de Ipatinga estão dispostos no eixo secundário (à direita).

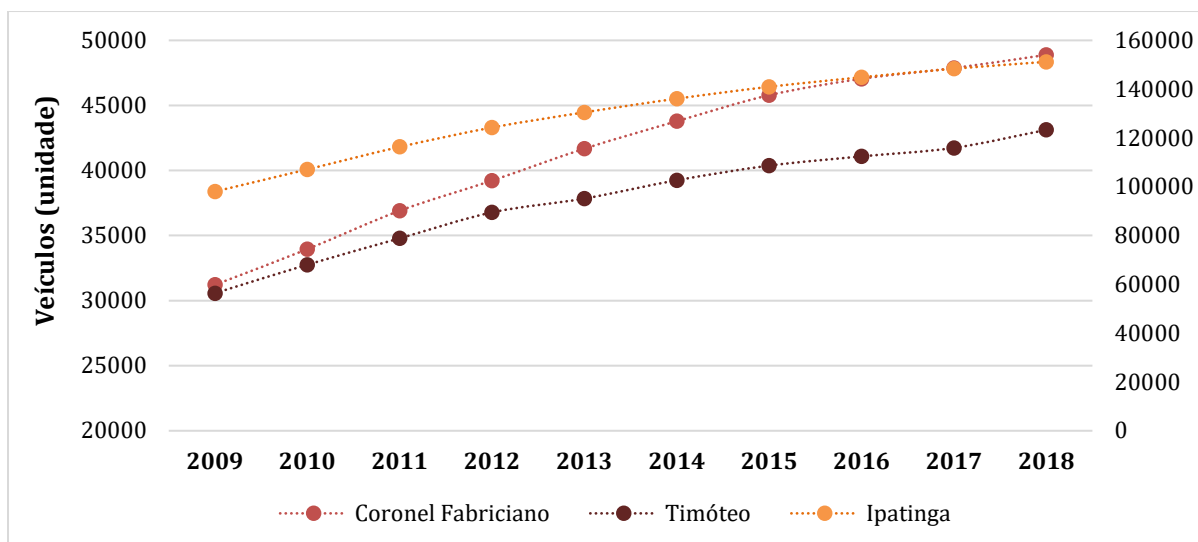


Figura 33: Crescimento da frota veicular na RMVA.

Fonte: IBGE, 2024.

A frota veicular na RMVA aumentou cerca de 52% no período de 2009 a 2018, saindo de 159.847 para 243.203 veículos, sendo destes, 151.199 no município de Ipatinga. Coronel Fabriciano e Timóteo chegaram, 48.887 e 43.117 veículos em 2018, respectivamente.

Com relação à contribuição das emissões atmosféricas pelas queimadas, na Figura 34 são mostrados os dados dos focos de incêndio nas cidades do Vale do Aço.

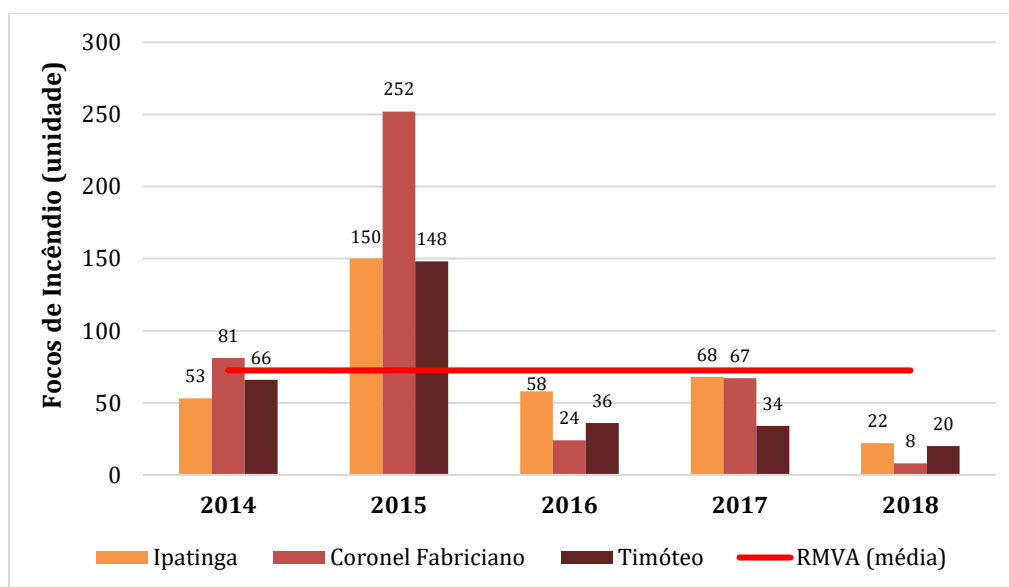


Figura 34: Focos de incêndio nas cidades da RMVA.

Fonte: INPE, 2024.

O ano de 2018 foi caracterizado por um menor número de focos de incêndio na RMVA, contabilizando um total de 50 focos, ficando abaixo da média do período de 2014 a 2018, de 72 focos.

No que tange às fontes industriais, a Figura 35 mostra a evolução dos empreendimentos licenciados na RMVA, no período de 2014 a 2018, considerando os empreendimentos em funcionamento em cada ano.

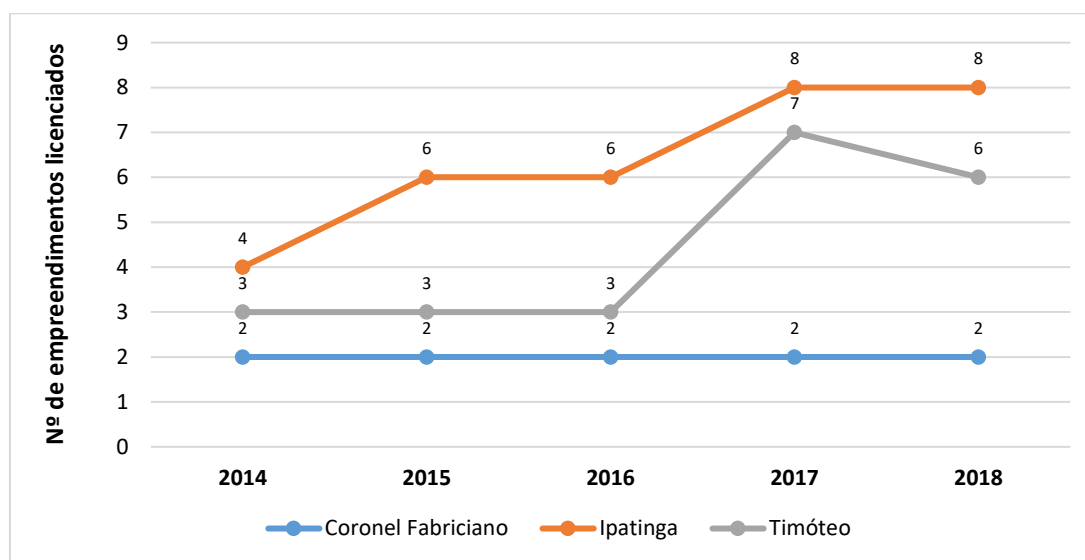


Figura 35: Empreendimentos licenciados na RMVA.

Fonte: Adaptado IDE-SISEMA, 2024.

Percebe-se que houve pouca mudança com relação ao ano anterior, com apenas a redução do número observado de empreendimentos licenciados em 2018 em Timóteo. Ipatinga continuou com um total de 8 enquanto Coronel Fabriciano manteve-se em 2. Ressalta-se que não foram consideradas as licenças simplificadas LAS/RAS.

Na Tabela 18 é destacada a distribuição dos empreendimentos licenciados e em funcionamento em 2018, de acordo com a listagem de atividades da DN COPAM nº 217/2017 e informações disponíveis no IDE.

Tabela 18: Listagens dos empreendimentos conforme DN COPAM nº 217/2017.

Listagens*	Coronel Fabriciano	Ipatinga	Timóteo
Listagem A	-	1	-
Listagem B	-	2	3
Listagem C	-	1	1
Listagem D	1	-	-
Listagem E	-	1	-
Listagem F	1	3	2

Fonte: IDE-SISEMA, 2024.

Conforme dados da Tabela 18, observa-se em Ipatinga a diversidade de atividades, com ligeiro destaque para o setor de Gerenciamento de Resíduos e Serviços (F) e da indústria Metalúrgica (B), também percebidos em Timóteo.

4.2.2 PTS na RMVA

A Figura 36 apresenta os valores máximos das médias diárias de partículas totais em suspensão obtidos na RMVA em 2018. Todas as estações apresentaram médias inferiores ao padrão diário estabelecido pela legislação vigente à época, de 240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Os maiores valores foram encontrados nas estações Sementinha (Timóteo), de 153 e 134 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, além de 92 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ na estação Senac (C. Fabriciano).

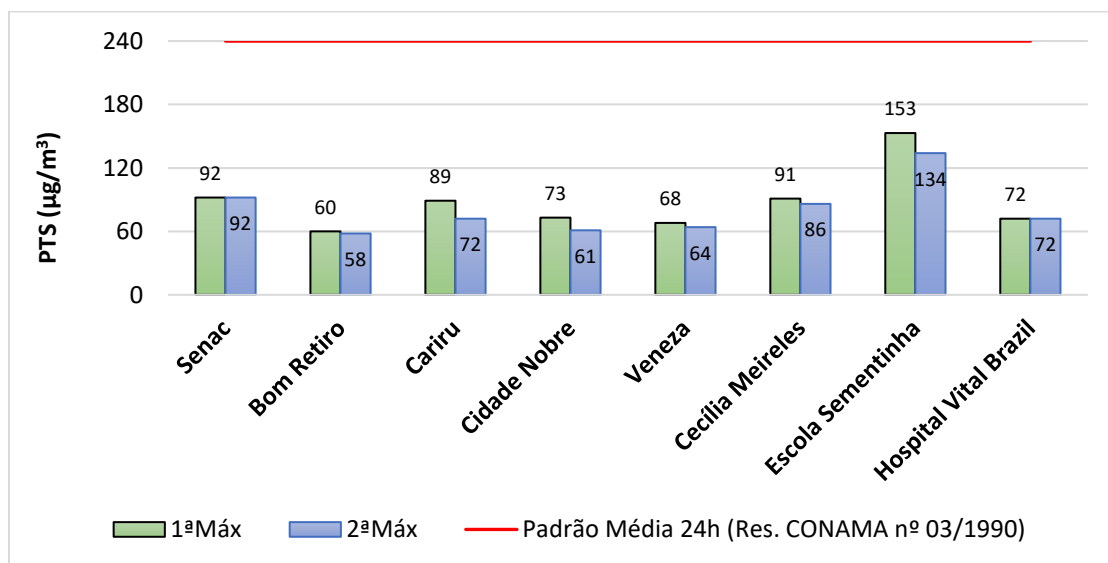


Figura 36: Concentrações máximas diárias de PTS na RMVA.

A distribuição percentual do IQAr é visualizada na Tabela 19. Cabe destacar que a estação Veneza foi reativada apenas em outubro de 2018 e, por isso, apresentou grande quantidade de dados omissos. Nas demais estações a classe “Boa” teve

predominância, com destaque para a estação Cecília Meireles, com 96,4%. Entretanto, as estações Senac, Cariru, Cecília Meireles e Sementinha apresentaram qualidade “Regular”, esta última em 26% dos dias.

Tabela 19: Distribuição do IQAr para o PTS na RMVA.

Município	Estação	Boa	Regular	Omissos
Cel Fabriciano	Senac	86,3%	2,2%	11,5%
Ipatinga	Bom Retiro	95,3%	-	4,7%
Ipatinga	Cariru	92,3%	0,3%	7,4%
Ipatinga	Cidade Nobre	95,1%	-	4,9%
Ipatinga	Veneza	19,2%	-	80,8%
Timóteo	Cecília Meireles	96,4%	1,1%	2,5%
Timóteo	Escola Sementinha	68,8%	26,0%	5,2%
Timóteo	Hospital Vital Brazil	93,1%	-	6,9%

Com relação à concentração média geométrica anual de PTS na RMVA, seguindo o esperado, em função da conformidade dos valores diários destacados anteriormente, todas as médias anuais atenderam ao padrão anual, de 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. A maior média anual foi observada na estação Sementinha (Timóteo), cuja a qualidade do ar “Regular” foi mais representativa (26%). Por outro lado, os menores valores foram observados nas estações de Ipatinga, com o mínimo, de 32 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, na estação Bom Retiro.

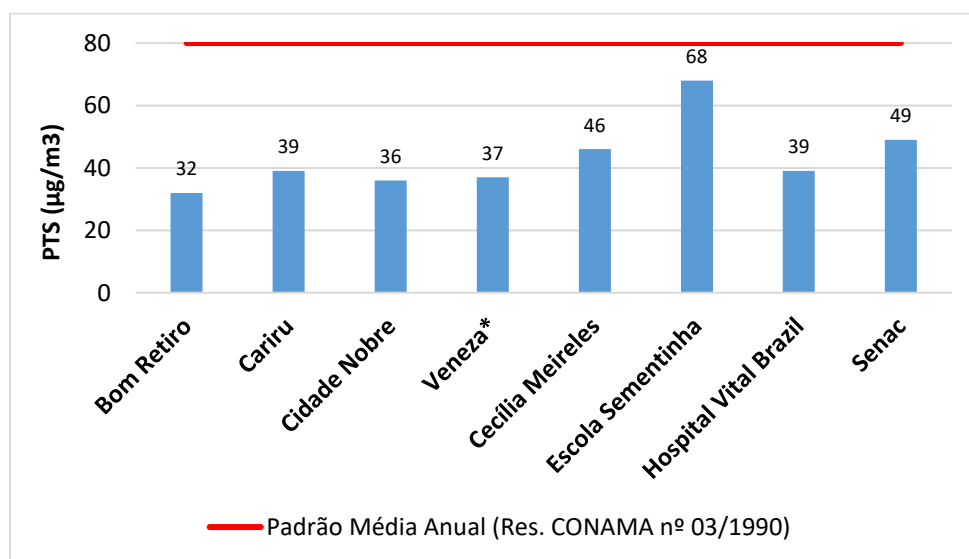


Figura 37: Concentrações médias anuais de PTS na RMVA.

*Não Representativo.

A partir da Figura 38 observa-se a evolução das médias anuais de PTS no período de 2015 a 2018, nas estações da RMVA. Percebe-se pouca variação dos valores no

período total. Entretanto, a comparação dos dados de 2017-2018 mostra que todas as estações tiveram um aumento na média anual, com o maior sendo visto na estação Senac, de $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Uma possível explicação para esse aumento pode estar relacionada ao regime de chuvas da Região Leste de Minas em 2018, no qual de maio a novembro foram observados acumulados mensais inferiores às médias históricas, conforme visto no item 3 deste documento - Figura 10.

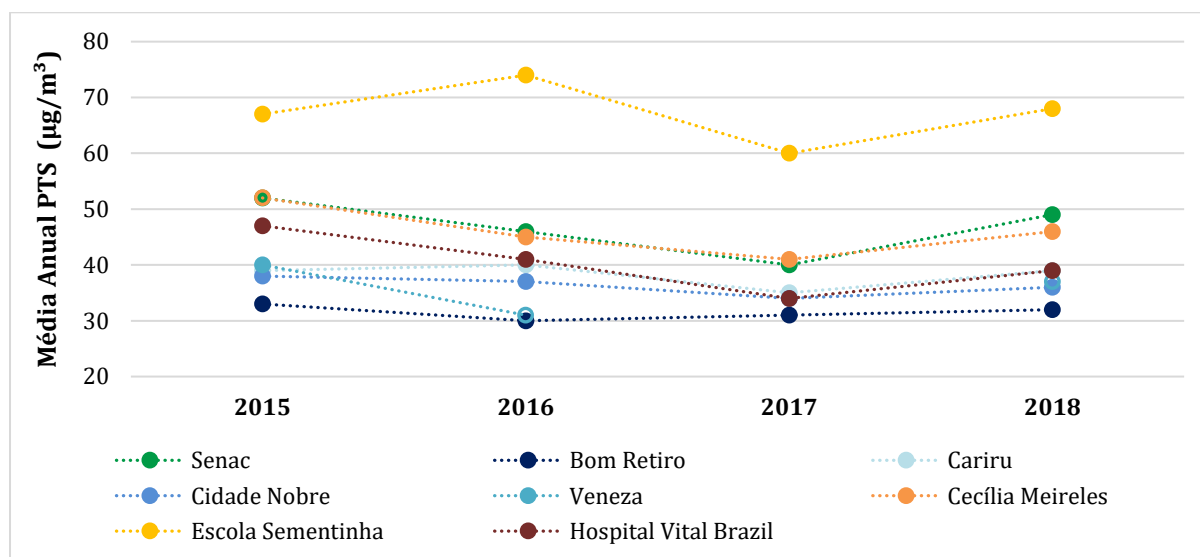


Figura 38: Evolução das médias anuais de PTS na RMVA.

*Símbolos vazados no gráfico indicam médias anuais não representativas.

4.2.3 MP₁₀ na RMVA

Os resultados obtidos para as máximas médias diárias de MP₁₀ na RMVA são mostrados na Figura 39. Não houve ultrapassagem do padrão diário, de $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$, em nenhuma das estações. Os maiores valores foram obtidos na estação Sementinha, em Timóteo. Na Tabela 20 são detalhadas as distribuições de IQAr obtidas nas estações da RMVA.

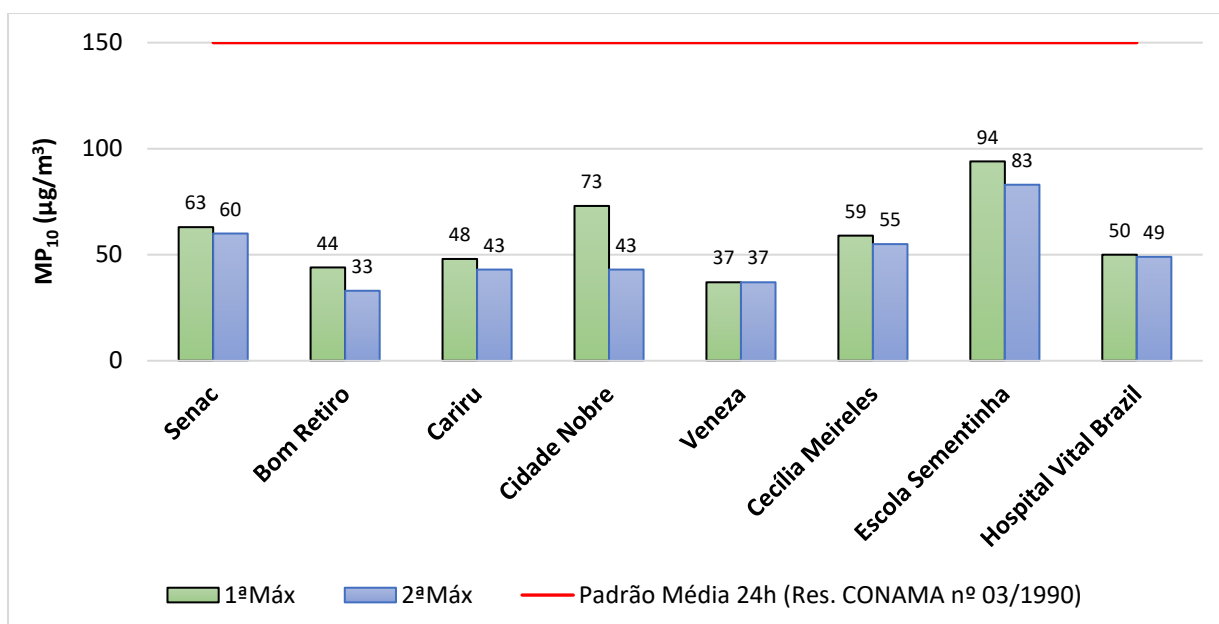


Figura 39: Concentrações máximas diárias de MP₁₀ na RMVA.

Tabela 20: Distribuição do IQAr para o MP₁₀ na RMVA.

Município	Estação	Boa	Regular	Omissos
Cel Fabriciano	Senac	83,5%	4,7%	11,8%
Ipatinga	Bom Retiro	90,7%	-	9,3%
Ipatinga	Cariru	90,1%	-	9,9%
Ipatinga	Cidade Nobre	95,1%	0,3%	4,7%
Ipatinga	Veneza	20,5%	-	79,5%
Timóteo	Cecília Meireles	95,6%	1,4%	3,0%
Timóteo	Escola Sementinha	74,3%	21,6%	4,1%
Timóteo	Hospital Vital Brazil	92,9%	0,3%	6,8%

Observa-se que a qualidade “Boa” predominou em 2018 na RMVA para partículas inaláveis, com a estação Sementinha obtendo a maior porcentagem da classe “Regular”, com 21,6%. Essa distribuição impactou nas médias anuais, com a estação Sementinha apresentando o maior valor, de 41 µg/m³, seguida da estação Senac, com 35 µg/m³, conforme mostra a Figura 40. Portanto, não houve ultrapassagem do padrão anual, de 50 µg/m³.

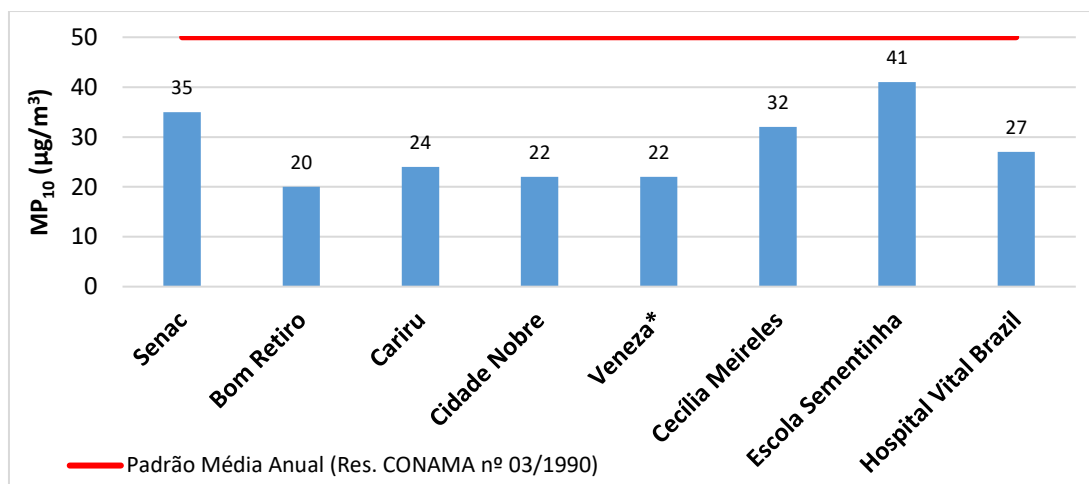


Figura 40: Concentrações médias anuais de MP_{10} na RMVA.

*Não Representativo.

A Figura 41 apresenta a variação das concentrações médias anuais de MP_{10} nos municípios da RMVA, no período de 2015 a 2018. As estações de Ipatinga (Bom Retiro, Cariru, Cidade Nobre e Veneza) apresentaram, de maneira geral, pouca variação da média anual em todo período.

Percebe-se que, de 2015 a 2017 as estações Senac (C. Fabriciano), Sementinha, Cecília Meireles e Hospital Vital Brazil (Timóteo) tiveram uma tendência de redução da média anual, entretanto, em 2018 estas estações apresentaram aumento dessa média. Estes valores podem estar atrelados ao regime de precipitação visto na Região Leste de Minas em 2018, conforme já descrito na análise de PTS, cujo período de maio a novembro apresentou chuvas escassas nessa região.

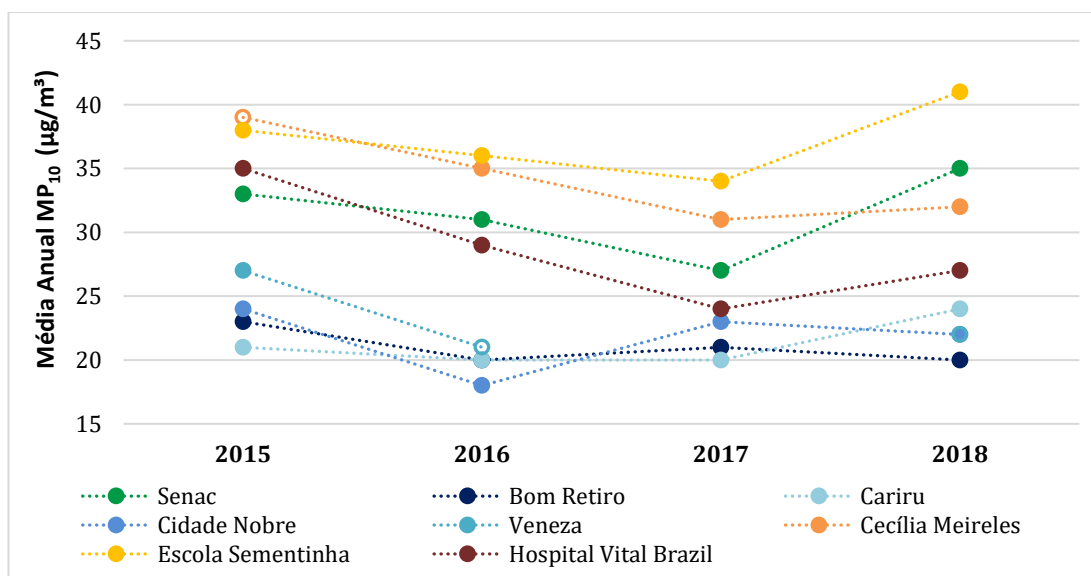


Figura 41: Evolução das médias anuais de MP_{10} na RMVA.

*Símbolos vazados no gráfico indicam médias anuais não representativas.

4.2.4 MP_{2,5} na RMVA

Em 2018 as estações Bom Retiro, Veneza e Cariru eram as que monitoravam partículas respiráveis na RMVA, todas presentes em Ipatinga. Nenhuma destas estações tiveram médias diárias acima do valor orientador da OMS, de 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, mostrado na Figura 42.

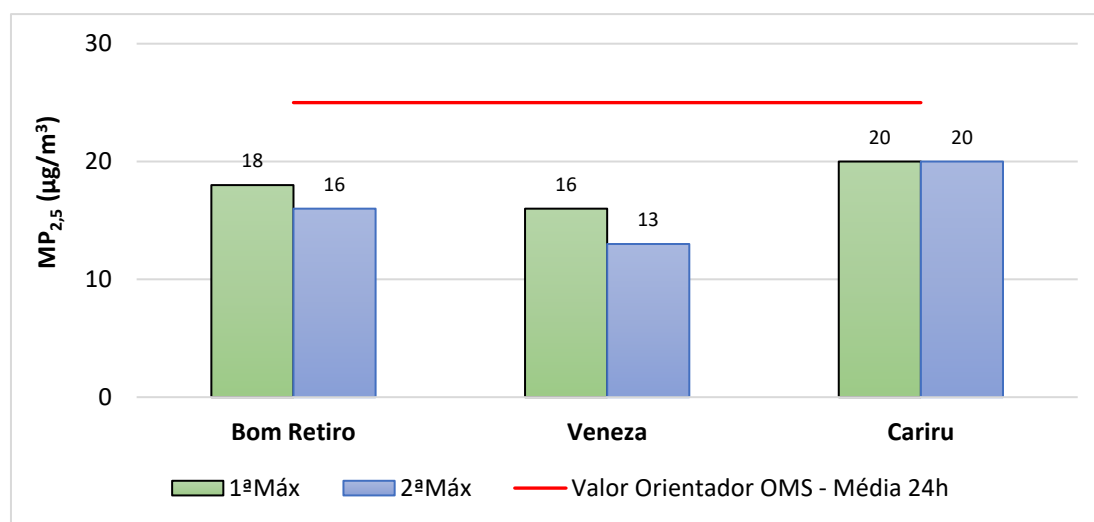


Figura 42: Concentrações máximas diárias de MP_{2,5} na RMVA.

O valor anual também teve seu limite atendido em todos os casos, sendo que a Estação Cariru teve média anual de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, igual ao valor orientador, conforme Figura 43.

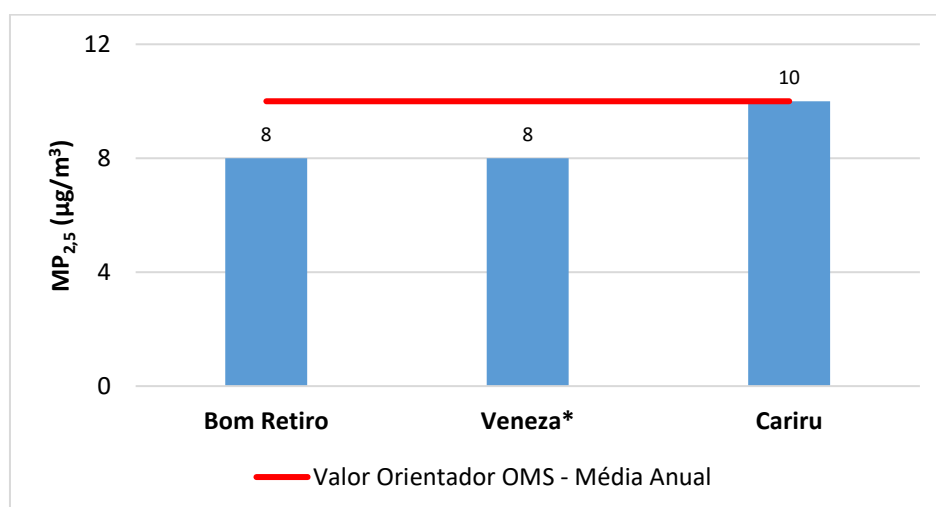


Figura 43: Concentrações médias anuais de MP_{2,5} na RMVA.

*Não Representativo.

A Figura 44 apresenta a evolução da média anual de MP_{2,5} no período de 2015 a 2018 na RMVA. A estação Veneza, sem representatividade em todos os anos,

manteve médias anuais iguais, de $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, em contrapartida, a estação Bom Retiro apresentou queda progressiva ao longo dos anos. Já a estação Cariru manteve a média anual de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nos anos de 2017 e 2018.

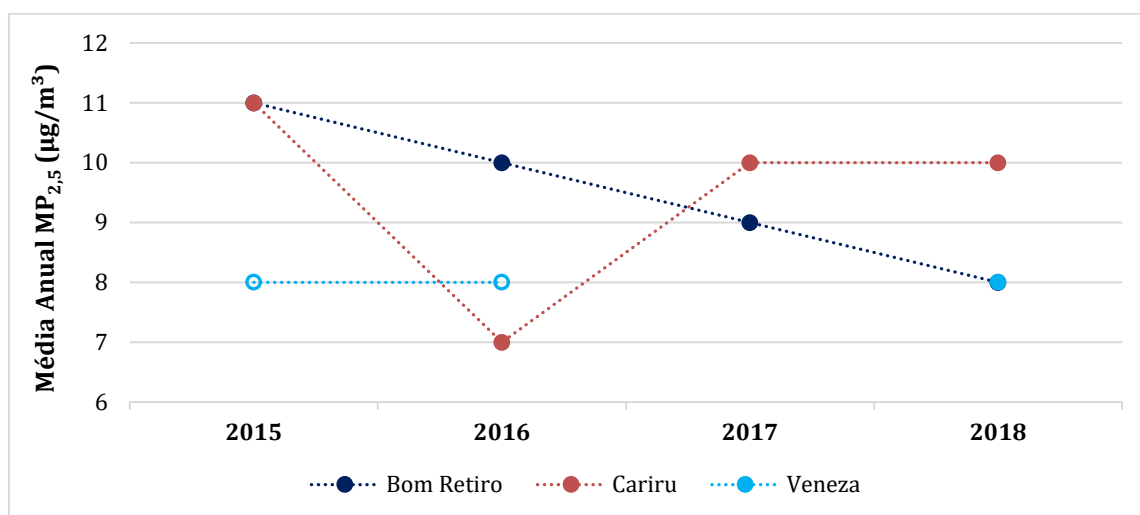


Figura 44: Evolução das médias anuais de $\text{MP}_{2,5}$ na RMVA.

*Símbolos vazados no gráfico indicam médias anuais não representativas.

4.2.5 SO_2 na RMVA

Somente as estações de Ipatinga realizavam o monitoramento de dióxido de enxofre na RMVA em 2018. As máximas médias diárias são mostradas na Figura 45, na qual percebe-se que todas as estações atenderam facilmente ao padrão diário da Resolução CONAMA n° 03/1990, de $365 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

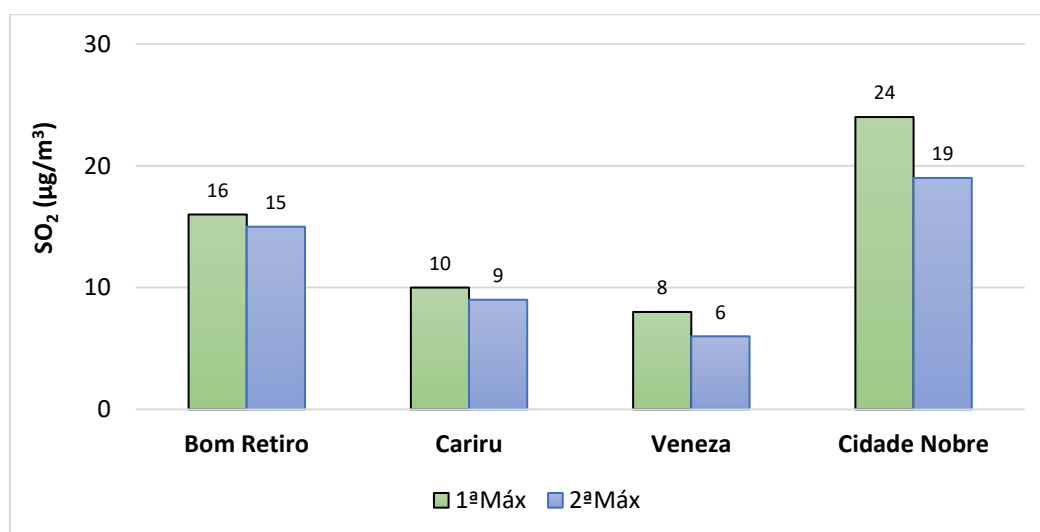


Figura 45: Concentrações máximas diárias de SO_2 na RMVA.

A Tabela 21 mostra a distribuição percentual do Índice da Qualidade do Ar do SO₂ em Ipatinga, sendo visto a predominância da qualidade “Boa” em todas as estações, com exceção da estação Veneza, que apresentou 81,1% de dados omissos. Como consequência, as médias anuais ficaram bem abaixo do padrão anual, de 80 µg/m³, vide Figura 46.

Tabela 21: Distribuição do IQAr para o SO₂ na RMVA - Ipatinga.

Município	Estação	Boa	Omissos
Ipatinga	Bom Retiro	96,2%	3,8%
Ipatinga	Cariru	92,6%	7,4%
Ipatinga	Veneza	18,9%	81,1%
Ipatinga	Cidade Nobre	97,5%	2,5%

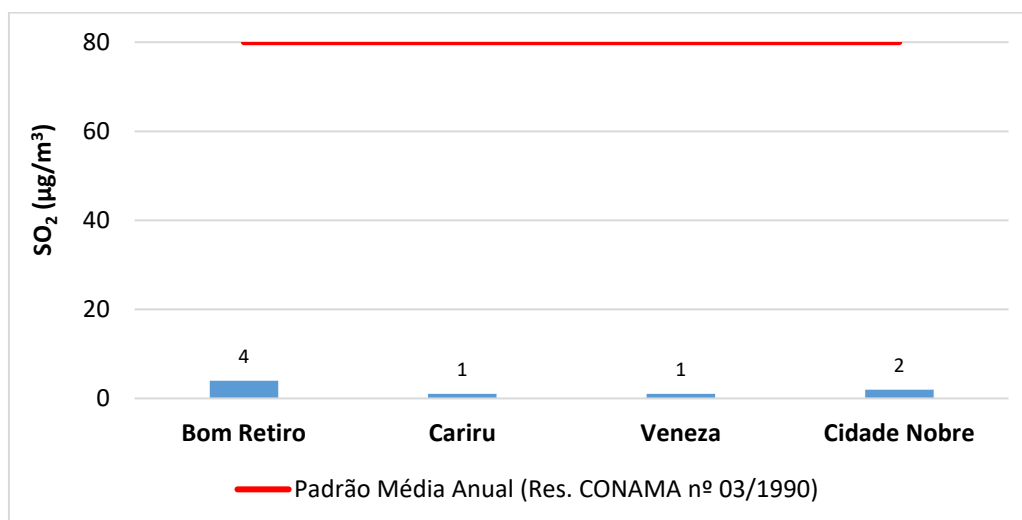


Figura 46: Concentrações médias anuais de SO₂ na RMVA.

O comportamento do SO₂ nas estações ao longo dos anos pode ser visualizado na Figura 47. No período avaliado, de 2015 a 2018, não ocorreu média anual superior a 7 µg/m³ em nenhuma estação. A estação Bom Retiro foi a que apresentou maiores médias anuais, apresentando redução de valores a partir de 2016. De forma geral, o ano de 2018 foi o que apresentou menores concentrações médias anuais em todas as estações.

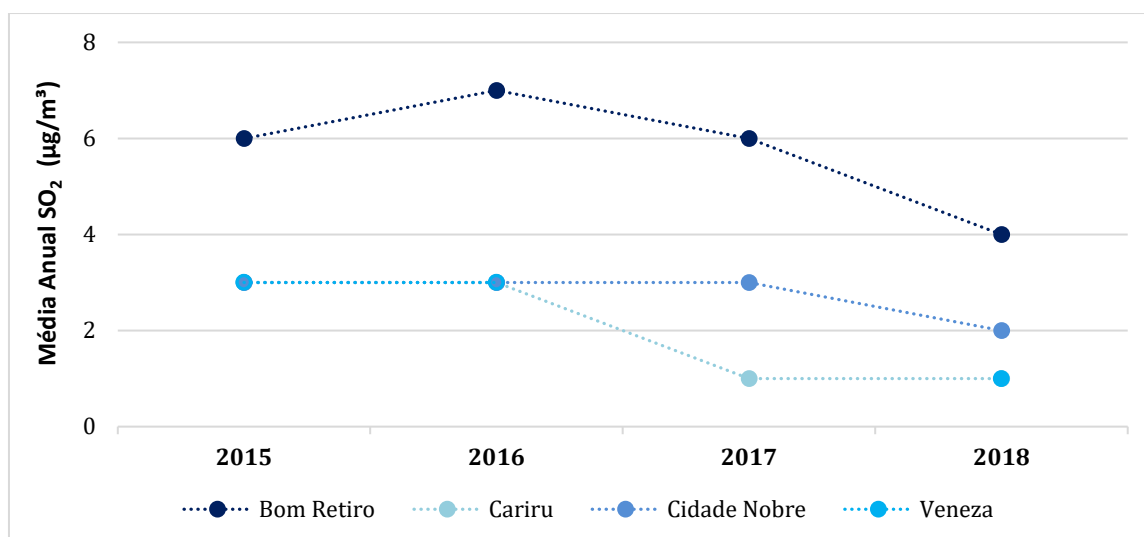


Figura 47: Evolução das médias anuais de SO₂ na RMVA.

*Símbolos vazados no gráfico indicam médias anuais não representativas.

4.2.6 NO₂ na RMVA

O dióxido de nitrogênio (NO₂) seguiu o comportamento observado para o SO₂ na RMVA ao longo de 2018, de forma que as médias horárias, assim como a anual, permaneceram bem abaixo dos padrões da Resolução CONAMA n° 03/1990, de 320 µg/m³. Na Figura 48 e Figura 49 são apresentadas as máximas horárias e médias anuais de NO₂ observadas na RMVA em 2018.

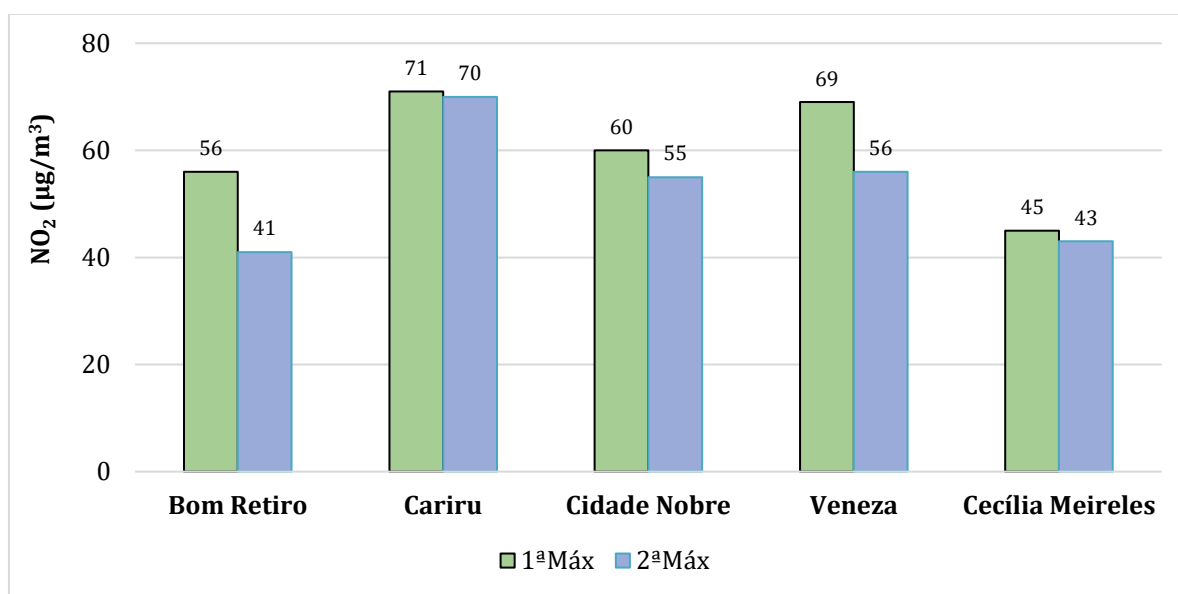


Figura 48: Concentrações máximas horárias de NO₂ na RMVA.

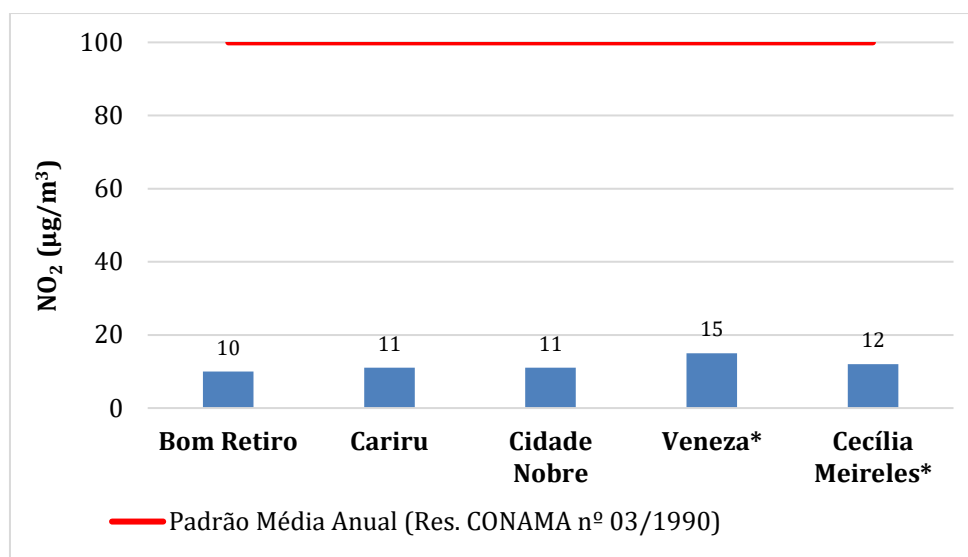


Figura 49: Concentrações médias anuais de NO₂ na RMVA.

A distribuição percentual do IQAr do NO₂ na RMVA, dada na Tabela 22, apresentou predominância da classe “Boa” em 2018, com exceção das estações Veneza e Cecília Meireles, que registraram alta quantidade de dados omissos, 78,1% e 48,2%, respectivamente.

Tabela 22: Distribuição do IQAr para o NO₂ na RMVA.

Município	Estação	Boa	Omissos
Ipatinga	Bom Retiro	98,9%	1,1%
Ipatinga	Cariru	98,1%	1,9%
Ipatinga	Cidade Nobre	98,6%	1,4%
Ipatinga	Veneza	21,9%	78,1%
Timóteo	Cecília Meireles	51,8%	48,2%

A análise do comportamento do período de 2015 a 2018 mostra que as estações Veneza e Cecília Meireles tiveram problemas na geração de dados válidos entre 2016 e 2018. Além disso, as estações Cariru e Cidade Nobre mostraram pouca variação das médias anuais ao longo dos anos, enquanto que a estação Bom Retiro apresentou redução da média entre 2017-2018, passando de 12 a 10 µg/m³, porém, havia chegado a um menor valor no ano de 2016, de 7 µg/m³, conforme pode ser visto na Figura 50.

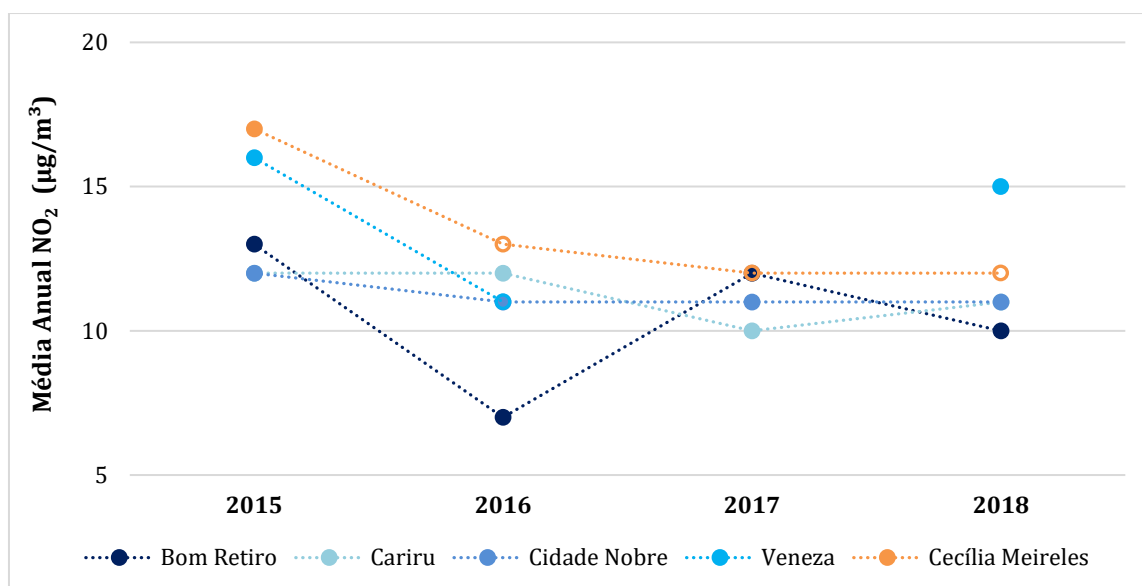


Figura 50: Evolução das médias anuais de NO₂ na RMVA.
 *Símbolos vazados no gráfico indicam médias anuais não representativas.

4.2.7 CO na RMVA

Apenas as 4 estações instaladas em Ipatinga monitoravam o monóxido de carbono (CO) na RMVA em 2018. A Figura 51 mostra as máximas médias de 8 horas observadas nestas estações. Percebe-se que o padrão de 9 ppm não é alcançado em nenhum local, com valor máximo obtido na estação Cidade Nobre, de 2 ppm.

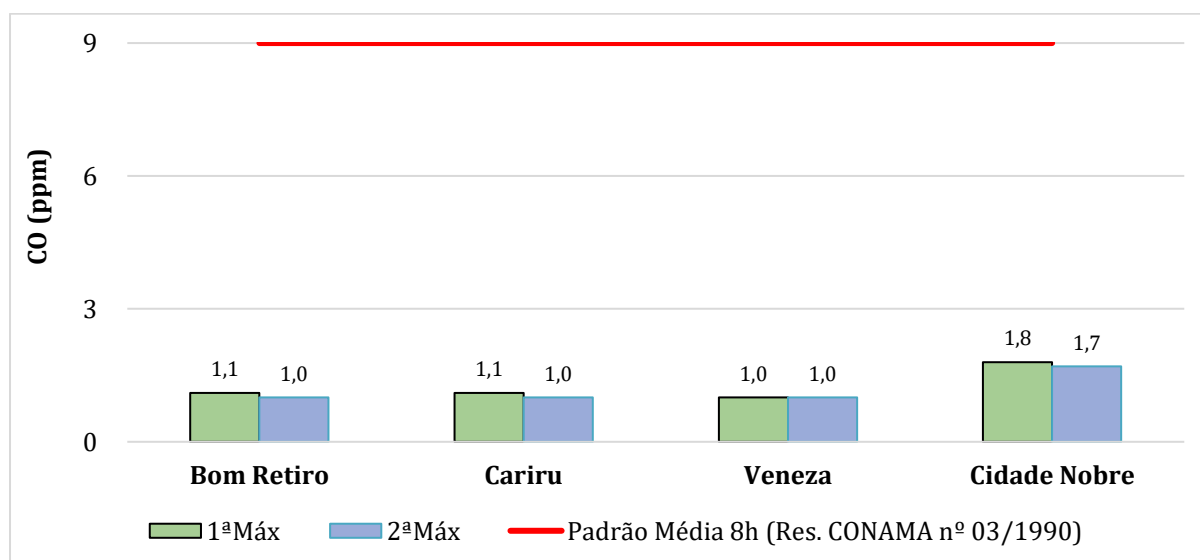


Figura 51: Máximas médias de 8 horas de CO na RMVA.

Ainda, como mostra a Tabela 23, em 2018 prevaleceu a qualidade do ar “Boa” para o CO nas estações da RMVA, com destaque para 100% obtido nas estações Cariru e Cidade Nobre.

Tabela 23: Distribuição do IQAr para o CO na RMVA.

Município	Estação	Boa	Omissos
Ipatinga	Bom Retiro	98,9%	1,1%
Ipatinga	Cariru	100,0%	-
Ipatinga	Veneza	23,0%	77,0%
Ipatinga	Cidade Nobre	100,0%	-

4.2.8 O_3 na RMVA

Na Figura 52 são mostradas as máximas horárias de ozônio encontradas nas estações da RMVA em 2018. Não foram encontradas concentrações superiores ao padrão de qualidade do ar, de $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Entretanto, conforme mostra a Tabela 24, a ocorrência de qualidade “Regular” foi alta nas estações da RMVA ao longo desse ano, com destaque para a estação Cidade Nobre com 43%. As estações Veneza e Cecília Meireles apresentaram alta porcentagem de dados omissos, de 77,8% e 37,0%, respectivamente.

As altas ocorrências de qualidade do ar “Regular” para o ozônio na RMVA podem estar relacionadas com as altas temperaturas observadas na Região Leste de Minas ao longo do ano 2018, nos quais todos os meses, cujos dados foram válidos, apresentaram médias mensais de temperatura superiores às médias históricas, conforme disposto na Figura 11. Isso sugere maior quantidade de radiação na região e, conseqüentemente, maior formação de ozônio.

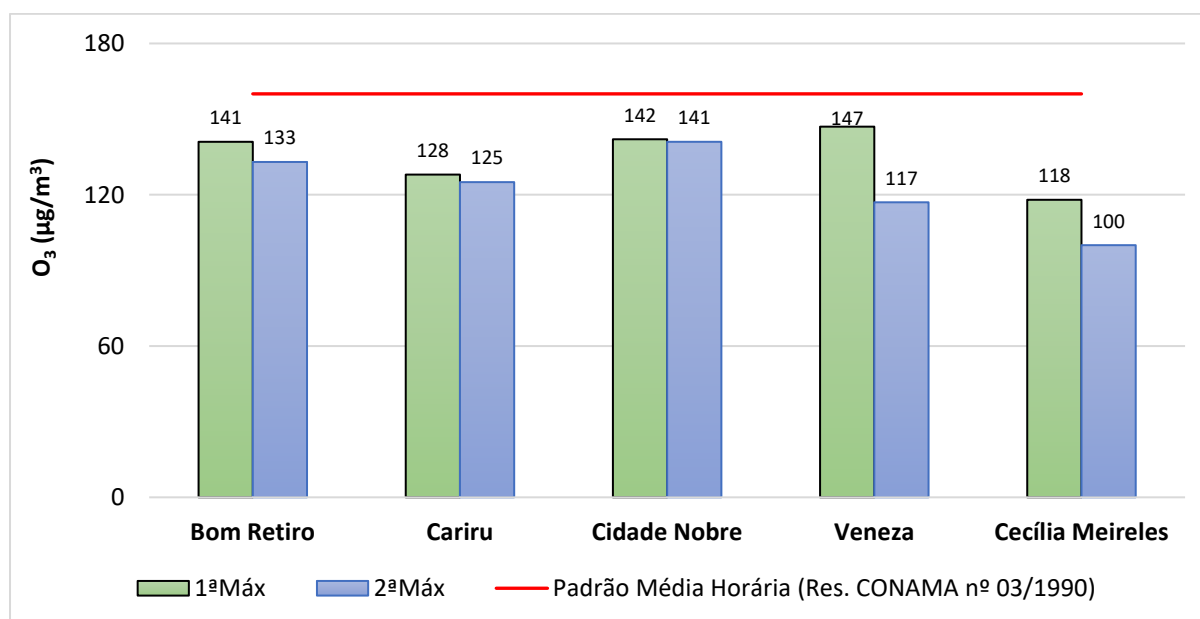


Figura 52: Concentrações máximas horárias de O_3 na RMVA.

Tabela 24: Distribuição do IQAr para o O₃ na RMVA.

Município	Estação	Boa	Regular	Omissos
Ipatinga	Bom Retiro	78,6%	20,3%	1,1%
Ipatinga	Cariru	74,5%	23,6%	1,9%
Ipatinga	Cidade Nobre	56,2%	43,0%	0,8%
Ipatinga	Veneza	16,2%	6,0%	77,8%
Timóteo	Cecília Meireles	58,1%	4,9%	37,0%

4.3 Bacia do Rio Doce

A região da Bacia do Rio Doce, situada no Sudeste do Brasil, abrange parte dos estados de Minas Gerais e Espírito Santo. De acordo com o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Doce (CBH-DOCE, 2024) a bacia compreende 228 municípios, sendo 200 mineiros e 28 capixabas. O rio Doce recebe esse nome em função da confluência dos rios Piranga e do Carmo, entre as cidades mineiras de Ponte Nova, Rio Doce e Santa Cruz do Escalvado, com o curso principal da bacia percorrendo 888 km até a sua foz no Oceano Atlântico, em Linhares, no Espírito Santo (ANA, 2016).

No dia 05 de novembro de 2015, a Barragem de Fundão, pertencente à Samarco Mineração S.A., localizada no município de Mariana, se rompeu. O barramento era destinado a receber e armazenar o rejeito gerado pela atividade de beneficiamento de minério de ferro (SEMAD, 2024). Os danos foram inevitáveis, matou pessoas, engoliu comunidades e plantações, sendo considerada a maior tragédia ambiental do Brasil (MPMG, 2020). A lama de rejeitos devastou o Distrito de Bento Rodrigues, situado a cerca de 5 km abaixo da barragem, foi carregada até o Rio Gualaxo do Norte, a 55 km, desaguando no Rio do Carmo, atingindo em seguida o Rio Doce, afetando também o litoral do estado do Espírito Santo (SEMAD, 2024).

Em 2016 foi assinado um Termo de Transação e Ajustamento de Conduta por dezenas de entidades, entre órgãos federais, estaduais e municipais, além das empresas Samarco, Vale e BHP, estabelecendo a Fundação Renova como entidade responsável pela mobilização para a reparação dos danos causados pelo rompimento da barragem (FUNDAÇÃO RENOVA, 2024). Sendo assim, o monitoramento ambiental nas áreas reparadas ficou de responsabilidade da Fundação, incluída a qualidade do ar.

Importante frisar que a abordagem dessa bacia nesse item do presente relatório é limitada à avaliação dos resultados do monitoramento da qualidade do ar instalado e operado especificamente em função do rompimento da barragem em Mariana. Logo, ainda que os municípios pertencentes à RMVA, além de Itabira, pertençam à Bacia do Rio Doce, são tratados em itens específicos, já que a operação de suas redes de qualidade do ar antecede ao rompimento da Barragem de Fundão em Mariana.

O município de Mariana tem a extração do minério de ferro como a principal atividade industrial, com seus distritos desenvolvendo atividades agropecuárias e apresentando artesanato variado (PREFEITURA DE MARIANA, 2024). O PIB do município foi de cerca de 2,8 bilhões de reais em 2018, com uma população residente de 54219 pessoas (IBGE, 2024). O município foi amplamente impactado pelo rompimento da Barragem de Fundão.

Barra Longa também foi uma das cidades gravemente afetadas pelo colapso da barragem, com a lama inundando suas vias, causando interrupções econômicas, danificando edifícios e marcos históricos, e contaminando a população com resíduos de mineração. De acordo com a Secretaria de Estado de Desenvolvimento Regional, Política Urbana e Gestão Metropolitana (SEDRU, 2016), o município teve prejuízos privados principalmente na pecuária e comércio, que estão relacionados à onda de lama que invadiu propriedades, acarretando danos à infraestrutura e à manutenção das atividades econômicas. Os demais setores também foram atingidos, com exceção da indústria (SEDRU, 2016).

Cabe ressaltar que Barra Longa é uma cidade situada na Zona da Mata de Minas Gerais, que cresceu com a exploração do ouro de aluvião e, após a decadência desse mineral na região, a agricultura se tornou carro-chefe devido suas terras produtivas (PREFEITURA MUNICIPAL DE BARRA LONGA, 2024). O PIB de Barra Longa totalizou aproximadamente 61,1 milhões de reais em 2018, com uma população de 6143 pessoas, sendo predominantemente rural (62,3%), na qual apenas 37,7% de sua população residente vivia em área urbana, segundo o censo 2010 (IBGE, 2024).

4.3.1 Caracterização das fontes de poluição da Bacia do Rio Doce

A Figura 53 mostra a tendência da frota veicular na Bacia do Rio Doce, representado pelos municípios de Barra Longa e Mariana, com este último disposto no eixo secundário.

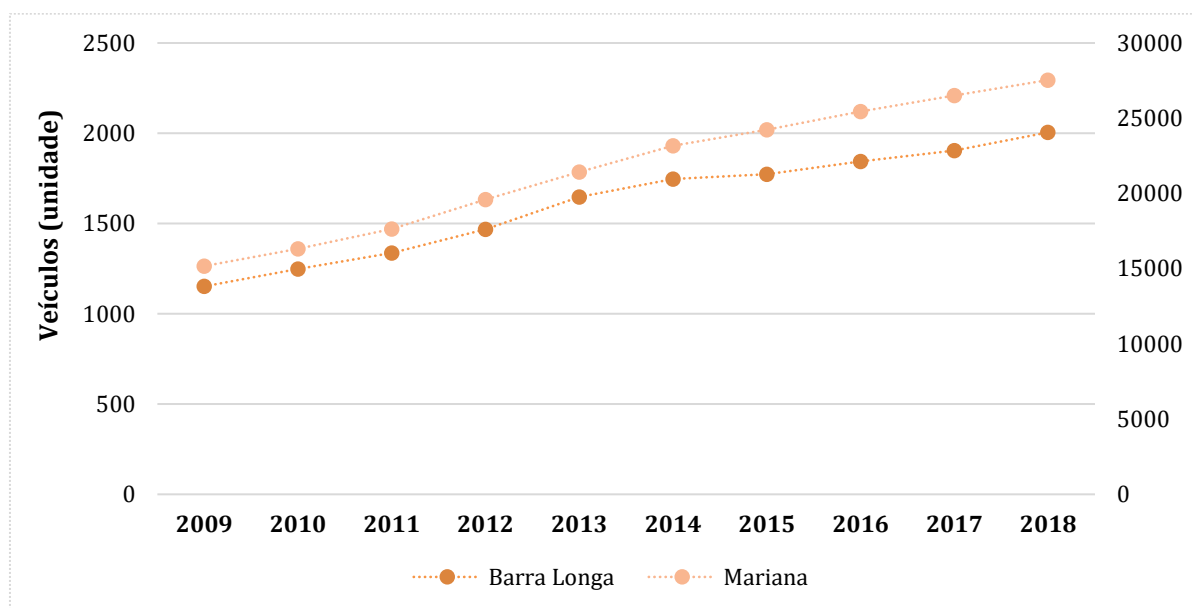


Figura 53: Crescimento da frota veicular na Bacia do Rio Doce.
Fonte: IBGE, 2024.

De maneira geral, percebeu-se aumentos proporcionalmente similares em Barra Longa e Mariana, no período de 2009 a 2018, de cerca de 74% e 82%, respectivamente. Mais precisamente, Barra Longa passou de 1152 para 2005 veículos em 2018, enquanto para Mariana o salto foi de 15171 para 27538 veículos.

Os dados dos focos de incêndio na região são mostrados na Figura 54, durante o intervalo de 2014 a 2018. Observa-se que em Mariana ocorreu um número maior de focos em comparação com Barra Longa. Além disso, percebeu-se uma redução do número de focos de incêndio no ano de 2018 em ambos os municípios, chegando aos menores valores do histórico analisado.

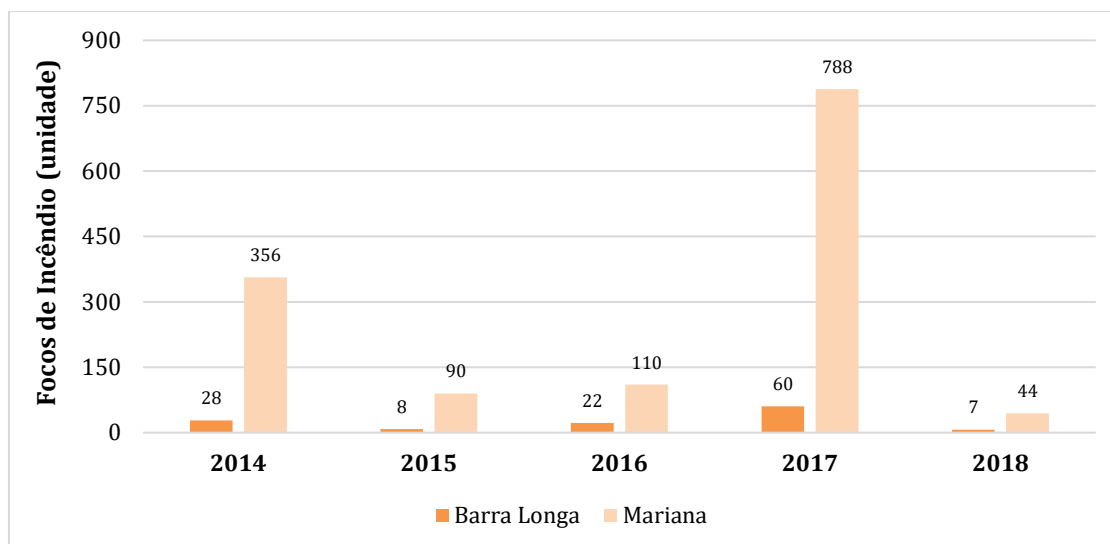


Figura 54: Focos de incêndio na Bacia do Rio Doce.
Fonte: INPE, 2024.

Quanto às fontes de poluição industrial, em Barra Longa não houve nenhum empreendimento licenciado desde 2014, com base nas informações disponíveis no IDE, excluindo-se as licenças simplificadas LAS/RAS, vide a Figura 55. Já em Mariana nos últimos anos não houve novos empreendimentos licenciados no município, permanecendo número igual desde 2015, um total de 5, dos quais 3 são do ramo minerário e 2 de infraestrutura, conforme mostra a Tabela 25.

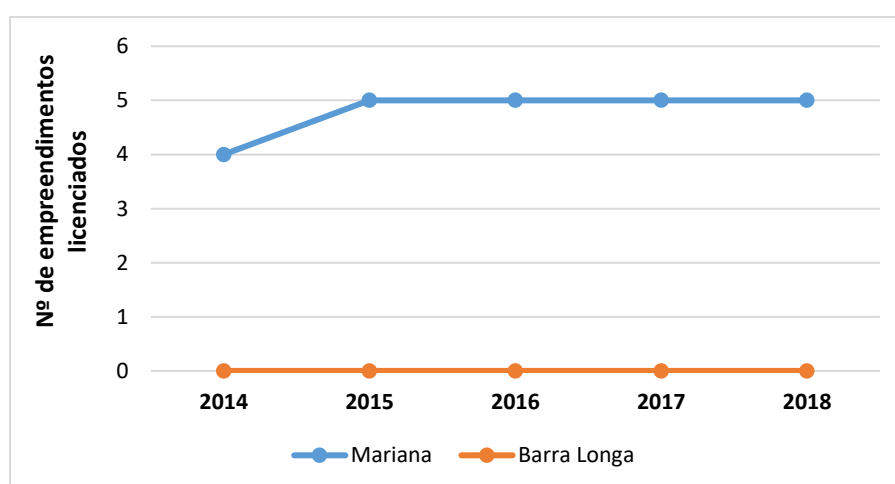


Figura 55: Empreendimentos licenciados na Bacia do Rio Doce.
Fonte: Adaptado IDE-SISEMA, 2024.

Tabela 25: Listagens dos empreendimentos conforme DN COPAM nº 217/2017.

Listagens	Barra Longa	Mariana
Listagem A	-	3
Listagem E	-	2

Fonte: IDE-SISEMA, 2024.

4.3.2 PTS na Bacia do Rio Doce

A Figura 56 apresenta as máximas médias diárias de PTS obtidas na Bacia do Rio Doce no ano de 2018. Cabe destacar que apenas as estações de Barra Longa - Centro e Volta da Capela monitoravam esse poluente nesse ano. O padrão de 240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ não foi excedido, sendo que os maiores valores foram obtidos na estação Centro, de 123 e 122 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, aproximadamente, metade do padrão.

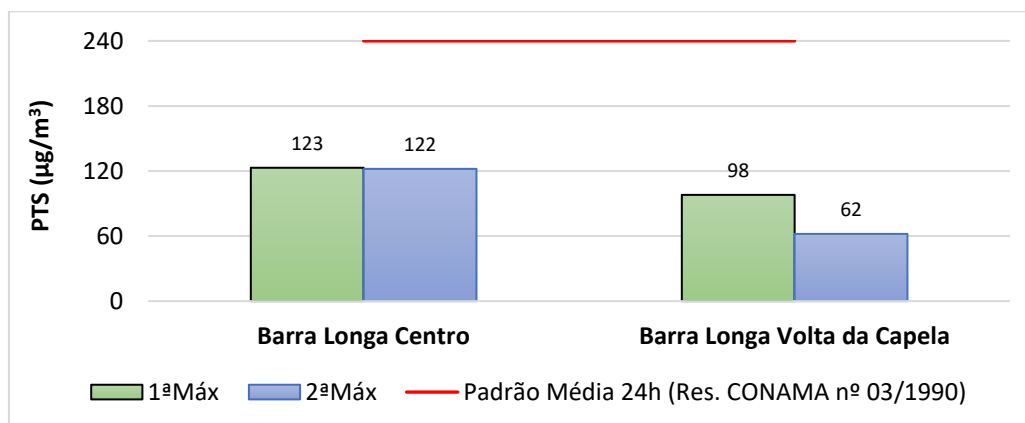


Figura 56: Máximas diárias de PTS na Bacia do Rio Doce.

A Tabela 26 destaca a distribuição percentual do IQAr obtida ao longo do ano. Observou-se, nas duas estações, a predominância da qualidade “Boa”. A estação Barra Longa Centro apresentou, ainda, quase 8% de qualidade “Regular”, o que proporcionou uma média anual superior à estação Volta da Capela, mostrada na Figura 57. Mesmo assim, pode ser observado que o padrão anual de 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, estabelecido na Resolução CONAMA n° 03/1990, não foi superado.

Tabela 26: Distribuição do IQAr de PTS na Bacia do Rio Doce.

Município	Estação	Boa	Regular	Omissos
Barra Longa	Barra Longa Centro	82,7%	7,7%	9,6%
Barra Longa	Barra Longa Volta da Capela	90,7%	0,3%	9,0%

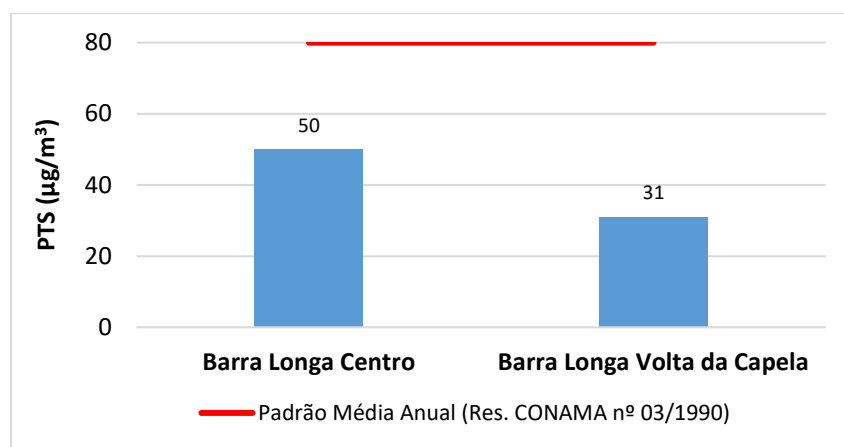


Figura 57: Médias anuais de PTS na Bacia do Rio Doce.

A evolução das médias anuais de 2016 a 2018 pode ser visualizada na Figura 58. Verifica-se que em todo período avaliado as concentrações médias da estação Barra Longa Centro superaram as de Volta da Capela. Além disso, em ambas se percebe uma tendência de queda.

Essa queda pode ser justificada pela menor ocorrência de focos de incêndio em 2018, conforme aponta a Figura 54, que por sua vez justifica-se, em parte, pelo regime de chuvas visto no ano, principalmente nos meses de agosto e setembro, que apresentaram acumulados superiores à média histórica, Figura 10. Junta-se a isso, menores temperaturas médias observadas em alguns meses de 2018, quando comparado às normais climatológicas medidas na Região da Zona da Mata Mineira, Figura 11.

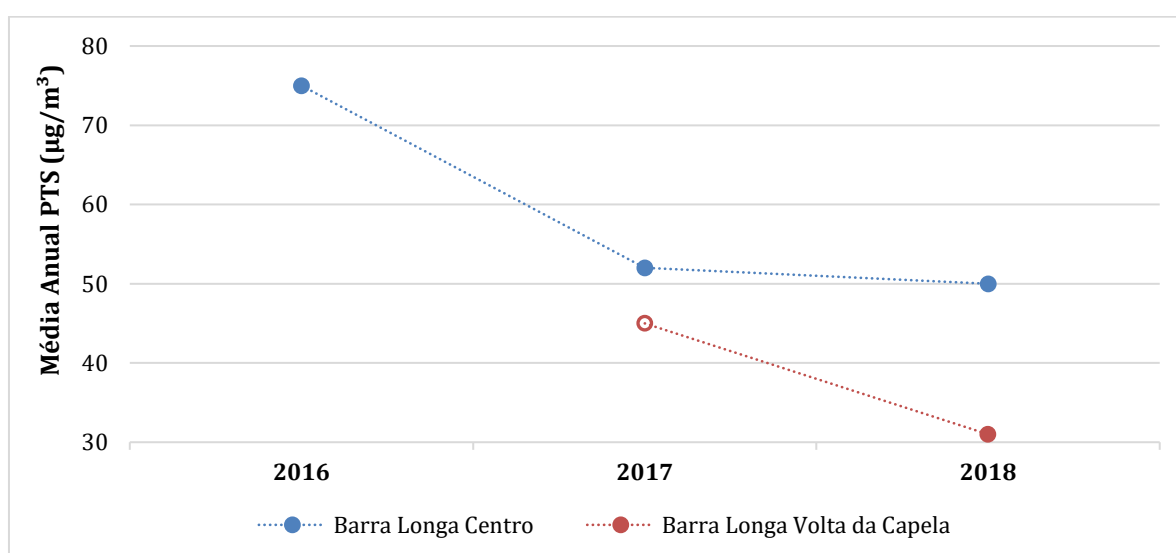


Figura 58: Evolução das médias anuais de PTS na Bacia do Rio Doce.

*Símbolos vazados no gráfico indicam médias anuais não representativas.

4.3.3 MP₁₀ na Bacia do Rio Doce

As máximas médias diárias de MP₁₀ obtidas na Bacia do Rio Doce em 2018 são apresentadas na Figura 59. Conforme a Resolução CONAMA n° 03/1990, o padrão diário para MP₁₀ é de 150 µg/m³ e não deve ser excedido mais do que uma vez por ano. Não houve ultrapassagem desse valor nas estações.

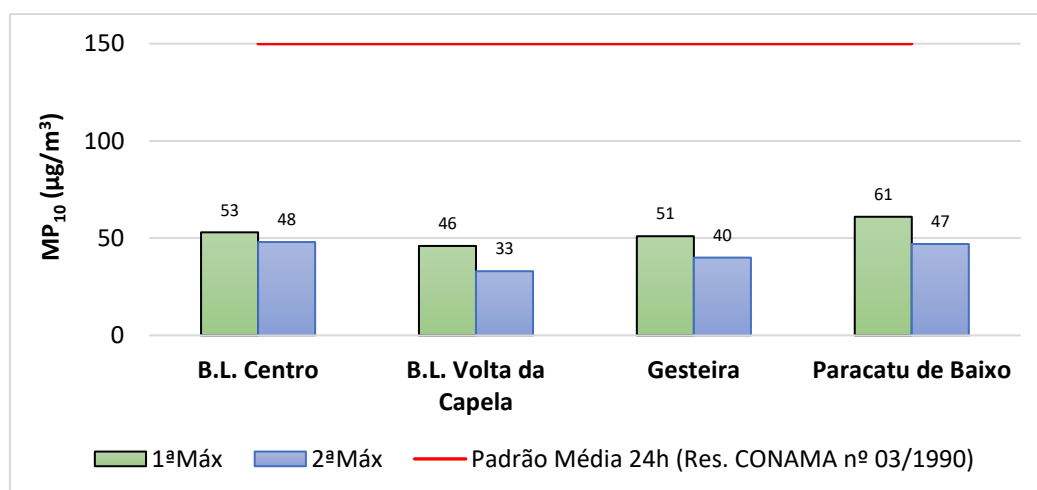


Figura 59: Concentrações máximas diárias de MP₁₀ na Bacia do Rio Doce.

O valor máximo foi obtido na estação Paracatu de Baixo (Mariana), de 61 µg/m³, cerca de 2,5 vezes menor do que o padrão diário de 150 µg/m³. A distribuição percentual do IQAr ao longo de 2018 é dada na Tabela 27, na qual visualiza-se que predominou a qualidade “Boa” na região. Destaca-se que a estação Gesteira apresentou 44,7% de dados omissos, devido ao fato de iniciar suas operações em 18/05/2018.

Tabela 27: Distribuição percentual do IQAr de MP₁₀ na Bacia do Rio Doce.

Município	Estação	Boa	Regular	Omissos
Barra Longa	Barra Longa Centro	89,6%	0,3%	10,1%
Barra Longa	Barra Longa Volta da Capela	97,3%	-	2,7%
Barra Longa	Gesteira	55,0%	0,3%	44,7%
Mariana	Paracatu de Baixo	85,4%	0,3%	14,3%

Sendo assim, em virtude de valores diários ao longo do ano condizentes com o padrão nacional, as médias anuais, consequentemente, mantiveram-se de acordo com o padrão anual de 50 µg/m³, conforme visto na Figura 60. A estação Centro apresentou o maior valor anual da região, de 27 µg/m³, aproximadamente, metade do valor do padrão.

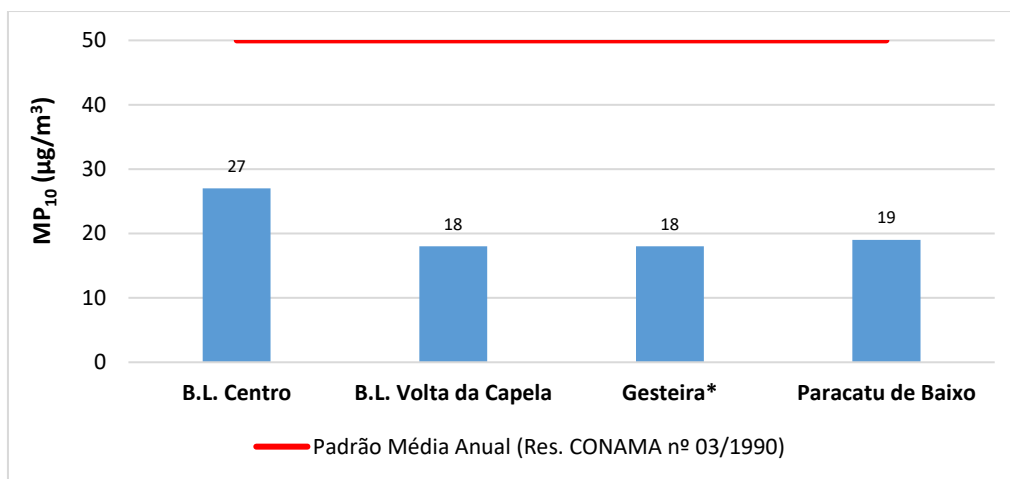


Figura 60: Médias anuais de MP₁₀ na Bacia do Rio Doce.

*Não Representativo.

A evolução das médias anuais no período de 2016 a 2018 é dada na Figura 61. Após uma queda da média anual de 2016 a 2017 na estação Barra Longa Centro, em 2018 ela se manteve, de certa forma, constante. Já a estação Barra Longa Volta da Capela sofreu uma queda de 2017 a 2018, passando de 26 µg/m³, ainda que não representativo, a 18 µg/m³. Para as demais estações, Paracatu de Baixo e Gesteira, ainda não há dados suficientes para gerar uma análise comparativa entre anos.

Percebe-se, dessa forma, que as análises da influência da meteorologia observadas na Região da Zona da Mata Mineira, apresentadas para o PTS, cabem também ao MP₁₀, de forma que a observação de temperaturas médias mais amenas, atreladas a um regime de chuvas superior em alguns meses, podem ter influenciado nas concentrações médias medidas de MP₁₀ em Barra Longa e Mariana.

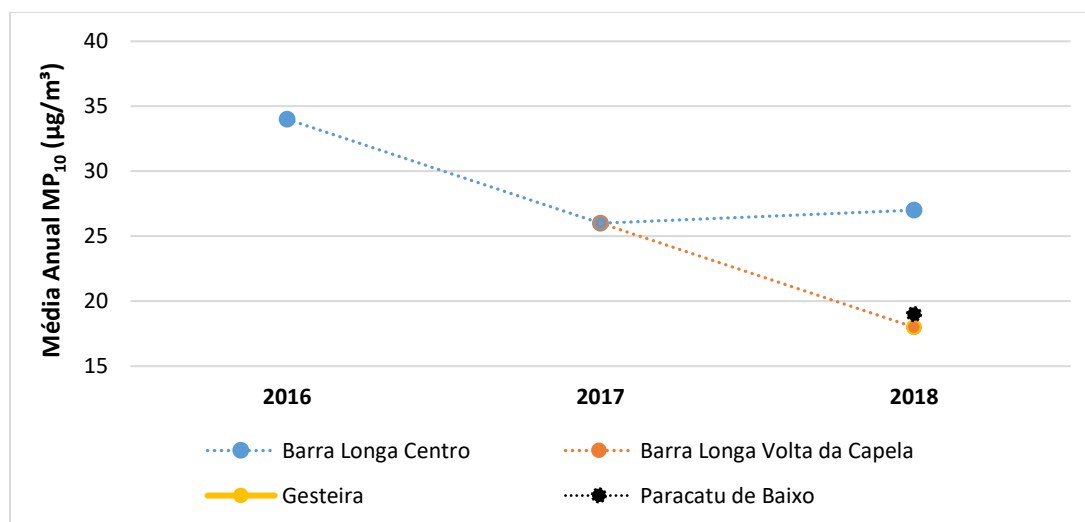


Figura 61: Evolução das médias anuais de MP₁₀ na Bacia do Rio Doce.

*Símbolos vazados no gráfico indicam médias anuais não representativas.

4.3.4 MP_{2,5} na Bacia do Rio Doce

Das estações instaladas na Bacia do Rio Doce, em 2018, apenas a estação Barra Longa Centro monitorava esse poluente. A análise dos dados diários dessa estação mostrou que tanto a 1ª quanto a 2ª máxima média diária obtida foi de 14 µg/m³. Dessa forma, o valor recomendado pela OMS à época, 25 µg/m³, foi atendido.

A análise anual seguiu o mesmo comportamento, com a observação de uma média anual de MP_{2,5} de 7 µg/m³, abaixo da orientação dada pela OMS, de 10 µg/m³. O comportamento da média anual no período de 2016 a 2018 é dado na Figura 62, na qual verifica-se que há mudanças pouco significativas no período, porém, ressalta-se que em todos os anos o valor de referência da OMS foi atendido.

Portanto, visualiza-se que o MP_{2,5} seguiu o comportamento visto nas demais frações de material, de forma que tal ação pode estar em consonância com as condições meteorológicas percorridas sobre a Região da Zona da Mata Mineira em 2018.

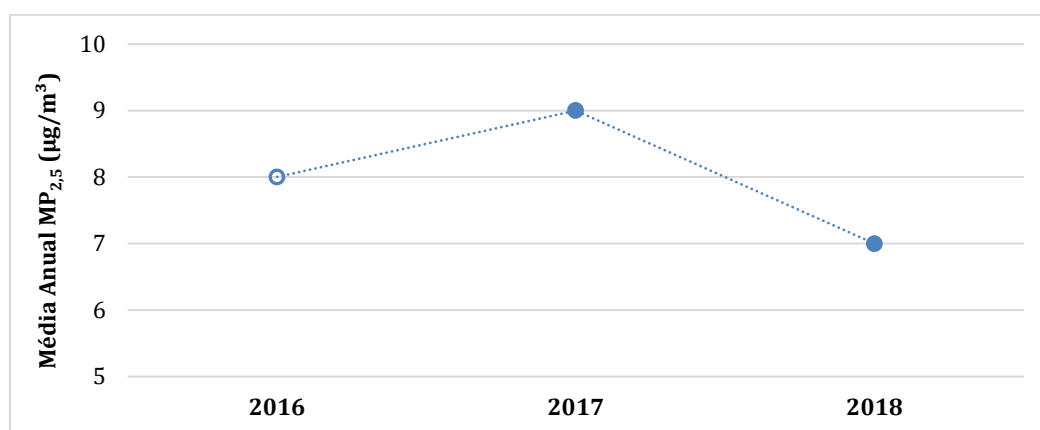


Figura 62 : Médias anuais de MP_{2,5} na Bacia do Rio Doce.

*Não Representativo.

4.4 Congonhas e Ouro Preto

O município de Congonhas, apresenta uma população de 48.519 habitantes, conforme o censo de 2010 do IBGE. Com uma expressiva taxa de urbanização de 97,3%, o município destaca-se por sua forte presença na indústria, sobretudo em atividades voltadas para a mineração e siderurgia, se tornando um importante polo industrial no Estado de Minas Gerais (CÂNDIDO, 2014) e somando um PIB de 1,7 bilhões de reais no ano de 2018 (IBGE, 2024).

O município está localizado no quadrilátero ferrífero, província mineral mais importante do sudeste brasileiro devido a sua riqueza mineral, especialmente em minério de ferro e ouro, desempenhando um papel fundamental na economia e história da mineração no Brasil (AZEVEDO *et al*, 2012). Além disso, Congonhas abriga um importante acervo arquitetônico e artístico, com destaque para o Santuário Bom Jesus de Matozinhos, conjunto arquitetônico e escultórico considerado a obra prima do mestre Aleijadinho que foi elevado a patrimônio mundial pela Unesco em 1985 (IPHAN, 2014). Em relação aos aspectos físicos, o relevo em Congonhas é montanhoso em sua maior parte (95%), tendo o pico mais alto com 1628 metros na Serra da Bandeira (CONGONHAS, 2018).

Ouro Preto, município limítrofe à Congonhas, de acordo com o censo de 2010, possuía uma população total de 70.281 habitantes, destes, 86,9% ocupando regiões urbanas (IBGE, 2011). A cidade possui importância cultural graças ao grande número de monumentos coloniais conservados, o que tornou a cidade de Ouro Preto Patrimônio Cultural da Humanidade (OURO PRETO, 2024). A mineração, que esteve presente desde a criação do município, atualmente, é a principal atividade industrial do local (ROCHA, 2022), tendo grande participação no PIB do município, que em 2018 foi de 6,8 bilhões de reais (IBGE, 2022). Ouro Preto, também localizado no quadrilátero ferrífero, apresenta topografia dividida entre ondulada (40%) e montanhosa (55%), tendo uma altitude média de 1150 metros (OURO PRETO, 2024).

Conforme apresentado na Tabela 8 e na Figura 5, a maioria das estações de monitoramento desta região estão localizadas no município de Congonhas, foco da rede de monitoramento. No entanto, existe uma estação de monitoramento da qualidade do ar na comunidade Motas devido à proximidade dos dois municípios e da existência de grandes atividades minerárias no entorno. Além disto, por conta do relevo montanhoso a rede conta com estações que monitoram apenas parâmetros meteorológicos no território de Ouro Preto.

4.4.1 Caracterização das fontes de poluição de Congonhas e Ouro Preto

A evolução da frota de veículos dos municípios de Congonhas e Ouro Preto, entre 2009 e 2018, é detalhada na Figura 63. Houve um comportamento de aumento semelhante entre os dois municípios no período, com Congonhas passando de

15.133 veículos em 2009 a 27.937 em 2018, aumento de cerca de 85%, enquanto, em Ouro Preto, a variação foi de 73%, indo de 20.699 a 35.819 veículos em 2018.

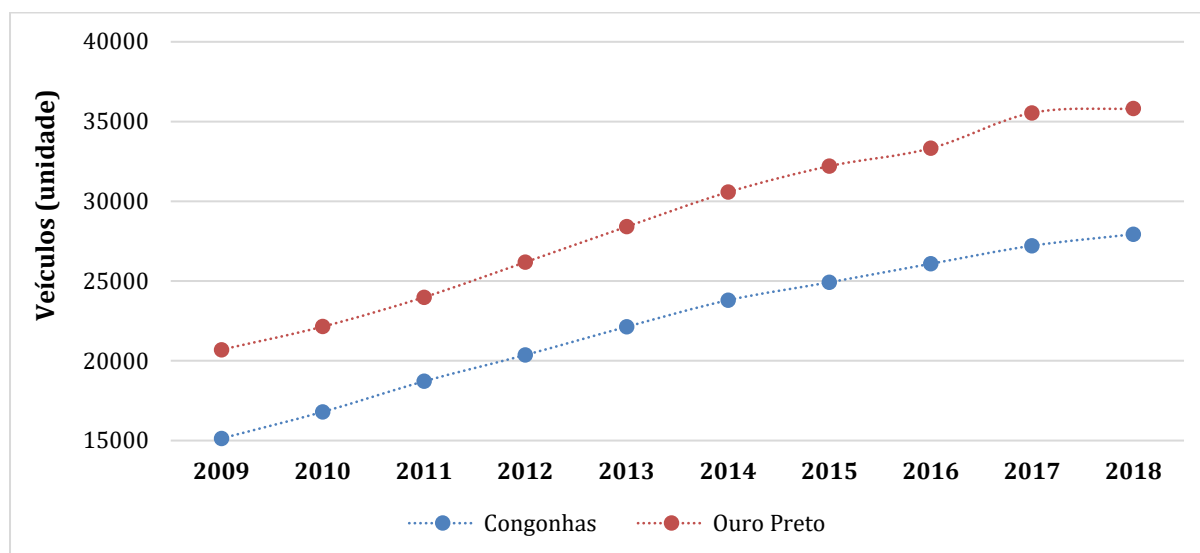


Figura 63: Crescimento da frota veicular de Congonhas e Ouro Preto.
Fonte: IBGE, 2024.

A Figura 64 apresenta a quantidade de focos de incêndio na região nos últimos anos.

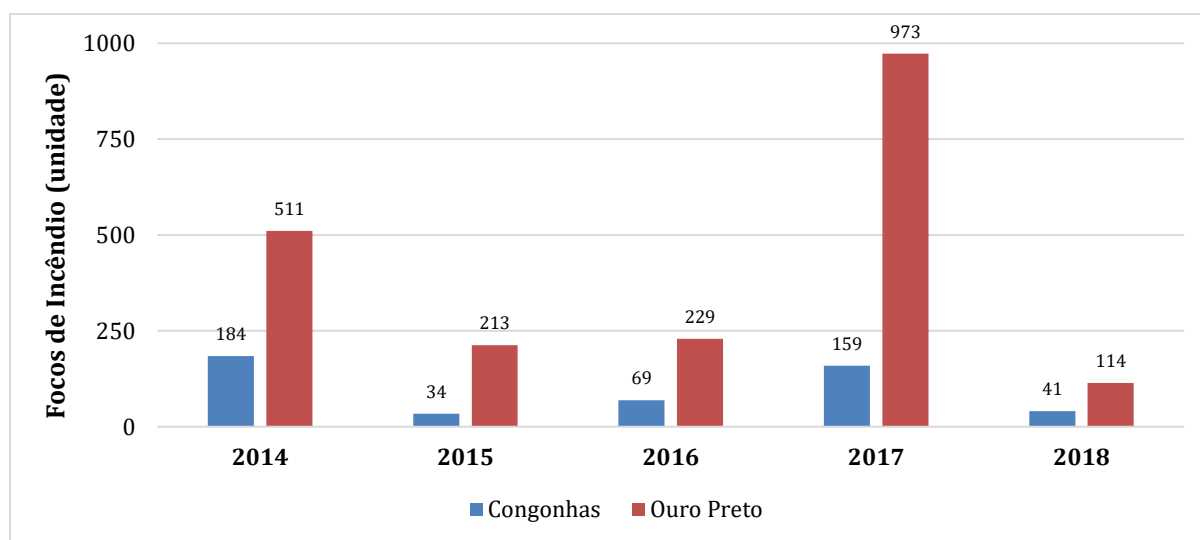


Figura 64: Focos de Incêndio em Congonhas e Ouro Preto.
Fonte: INPE, 2024.

Conforme a Figura 64, Ouro Preto apresenta, historicamente, um número de focos de incêndio superior ao município de Congonhas devido, principalmente, à sua maior extensão territorial. A quantidade de focos sofreu uma queda em ambos os municípios, a partir de 2016, tendo apresentado em 2018 os menores valores, com

exceção do ano de 2015 para Congonhas, cujo número de focos chegou a 34 ocorrências.

Com relação aos empreendimentos licenciados, no período de 2014 a 2018, Ouro Preto apresentou um aumento total de 4 empreendimentos licenciados, passando de 11 em 2014 a 15 em 2018. Já Congonhas saltou de 8 a 13 empresas licenciadas de 2014 a 2017, e depois diminuiu a 7, conforme informações disponíveis no IDE.

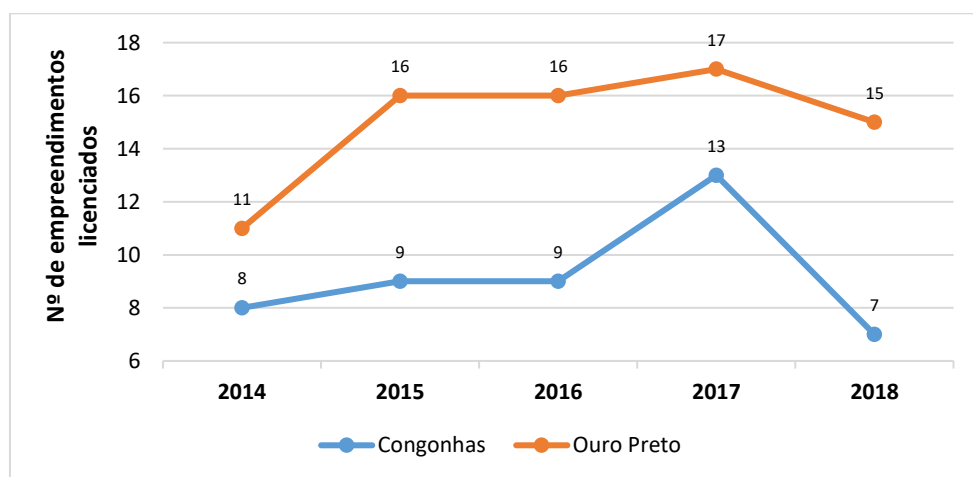


Figura 65: Empreendimentos licenciados em Congonhas e Ouro Preto.

Fonte: Adaptado IDE-SISEMA, 2024.

A distribuição dos empreendimentos licenciados na região no ano de 2018 é apresentada na Tabela 28, segundo a listagem de atividades da DN COPAM nº 217/2017. Há predominância das atividades minerárias (A), em ambos os municípios. Além disso, há a indicação de forte presença da indústria química (C) e de Gerenciamento de Resíduos e Serviços (F), no município de Congonhas. Já em Ouro Preto, existe uma diversidade maior de tipologias, mas com algum destaque secundário para as atividades de Infraestrutura (E).

Tabela 28: Listagens dos empreendimentos em Congonhas e Ouro Preto.

Listagem	Congonhas	Ouro Preto
A	5	9
B	-	2
C	2	1
E	-	1
F	-	1
G	-	1

Fonte: IDE SISEMA, 2024.

4.4.2 PTS em Congonhas e Ouro Preto

A Figura 66 apresenta as máximas médias diárias de PTS obtidas em 2018 nas estações de Congonhas e Ouro Preto. Ocorreram ultrapassagens do padrão de 24 horas ($240 \mu\text{g}/\text{m}^3$) nas estações Matriz, Jardim Profeta e Pires. Nesta última, as concentrações chegaram a $318 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $308 \mu\text{g}/\text{m}^3$, bem acima do padrão da Resolução CONAMA n° 03/1990.

As ultrapassagens verificadas nas estações Matriz e Jardim Profeta foram únicas, e ocorreram nos dias 30/11/2018 e 17/07/2018, respectivamente. Já na estação Pires, ocorreram ao longo do ano de 2018 um total de 7 ultrapassagens, ocorridas nos dias: 03/05; 04/07; 09/07; 10/07; 23/07; 26/07 e 11/08/2018. Percebe-se que as ultrapassagens se concentraram, principalmente, no mês de julho, o que era de se esperar, haja vista a escassez de precipitação ocorrida no período de maio a julho, conforme apontado no item 3 deste documento.

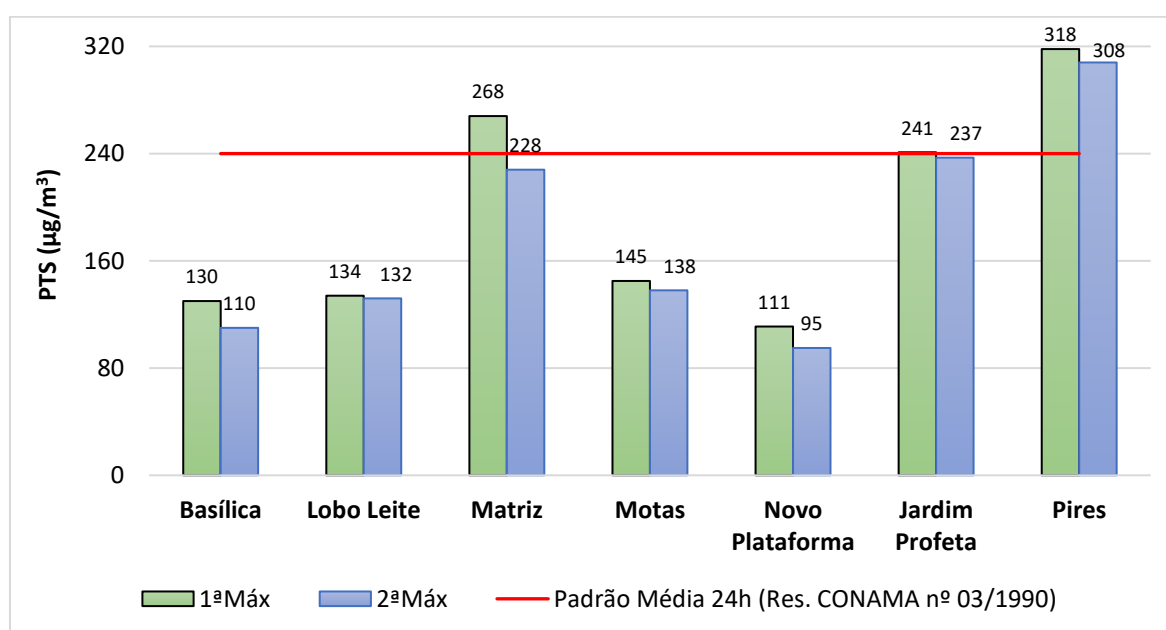


Figura 66: Máximas médias diárias de PTS em Congonhas e Ouro Preto.

A distribuição dos IQAr do PTS na região é dada na Tabela 29, na qual o comportamento das médias diárias analisado anteriormente é visto diretamente na faixa de qualidade “Inadequada”, para as estações Matriz, Jardim Profeta e Pires.

Tabela 29: Distribuição percentual do IQAr para PTS em Congonhas e Ouro Preto.

Município	Estação	Boa	Regular	Inadequada	Omissos
Congonhas	Basílica	80,8%	3,3%	-	15,9%
Congonhas	Lobo Leite	78,1%	14,8%	-	7,1%
Congonhas	Matriz	45,2%	41,9%	0,3%	12,6%
Ouro Preto	Motas	19,5%	2,7%	-	77,8%
Congonhas	Novo Plataforma	87,1%	1,7%	-	11,2%
Congonhas	Jardim Profeta	11,2%	27,4%	0,3%	61,1%
Congonhas	Pires	34,0%	45,5%	1,9%	18,6%

Ainda de acordo com a Tabela 29, observa-se que a estação Motas teve 77,8% de dados omissos. Já a estação Jardim Profeta, iniciou suas operações em 15/05/2018 e, por isso, obteve 61,1% de dados omissos. Ainda assim, percebe-se que do tempo em funcionamento desta estação em 2018, a maioria da qualidade encontrada foi “Regular” - 27,4%, contra apenas 11,2% de classe “Boa”. Nesse mesmo contexto apresenta-se a estação Pires, com 45,5% de classe “Regular” e 34% “Boa”, informando que na maioria dos dias de 2018 o nível de qualidade do ar não atingiu as melhores condições. As estações Basílica, Lobo Leite e Novo Plataforma tiveram qualidade “Boa” na maioria dos dias desse ano, para o PTS.

Tais constatações foram percebidas diretamente nas médias anuais, dispostas na Figura 67. As maiores médias anuais encontradas, de 99 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e 87 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, e que ultrapassaram o padrão anual estabelecido na legislação nacional, ocorreram justamente nas estações Jardim Profeta e Pires, respectivamente.

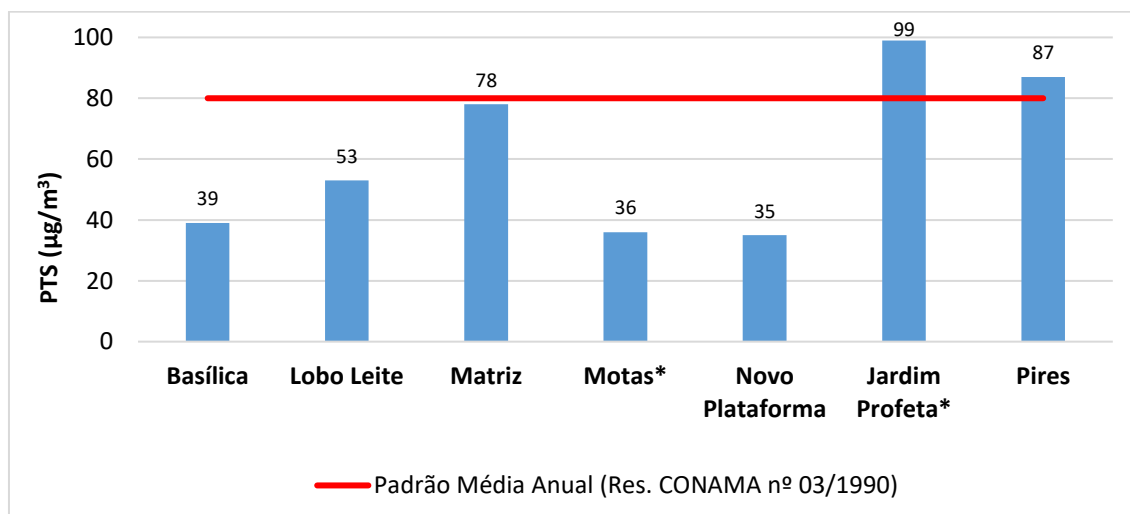


Figura 67: Médias anuais de PTS em Congonhas e Ouro Preto.

A evolução das médias anuais é destacada na Figura 68. Cabe ressaltar que as estações iniciaram sua operação em 2017 e, por isso, obtiveram médias anuais não representativas nesse ano. Dessa forma, a comparação entre os dois anos, 2017 e 2018, foi realizada com a devida cautela. Este preceito foi levado adiante também para os demais poluentes.

De maneira geral, percebe-se que a maioria das estações mostraram comportamento de queda, como as estações Basílica, Matriz, Motas e Novo Plataforma. Entretanto, as estações Lobo Leite e Pires tiveram comportamento oposto, com a primeira passando 38 a 53 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e a segunda, de 77 a 87 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

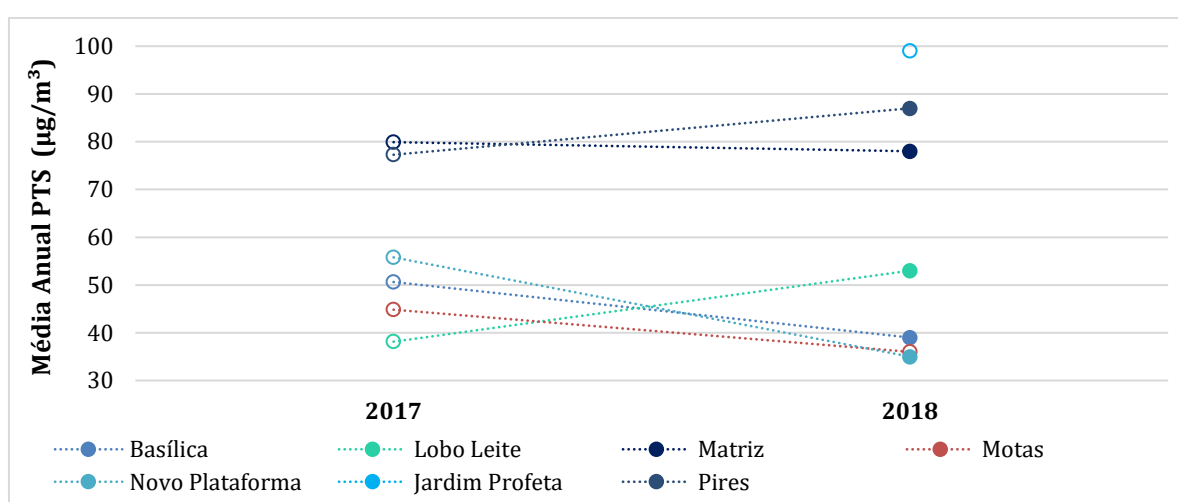


Figura 68: Evolução das médias anuais de PTS em Congonhas e Ouro Preto.

Nas estações que apresentaram queda do valor médio de PTS, isso pode ser justificado pela redução do número de focos de incêndio, visto na Figura 64, que, por sua vez, tem relação direta às menores temperaturas médias mensais observadas na Região Central de Minas em 2018, Figura 11, assim como um regime de precipitação acima do normal no período de agosto a dezembro, conforme aponta a Figura 10, verificações constatadas no item 3 deste relatório. Por outro lado, nas estações que apresentaram elevação das médias de PTS em 2018, tal fator sugere menor influência de fatores meteorológicos regionais, podendo estar, mais ligado às alterações provenientes nas fontes de emissão atmosférica próximas a essas estações.

4.4.3 MP₁₀ em Congonhas e Ouro Preto

As máximas médias diárias de MP₁₀ medidas em Congonhas e Ouro Preto são dadas na Figura 69. Apenas a estação Pires apresentou valores acima do padrão de qualidade do ar, de 150 µg/m³. As ultrapassagens ocorreram nos dias 09/07/2018 e 25/07/2018 e foram as únicas observadas nesta estação.

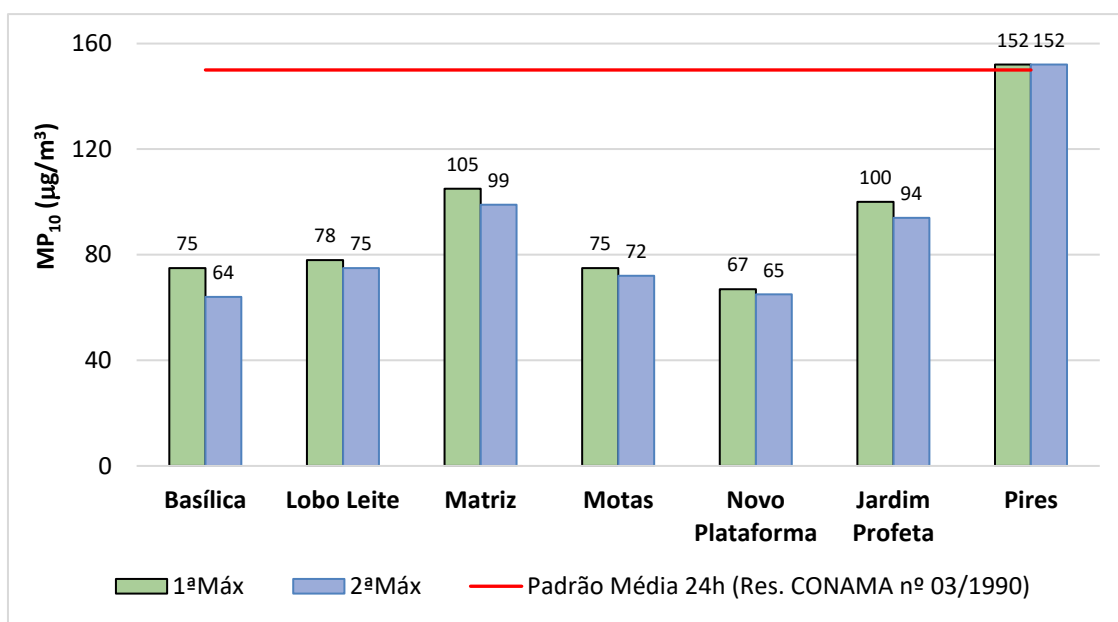


Figura 69: Máximas médias diárias de MP₁₀ em Congonhas e Ouro Preto.

Assim como já explicado no caso do PTS desta região, as ultrapassagens de material particulado nos períodos de maio a julho, geralmente, estão associadas ao regime de falta de chuvas no período, fator que proporciona condições propícias para eventos de poeira. O acúmulo desses fatores ao longo dos meses de maio e junho acabam por propiciar ainda mais condições em julho, que na maioria das vezes, acaba sendo o mês com a maior ocorrência de ultrapassagens de MP.

Nesse contexto, a Tabela 30 apresenta a distribuição dos IQAr para o MP₁₀ no decorrer do ano de 2018. As ultrapassagens vistas na estação Pires são retratadas por meio da classe “Inadequada”. A qualidade “Boa” esteve predominante nas estações Basílica, Lobo Leite e Novo Plataforma, que culminaram com as menores médias anuais da região, conforme Figura 70. Por outro lado, a classe “Regular” esteve presente em quantidades consideráveis nas estações Matriz, Jardim Profeta e Pires. Por conseguinte, estas estações apresentaram as maiores médias anuais,

de 43, 42 e 54 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente, de modo que a estação Pires ultrapassou o padrão anual de qualidade do ar, de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tabela 30: Distribuição percentual do IQAr de MP_{10} em Congonhas e Ouro Preto.

Município	Estação	Boa	Regular	Inadequada	Omissos
Congonhas	Basílica	78,1%	2,5%	-	19,4%
Congonhas	Lobo Leite	90,7%	5,5%	-	3,8%
Congonhas	Matriz	66,8%	26,6%	-	6,6%
Ouro Preto	Motas	23,0%	2,5%	-	74,5%
Congonhas	Novo Plataforma	80,8%	4,4%	-	14,8%
Congonhas	Jardim Profeta	26,3%	11,5%	-	62,2%
Congonhas	Pires	43,8%	37,0%	0,6%	18,6%

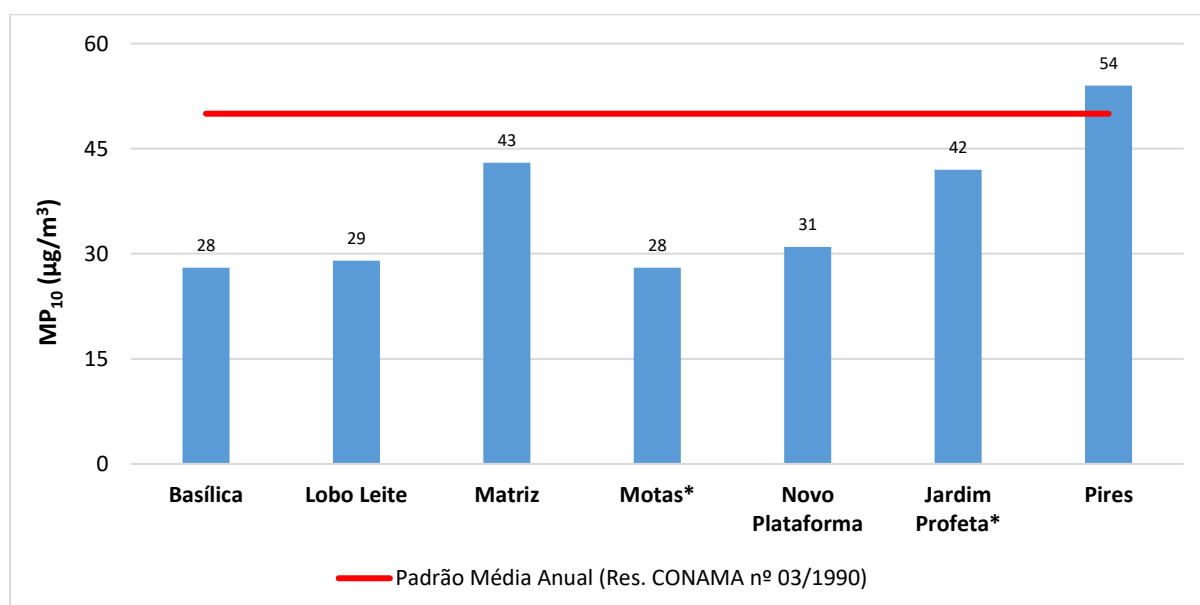


Figura 70: Médias anuais de MP_{10} em Congonhas e Ouro Preto.

A evolução das médias anuais de MP_{10} na região é dada na Figura 71. As estações Lobo Leite e Pires apresentaram comportamento de aumento, enquanto as demais, de redução. Esses comportamentos são semelhantes ao encontrado anteriormente na análise do PTS, de forma que as deduções de influência seguem a mesma lógica já apresentada.

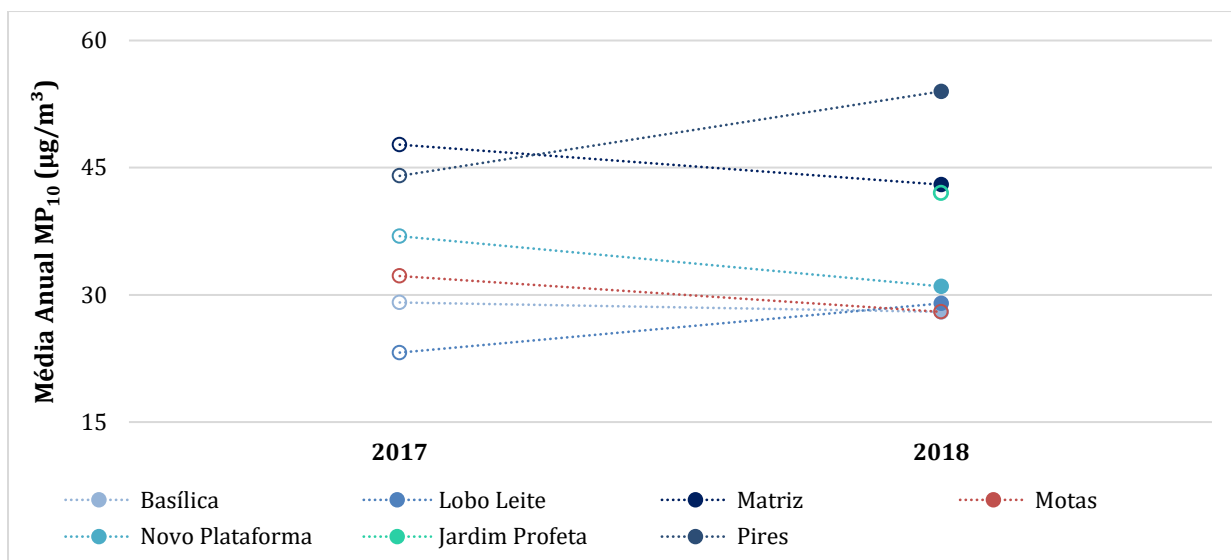


Figura 71: Evolução das médias anuais de MP₁₀ em Congonhas e Ouro Preto.

4.4.4 MP_{2,5} em Congonhas e Ouro Preto

Apenas as estações Lobo Leite e Matriz monitoravam o MP_{2,5} na região em 2018. A Figura 72 mostra as máximas médias diárias desse poluente. A estação Lobo Leite apresentou valor superior ao de orientação da OMS, de 25 µg/m³, chegando a 32 µg/m³. Já a estação Matriz chegou ao máximo orientado, 25 µg/m³. Além disso, ambos os valores foram obtidos no mês de agosto, o primeiro no dia 25/08/2018 e o segundo em 12/08/2018.

Importante destacar ainda as médias obtidas das demais frações de MP nesses dias, sendo que na estação Lobo Leite, no dia 25/08/2018, o PTS alcançou uma média de 93 µg/m³ e o MP₁₀, 52 µg/m³. Já na estação Matriz, no dia 12/08/2018, a média do PTS foi 102 µg/m³ e do MP₁₀, 59 µg/m³. Logo, ainda que as frações maiores não tenham ultrapassado seus padrões de qualidade do ar, concentrações elevadas das frações menores, acima de valores recomendados pela OMS, são observadas nas estações.

Ainda, mesmo que cada estação tenha superado em apenas um dia o valor orientador diário, a análise das médias anuais, Figura 73, mostra que ambas as estações tiveram valores superiores ao recomendado pela OMS, de 10 µg/m³.

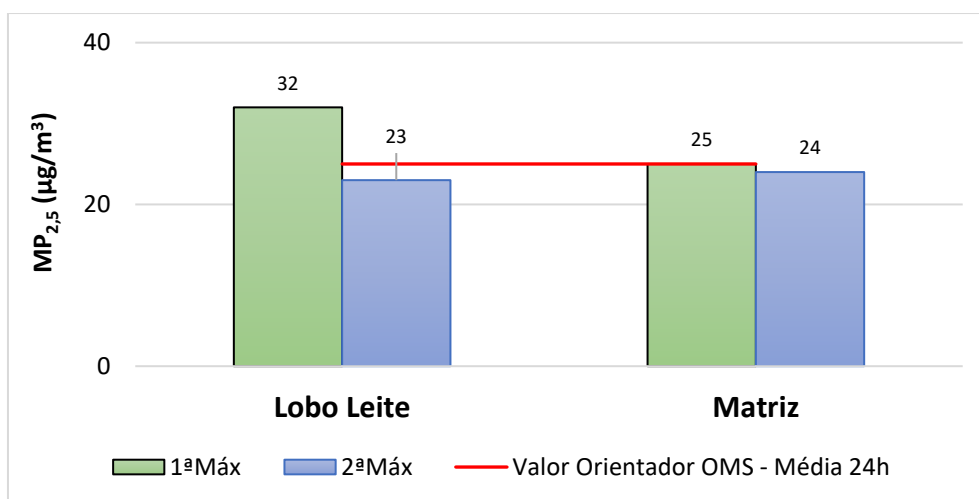


Figura 72: Concentrações máximas diárias de $MP_{2,5}$ em Congonhas.

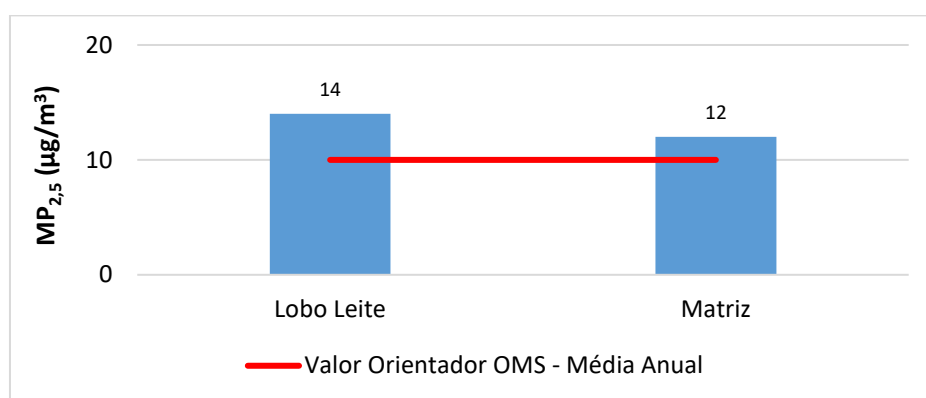


Figura 73: Concentrações médias anuais de $MP_{2,5}$ em Congonhas.

A evolução das médias anuais entre 2017 e 2018 mostra que todas as médias anuais foram superiores ao recomendado pela OMS, Figura 74. Além disso, a estação Matriz apresentou tendência de queda, já a estação Lobo Leite, de aumento. O comportamento se assemelha ao visto nas demais frações de material particulado (PTS e MP_{10}), de forma que sugere influência semelhante.

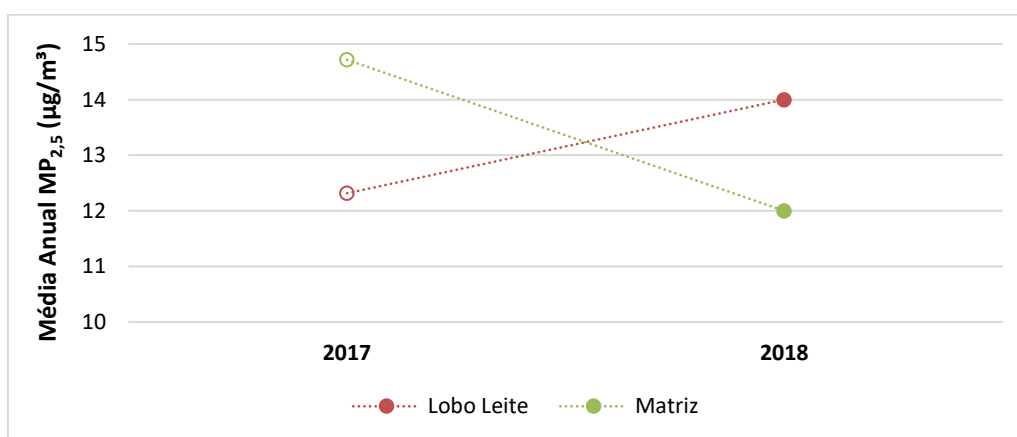


Figura 74 : Evolução das médias anuais de $MP_{2,5}$ em Congonhas.

4.4.5 SO₂ em Congonhas e Ouro Preto

Destaca-se que apenas as estações Basílica e Lobo Leite monitoravam poluentes gasosos na região, ambas instaladas em Congonhas. Dessa forma, as máximas médias diárias do SO₂ na região são dispostas na Figura 75.

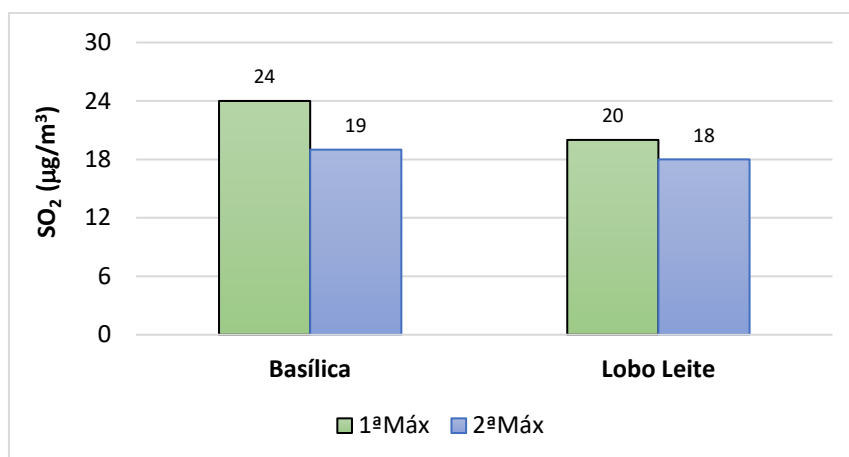


Figura 75 : Máximas médias diárias de SO₂ em Congonhas.

Pela Figura 75 pode ser percebido que os valores encontrados ficaram bem abaixo do padrão diário de 365 µg/m³. Isso também é observado pela Tabela 31, que destaca a distribuição percentual do IQAr em 2018, sendo visto a predominância da qualidade “Boa”.

Tabela 31: Distribuição percentual do IQAr de SO₂ em Congonhas.

Município	Estação	Boa	Omissos
Congonhas	Basílica	90,4%	9,6%
Congonhas	Lobo Leite	76,4%	23,6%

Quanto às médias anuais de SO₂, dadas na Figura 76, assim com a evolução desses valores de 2017 a 2018, contidos na Figura 77, percebeu-se que ficaram bem abaixo do padrão da CONAMA, de 80 µg/m³. Entretanto, em ambas as estações, houve um comportamento de aumento da concentração média anual de 2017 a 2018, uma passando de 3 a 4 µg/m³ e a outra de 8 a 10 µg/m³.

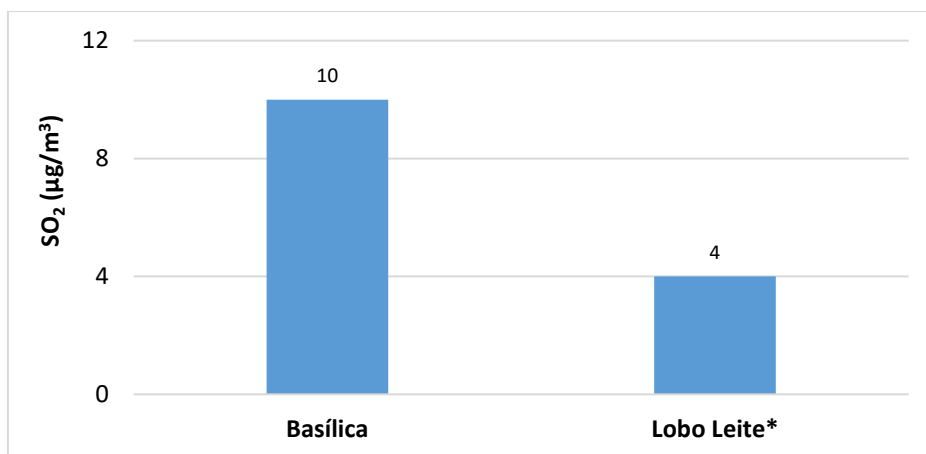


Figura 76: Concentrações médias anuais de SO₂ em Congonhas.

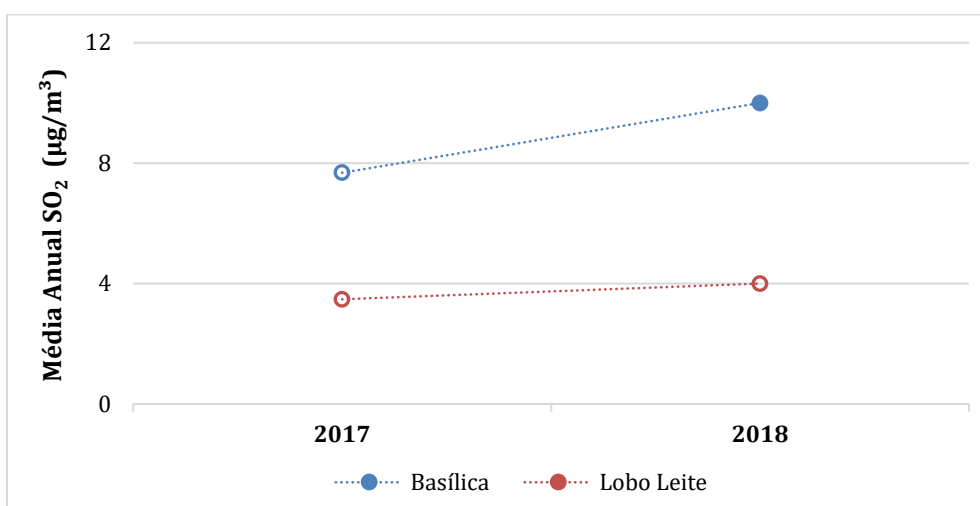


Figura 77: Evolução das médias anuais de SO₂ em Congonhas.

4.4.6 NO₂ em Congonhas e Ouro Preto

As máximas horárias medidas para o NO₂ em 2018 são apresentadas na Figura 78. Não houve ultrapassagem do padrão, que é de 320 µg/m³, de forma que o máximo valor encontrado foi 86 µg/m³, na estação Lobo Leite.

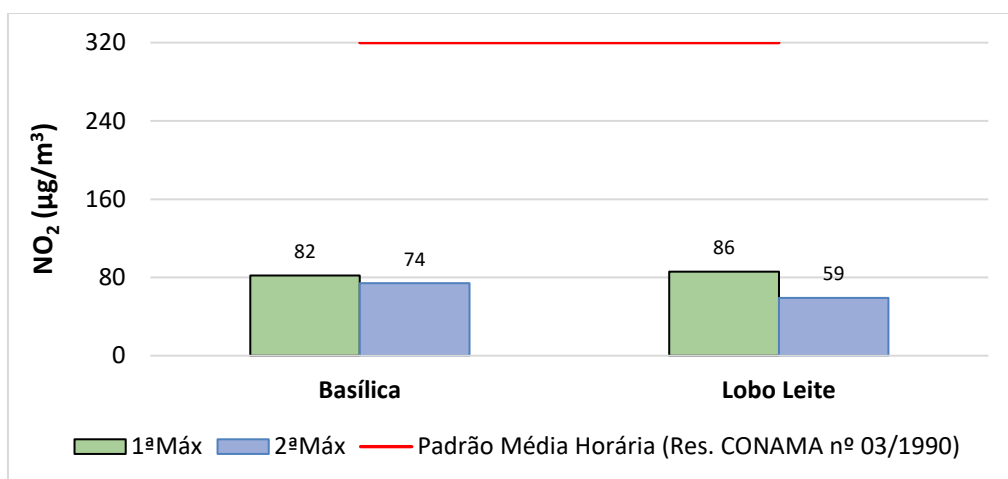


Figura 78: Máximas médias horárias de NO₂ em Congonhas.

A qualidade do ar “Boa” para NO₂ foi predominante em 2018 na região, conforme visto na Tabela 32. Tal fator se refletiu diretamente nas médias anuais - Figura 79, encontrando nas estações Basílica e Lobo Leite os valores de 15 e 11 µg/m³, respectivamente.

Tabela 32: Distribuição percentual do IQAr de NO₂ em Congonhas.

Município	Estação	Boa	Omissos
Congonhas	Basílica	97,5%	2,5%
Congonhas	Lobo Leite	91,0%	9,0%

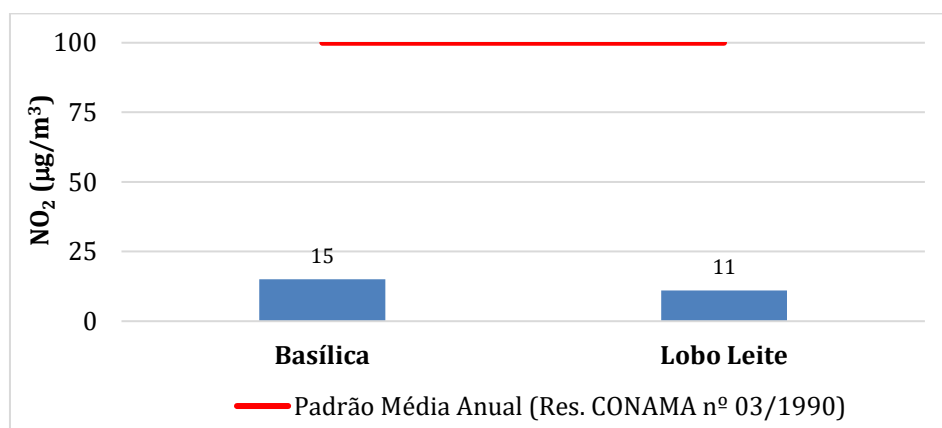


Figura 79: Concentrações médias anuais de NO₂ em Congonhas.

Em relação às médias anuais dos anos de 2017 e 2018, apresentadas na Figura 80, ambas estações apresentaram comportamento de aumento dos valores, com a estação Basílica passando de 12 a 15 µg/m³ e a estação Lobo Leite de 10 para 11 µg/m³.

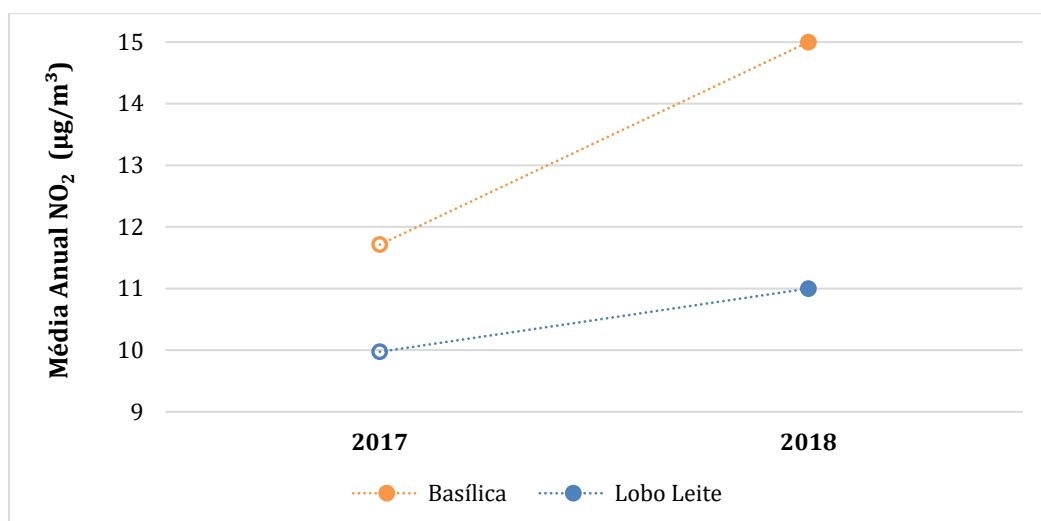


Figura 80: Evolução de médias anuais de NO₂ em Congonhas.

4.4.7 CO em Congonhas e Ouro Preto

O monitoramento de CO na região ocorreu apenas na estação Lobo Leite no decorrer de 2018. O padrão de qualidade do ar do CO, dado pela Resolução CONAMA n° 03/1990, de 9 ppm, não foi superado na estação, com a observação de máximos de menores que 1 ppm. Dessa forma, foi dominante durante todo o ano a qualidade do ar 'Boa' para o CO, conforme Tabela 33.

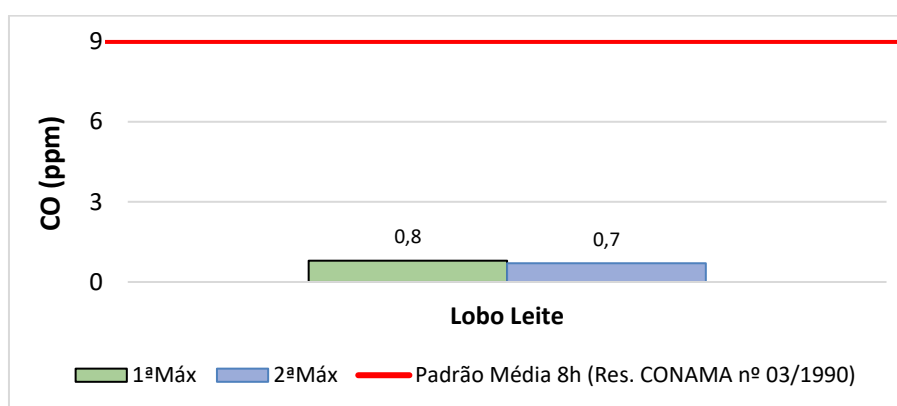


Figura 81: Máximas médias de 8 horas de CO em Congonhas.

Tabela 33: Distribuição percentual do IQAr de CO em Congonhas.

Município	Estação	Boa	Omissos
Congonhas	Lobo Leite	99,2%	0,8%

4.4.8 O₃ em Congonhas e Ouro Preto

Na Figura 82 são descritas as máximas médias horárias de ozônio em Congonhas. Os maiores valores foram visualizados na estação Lobo Leite, de 148 e 127 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, portanto, não houve ultrapassagem do padrão horário, que na época era de 160 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

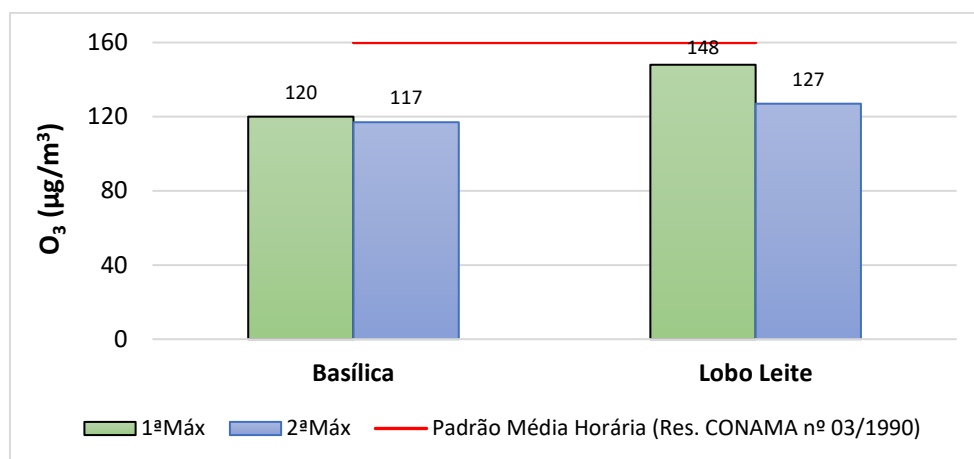


Figura 82: Médias horárias máximas de O₃ em Congonhas.

Os dados do IQAr do O₃ tiveram a maioria da qualidade do ar “Boa”, atingindo 87,6% e 59,2% dessa classe em 2018, conforme Tabela 34. Entretanto, na estação Lobo Leite foi encontrado 32,6% de classe “Regular”.

Tabela 34: Distribuição percentual do IQAr de O₃ em Congonhas.

Município	Estação	Boa	Regular	Omissos
Congonhas	Basílica	87,6%	9,9%	2,5%
Congonhas	Lobo Leite	59,2%	32,6%	8,2%

Há de se destacar que as temperaturas médias mensais observadas em 2018 na Região Central de Minas foram mais amenas do que a média histórica, conforme aponta a Figura 11, o que contribuiu para a não observação de ultrapassagem do padrão horário de ozônio em Congonhas. Ainda assim, a quantidade de qualidade “Regular” visto, principalmente na estação Lobo Leite, chama a atenção, fato este que pode estar mais influenciado pela possível alta presença de precursores da formação de O₃ na região.

4.5 Demais municípios

Os demais municípios componentes da rede automática de monitoramento da qualidade do ar de Minas Gerais em 2018 eram: Conceição do Mato Dentro, Itabira,

Paracatu e Pirapora. A seguir, são apresentadas breves descrições destes municípios.

O município de Conceição do Mato Dentro apresentava, em 2010, uma população de 17.908 pessoas com cerca de 68,5% da população residindo em área urbana (IBGE, 2011). Localizado na borda leste da Cadeia do Espinhaço, o município está em uma altitude de 740 metros e possui relevo majoritariamente montanhoso, com áreas menores de característica plana ou ondulada (SILVA, 2018). A área, considerada de grande importância ambiental, está inserida em uma região divisora das bacias hidrográficas do Rio Doce e do Rio São Francisco e possui vegetação de transição entre os domínios do cerrado e da mata atlântica, com predominância dos campos rupestres do primeiro bioma (MOREIRA, 2015). O PIB do município em 2018 foi de cerca de 733,7 milhões (IBGE, 2024). Desde 2014 está instalado no município o empreendimento Minas-Rio, planta de extração, beneficiamento e exportação de minério de ferro da mineradora sul-africana Anglo American (Anglo American, 2024).

O município de Itabira está situado na Mesorregião Metropolitana de Belo Horizonte e teve a sua história de crescimento econômico permeada pela atividade minerária, inicialmente pelo ouro e depois pelo minério de ferro, somando um PIB de aproximadamente R\$ 6,6 bilhões (IBGE, 2024). Em 1942 foi instalada na região a Companhia Vale do Rio Doce, atualmente Vale, transformando o cenário do município fazendo com que houvesse grande crescimento econômico e aumento populacional em áreas urbanas (SARAIVA *et al.*, 2012). Segundo o censo demográfico de 2010, a cidade de Itabira contava com uma população de 109.783 pessoas, onde aproximadamente 93,2% residiam em área urbana (IBGE, 2011).

O município de Paracatu, situado na Mesorregião Noroeste do Estado de Minas Gerais, possuía, em 2010, uma população de 84.718 pessoas, dos quais aproximadamente 87,1% residiam em área urbana (IBGE, 2011). Historicamente, a cidade é marcada pelos metais preciosos, sobretudo, o ouro (ASTOLPHI *et al.*, 2021). Além disso, também é destaque no estado por sua produção de grãos e pela pecuária. Porém, a marca da mineração é forte devido as suas reservas de ouro, calcário, zinco e chumbo (PARACATU, 2021). O PIB, consequente das atividades econômicas da região, somou um montante equivalente a 4,3 bilhões de reais em 2018 (IBGE, 2024). A Kinross Gold Corporation, uma empresa canadense do ramo da mineração e

comercialização de ouro, atua na mina Morro do Ouro há pelo menos 15 anos, respondendo por cerca de 22% dos postos de trabalho formais na região (KINROSS, 2021).

A cidade de Pirapora, que está localizada no Norte do Estado de Minas Gerais, contava com uma população predominantemente urbana (98,2%), na qual apenas 1,8% de sua população residente vivia em área rural. O município abrigava uma população de 55.606 pessoas no ano de 2022, de acordo com o último censo demográfico publicado pelo IBGE. O PIB girava em torno de R\$ 2,3 bilhões de reais no ano de 2018 (IBGE, 2024), Pirapora é o segundo maior polo de industrialização do Norte do estado, onde as principais empregadoras de mão de obra são as indústrias têxtil e metalúrgica, instaladas na região após a chegada da ferrovia possibilitando o transporte de cargas e de passageiros. Essas indústrias são fundamentais para a economia local e, dentre as que apresentam destaque, tem-se a Cedro Têxtil, Cerâmica Pirapora, Inonibrás (Ferro-ligas), Liasa (silício metálico), Minasligas (Ferro-ligas e Silício Metálico), dentre outras (PIRAPORA, 2017).

4.5.1 Caracterização das fontes de poluição dos demais municípios

As cidades supracitadas, situadas em região de Mata Atlântica e Cerrado, fazem parte da industrialização e do ciclo da mineração do estado. Sabe-se que essas atividades antrópicas são importantes vias de introdução de poluentes na atmosfera (MMA, 2021).

As principais fontes de emissões atmosféricas são as queimadas, as fontes veiculares e as industriais. Por isso, nos tópicos seguintes serão apresentados dados dessas fontes de poluição para as cidades de Paracatu, Itabira, Pirapora e Conceição do Mato Dentro com foco em dados do crescimento da frota veicular, focos de incêndio e número de empreendimentos licenciados.

4.5.1.1 *Paracatu*

Na Figura 83 é mostrado o crescimento da frota veicular de Paracatu, de 2009 a 2018. O município apresentou um crescimento maior do que 97% no período, passando de 23503 veículos em 2009 para 46355 em 2018.

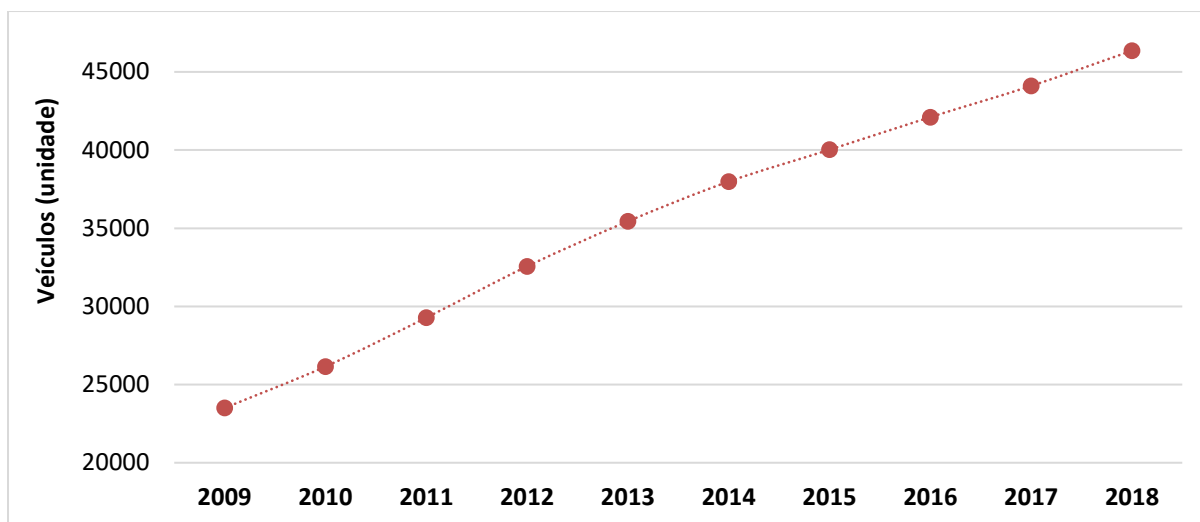


Figura 83: Crescimento da frota veicular de Paracatu.
Fonte: IBGE, 2024.

Com relação ao impacto proveniente das queimadas, a Figura 84 apresenta os dados dos focos de incêndio para o município em 2018. Percebe-se que o ano de 2018 apresentou o menor registro de focos desde 2014, mesmo assim, foram contabilizados mais de 1000 focos no município, o que está diretamente atrelado à sua extensão territorial, a 3º maior de Minas Gerais.

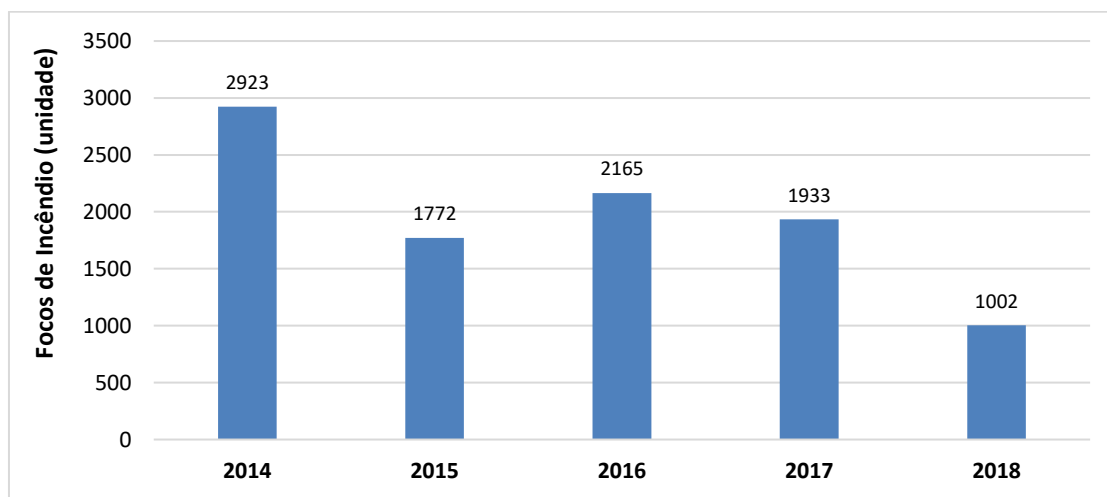


Figura 84: Focos de incêndio em Paracatu.
Fonte: INPE, 2024.

Quanto às fontes de poluição industrial, destaca-se na Figura 85 a evolução dos empreendimentos licenciados em Paracatu.

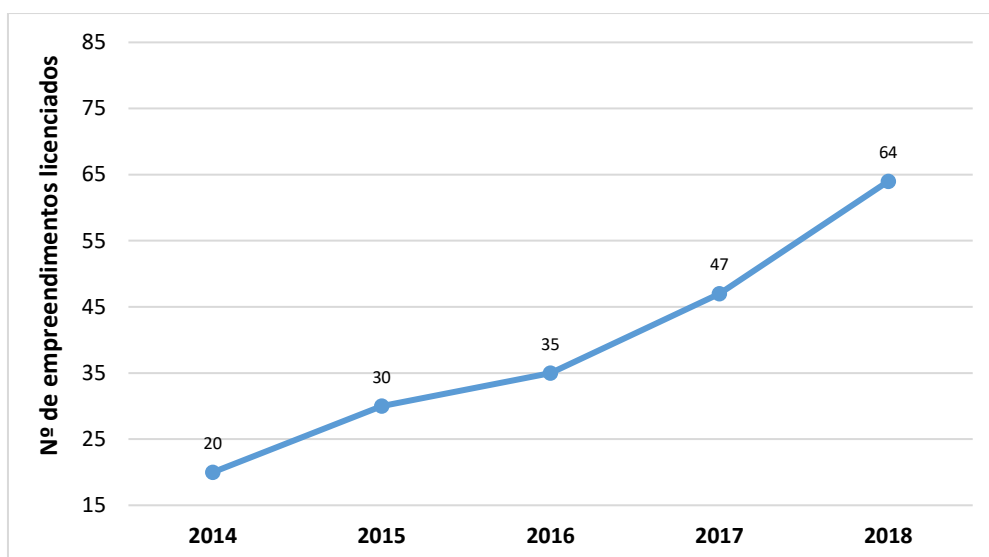


Figura 85: Empreendimentos licenciados em Paracatu.
Fonte: Adaptado IDE-SISEMA, 2024.

Percebe-se, pela Figura 85, que desde 2014 o município passou por aumentos seguidos na quantidade de empreendimentos licenciados. Além disso, nota-se um aumento expressivo no número de empreendimentos licenciados em Paracatu de 2017 a 2018, saltando de 47 para um total de 64. Destes, o maior aumento ocorreu nas atividades Agrossilvipastoris (G), que já tinham maior representatividade em 2017, com 18 empresas licenciadas, enquanto, em 2018, esse número foi de 33. Outro setor de destaque foram as atividades minerárias (A), com a soma de 8 empresas licenciadas em 2018.

4.5.1.2 Itabira

A Figura 86 mostra o crescimento da frota veicular em Itabira, no período de 2009 a 2018. Observa-se que, nesse tempo, a quantidade de veículos aumentou de 36.324 para 60.514, cerca de 67%.

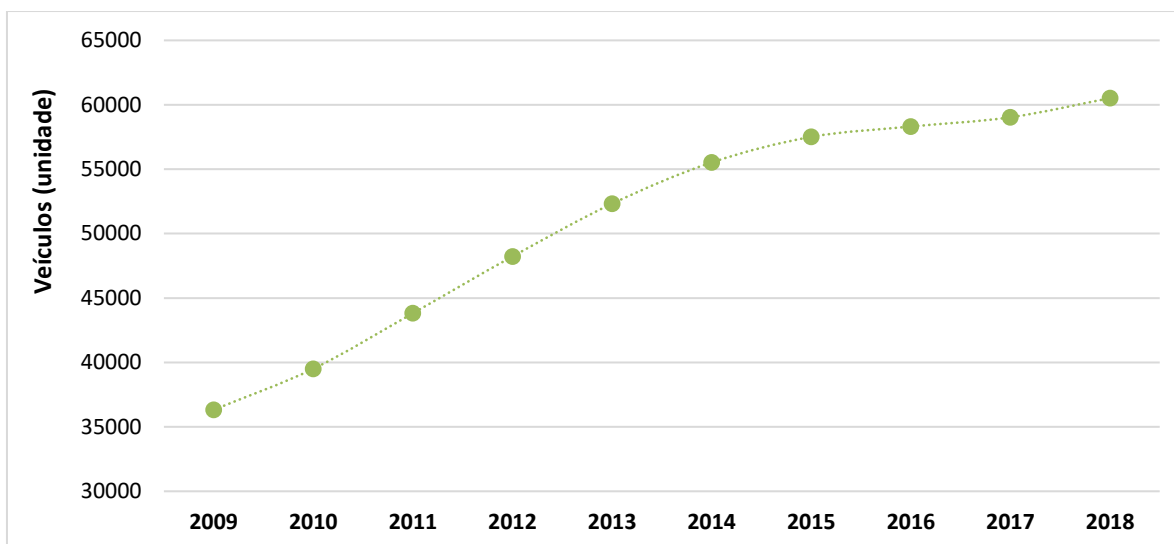


Figura 86: Crescimento da frota veicular de Itabira.

Fonte: IBGE, 2024.

A Figura 87 destaca, entre os anos de 2014 a 2018, os dados dos focos de incêndio coletados em Itabira. Observou-se que ocorreu um pico de registro em 2015, contabilizando 638 focos e, após isso ocorreram reduções, mesmo que em 2017 tenham sido identificados 266, em 2018 foi registrado o menor valor da série, apenas 39 focos.

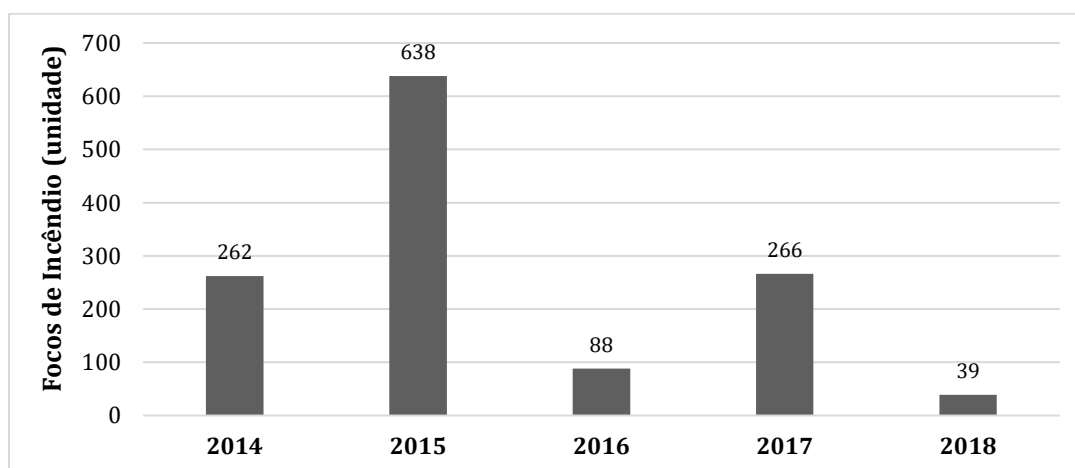


Figura 87: Focos de incêndio em Itabira.

Fonte: INPE, 2024.

A Figura 88 apresenta a evolução na quantidade de empresas licenciadas em Itabira no período de 2014 a 2018. Assim como o ocorrido em Paracatu, no município de Itabira também ocorreu um aumento expressivo de 2017 a 2018, mais precisamente, saindo de 9 e passando a 15. O maior aumento ocorreu com relação às atividades minerárias (A), passando a um total de 5 empresas licenciadas, que no ano anterior

era de apenas 1. As demais ocorrências foram nas demais diversas atividades, sem eventual protagonismo.

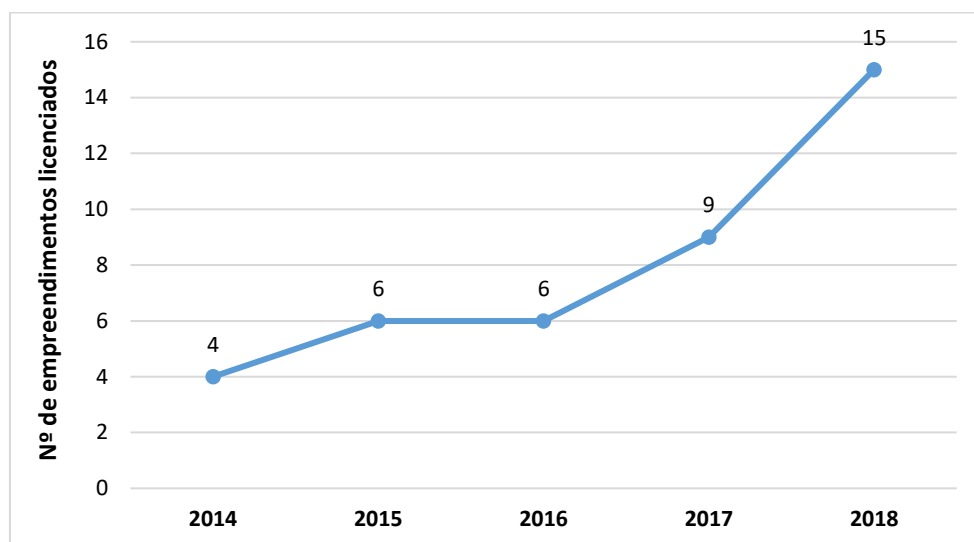


Figura 88: Empreendimentos licenciados em Itabira.
Fonte: Adaptado IDE-SISEMA, 2024.

4.5.1.3 Pirapora

Na Figura 89 está disposta a evolução da frota de veículos no município de Pirapora entre 2009 a 2018.

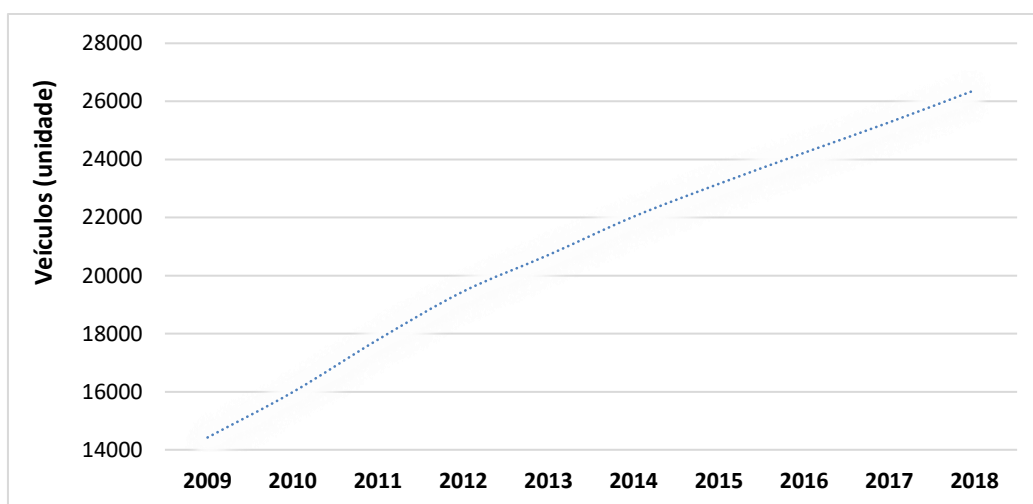


Figura 89: Crescimento da frota veicular de Pirapora.
Fonte: IBGE, 2024

A frota veicular em Pirapora era de 14.424 veículos em 2009, já em 2018, este número foi de 26.380, o que corresponde a um crescimento de quase 83%.

Em relação ao número de focos de incêndios observados no município, a Figura 90 revela que houve um comportamento de crescimento da quantidade de focos no

intervalo de 2014 a 2017, chegando ao máximo de 200 focos no ano. Em 2018 ocorreu uma queda desse valor, tendo sido registrados um total de 180 focos de incêndio em Pirapora.

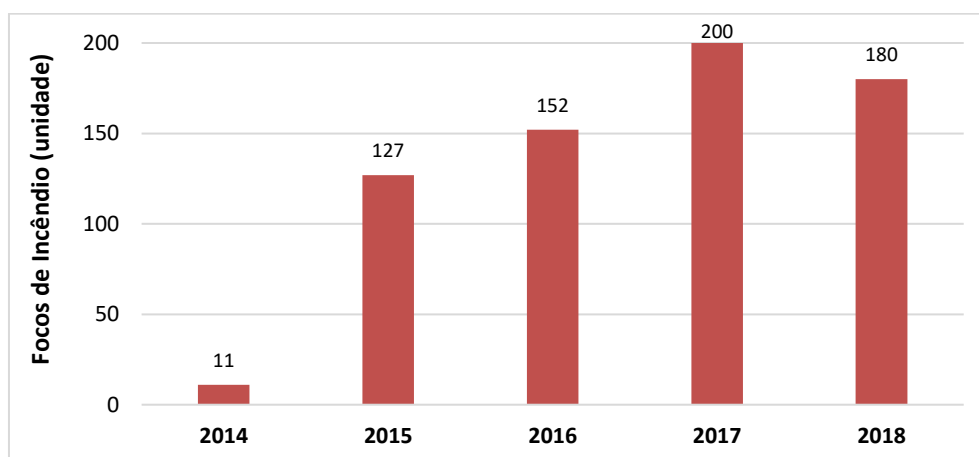


Figura 90: Focos de incêndio em Pirapora.
Fonte: INPE, 2024

A evolução no número de empresas licenciadas em Pirapora é destacada na Figura 91. Após um aumento expressivo observado de 2014 a 2017, de 1 para 22, verificou-se uma constância em 2018, sem o incremento de nenhuma licença. Destas, 13 pertenciam às atividades de infraestrutura (E).

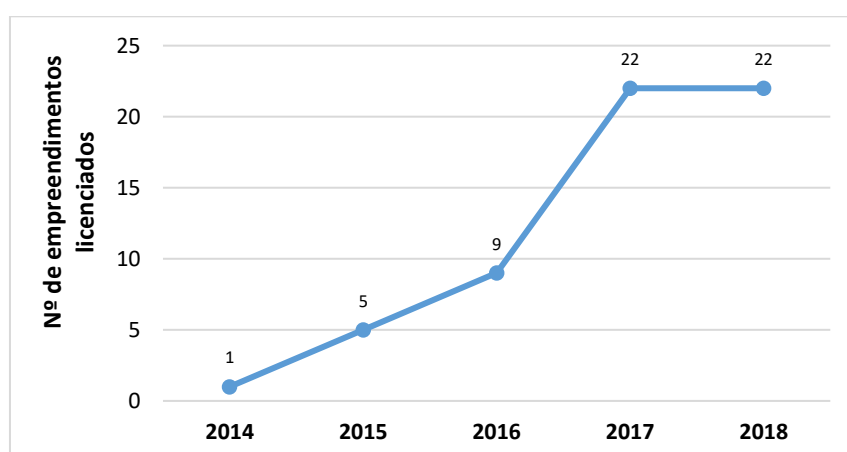


Figura 91: Empreendimentos licenciados em Pirapora.
Fonte: IDE-SISEMA, 2024

4.5.1.4 Conceição do Mato Dentro

Dos municípios analisados no decorrer desse estudo, Conceição do Mato Dentro apresenta, em quantidade, a segunda menor frota, ficando à frente apenas de Barra Longa. Entretanto, foi o segundo que mais cresceu em porcentagem, ficando atrás

apenas de São José da Lapa. Em 2009, a frota era de apenas 2.693 veículos, passando a 6.861 em 2018, um aumento de cerca de 155%.

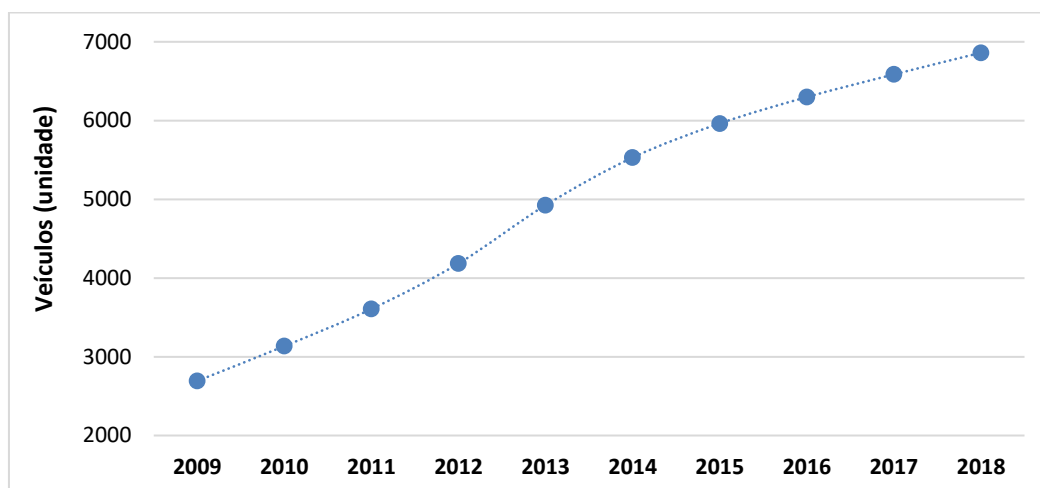


Figura 92: Crescimento da frota veicular de Conceição do Mato Dentro.
Fonte: IBGE, 2024.

No que se refere à quantidade de focos de incêndio, na Figura 93 estão dispostos os valores observados em Conceição do Mato Dentro, entre 2014 a 2018. Observa-se que, em 2014, ocorreu o maior valor da série, de 693 focos, caindo a 122 no ano seguinte e apresentando elevação até o ano de 2017, chegando a 332. Entretanto, em 2018 foi observado o menor registro de focos do período, 69 focos de incêndio.

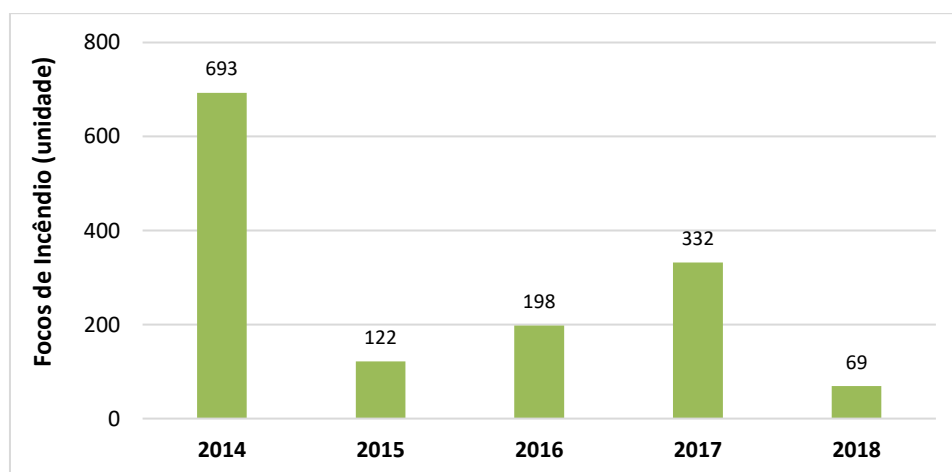


Figura 93: Focos de incêndio em Conceição do Mato Dentro.
Fonte: INPE, 2024.

Em relação às fontes industriais, a Figura 94 apresenta a evolução da quantidade de atividades licenciadas no município de Conceição do Mato Dentro. Um aumento gradual foi percebido no período considerado, com grande predomínio das atividades minerárias (A), de 6 ocorrências de um total de 8 no ano de 2018.

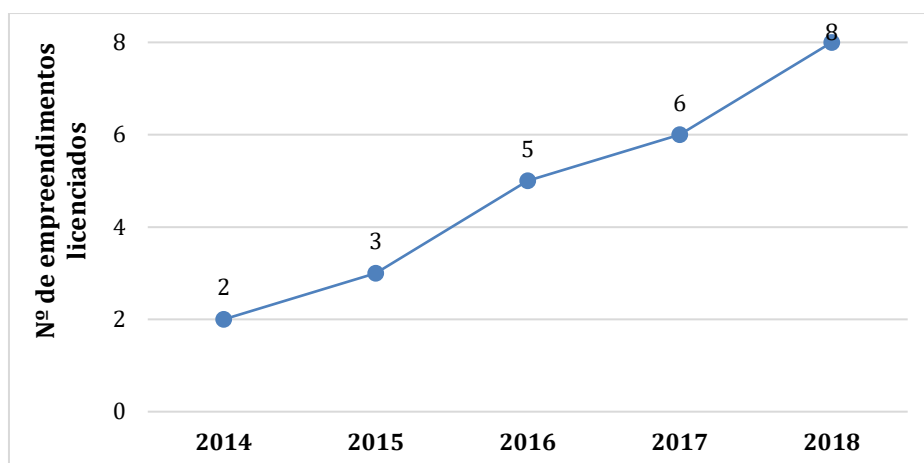


Figura 94: Empreendimentos licenciados em Conceição do Mato Dentro.
Fonte: Adaptado IDE-SISEMA, 2024.

4.5.2 PTS nos demais municípios

As máximas concentrações médias diárias de PTS medidas nas estações dos municípios de Itabira, Paracatu e Conceição do Mato Dentro são destacadas na Figura 95. Nenhuma ultrapassagem do padrão da qualidade do ar, de $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ocorreu em 2018 nestes municípios.

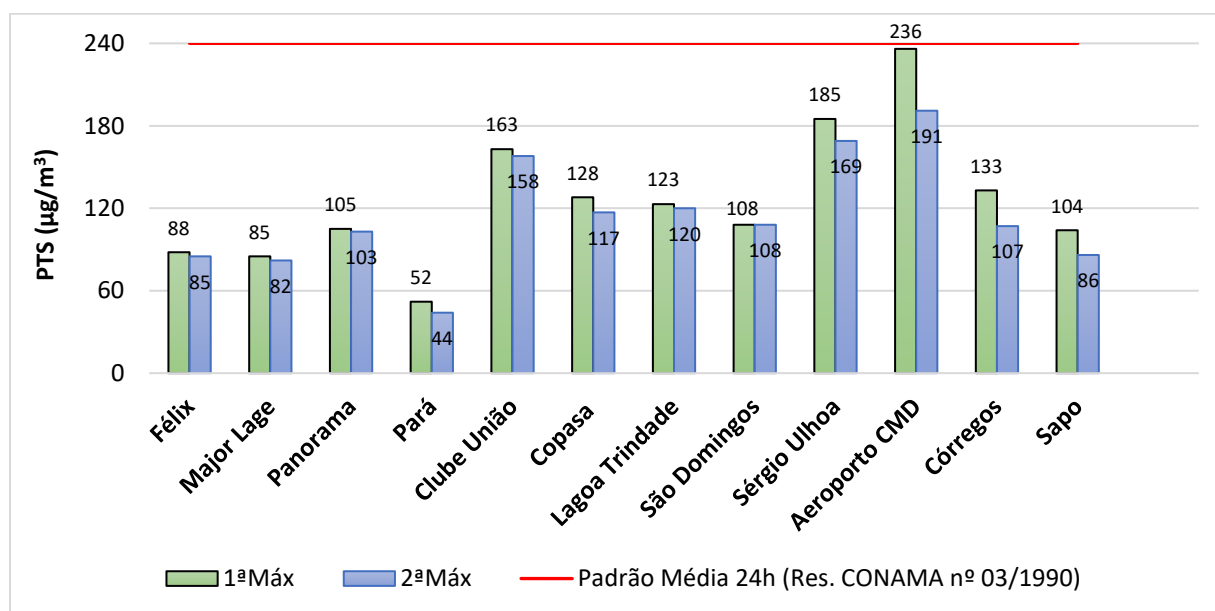


Figura 95: Máximas médias diárias de PTS nos demais municípios.

Percebe-se, ainda pela Figura 95, que as duas maiores máximas foram observadas na estação Aeroporto (CMD), de $236 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $191 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Seguida pelas estações Sérgio Ulhoa e Clube do União, ambas de Paracatu, que obtiveram, a primeira com valores de $185 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $169 \mu\text{g}/\text{m}^3$, e a segunda com $163 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $158 \mu\text{g}/\text{m}^3$. As

estações de Itabira tiveram os menores valores, com exceção da estação Panorama, cujas máximas diárias ultrapassaram 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Ainda com relação às médias diárias de PTS obtidas nas estações dos demais municípios, na Tabela 35 é destacada a distribuição percentual do IQAr obtido ao longo de 2018.

Tabela 35: Distribuição percentual do IQAr de PTS nos demais municípios.

Município	Estação	Boa	Regular	Omissos
Itabira	Félix	97,3%	0,8%	1,9%
Itabira	Major Lage	97,2%	0,6%	2,2%
Itabira	Panorama	95,3%	1,4%	3,3%
Itabira	Pará	42,5%	-	57,5%
Paracatu	Clube União	75,6%	19,2%	5,2%
Paracatu	Copasa	74,0%	4,4%	21,6%
Paracatu	Lagoa Trindade	83,8%	8,8%	7,4%
Paracatu	São Domingos	83,2%	5,8%	11,0%
Paracatu	Sérgio Ulhoa	58,4%	31,2%	10,4%
Conceição do Mato Dentro	Aeroporto CMD	89,3%	5,8%	4,9%
Conceição do Mato Dentro	Córregos	94,8%	2,2%	3,0%
Conceição do Mato Dentro	Sapo	90,7%	1,1%	8,2%

Pela Tabela 35 verifica-se a predominância da qualidade do ar “Boa” para o PTS em todos os municípios. Entretanto, tem destaque negativo a quantidade de classe “Regular” observada em Paracatu, principalmente, nas estações Sérgio Ulhoa (31,2%) e Clube do União (19,2%) que, conforme visto anteriormente, apresentaram as maiores máximas diárias de PTS, ficando atrás apenas da estação Aeroporto (CMD) que, por sua vez, teve apenas 5,8% de classe “Regular”.

Isso evidencia que os altos valores observados na estação Aeroporto (CMD) foram eventos mais esporádicos, enquanto nas duas estações de Paracatu ocorreram com maior frequência. Em 2018, a estação Aeroporto CMD teve 11 médias diárias válidas acima de 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, ocorridas nos meses de junho e julho. Já a estação Sérgio Ulhoa teve 67 ocorrências. Destas, 1 ocorreu em maio, 1 em outubro e o restante entre o período de junho a setembro. Sendo assim, há de se destacar a influência dos fatores meteorológicos nestes valores, principalmente a baixa pluviometria no período destacado, conforme visto na Figura 10, referente à Região Noroeste Mineiro, no qual o município está inserido Paracatu.

Tal fato incide diretamente nas médias geométricas anuais de PTS, conforme pode ser visualizado na Figura 96, na qual as estações Sérgio Ulhoa e Clube do União apresentaram os maiores valores, de 65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e 59 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente. Ressalta-se, porém, que nenhuma estação ultrapassou o padrão anual do PTS, de 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

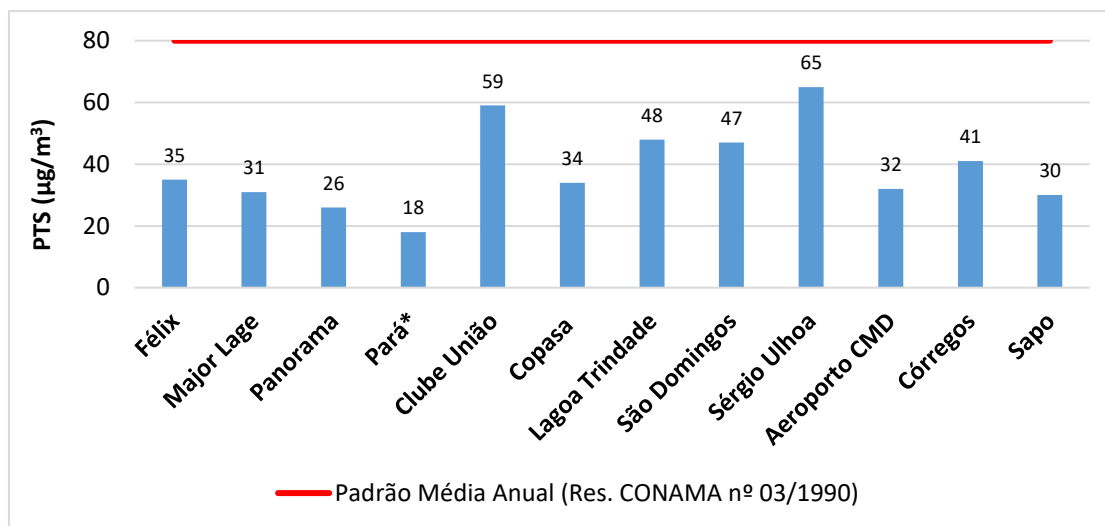


Figura 96: Médias anuais de PTS nos demais municípios.

Com relação à evolução das médias anuais de PTS, dispostas na Figura 97, percebe-se que as estações de Itabira apresentaram certa constância ao longo dos anos, com médias inferiores a 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, com exceção do valor obtido na estação Pará em 2017, porém, não representativo. Em Conceição do Mato Dentro as médias anuais também não chegaram a alcançar 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, sendo o maior valor da série obtido na estação Córregos, em 2018, de 41 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Entretanto, cabe destacar que o monitoramento neste município foi iniciado em 2017.

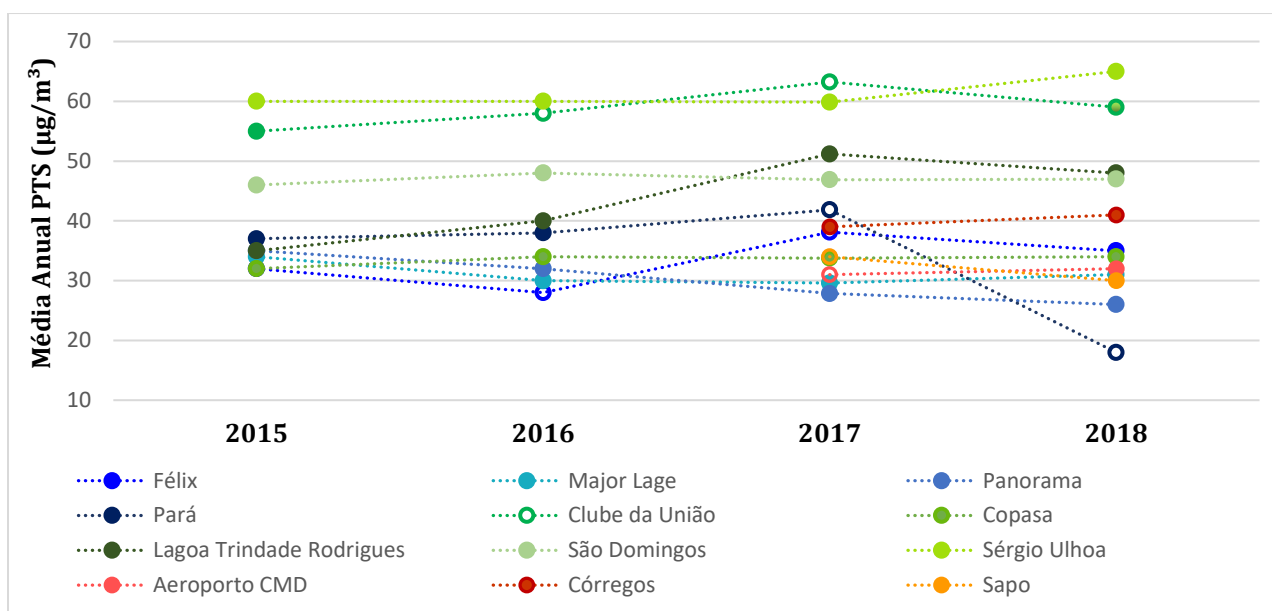


Figura 97: Evolução das médias anuais de PTS nos demais municípios.

*Símbolos vazados no gráfico indicam médias anuais não representativas.

No município de Paracatu foram observadas as maiores médias anuais de PTS em todos os anos e, assim como em 2018, tem destaque as estações Sérgio Ulhoa e Clube do União, com os maiores valores.

Ainda assim, importante destacar que em nenhum ano foi obtida média geométrica anual superior ao padrão de qualidade do ar estabelecido pela Resolução CONAMA n° 03/1990, de $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

4.5.3 MP₁₀ nos demais municípios

A Figura 98 apresenta as máximas médias diárias observadas nas estações das redes dos demais municípios. Houve ultrapassagem do padrão de $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ apenas na estação Aeroporto CMD, uma única vez, atingindo o valor de $190 \mu\text{g}/\text{m}^3$. A estação SAAE, em Pirapora, alcançou o valor de $149 \mu\text{g}/\text{m}^3$, seguida novamente pela estação Aeroporto CMD, de $128 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Os demais valores máximos obtidos no ano de 2018 foram inferiores a $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

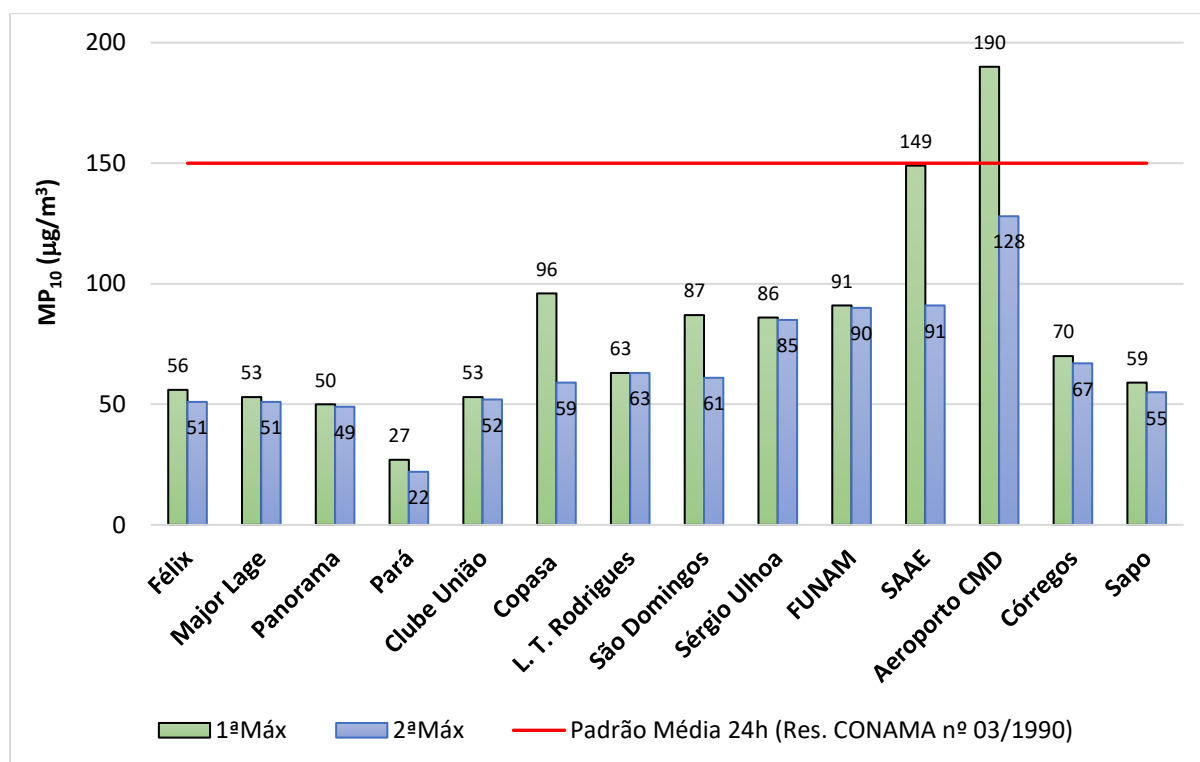


Figura 98: Máximas médias diárias de MP₁₀ nos demais municípios.

Na Tabela 36 é disposta a distribuição percentual do IQAr do MP₁₀ nos demais municípios ao longo de 2018. Ressalvados alguns casos com quantidade de omissos relevante, a predominância da qualidade do ar “Boa” é vista em todos os municípios, com exceção de Pirapora, cuja estação FUNAM apresentou na maioria dos dias IQAr da classe “Regular”, em 36,5%. A outra estação instalada no município de Pirapora, SAAE, teve 14,8% dessa classe. Isso justifica o fato de terem, respectivamente, a 1º e 3º maiores médias anuais, de 51 µg/m³ e 40 µg/m³, ainda que não representativas, conforme apresentado na Figura 99. O 2º lugar ficou justamente para a estação Sérgio Ulhoa, em Paracatu, que obteve 27,7% de classe “Regular” ao longo do ano, fato este que levou a uma média anual de 45 µg/m³, também não representativa.

Tabela 36: Distribuição percentual do IQAr de MP₁₀ nos demais municípios.

Município	Estação	Boa	Regular	Inadequada	Omissos
Itabira	Félix	97,5%	0,6%	-	1,9%

Itabira	Major Lage	95,9%	0,8%	-	3,3%
Itabira	Panorama	97,0%	-	-	3,0%
Itabira	Pará	42,2%	-	-	57,8%
Paracatu	Copasa	94,0%	0,8%	-	5,2%
Paracatu	Clube União	58,9%	0,8%	-	40,3%
Paracatu	Lagoa Trindade				
	Rodrigues	88,5%	4,4%	-	7,1%
Paracatu	São Domingos	87,1%	4,1%	-	8,8%
Paracatu	Sérgio Ulhoa	43,0%	27,7%	-	29,3%
Pirapora	FUNAM	29,0%	36,5%		34,5%
Pirapora	SAAE	56,2%	14,8%	-	29,0%
Conceição do Mato Dentro	Aeroporto CMD	80,6%	2,7%	0,3%	16,4%
Conceição do Mato Dentro	Córregos	94,0%	1,6%	-	4,4%
Conceição do Mato Dentro	Sapo	90,4%	0,8%	-	8,8%

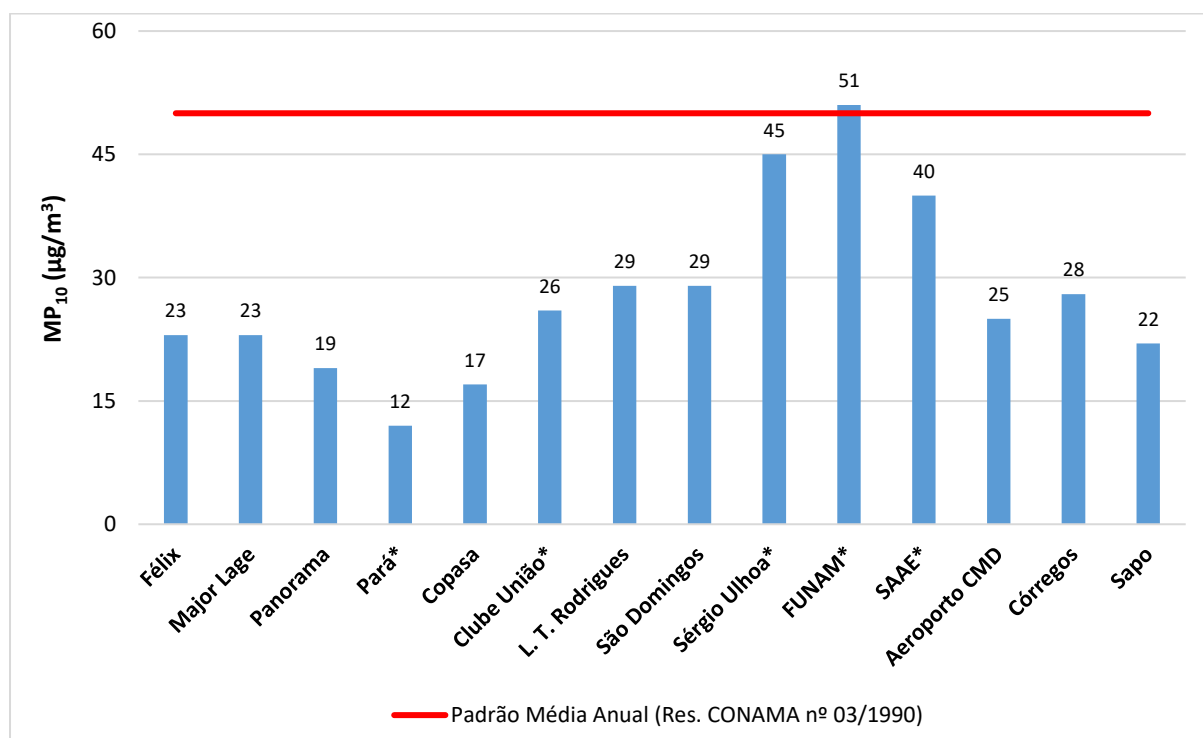


Figura 99: Concentrações médias anuais de MP₁₀ nos demais municípios.

Ainda com relação à Figura 99, importante destacar que, embora a estação Aeroporto CMD tenha tido a ultrapassagem do padrão diário da qualidade do ar, na maioria dos dias a classe observada foi “Boa”, obtendo-se uma média anual de 25 µg/m³. Além disso, as demais estações de Conceição do Mato Dentro, Paracatu e Itabira tiveram médias anuais menores que 30 µg/m³. Portanto, em 2018, o padrão anual de MP₁₀, de 50 µg/m³ foi ultrapassado apenas na estação FUNAM, em Pirapora.

A Figura 100 apresenta a evolução das médias anuais de MP₁₀ em Itabira, Paracatu, Pirapora e Conceição do Mato Dentro entre 2015 a 2018. Com relação às estações de Itabira foi percebido certa constância de valores no período, obtendo-se as menores concentrações médias de MP₁₀ dos municípios avaliados. Entretanto, cabe destacar que nos dois anos não foi obtida representatividade na estação Pará, o que comprometeu um melhor acompanhamento da qualidade do ar na região por esta estação.

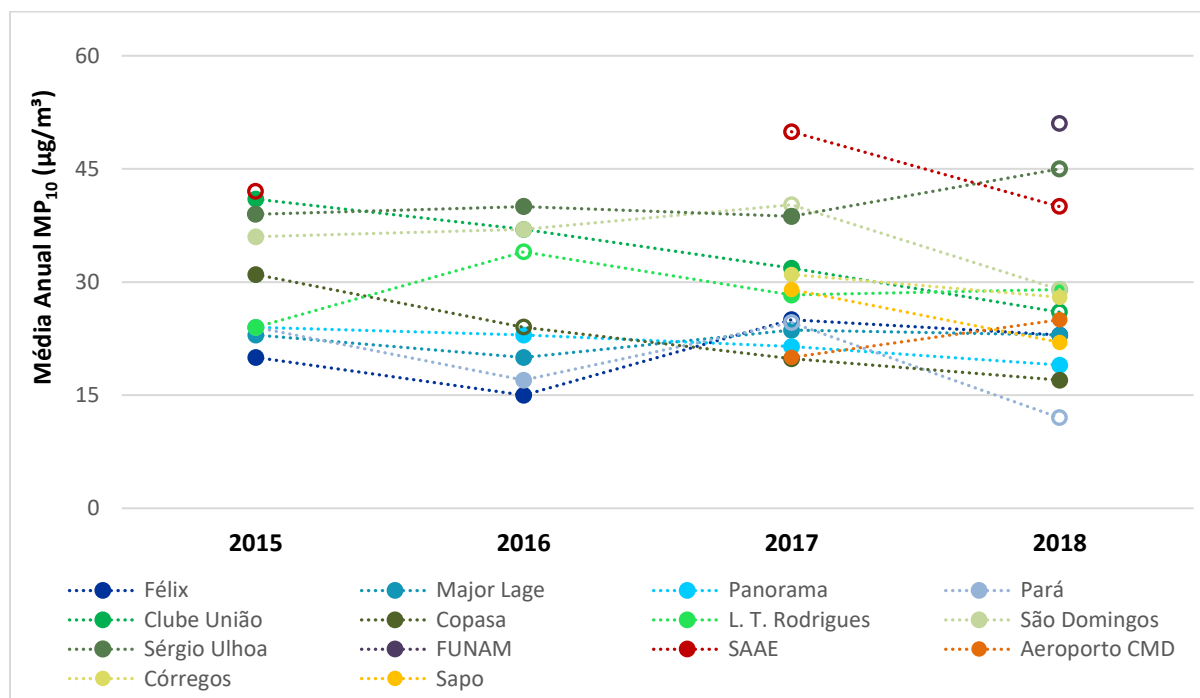


Figura 100: Evolução das médias anuais de MP₁₀ nos demais municípios.

*Símbolos vazados no gráfico indicam médias anuais não representativas.

Em Conceição do Mato Dentro, cujo monitoramento foi iniciado em 2017, também foram observadas concentrações médias anuais de MP₁₀ amenas, inferiores a 30 µg/m³. Em Paracatu, de maneira geral, visualizou-se um comportamento de queda de valores anuais nas estações Clube do União, Copasa e São Domingos, enquanto, nas estações Lagoa Trindade Rodrigues e Sérgio Ulhoa foi observado um comportamento de aumento.

Em Pirapora, cujo monitoramento realizado nas estações FUNAM e SAAE é exclusivo do poluente MP₁₀, observou-se as maiores médias anuais dos municípios analisados. Além disso, há de se destacar que, no período de 2015 a 2018, nenhuma média anual foi representativa, para nenhuma estação. Logo, tanto o acompanhamento efetivo da qualidade do ar quanto as análises ficaram comprometidas. Além disso, na Região

Norte de Minas foi observado que, em 2018, conforme visto na Figura 11, as temperaturas médias nos meses de janeiro, fevereiro, e de agosto a outubro, foram superiores às médias mensais históricas, fato este que corroborou com o número de focos de incêndio observados em Pirapora nesse ano (Figura 90), de 180 ocorrências, cujo escasso regime de chuvas de março a setembro nessa região, Figura 10, teve também forte participação.

4.5.4 MP_{2,5} nos demais municípios

Apenas os municípios de Paracatu e Conceição do Mato Dentro tiveram monitoramento de MP_{2,5} no ano de 2018. A Figura 101 apresenta as máximas médias diárias desse poluente obtidas nestas regiões.

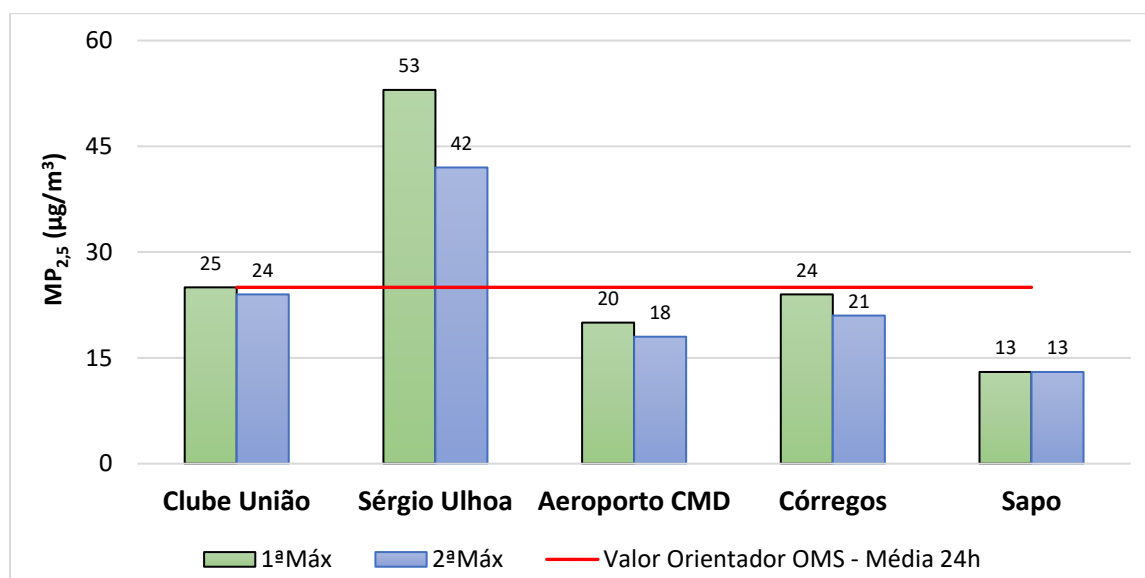


Figura 101: Máximas médias diárias de MP_{2,5} nos demais municípios.

Verifica-se que ocorreram ultrapassagens do valor diário recomendado de MP_{2,5} na estação Sérgio Ulhoa (Paracatu), chegando a 53 µg/m³ e 42 µg/m³, e que a estação Clube do União, também em Paracatu, obteve valor igual ao da OMS, de 25 µg/m³. As médias anuais nestas estações também foram superiores ao orientado pela OMS, de 10 µg/m³, com a estação Sérgio Ulhoa chegando a 21 µg/m³, mais do que o dobro desse valor.

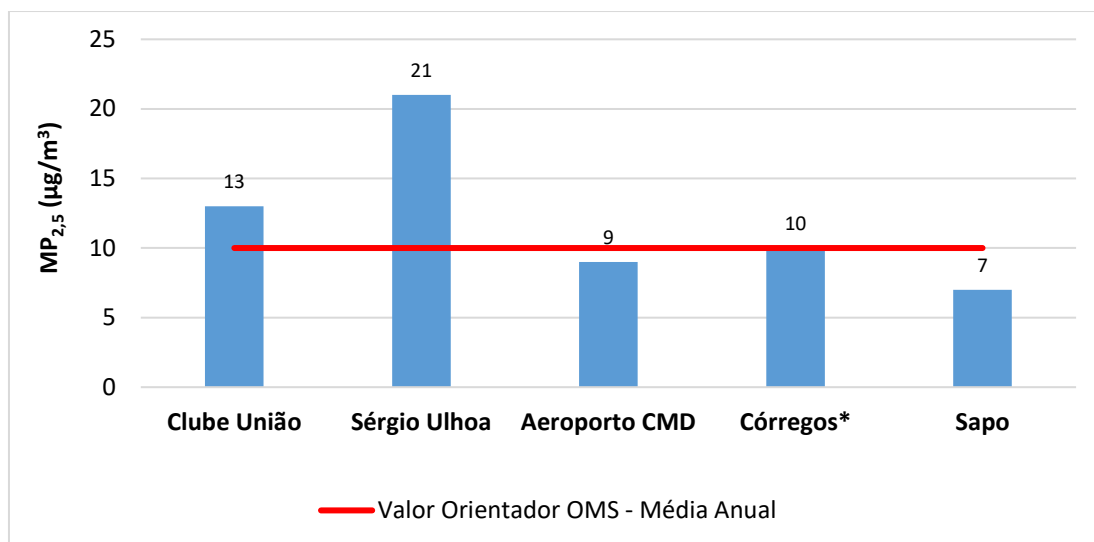


Figura 102: Médias anuais de MP_{2,5} nos demais municípios.

A evolução das médias anuais, Figura 103, mostra que houve redução dos valores nas estações de Conceição do Mato Dentro. Entretanto, em Paracatu, não houve um comportamento definido, para a estação Clube do União observou-se aumento entre o 2016 e 2017, porém em 2016 a média anual não era representativa. E para a estação Sérgio Ulhoa houve um aumento em 2016 seguida de pequena redução nos anos seguintes. Em comum, para as estações deste município observa-se que em nenhum ano houve atendimento à recomendação da OMS, de 10 µg/m³.

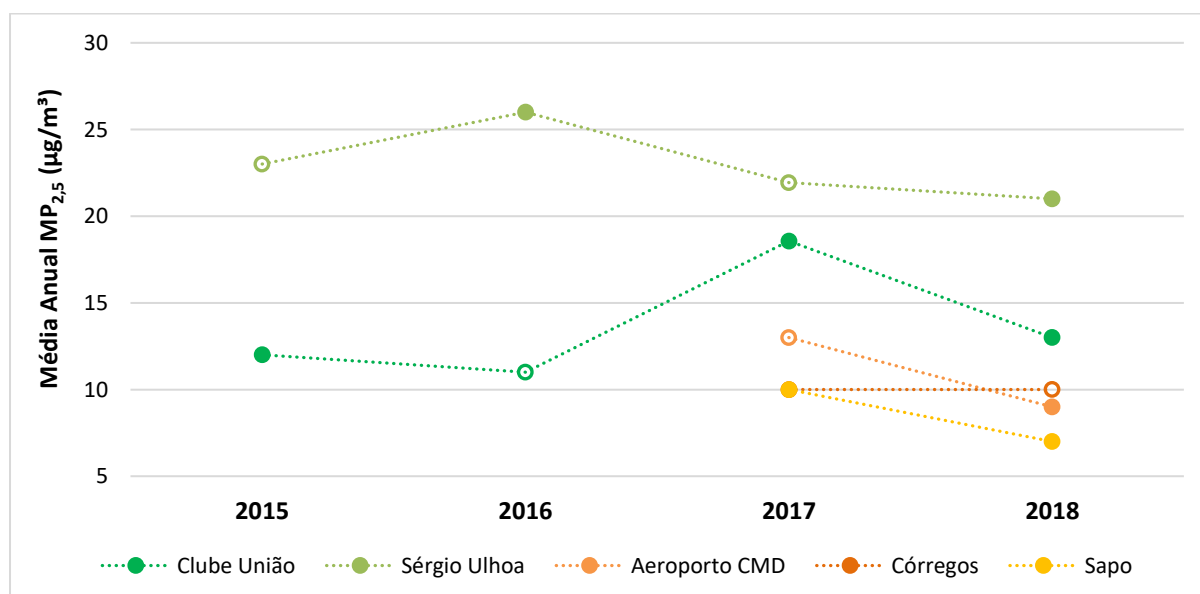


Figura 103: Evolução das médias anuais de MP_{2,5} nos demais municípios.

*Símbolos vazados no gráfico indicam médias anuais não representativas.

4.5.5 O₃ nos demais municípios

Para os demais municípios aqui analisados, apenas em Conceição do Mato Dentro, na estação Aeroporto CMD, havia o monitoramento de ozônio em 2018. As máximas médias horárias dessa estação mostram que não ocorreu ultrapassagem do padrão de qualidade do ar, de 160 µg/m³, conforme dispõe a Figura 104.

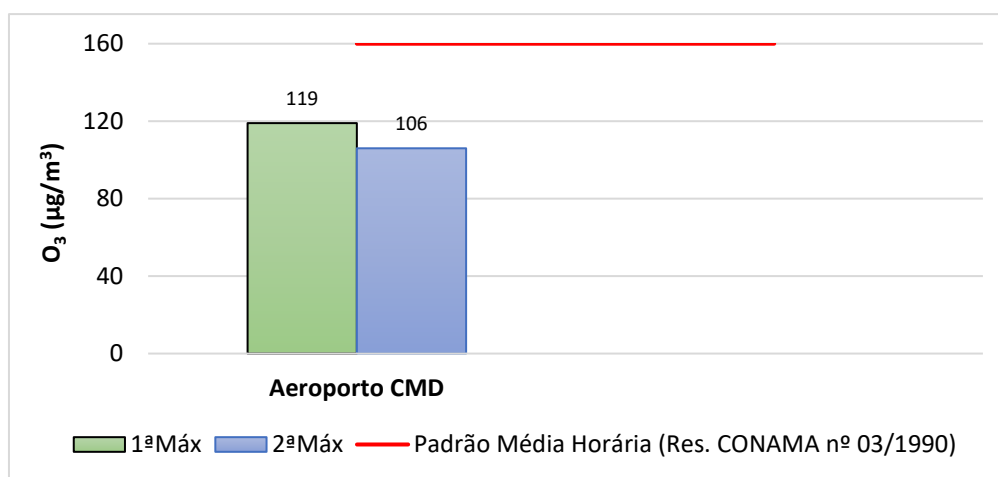


Figura 104: Máximas médias horárias de O₃ nos demais municípios.

A distribuição do IQAr ao longo do ano apresentada na Tabela 37, mostra que houve a predominância da qualidade de O₃ “Boa”, com apenas 3,8% de classe “Regular”. Isso pode estar relacionado ao fato de que na Região Central Mineira as temperaturas médias mensais observadas foram inferiores às médias históricas, conforme visto na Figura 11, fato este que culminou na menor disponibilidade de radiação para formação de ozônio.

Tabela 37: Distribuição percentual do IQAr de O₃ em Conceição do Mato Dentro.

Município	Estação	Boa	Regular	Omissos
Conceição do Mato Dentro	Aeroporto CMD	79,7%	3,8%	16,5%

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Relatório Técnico da Qualidade do Ar de Minas Gerais – Ano Base 2018 apresentou um panorama geral de todas as estações de qualidade do ar instaladas no estado de Minas Gerais e que transmitiam os dados para o Centro Supervisório da SEMAD/NQA. No presente trabalho também foram apresentados a distribuição percentual do IQAr para todos os poluentes e os valores de média anual para os poluentes com padrões de longa duração estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 03/1990, assim como a verificação da evolução das médias anuais em comparação com os últimos anos.

Em relação aos resultados do ano 2018, destaca-se que:

- As partículas totais em suspensão apresentaram ultrapassagens apenas do padrão diário nas estações Matriz, Jardim Profeta e Pires, em Congonhas. Já o padrão anual foi ultrapassado apenas na estação Pires.
- Considerando as partículas inaláveis, o padrão diário não foi atendido nas estações Pires e Aeroporto CMD, localizadas em Congonhas e Conceição do Mato Dentro, respectivamente. Analisando o padrão anual, houve ultrapassagem na estação Centro, na cidade de São José da Lapa, além da estação Pires.
- No caso das partículas respiráveis os resultados foram comparados com os valores orientadores da OMS e houve ultrapassagem do valor guia da OMS para média diária em todas as estações da RMBH (exceto Piratininga, no município de Ibirité) e em outras duas estações, a Lobo Leite em Congonhas e a Sérgio Ulhoa em Paracatu. Em relação ao valor guia recomendado para média anual, houve ultrapassagem em múltiplas estações da RMBH e em estações situadas em Congonhas e Paracatu (Lobo Leite, Matriz, Clube do União e Sérgio Ulhoa).
- O padrão para o ozônio foi ultrapassado nos municípios de Belo Horizonte e Contagem, registrando ultrapassagens nas estações Av. do Contorno, Delegacia Amazonas, PUC Barreiro e Cidade Industrial.
- Não houve violações dos padrões de monóxido de carbono, dióxido de enxofre e dióxido de nitrogênio.

Os resultados deste relatório mostram informações importantes para o diagnóstico da qualidade do ar para o ano de 2018. Além disso, servem de base para direcionar medidas de mitigação de impactos ambientais e sociais, bem como, subsidiar políticas públicas em favor da população mineira.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA RMVA. **Boletim Vale do Aço - PIB 2018**. Informativo sobre o Produto Interno Bruto - PIB dos municípios do Vale do Aço 2018. Agência de Desenvolvimento da Região Metropolitana do Vale do Aço. 2021. Disponível em: <<https://www.agenciarmva.mg.gov.br/wp-content/uploads/2021/06/Boletim-do-PIB-RMVA-V4.pdf>>. Acesso em: 14 mai. 2024.

ANGLO AMERICAN BRASIL. **Quem somos: onde operamos**. Disponível em: <https://brasil.angloamerican.com/pt-pt/quem-somos/onde-operamos>. Acesso em: 6 mar. 2024.

ASTOLPHI, J. D. V. C.; SORIANO, E.; SILVA, C. P. A produção do ouro em Paracatu/MG – Brasil: riscos para a saúde e bem-estar da população, 2021. **Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde - Hygeia**, Três Lagoas, v. 17, p. 55-70. Acesso em: 19 mar. 2021.

AZEVEDO, Ú. R. D., Machado, M. M. M., Castro, P. D. T. A., Renger, F. E., Trevisol, A., & Beato, D. A. C. (2012). **Geoparque Quadrilátero Ferrífero (MG): proposta**. CPRM.

BARBOSA, K. S.; JÚNIOR, R. A. C. Centralidades Metropolitanas da RMVA: identificação e classificação, 2016. **Pluris – Contrastes, contradições, complexidades: desafios urbanos no século XXI**. 7º Congresso Luso-brasileiro para o planejamento urbano, regional, integrado e sustentável. Disponível em: <<https://fau.ufal.br/evento/pluris2016/files/Tema%204%20-%20Planejamento%20Regional%20e%20Urbano/Paper1111.pdf>>. Acesso em: 16 dez. 2021.

BARRA LONGA. Prefeitura Municipal de Barra Longa. **História**. 2022. Disponível em: <<https://www.barralonga.mg.gov.br/index.php/prefeitura/historia>>. Acesso em: 09 fev. 2024.

BATISTA, C. A. T. **Poluição do Ar de Interiores: Uma Avaliação de Casos Relacionados à Climatização Artificial**, 2008. Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), Juiz de Fora. Trabalho de Conclusão de Curso, 48 p. Disponível em: <<https://www.ufjf.br/analiseambiental/files/2009/11/Carla-Alice-Theodoro-Batista.pdf>>. Acesso em: 06 jul. 2022.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente – MMA. Conselho Nacional Do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução n. 5, de 15 de junho de 1989**. Dispõe sobre o Programa Nacional de Controle da Poluição do Ar - PRONAR. Diário Oficial União, Poder Executivo, Brasília, DF, seção 1, p. 14713-14714, 06/1989.

_____. Ministério do Meio Ambiente – MMA. Conselho Nacional Do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução n. 3, de 28 de junho de 1990**. Dispõe sobre padrões de qualidade do ar, previstos no PRONAR. Brasília, 22/08/1990.

_____. Ministério do Meio Ambiente – MMA. Conselho Nacional Do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução n. 491, de 19 de novembro de 2018**. Dispõe sobre padrões de qualidade do ar. Brasília, DF.

_____. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância de Doenças e Agravos não Transmissíveis e Promoção da Saúde. Impacto da poluição atmosférica na mortalidade por doenças crônicas não transmissíveis no Brasil. In: BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância de Doenças e Agravos não Transmissíveis e Promoção da Saúde. **Saúde Brasil 2018: uma análise de situação de saúde e das doenças e agravos crônicos: desafios e perspectivas**. Brasília, DF: MS, 2019. p. 307-332. Disponível em: <https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/saude_brasil_2018_analise_situacao_saude_doencas_agravos_cronicos_desafios_perspectivas.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2021.

BUREAU OF OCEAN ENERGY MANAGEMENT. **The Clean Air Act of 1963**. [20-?] Disponível em: <<https://www.boem.gov/sites/default/files/documents/The%20Clean%20Air%20Act%20of%201963.pdf>>. Acesso em: 30 abr. 2021.

CÂNDIDO, Fabrício. **Desenvolvimento urbano e industrial em Congonhas: uma análise da indústria mineradora e siderúrgica**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável) - Universidade Federal de São João Del-Rei, São João Del-Rei, 2014. Disponível em: https://ufsj.edu.br/portal-repositorio/File/ppgtds/DISSERTACOES/Fabricio_Candido.pdf. Acesso em: 08 mar. 2024.

Câmara Municipal de Congonhas. **Dados Geográficos**. Disponível em: <https://www.congonhas.mg.leg.br/congonhas/historia/dados-geograficos>. Acesso em: 20 mar. 2024.

CARMO, Cleber Nascimento do et al. **Associação entre material particulado de queimadas e doenças respiratórias na região sul da Amazônia brasileira**. Revista Panamericana de Salud Pública, v. 27, p. 10-16, 2010.

CBH-Doce. Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Doce. **A Bacia**. Disponível em: <https://www.cbhdoce.org.br/institucional/a-bacia>. Acesso em: 14 jun. 2024.

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Qualidade do Ar: Informações Básicas – Poluentes**. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/ar/poluentes/>>. Acesso em: 05 dez. de 2023.

_____. **Série Relatórios: Qualidade do ar no Estado de São Paulo 2018**, 2019. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/2019/07/Cetesb_QualidadeAr_2018R.pdf>. Acesso em: 05 dez. 2023.

DELFINO, R. J.; SIOUTAS, C.; MALIK, S. Potential role of ultrafine particles in associations between airborne particle mass and cardiovascular health, 2005. **Environ Health Perspect**, v. 118, n. 8 p. 155-156.

EEA - Environment European Agency. **Air pollution: how it affects our health**, 2020. Disponível em: <https://www.eea.europa.eu/themes/air/health-impacts-of-air-pollution>. Acesso em: 25 abr. 2021.

FAGUNDES, V. J. **Incêndios florestais em unidades de conservação de proteção integral da região metropolitana de Belo Horizonte, MG**. 2016. Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras. Dissertação de Mestrado, 123 p.

FEAM – Fundação Estadual do Meio Ambiente. (2016). **Relatório Técnico de Monitoramento da Qualidade do Ar na Região Metropolitana de Belo Horizonte – Ano Base: 2013**. Disponível em: <http://www.feam.br/images/stories/2016/QUALIDADE_AR/Rel_05_monitoramento_qualidade_ar_RMBH_2013_REV_vers%C3%A3o_final_1.pdf>. Acesso em: 08 jul. 2022.

FEPAM – Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler. Qualidade Ambiental. **Poluentes - Fontes e Efeitos**. Disponível em: <<http://www.fepam.rs.gov.br/qualidade/poluentes.asp>>. Acesso em 21 jun. 2021.

FERNANDES, J. S.; CARVALHO, A. M.; CAMPOS, J. F.; COSTA, L. O. FILHO, G. B. Poluição atmosférica e efeitos respiratórios, cardiovasculares e reprodutivos na saúde humana, 2010. **Revista Médica de Minas Gerais**, v. 20, n. 1, p. 92-101. Disponível em: <<http://www.rmmg.org/artigo/detalhes/387>>. Acesso: 30 jun. 2022.

FILHO, J. B. M. T. **Dois momentos do planejamento metropolitano em Belo Horizonte: um estudo das experiências do PLAMBEL e do PDDI-RMBH**. 2012. Universidade de São Paulo (USP), São Paulo. Dissertação de Mestrado, 236 p.

FONSECA, J. C. L.; MARCHI, M. R. R.; FONSECA, J. C. L. Substâncias Químicas Perigosas à Saúde e ao Ambiente, 2008. **Programa Internacional de Segurança Química, Organização Mundial da Saúde**. Tradução. São Paulo: Cultura Acadêmica.

FREITAS, A. M.; SOLCI, M. C. Caracterização do MP₁₀ e MP_{2,5} e distribuição por tamanho de cloreto, nitrato e sulfato em atmosfera urbana e rural de Londrina, 2009. **Química Nova**, n. 32, v. 7. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/qn/a/F6KY9vykFkSVP9wvHR6BWLM/?lang=pt>>. Acesso em: 29 jun. 2022.

FUNDAÇÃO RENOVA. **A Fundação**. Disponível em: <https://www.fundacaorenova.org/a-fundacao/>. Acesso em: 14 jun. 2024.

GLOAG, D. Air Pollution: the “classical” pollutants, 1981. **British Medical Journal**, v. 282, n. 6265, p. 723–725.

GONÇALVES, J. P. C. **Caracterização e variabilidade de situações sinóticas associadas a episódios de chuva intensa e chuva persistente durante a estação chuvosa na Região Sudeste do Brasil**, 2015. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos. Dissertação de Mestrado, 139 p.

GUIMARÃES, M. B. **As alterações climáticas no Sudeste do Brasil e seus efeitos sobre os recursos hídricos**. Disponível em: <<https://files.abrhidro.org.br/Eventos/Trabalhos/156/PAP020229.pdf>>. Acesso em 03 ago. 2022.

HARRIS, N. R. P.; ANCELLET, G.; BISHOP, L.; HOFMANN, D. J.; KERR, J. B.; MCPETERS, R. D.; PRENDEZ, M.; RANDEL, W. J.; STAEHELIN, J.; SUBBARAYA, B. H.; VOLZ-THOMAS, A.; ZAWODNY, J.; ZEREFOS, C. S. Trends in stratospheric and free tropospheric ozone, 1997. **Journal of Geophysical Research**, v. 102. p. 1571-1590. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/96JD02440/full>>. Acesso em: 17 jun. 2015.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2010: Tabelas – Sinopse**. 2011. Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9662-censo-demografico-2010.html?=&t=resultados>>. Acesso em: 15 mai. 2024.

_____. **Conceição do Mato Dentro**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/conceicao-do-mato-dentro/pesquisa/38/46996?tipo=grafico>>. Acesso em: 17 mai. 2024.

_____. **Congonhas**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/congonhas/pesquisa/38/46996?tipo=grafico>>. Acesso em: 16 mai. 2024.

_____. **Itabira**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/itabira/pesquisa/38/46996?tipo=grafico>>. Acesso em: 17 mai. 2024.

_____. **Mariana**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/mariana/pesquisa/23/26170?detalhes=true>>. Acesso em: 16 mai. 2024.

_____. **Ouro Preto**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/ouro-preto/pesquisa/38/46996?tipo=grafico>>. Acesso em: 16 mai. 2024.

_____. **Paracatu**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/paracatu/pesquisa/38/46996?tipo=grafico>>. Acesso em: 17 mai. 2024.

_____. **Pirapora**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/pirapora/pesquisa/38/46996?tipo=grafico>>. Acesso em: 17 mai. 2024.

_____. **Produto Interno Bruto dos Municípios**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/contas-nacionais/9088-produto-interno-bruto-dos-municipios.html?edicao=26360&t=resultados>>. Acesso em: 08 set. 2022.

_____. **Produto Interno Bruto dos Municípios. Barra Longa. Série Histórica**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/barra-longa/pesquisa/38/47001?tipo=grafico&ano=2018>>. Acesso em: 16 mai. 2024.

_____. **Frotas de Veículos.** Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/22/28120?ano=2016>>. Acesso em: 06 set. 2022.

INCA – Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva. **Poluição do ar, câncer e outras doenças: o que você precisa saber?** 21p. Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva. – Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: <https://www.inca.gov.br/sites/ufu.sti.inca.local/files/media/document/cartilha_poluicao_o_do_ar_impressao.pdf>. Acesso em: nov/2023.

IMA - Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Relatório da Qualidade do ar Grande Vitória 2015**, 2018. Disponível em: <https://iema.es.gov.br/Media/iema/CQAI/Relatorios_anuais/Relat%C3%B3rio_Anual_de_Qualidade_do_Ar_2015.pdf>. Acesso em: 03 ago. 2022.

INEA - Instituto Estadual do Ambiente, Gerência da Qualidade do Ar (GEAR). **Relatório da Qualidade do ar no Estado do Rio de Janeiro – Ano Base 2015**, 2019. Disponível em: <http://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2019/01/RQAr_2015.pdf>. Acesso em: 03 ago. 2022.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. **Banco de Dados Meteorológicos do INMET.** Disponível em: <<https://bdmep.inmet.gov.br/>>. Acesso em: 14 mar. 2024.

_____. **Normais Climatológicas do Brasil.** Disponível em: <<https://portal.inmet.gov.br/normais>>. Acesso em: 14 mar. 2024.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **BDQueimadas.** Disponível em: <<https://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/bdqueimadas#graficos>>. Acesso em: 19 fev. 2024.

IPHAN - Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. **Conjuntos Urbanos Tombados.** Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/370/>. Acesso em: 20 mar. 2024.

KINROSS. **Conheça a Kinross.** Disponível em: <<http://www.kinross.com.br/a-kinross/conheca/>>. Acesso em: 29 dez. 2021.

LARA, M. S. **A atividade minerária e a dinâmica demográfica/econômica em Conceição do Mato Dentro (MG).** 2015. Disponível em: <<https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/IGCM-A8SMBM>>. Acesso em: 19 fev. 2024.

MARIANA. Prefeitura Municipal de Mariana. **História.** Disponível em: <<https://www.mariana.mg.gov.br/historico>>. Acesso em: 16 mai. 2024.

MINAS GERAIS. Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM). **Deliberação Normativa n. 1, de 26 de maio de 1981.** Dispõe sobre a proteção, conservação e melhoria do meio ambiente no Estado de Minas Gerais, considerando a necessidade de operacionalizar imediatamente a proteção ambiental no Estado, resolve fixar normas e padrões para Qualidade do Ar. Belo Horizonte, 02/06/1981. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=88>>. Acesso em: 08 jul. 2022.

MINUZZI, R. B.; SEDIYAMA, G. C.; RIBEIRO, A.; COSTA, J. M. N. El Niño: ocorrência e duração dos veranicos do Estado de Minas Gerais, 2005. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9, n. 3, p. 364-371.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Poluentes Atmosféricos**, 2021. Disponível em: <[https://antigo.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/qualidade-do-ar/poluentes-atmosf%C3%A9ricos.html#Dioxido de enxofre](https://antigo.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/qualidade-do-ar/poluentes-atmosf%C3%A9ricos.html#Dioxido_de_enxofre)>. Acesso em: 03 dez. 2021.

_____. **Caderno do Módulo 01 do Curso da Qualidade do Ar**. 65p. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima.– Brasília, DF: MMA, 2023.

_____. **Qualidade do Ar**. Disponível em: <<https://antigo.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/qualidade-do-ar.html>>. MMA, s.d. Acesso em: nov, 2023.

MOREIRA, T. C. A. (2015). **Uso e Ocupação do solo em propriedades rurais no interior e entorno do Parque Natural Municipal do Tabuleiro - Conceição do Mato Dentro - MG**. Dissertação (Pós-Graduação em Meio Ambiente) - Instituto Federal de Minas Gerais, Campus São João Evangelista. Disponível em: https://www.sje.ifmg.edu.br/portal/images/artigos/biblioteca/TCCs/Meio_Ambiente/2015/TÚLIO_CÉSAR_ARAÚJO_MOREIRA.pdf

MOTTIN, T. S. **Tóxicos que Interferem no Transporte de Oxigênio pela Hemoglobina**, 2009. Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Seminário. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/lacvet/restrito/pdf/toxicos_Hb.pdf>. Acesso em: 08 jul. 2022.

MOURA, I. F. S. **Avaliação de MP₁₀ na Região Metropolitana de Belo Horizonte**, 2016. Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte. Dissertação de Mestrado, 144 p.

NAÇÕES UNIDAS. Centro de Imprensa. Notícias. **Novas diretrizes da OMS sobre qualidade do ar reduzem valores seguros para poluição**. Brasília, DF: Casa ONU Brasil, 2021. Disponível em:< <https://brasil.un.org/pt-br/145721-novas-diretrizes-da-oms-sobre-qualidade-do-ar-reduzem-valores-seguros-para-polui%C3%A7%C3%A3o> >. Acesso em: nov. 2023.

OFFICE OF THE LAW REVISION COUNSEL OF THE UNITED STATES HOUSE OF REPRESENTATIVES. **Title 42 - The Public Health a Welfare: Chapter 85 - Air Pollution Prevention Control**, 1967. Disponível em: <<https://uscode.house.gov/view.xhtml?path=/prelim@title42/chapter85/subchapter1&edition=prelim>>. Acesso em: 29 abr. 2021.

OMS – Organização Mundial Da Saúde. **Environmental Health Criteria: Nitrogen oxides**, 1977. Genebra: International Programme of Chemical Safety. Disponível em: <<http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc004.htm>>. Acesso em: 23 abr. 2021.

_____. **Environmental Health Criteria: Sulfur Oxides and Suspended Particulate Matter**, 1978. Genebra: International Programme of Chemical Safety. Disponível em: <<http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc008.htm>>. Acesso em: 23 abr. 2021.

_____. **Environmental Health Criteria: Carbon Monoxide**, 1979. Genebra: International Programme of Chemical Safety. Disponível em: <<http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc013.htm>>. Acesso em: 23 abr. 2021.

_____. **Air Quality Guidelines for Europe**, 2000. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe, 2000. European Series, n. 91 Disponível em: <https://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0005/74732/E71922.pdf>. Acesso em: 26 abr. 2021.

_____. **Air Quality Guidelines for Global Update**, 2005. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe, 2006. Disponível em: <https://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0005/78638/E90038.pdf>. Acesso em: 26 abr. 2021.

_____. **7 Million Deaths Anually Linked to Air Pollution**, 2014. Disponível em: <<https://www.who.int/news/item/25-03-2014-7-million-premature-deaths-annually-linked-to-air-pollution>>. Acesso em: 25 abr. 2021.

OPAS - Organização Pan-Americana da Saúde. **Novos dados da OMS revelam que bilhões de pessoas ainda respiram ar insalubre**. 2022. Disponível em: <<https://www.paho.org/pt/noticias/4-4-2022-novos-dados-da-oms-revelam-que-bilhoes-pessoas-ainda-respiram-ar-insalubre>>. Acesso em: 05 abr. 2024.

OURO PRETO. Prefeitura Municipal de Ouro Preto. **Dados Geográficos**. Disponível em <https://ouopreto.mg.gov.br/turismo/dados-geograficos#:~:text=Relevo%3A%20Topografia%20do%20Terreno%20-%20Plano,%2Fano%2C%20com%20distribuição%20irregular>. Acesso em: 20 mar. 2024.

PARACATU - Prefeitura Municipal de Paracatu. **Conheça Paracatu**, 2021. Disponível em: <<http://paracatu.mg.gov.br/paracatu>>. Acesso em: 28 dez. 2021.

PEREIRA, L. S. **Qualidade do Ar Versus Interações por Doenças Respiratórias em Foz do Iguaçu/PR (2017-2018)**, 2019. Universidade Federal da Integração Latino-Americana, Foz do Iguaçu. Dissertação de Mestrado, 112 p.

PIRAPORA – **Revisão Plano Diretor**, 2017. Disponível em: <<https://www.pirapora.mg.gov.br/assets/planodiretor/upload/downloads/eitura-tecnica-historia-de-pir-20190916224244.pdf>>. Acesso em: 28 dez. 2021.

QUEIROZ, M. T. A.; CORREIO, B. L. C.; CORREIO, J. A. C. C.; CORREIO, T. L. P. B. Aspectos da poluição atmosférica: análise da qualidade do ar em Coronel Fabriciano e Timóteo, MG, Brasil, 2020. **Revista Gestão Industrial**, v. 16, n. 1, p. 204-223.

RADICCHI, A. L. A. A poluição na bacia aérea da região metropolitana de Belo Horizonte e sua repercussão na saúde da população, 2012. **Revista Brasileira de Estudos de População**, v. 29, n. 1, p. 195-198.

ROCHA, F. **Aspectos Econômicos e Sociais da Região dos Inconfidentes**. Disponível em:

<https://ouropreto.mg.gov.br/static/arquivos/menus_areas/estudos_economicos.pdf?dc=1517>. Acesso em: 8 mar. 2024

SARAIVA, L. A. S.; CARRIERI, A. P. Organização-Cidade: proposta de avanço conceitual a partir da análise de um caso, 2012. **Revista de Administração Pública**, v. 46, n. 2, p. 547-576.

Secretaria de Estado de Desenvolvimento Regional, Política Urbana e Gestão Metropolitana - Governo de Minas Gerais - Força-tarefa. **Avaliação dos efeitos e desdobramentos do rompimento da barragem de Fundão em Mariana-MG**. Belo Horizonte, 2016.

SILVA, A. F.; VIEIRA, C. A. Aspectos da poluição atmosférica: uma reflexão sobre a qualidade do ar nas cidades brasileiras, 2017. **Ciência e Sustentabilidade**, v. 3, n. 1, p. 166-189.

SILVA, M. R. **Influência do relevo e uso da terra nas variações locais de temperatura e umidade relativa do ar em Belo Horizonte, Ibitaré, Sete Lagoas e Conceição do Mato Dentro MG**. 2018.

TRINDADE, B. T. **Quantificação dos Aerossóis Atmosféricos e a Influência dos Principais Sistemas Meteorológicos Atuantes na Região da Grande Vitória/ES: Um Estudo de Caso Para o Inverno de 2013**, 2013. Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Vitória. Trabalho de Conclusão de Curso, 91 p. Disponível em: <https://ambiental.ufes.br/sites/ambiental.ufes.br/files/field/anexo/quantificacao_dos_aerossois_atmosfericos_e_a_influencia_dos_principais_sistemas_meteorologicos_atuantes_na_regiao_da_grand.pdf>. Acesso em: 03 ago. 2022.

USEPA - United States Environmental Protection Agency. **The Pollutant Standard Index**, 1994. Disponível em: <<https://nepis.epa.gov/Exe/ZyNET.exe/2000TZ51.txt?ZyActionD=ZyDocument&Client=EPA&Index=1991%20Thru%201994&Docs=&Query=&Time=&EndTime=&SearchMethod=1&TocRestrict=n&Toc=&TocEntry=&QField=&QFieldYear=&QFieldMonth=&QFieldDay=&UseQField=&IntQFieldOp=0&ExtQFieldOp=0&XmlQuery=&File=D%3A%5CZYFILES%5CINDEX%20DATA%5C91THRU94%5CTXT%5C00000017%5C2000TZ51.txt&User=ANONYMOUS&Password=anonymous&SortMethod=h%7C-&MaximumDocuments=1&FuzzyDegree=0&ImageQuality=r75q8/r75q8/x150y150g16/i425&Display=hpfr&DefSeekPage=x&SearchBack=ZyActionL&Back=ZyActionS&BackDesc=Results%20page&MaximumPages=1&ZyEntry=1>>. Acesso em: 12 jul. 2022.

_____. **Ozone: Good Up High, Bad Nearby**, 2003. Washington, DC. Disponível em: <<https://www.epa.gov/sites/default/files/documents/gooduphigh.pdf>>. Acesso em: 17 jun. 2015.

_____. **Technical Assistance Document for the Reporting of Daily Air Quality – The Air Quality Index (AQI)**, 2013. Research Triangle Park, North Carolina. Disponível em: <<https://nepis.epa.gov/Exe/ZyNET.exe/P100FD3G.txt?ZyActionD=ZyDocument&Client=EPA&Index=2011%20Thru%202015&Docs=&Query=&Time=&EndTime=&SearchMethod=1&TocRestrict=n&Toc=&TocEntry=&QField=&QFieldYear=&QFieldMonth=>

&QFieldDay=&UseQField=&IntQFieldOp=0&ExtQFieldOp=0&XmlQuery=&File=D%3A%5CZYFILES%5CINDEX%20DATA%5C11THRU15%5CTXT%5C00000006%5CP100FD3G.txt&User=ANONYMOUS&Password=anonymous&SortMethod=h%7C-&MaximumDocuments=1&FuzzyDegree=0&ImageQuality=r75q8/r75q8/x150y150g16/i425&Display=hpfr&DefSeekPage=x&SearchBack=ZyActionL&Back=ZyActionS&BackDesc=Results%20page&MaximumPages=1&ZyEntry=2>. Acesso em: 16 set. 2015.

_____. **Criteria Air Pollutants**, 2021. Disponível em: <<https://www.epa.gov/criteria-air-pollutants#self>>. Acesso em: 28 abr. 2021.

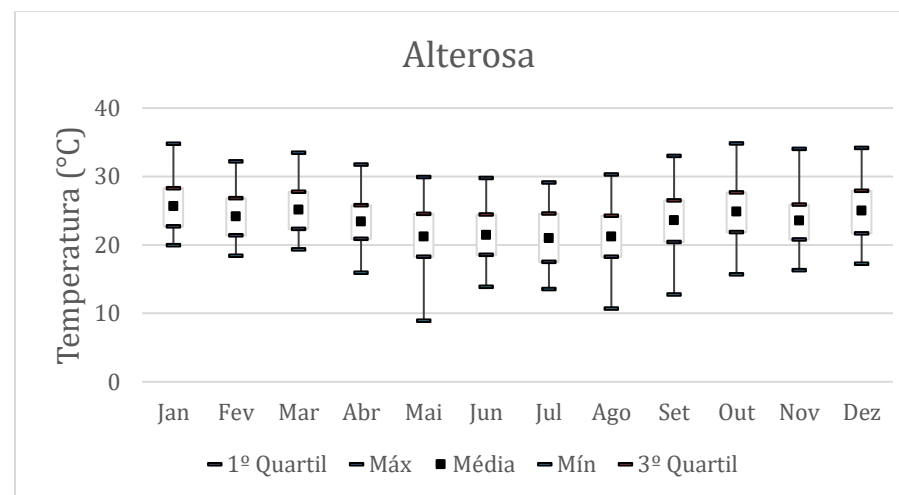
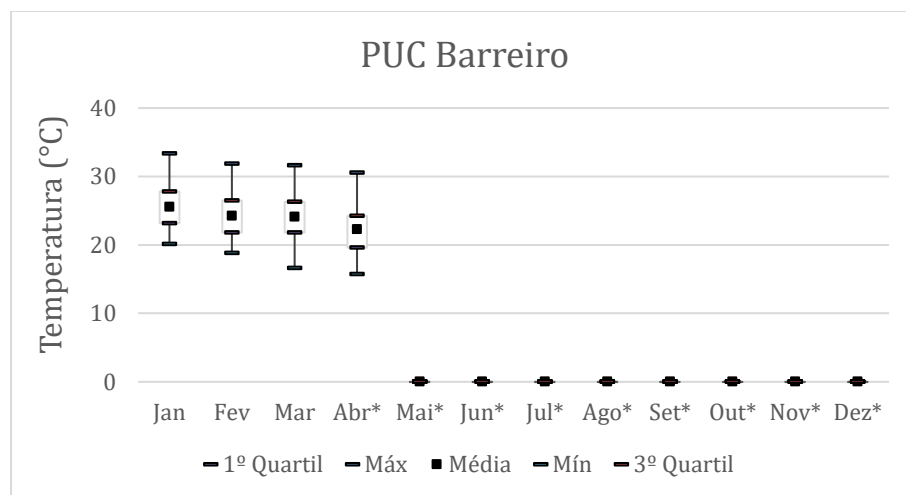
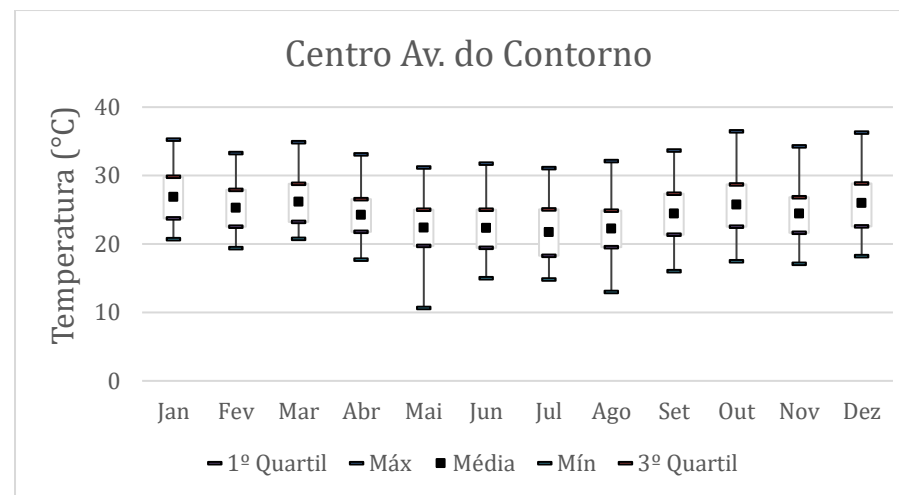
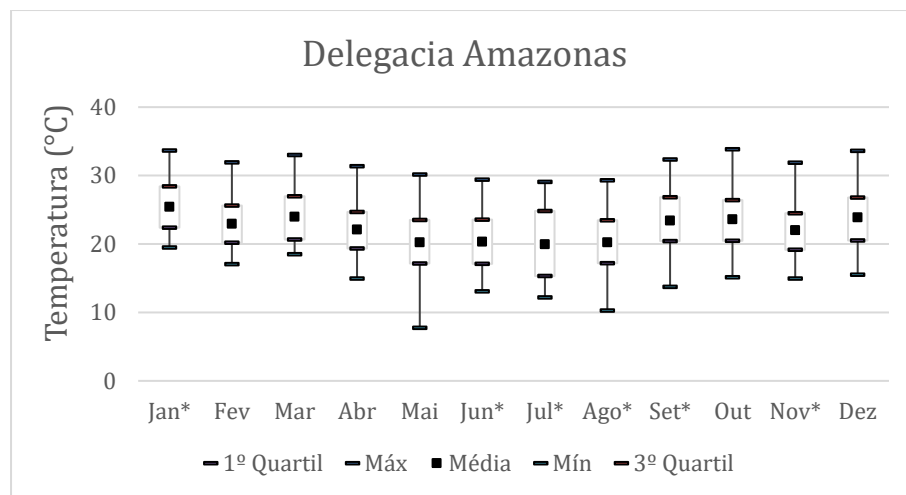
_____. **Clean Air Act Overview**, 2021. Disponível em: <<https://www.epa.gov/clean-air-act-overview/clean-air-act-text>>. Acesso em: 26 abr. 2021.

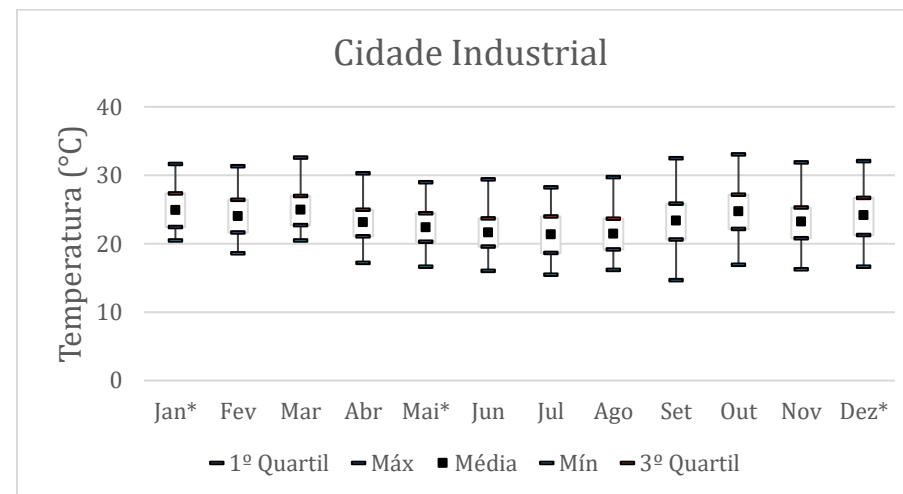
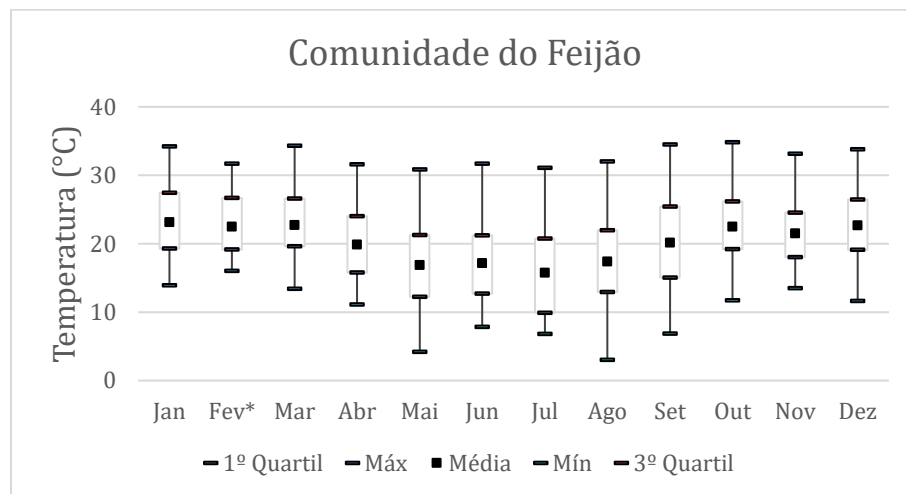
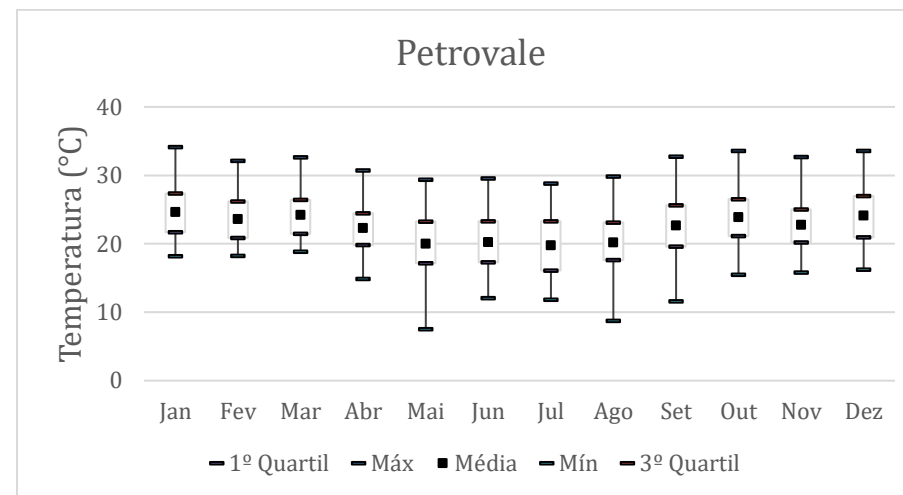
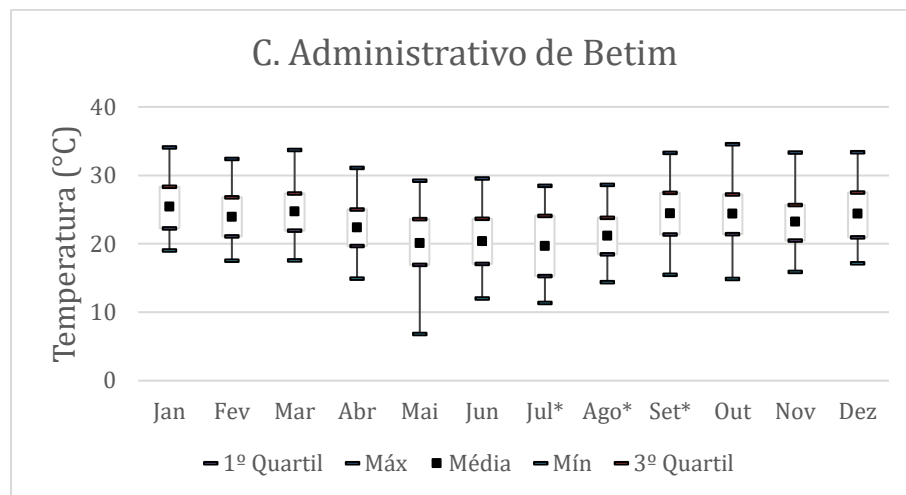
_____. **Particulate Matter (PM) Pollution**. Disponível em: <<https://www.epa.gov/pm-pollution/particulate-matter-pm-basics#effects>>. Acesso em: 30 jun. 2022.

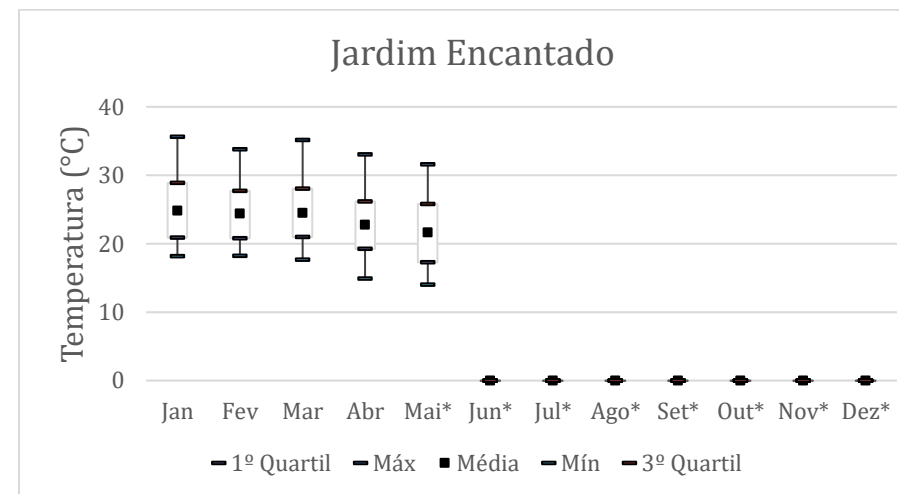
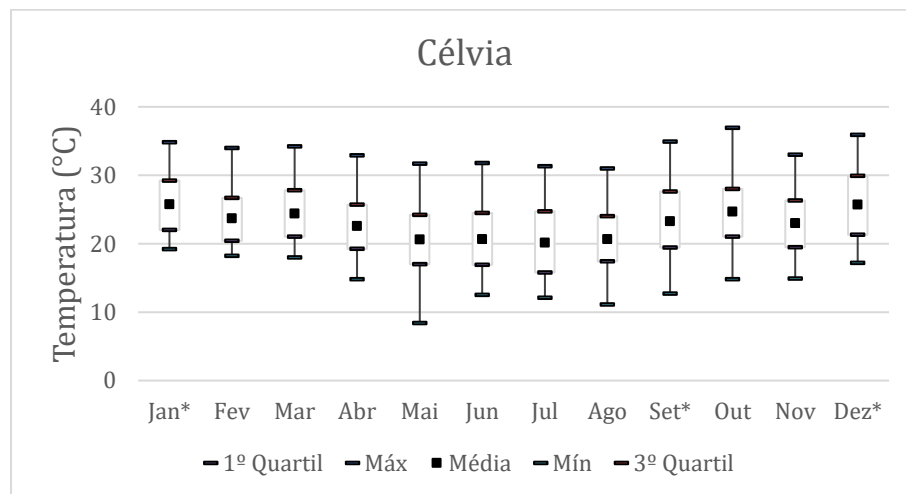
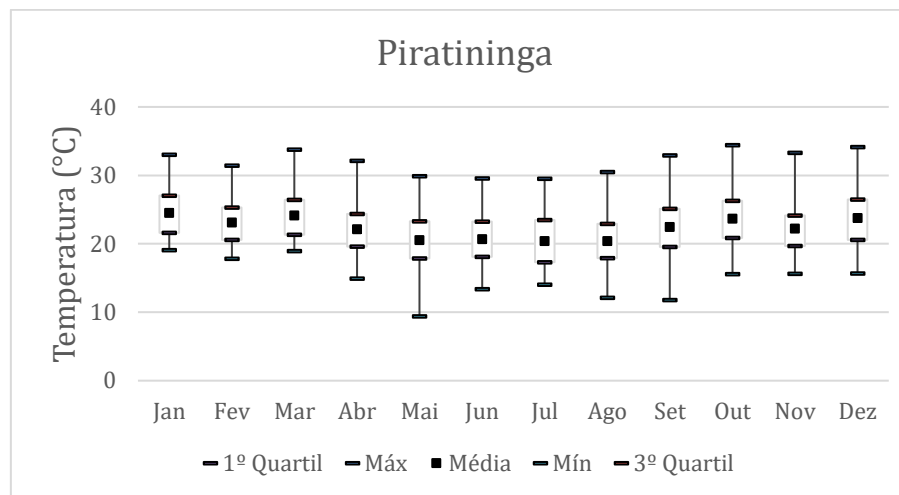
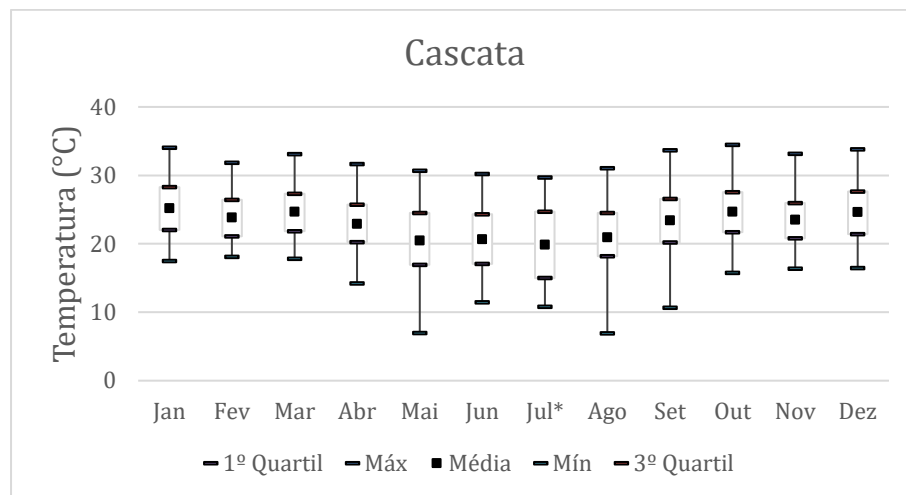
VASCONCELLOS, F. A. **Região Metropolitana do Vale do Aço – Evolução urbana, planejamento e desafios contemporâneos**, 2014. Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), Ouro Preto. Dissertação de Mestrado, 94 p.

APÊNDICE A

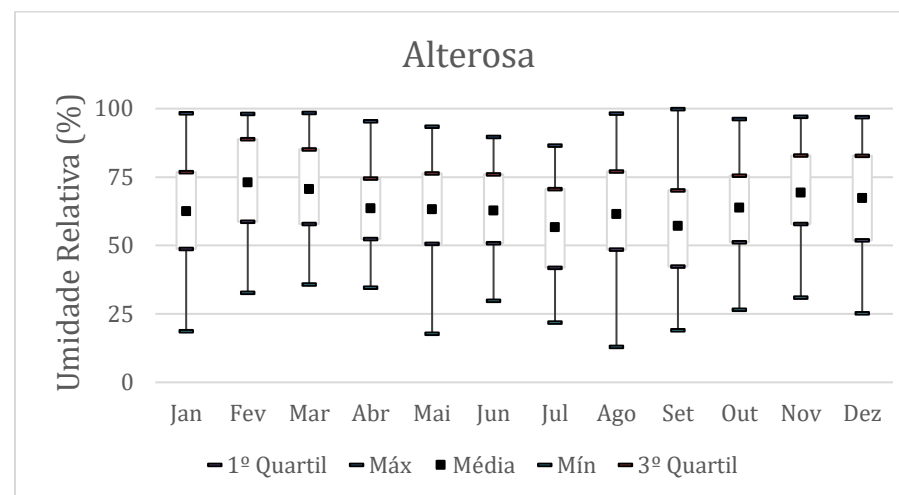
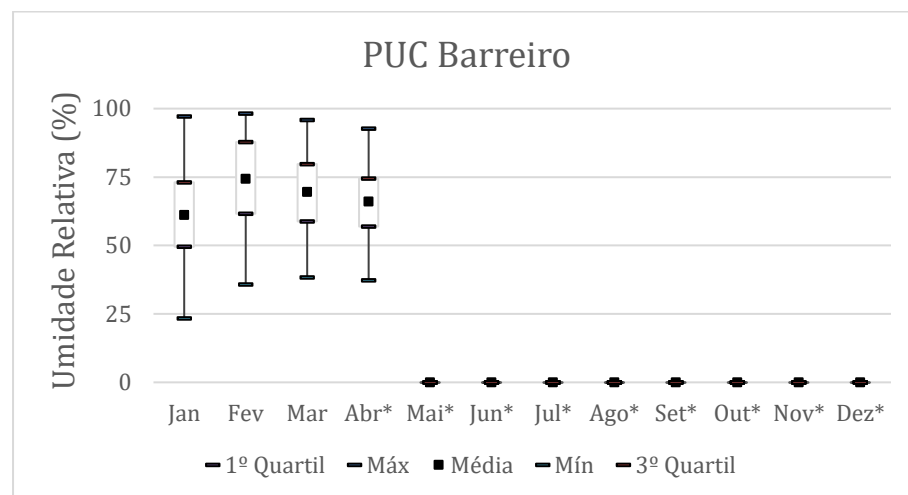
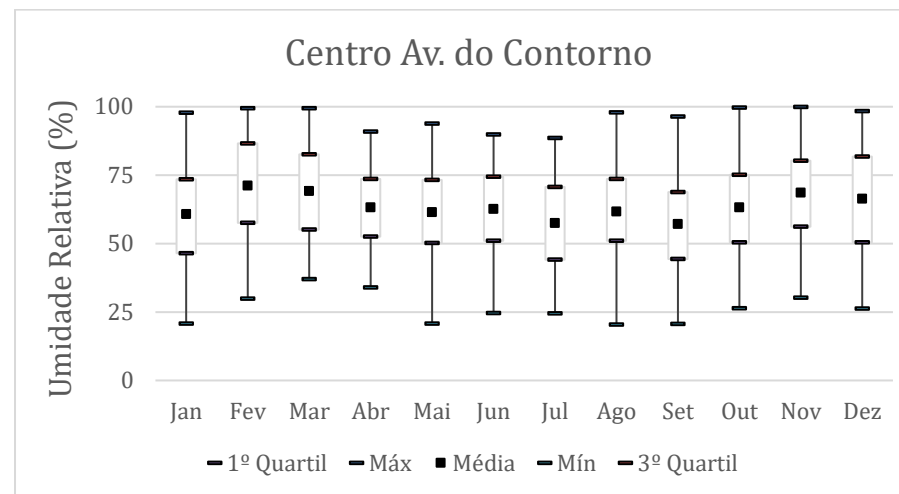
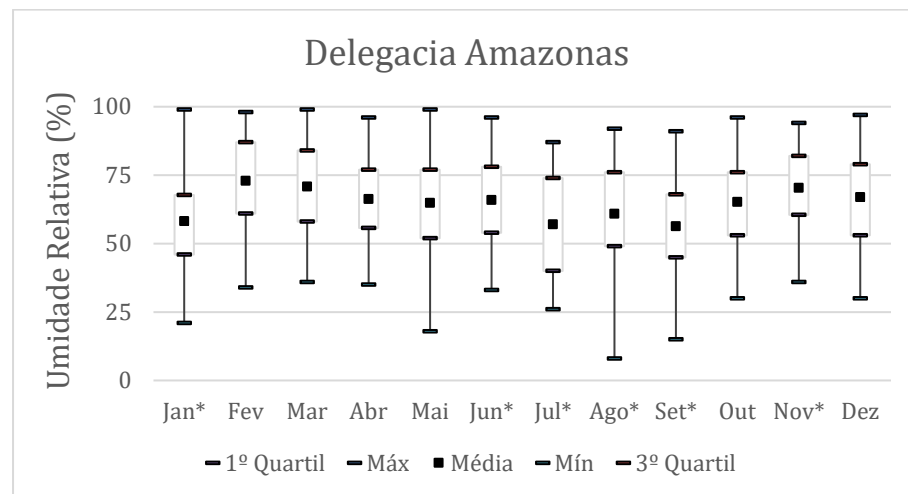
Temperatura

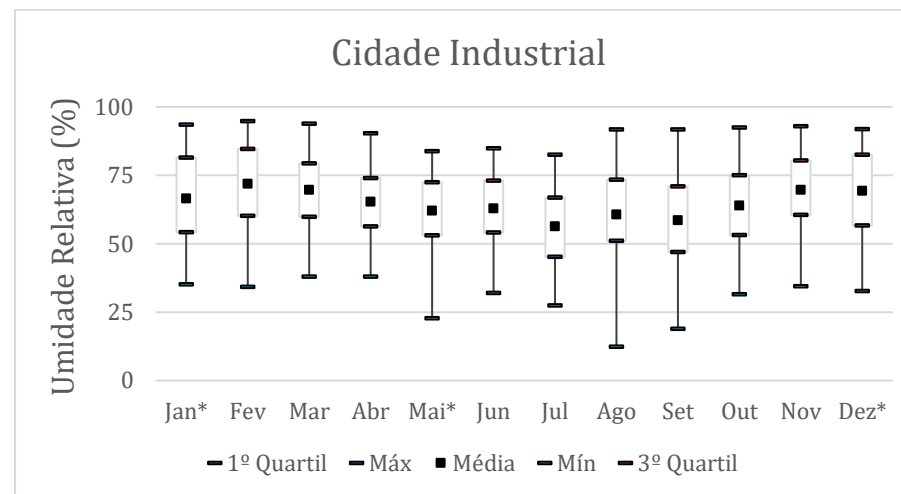
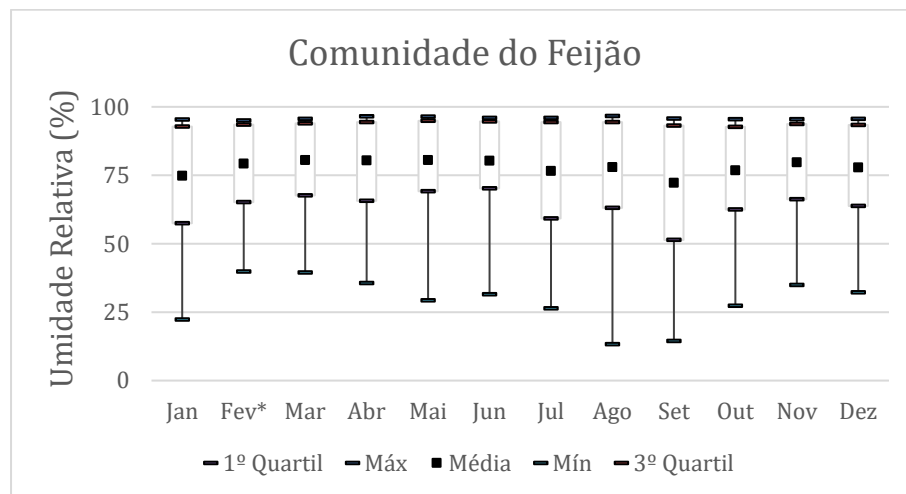
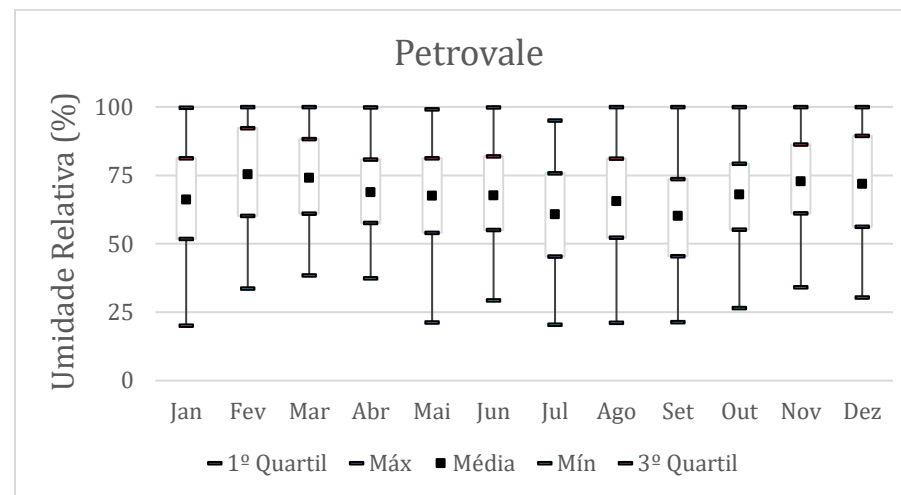
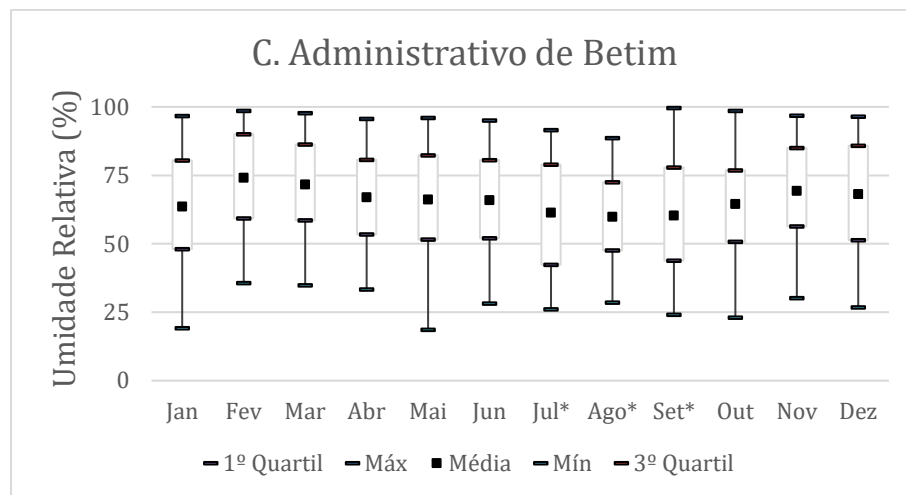


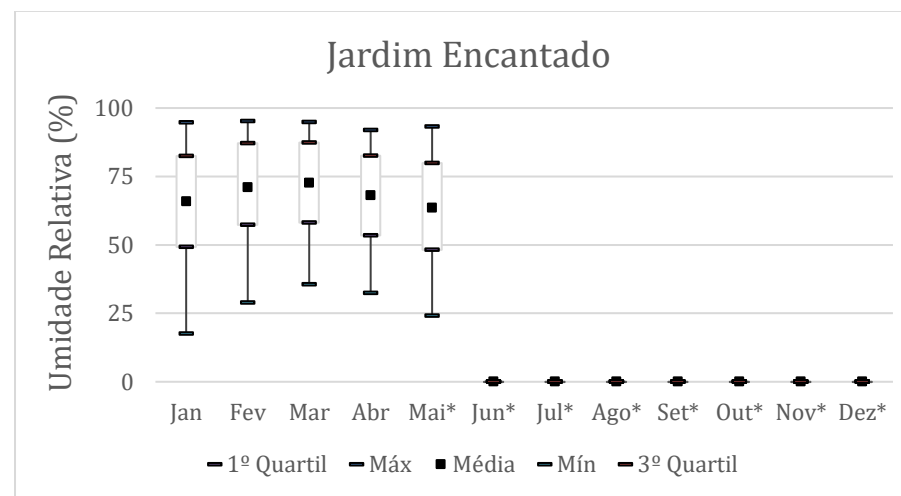
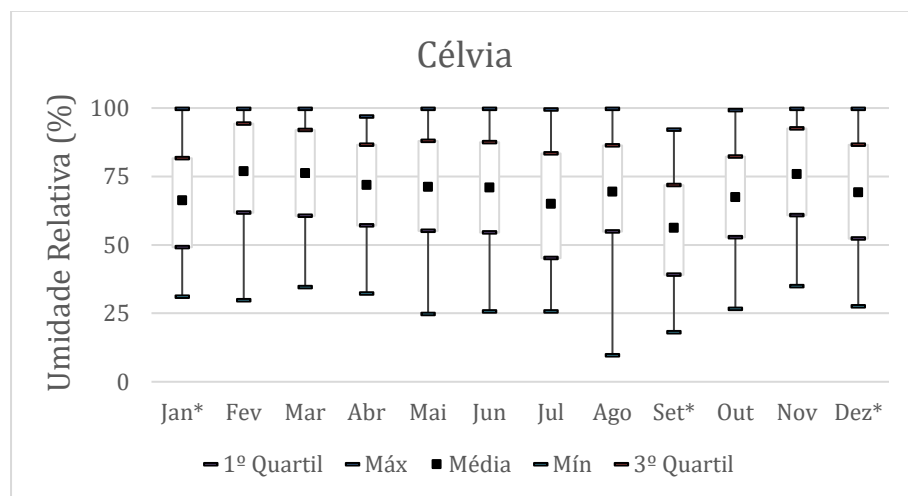
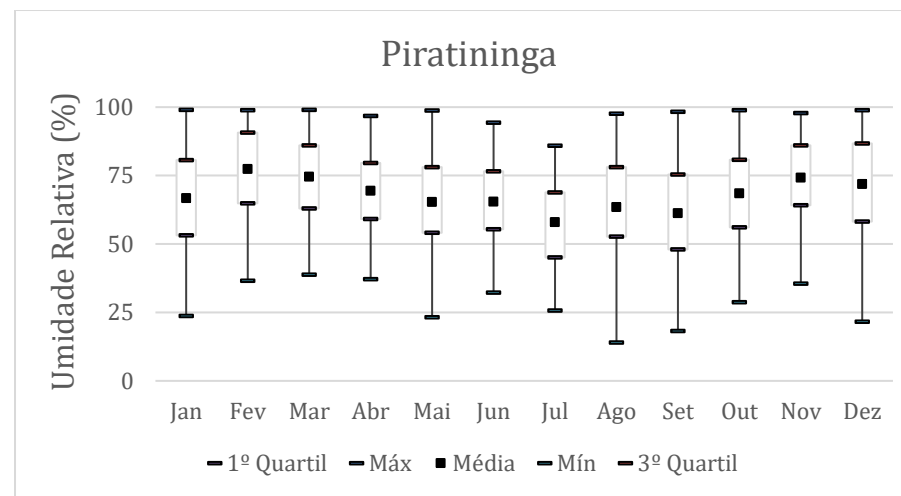
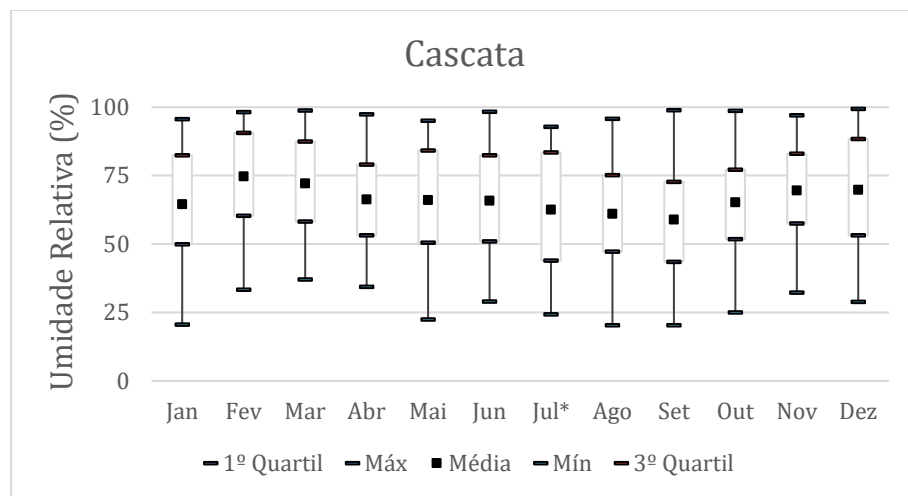




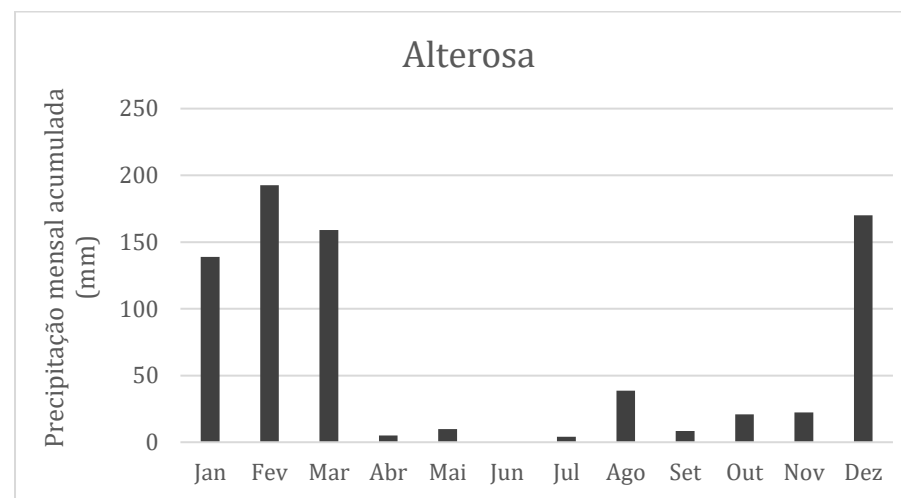
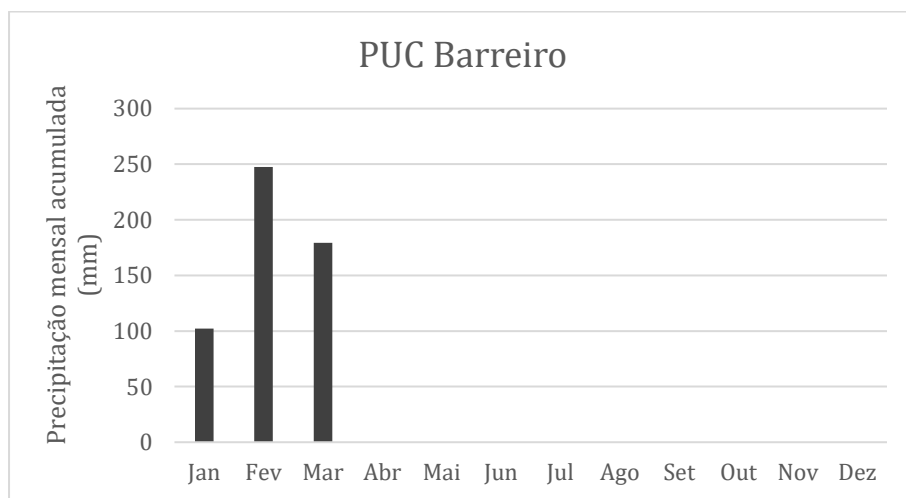
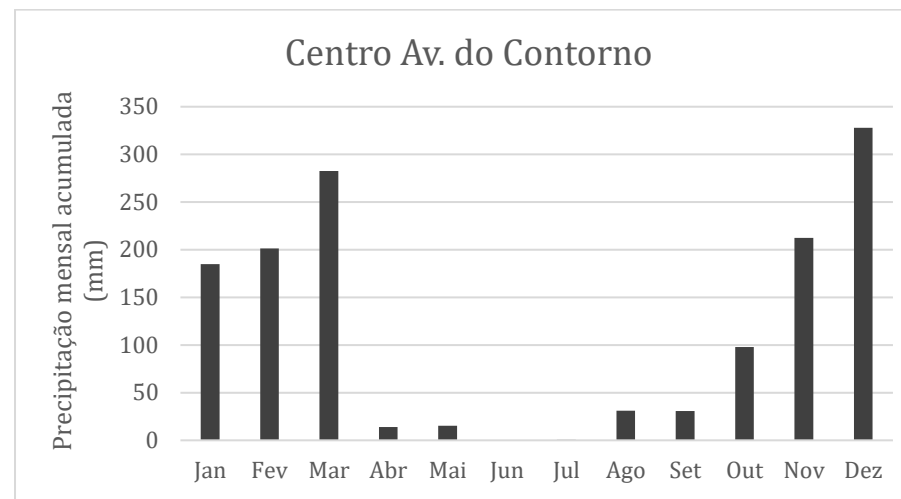
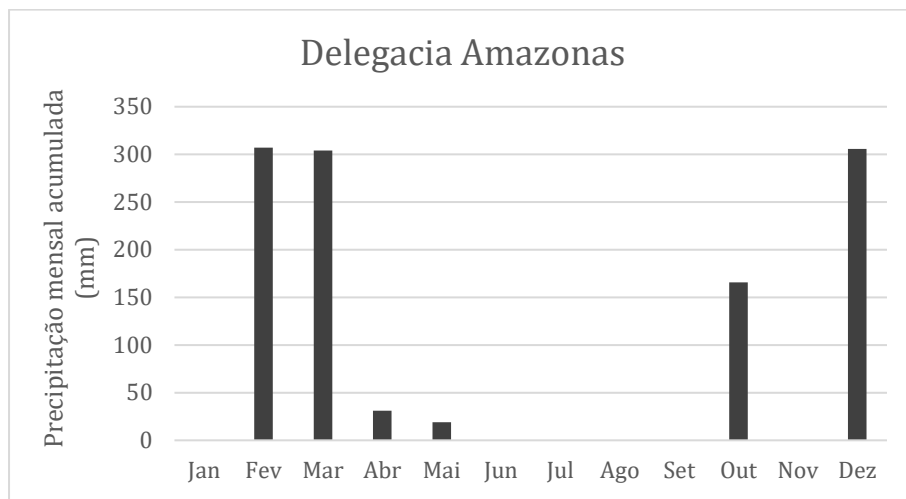
Umidade Relativa

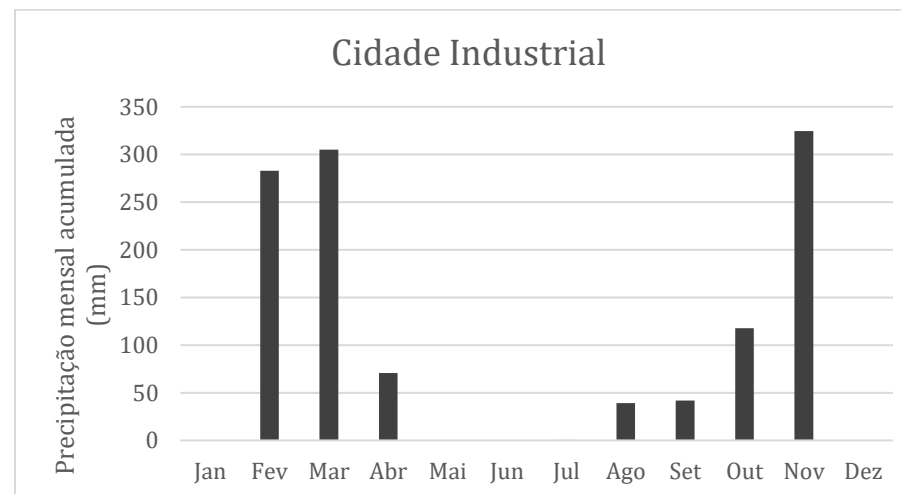
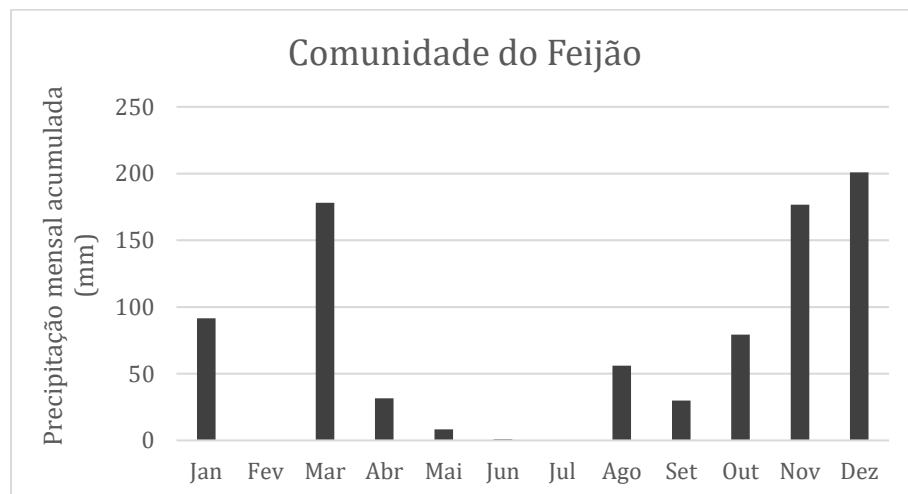
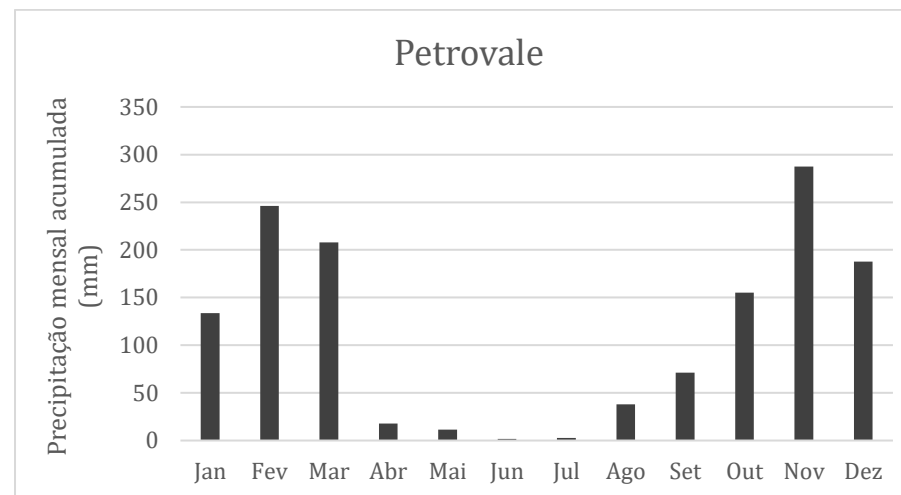
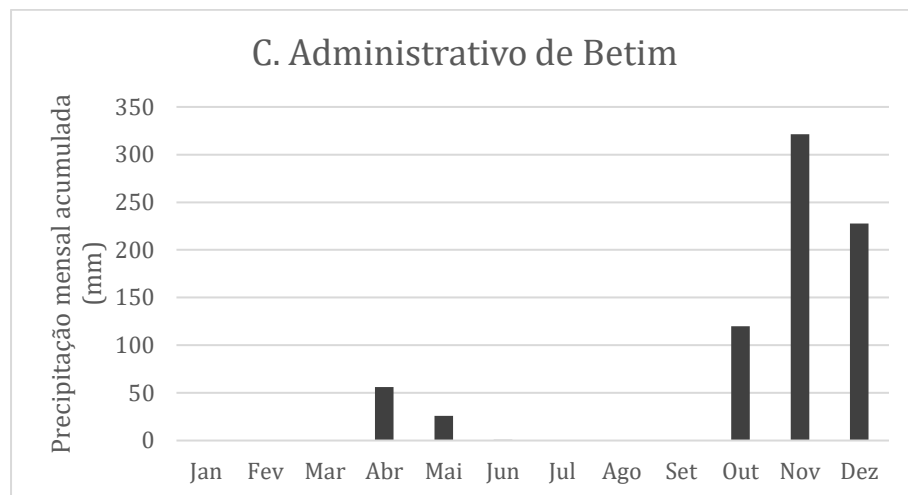


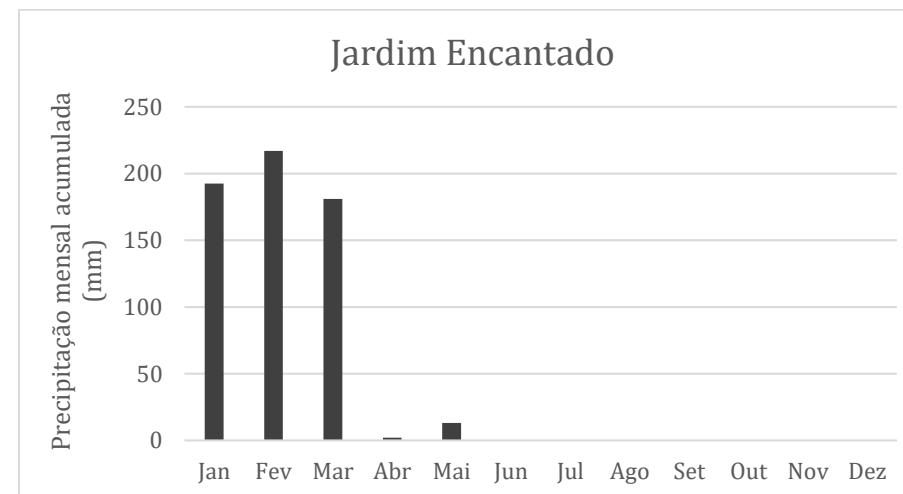
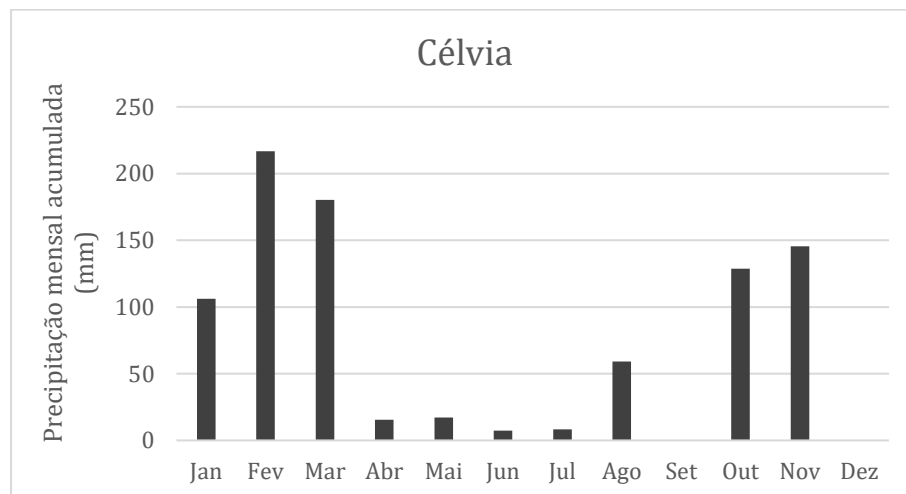
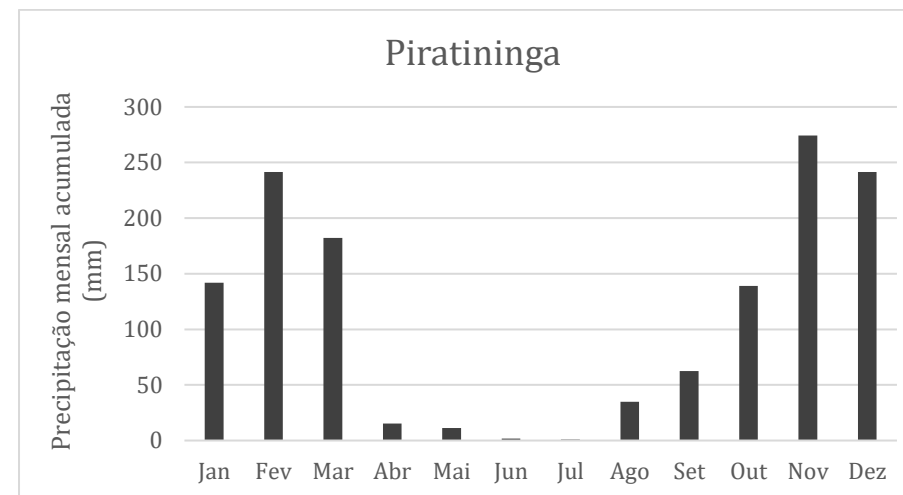
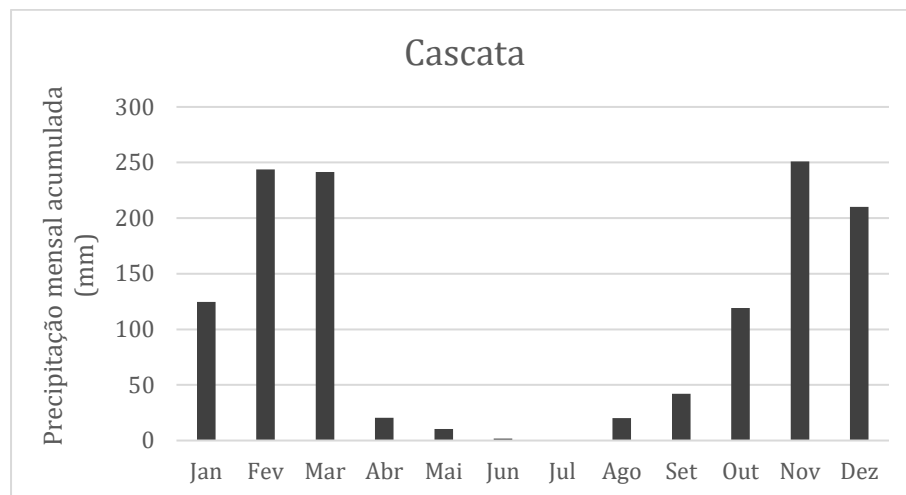




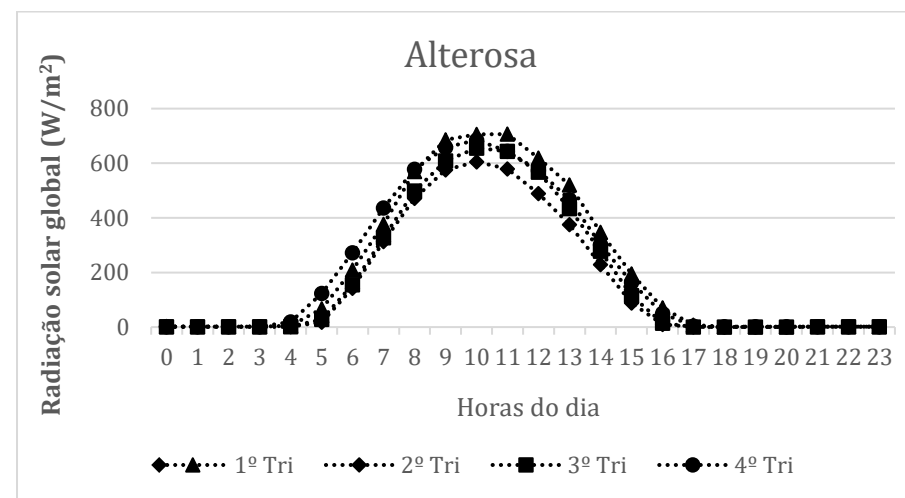
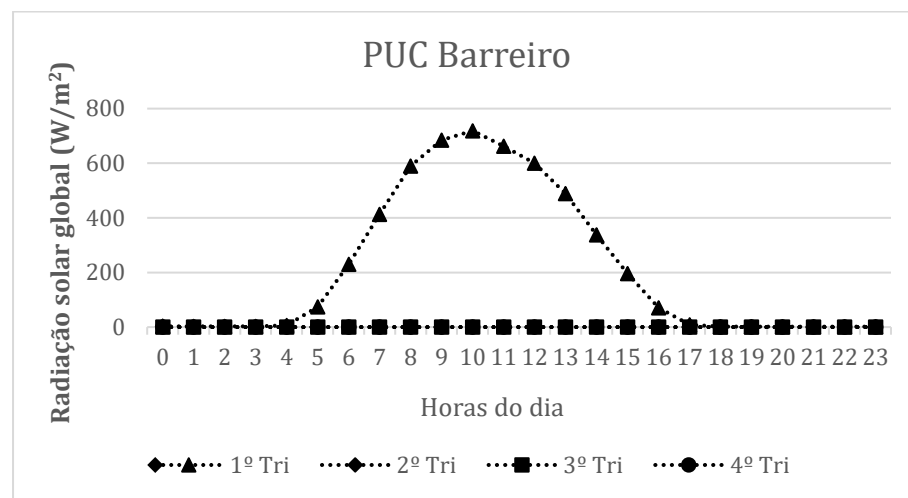
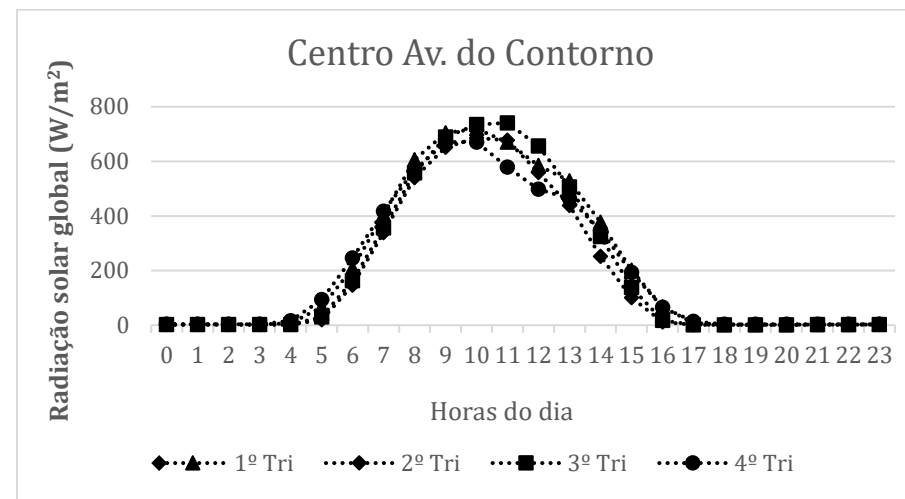
Precipitação Acumulada

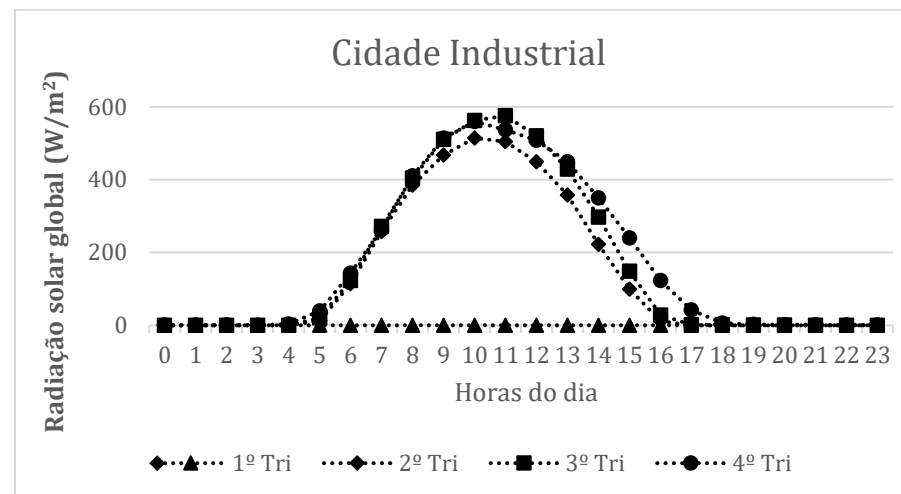
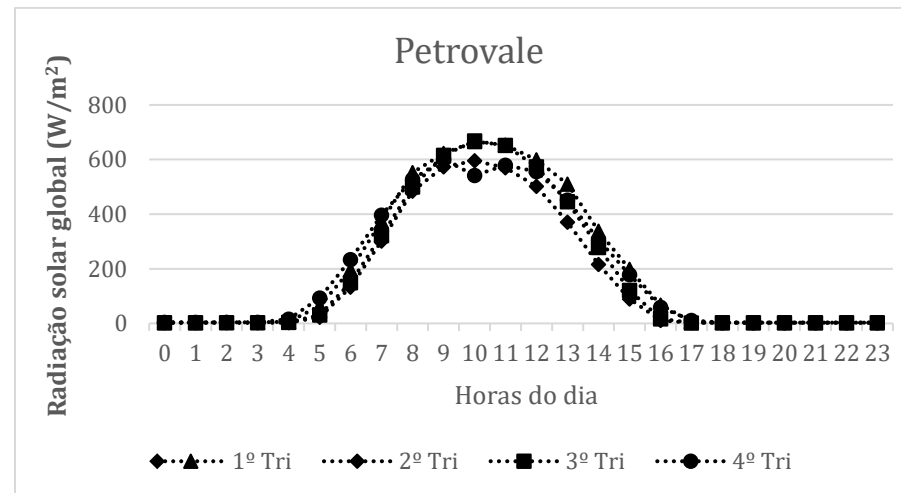
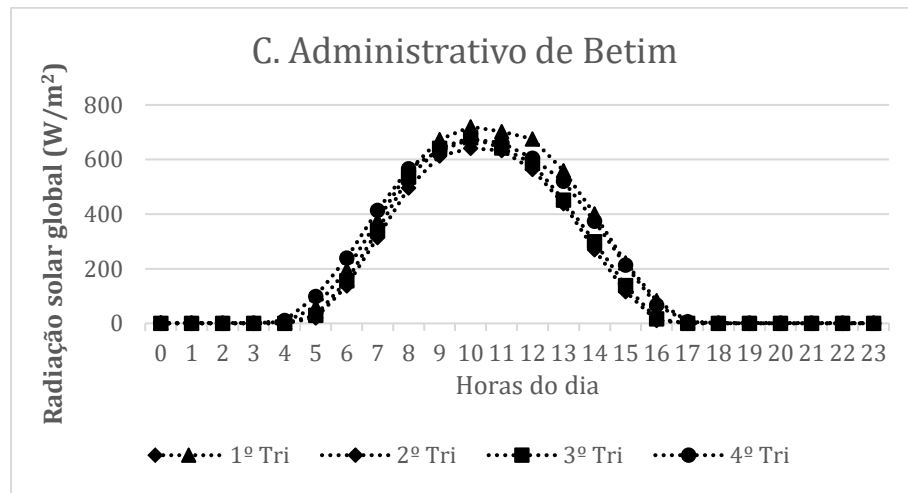


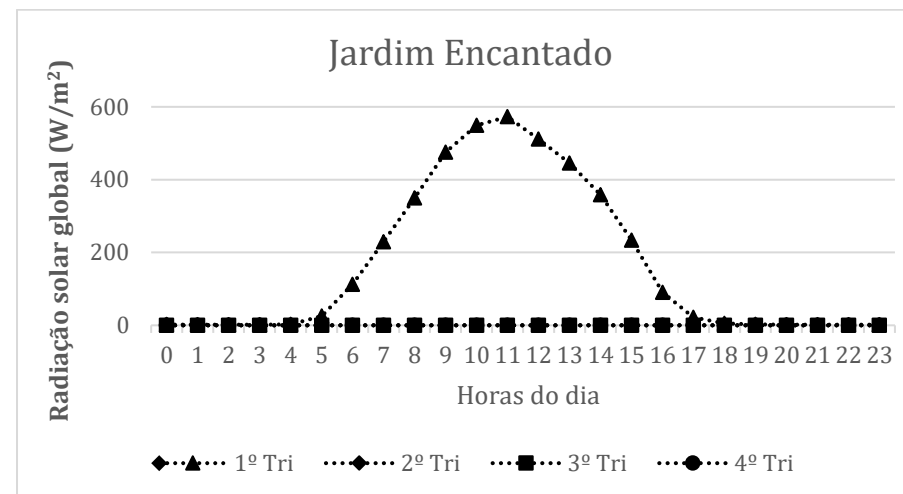
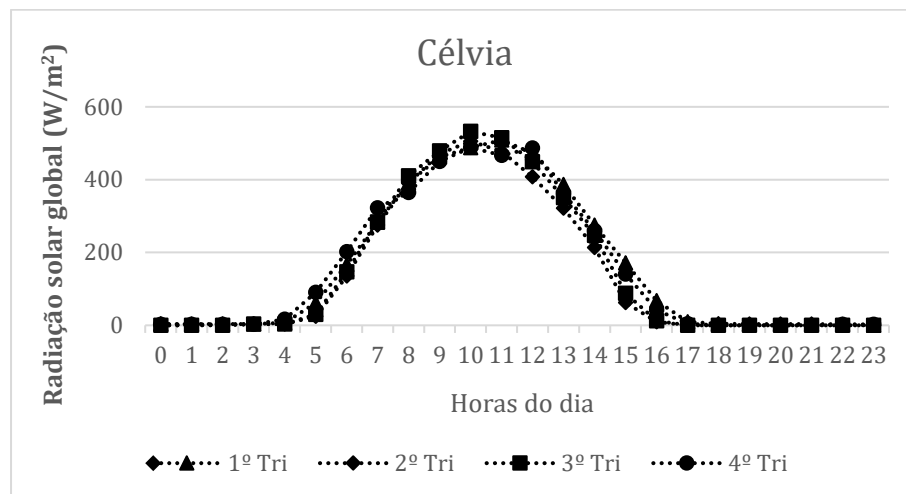
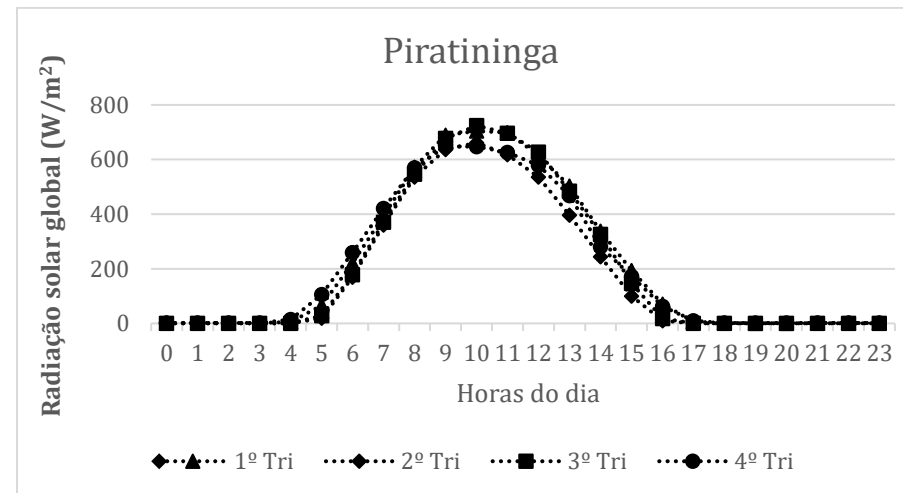
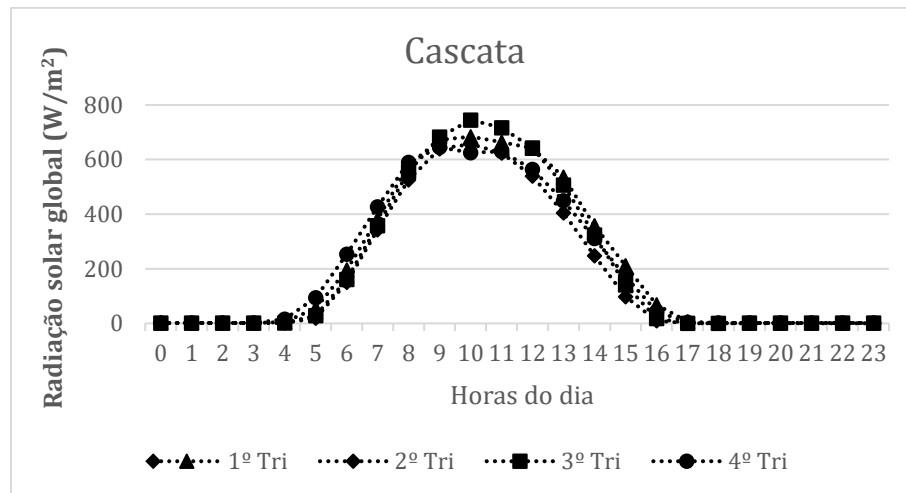




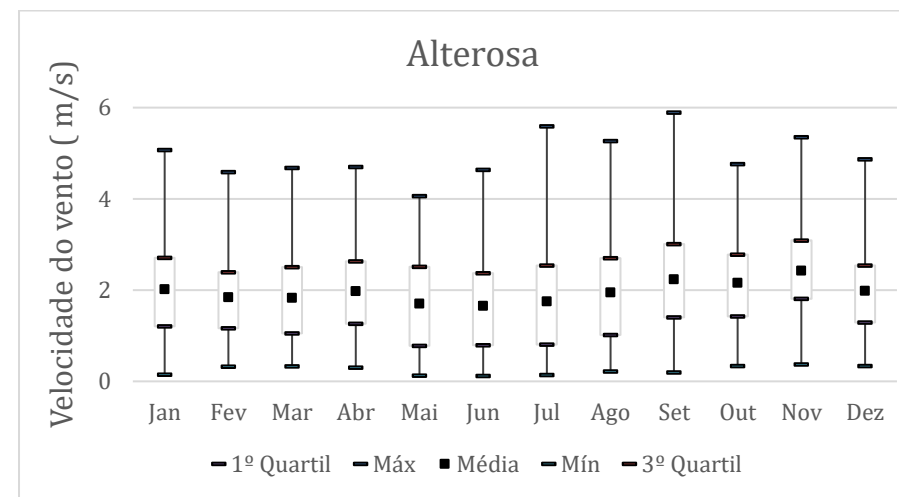
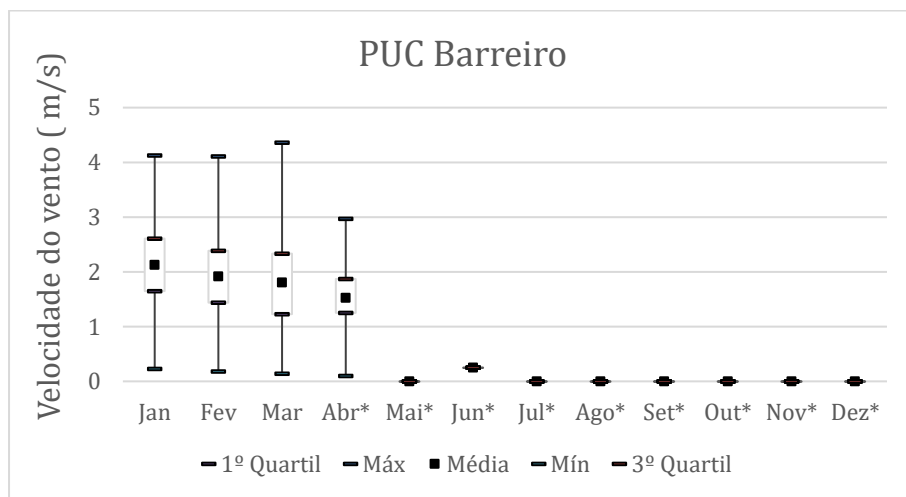
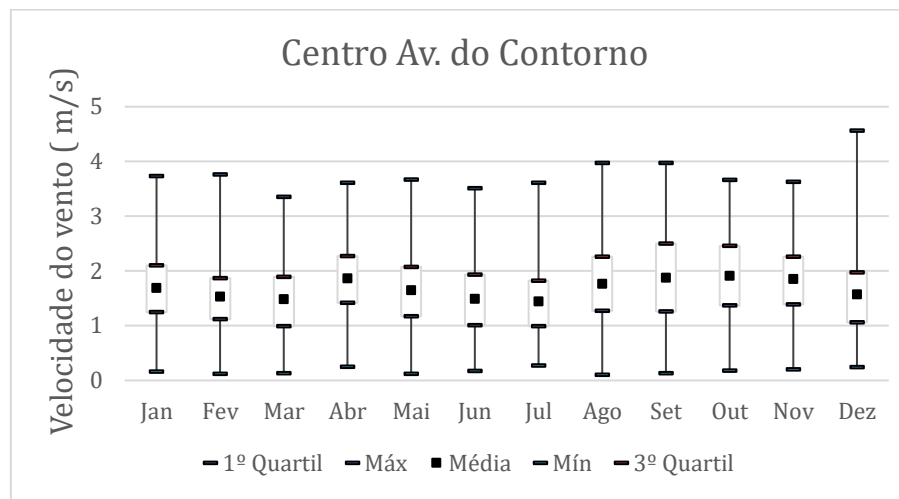
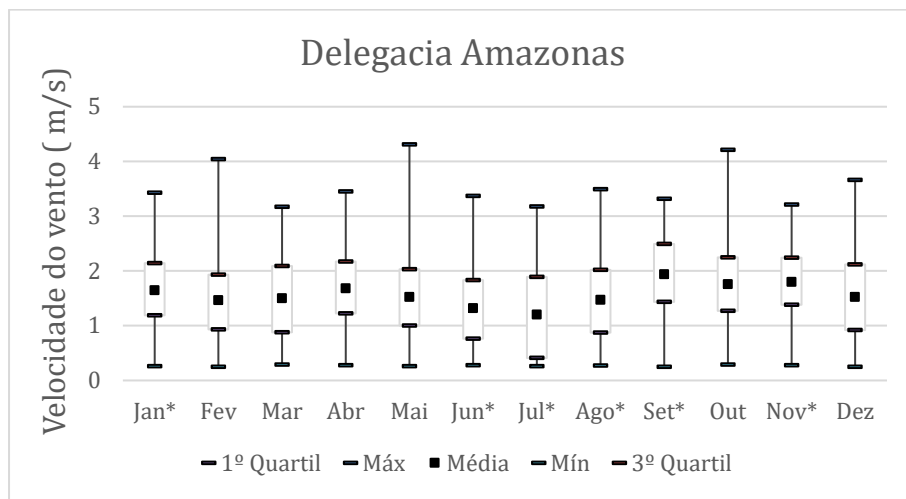
Radiação Solar

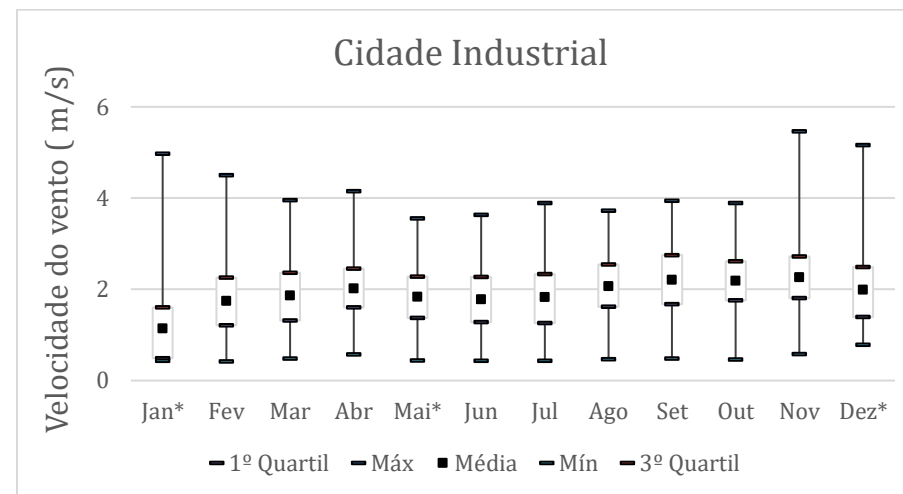
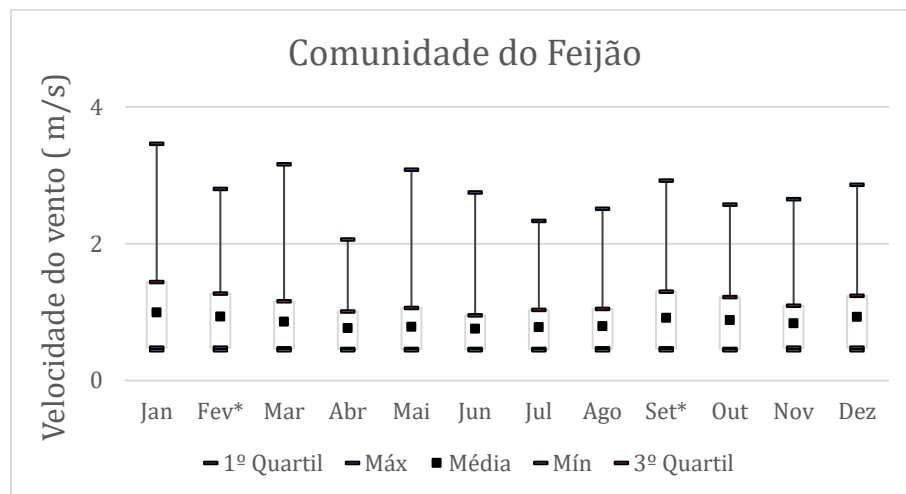
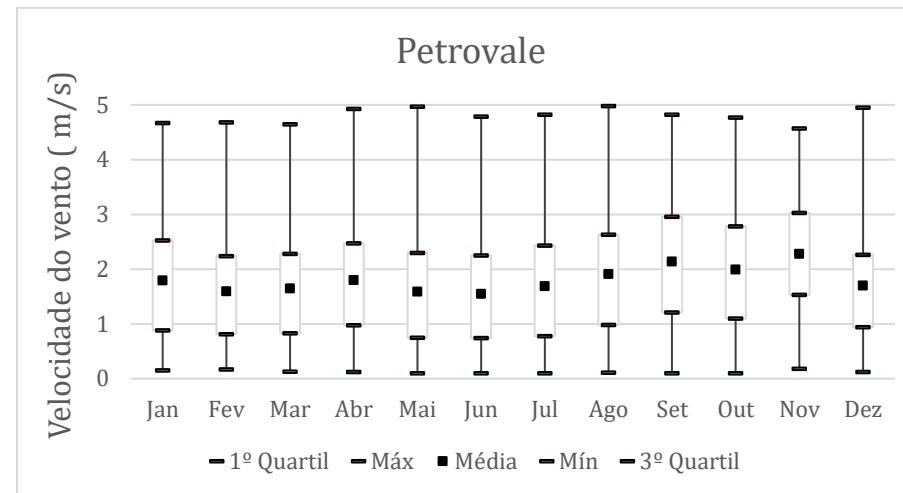
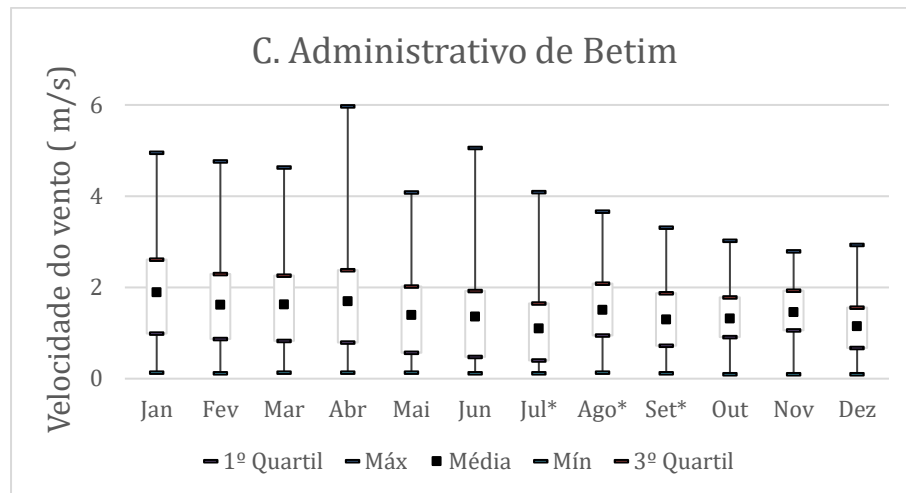


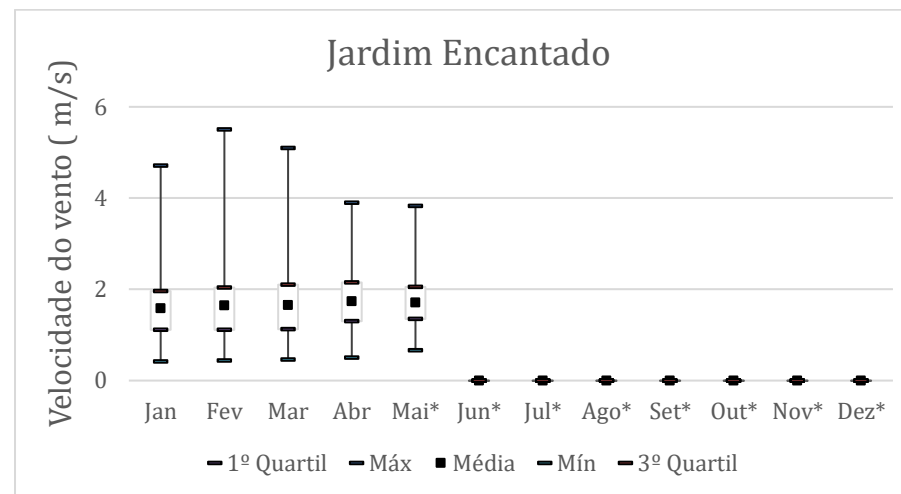
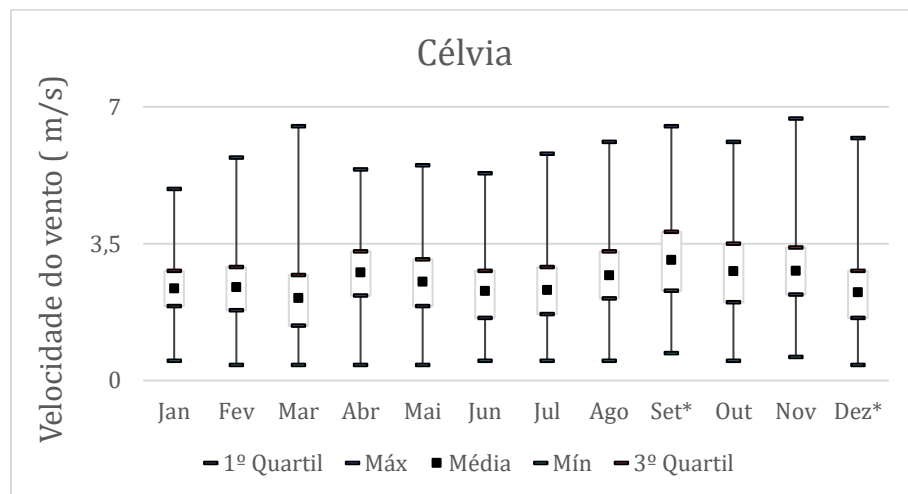
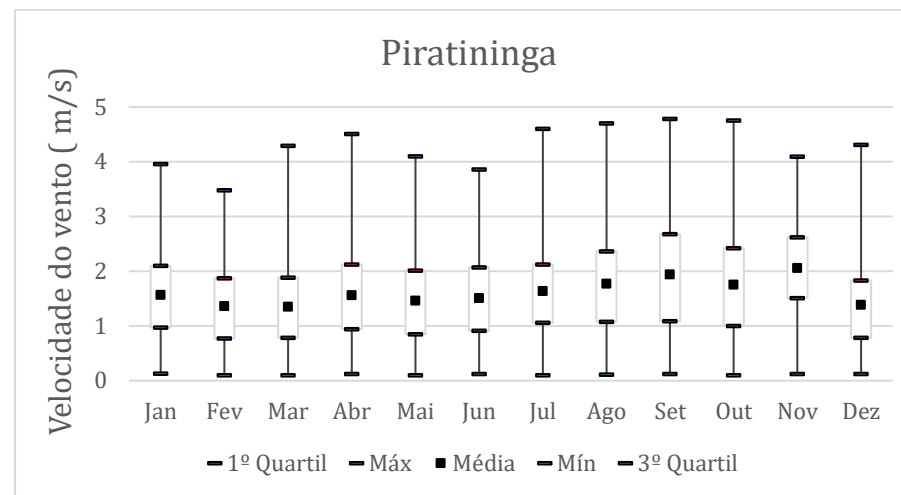
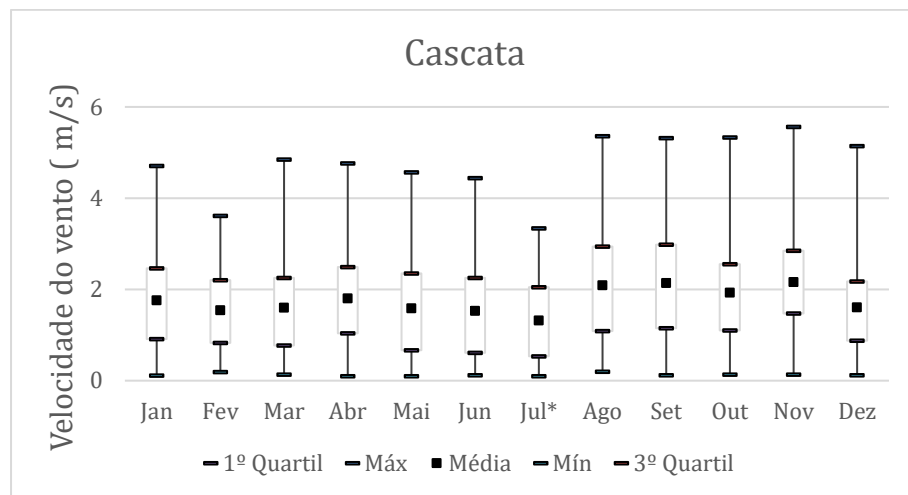




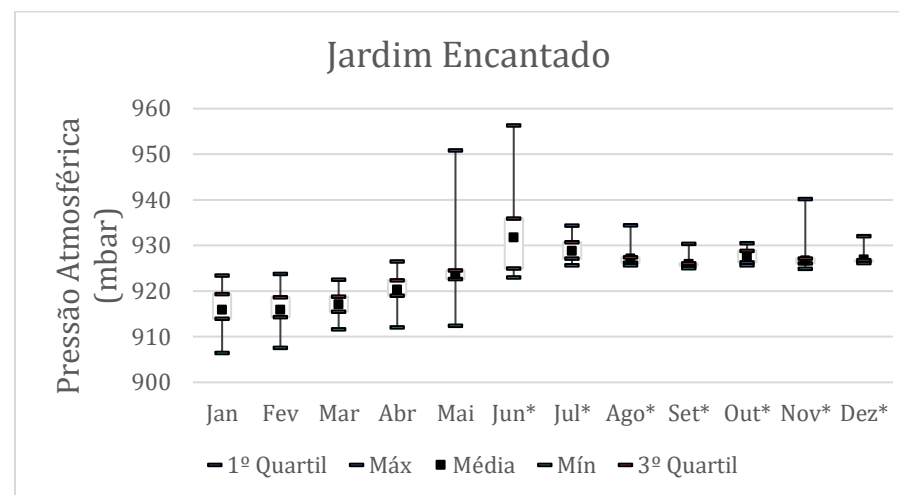
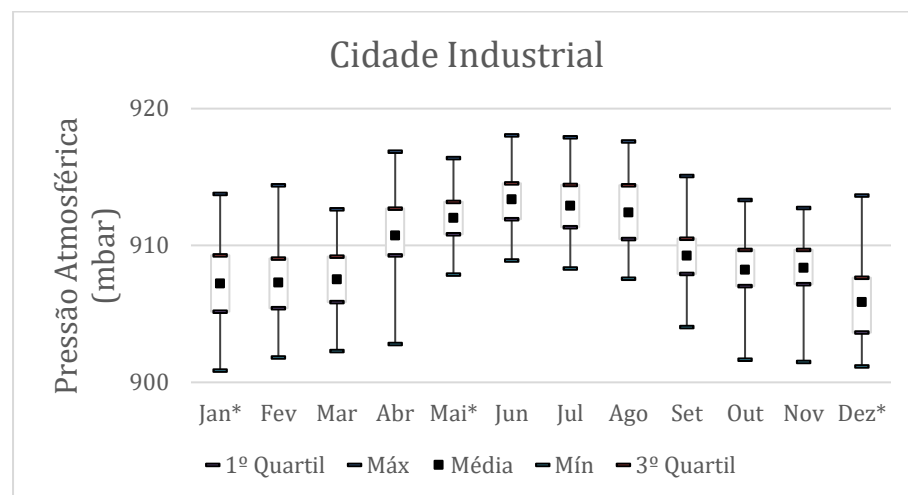
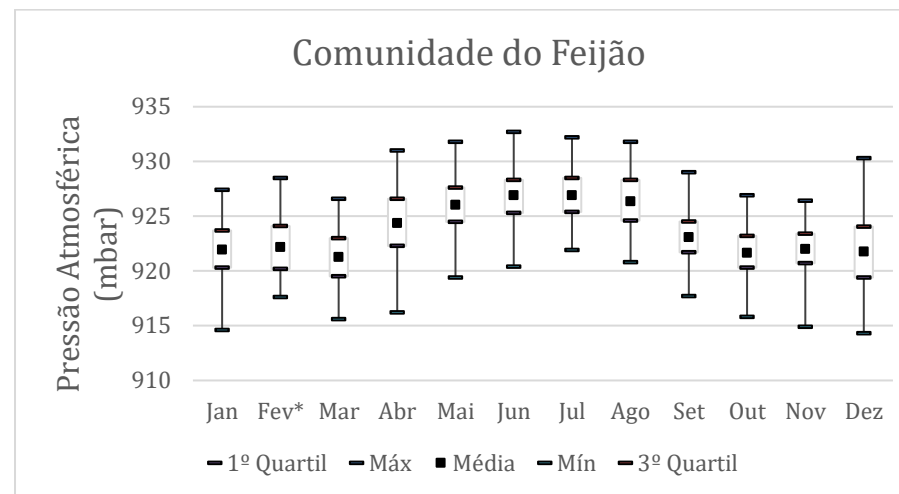
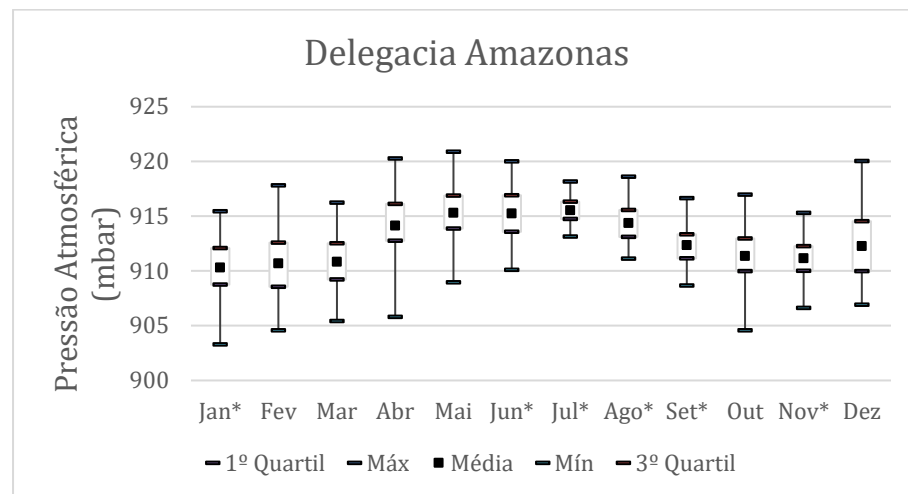
Velocidade do Vento





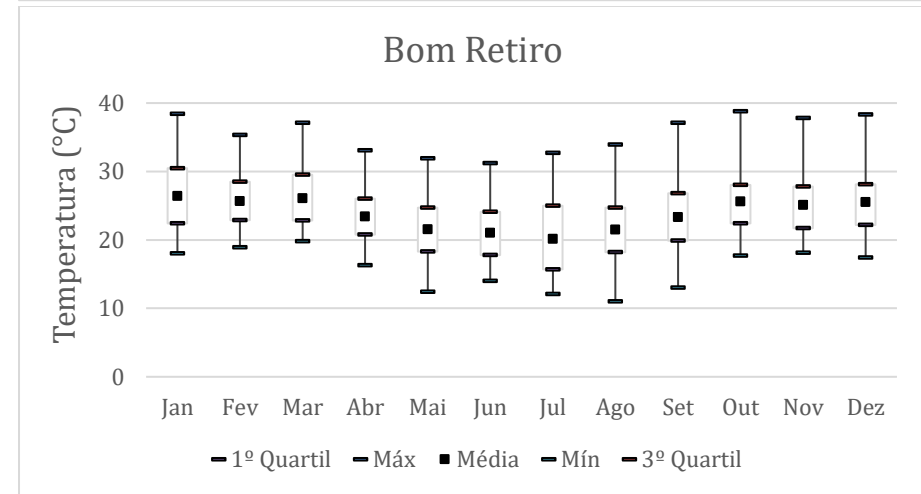
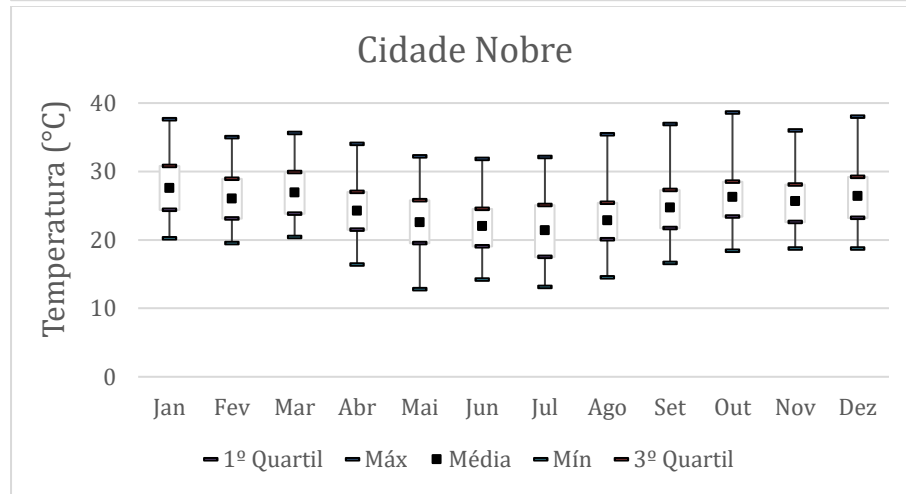
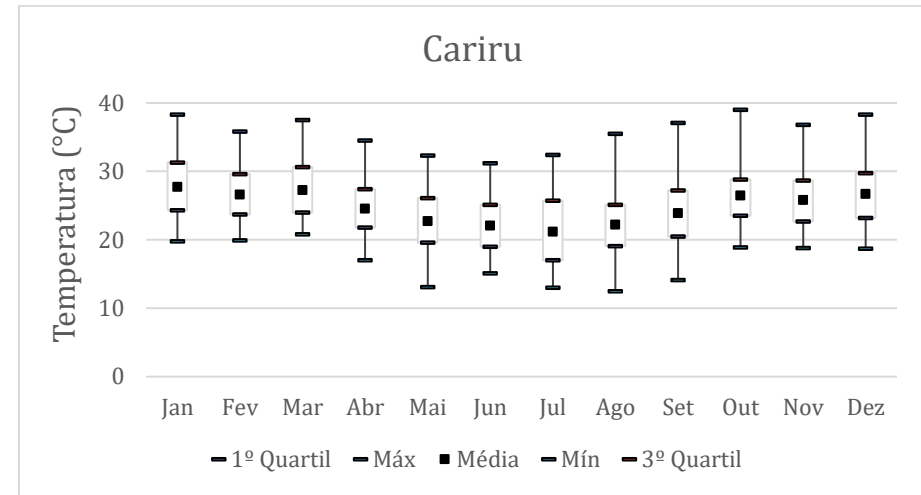
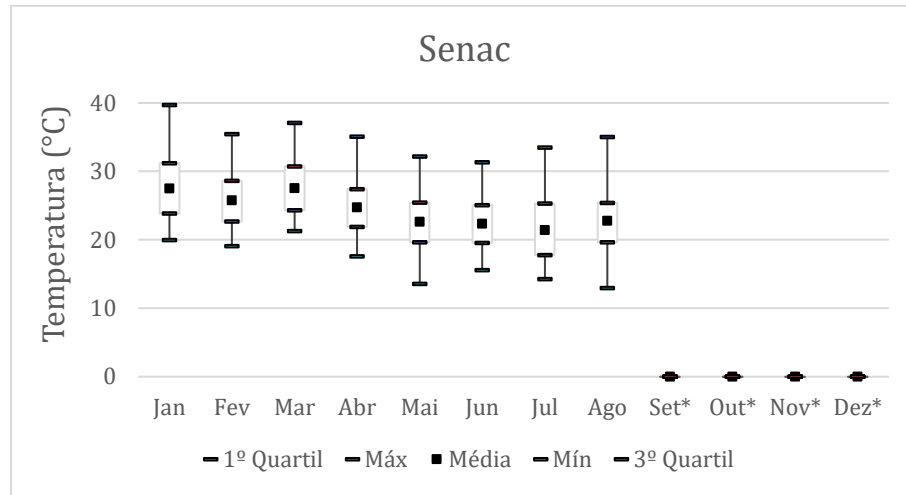


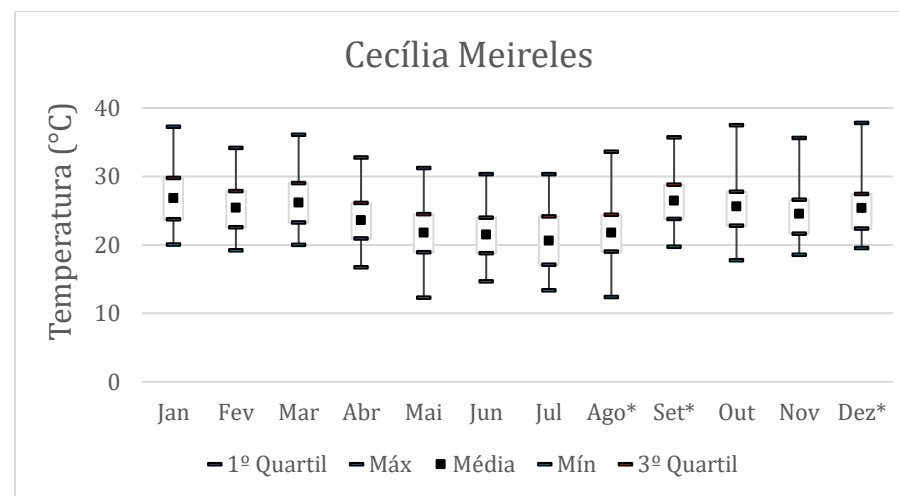
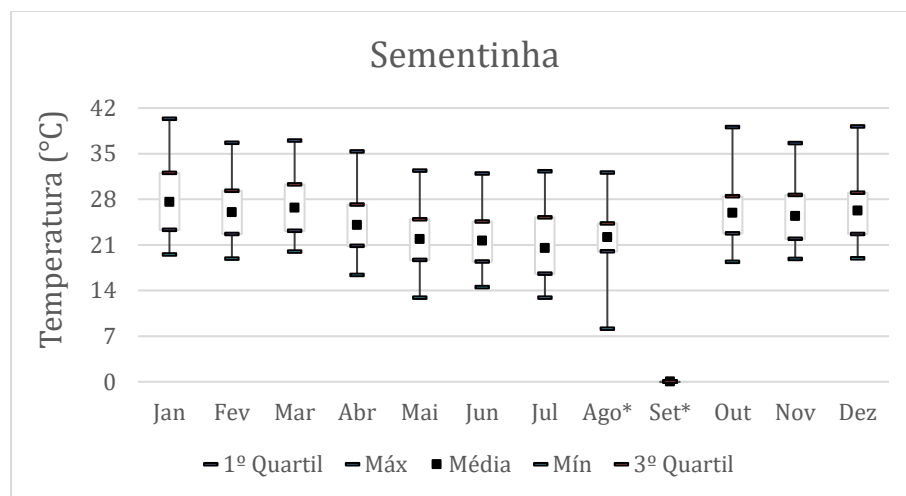
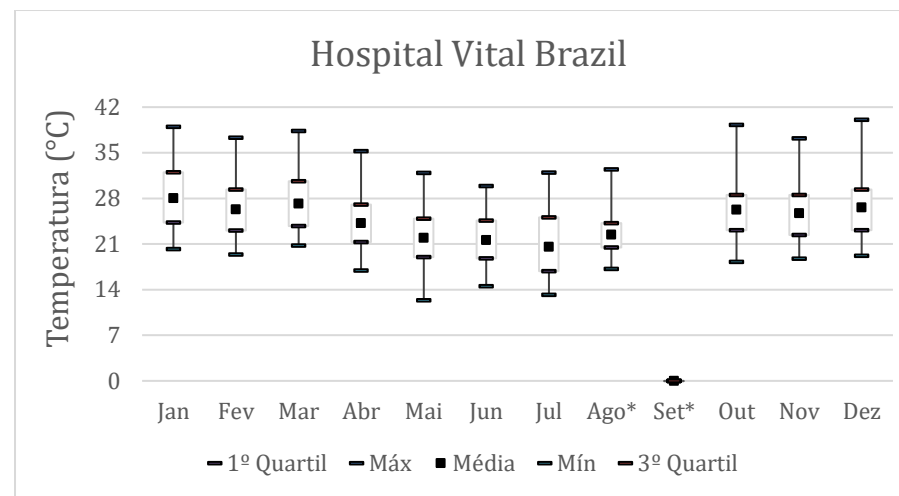
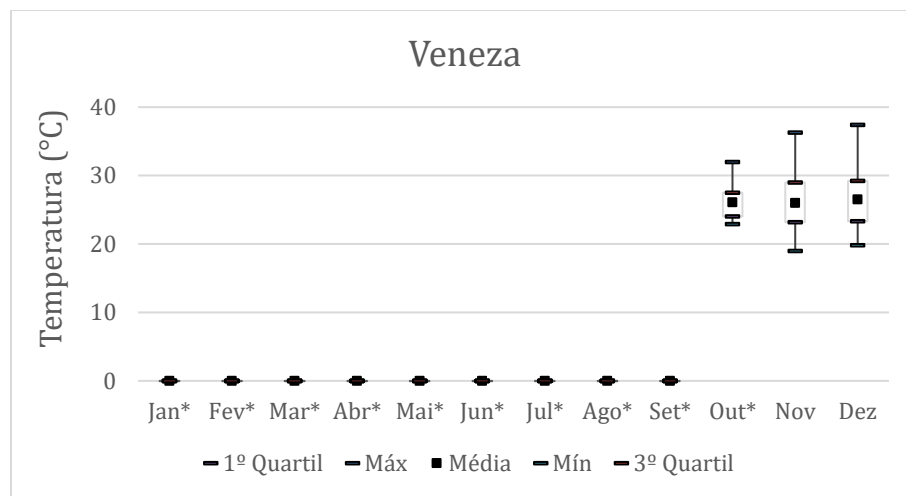
Pressão Atmosférica



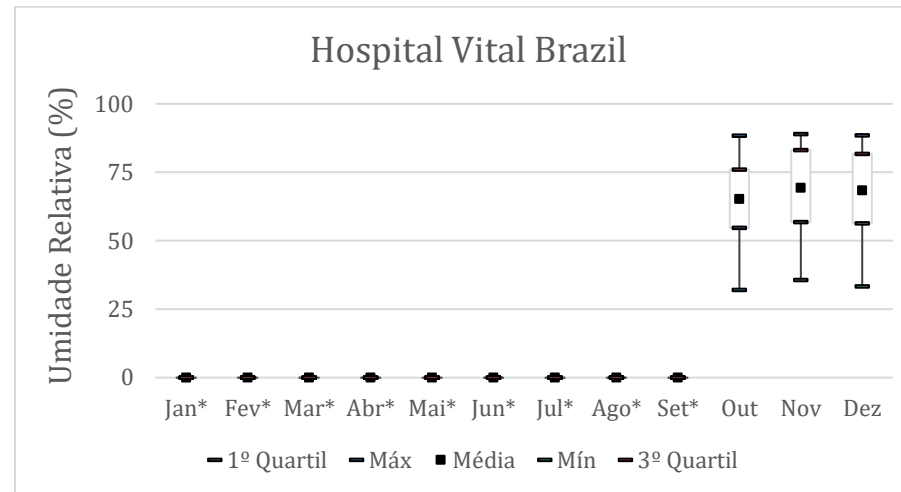
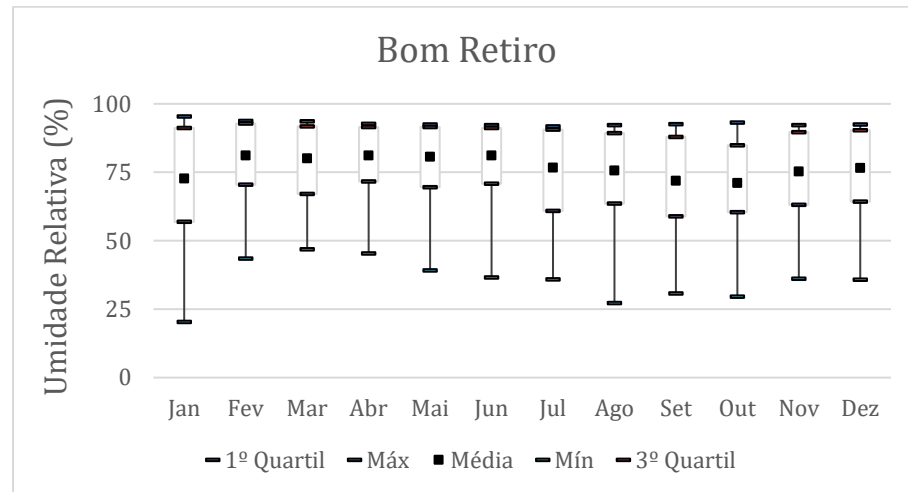
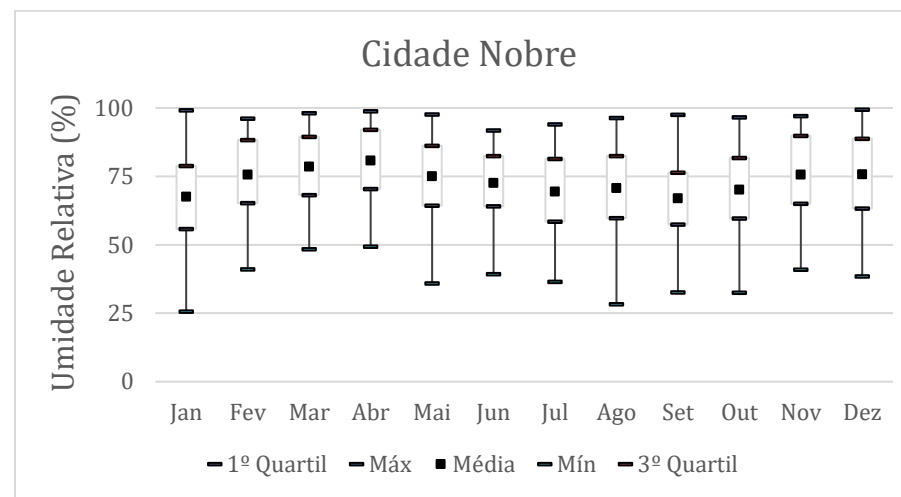
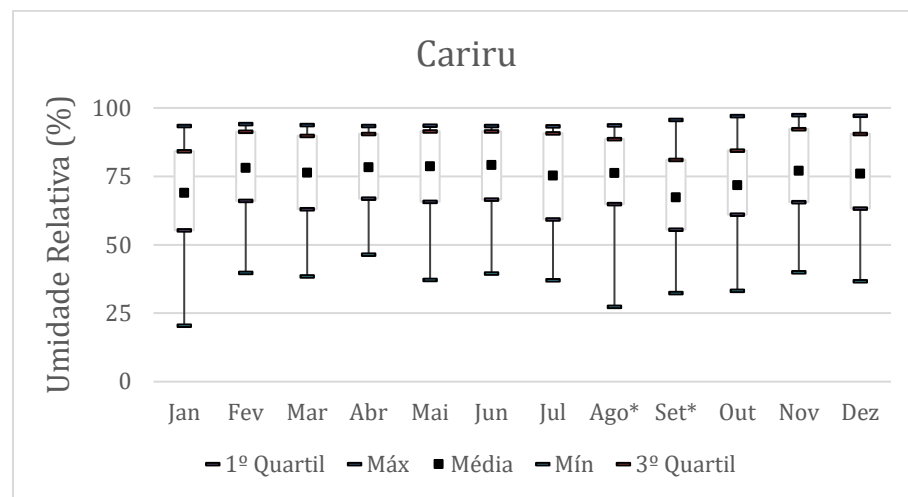
APÊNDICE B

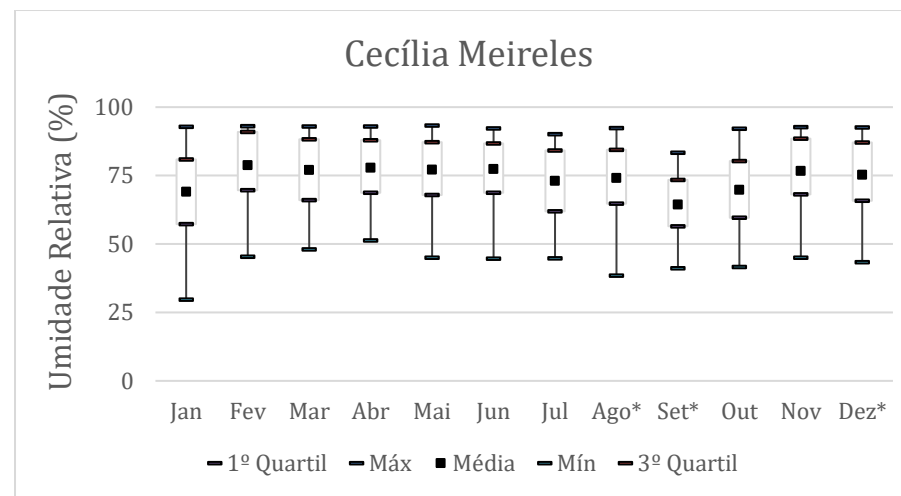
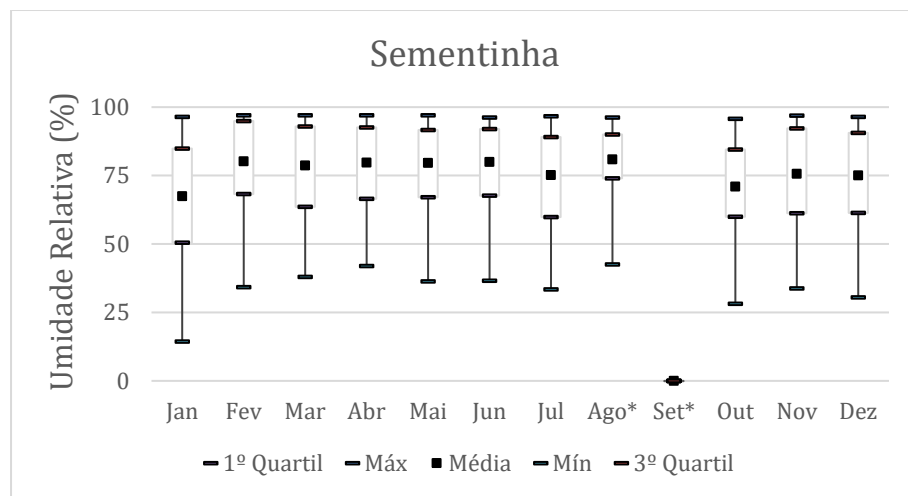
Temperatura



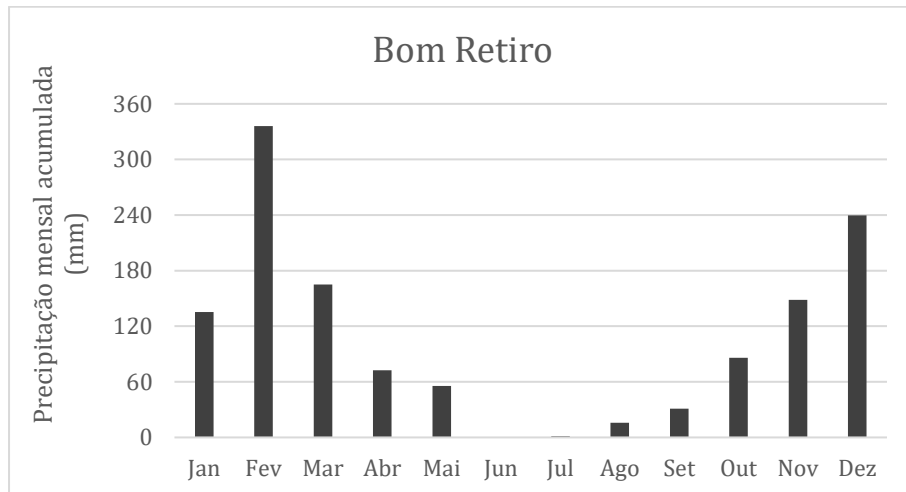
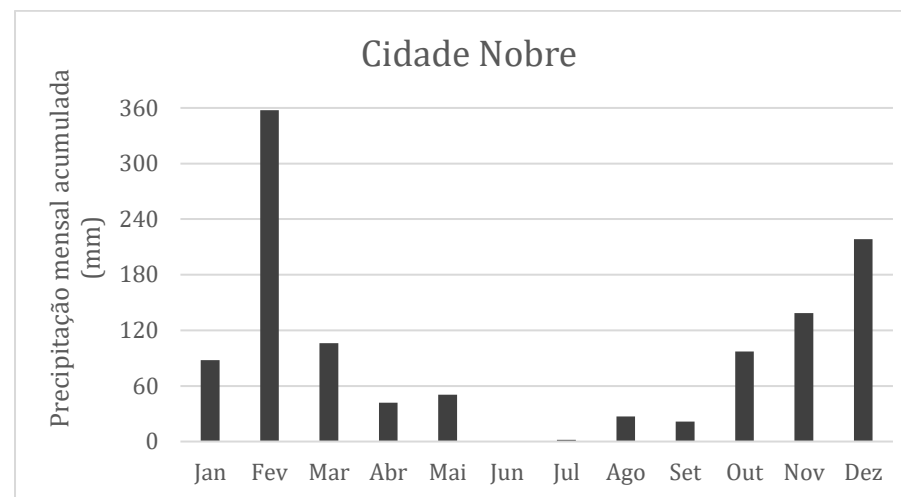
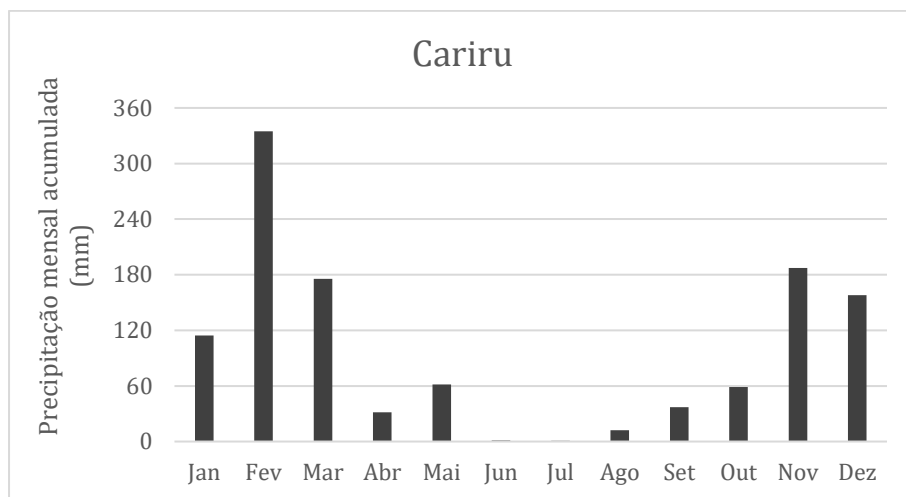


Umidade Relativa

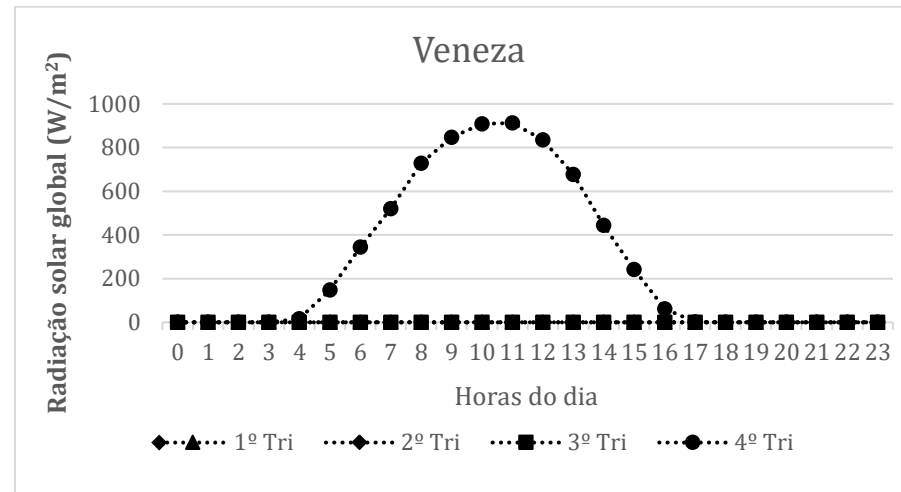
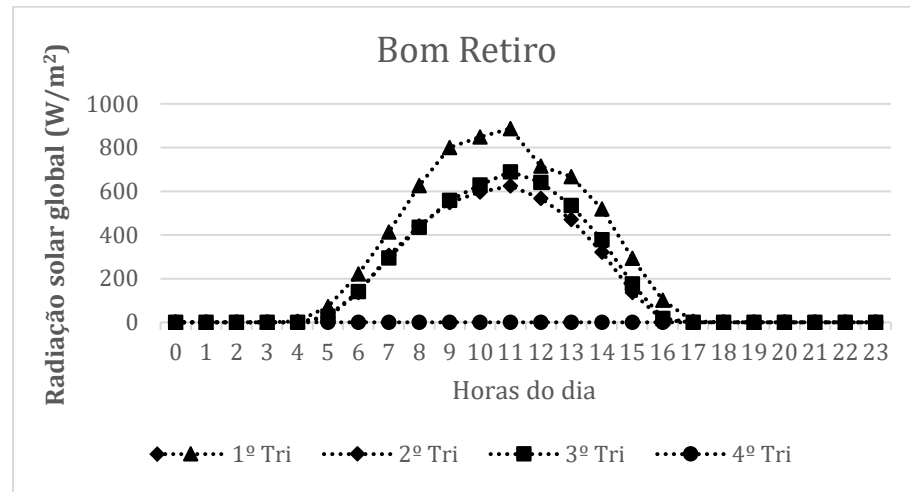
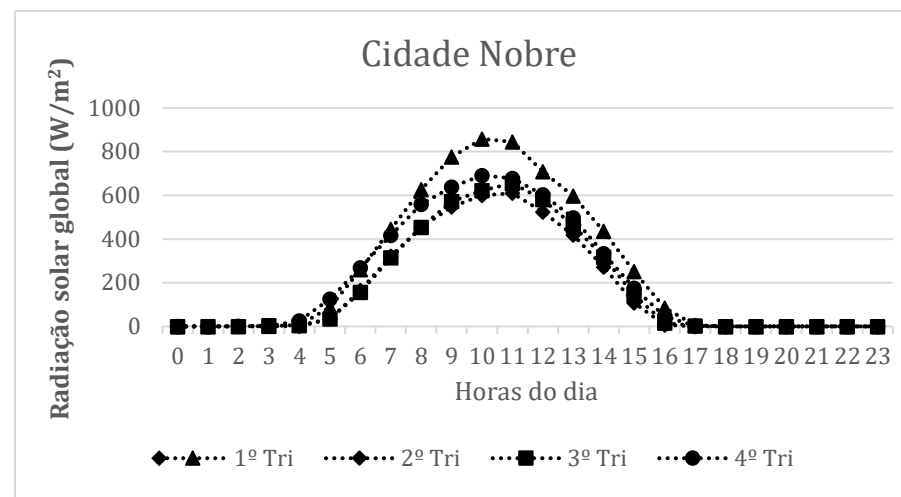
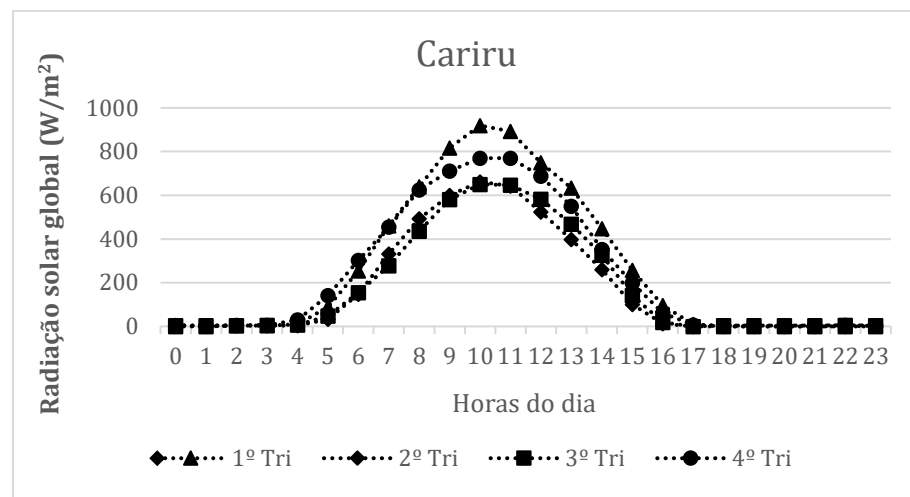




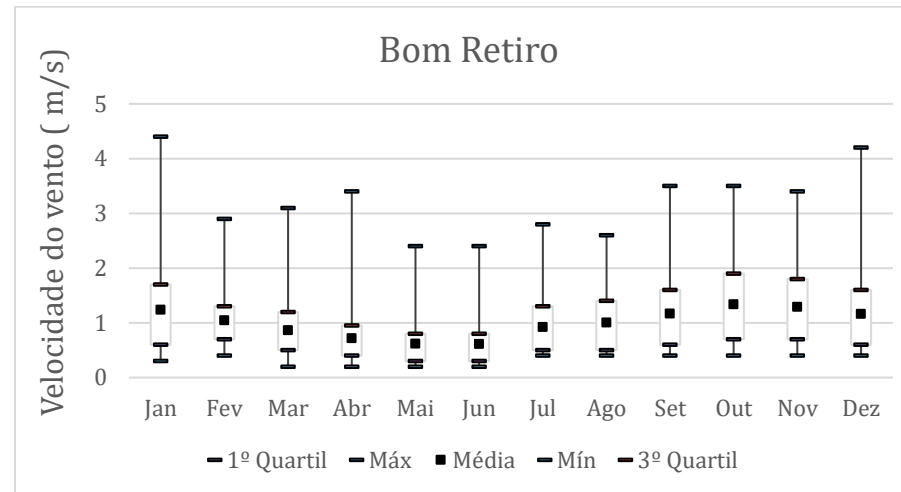
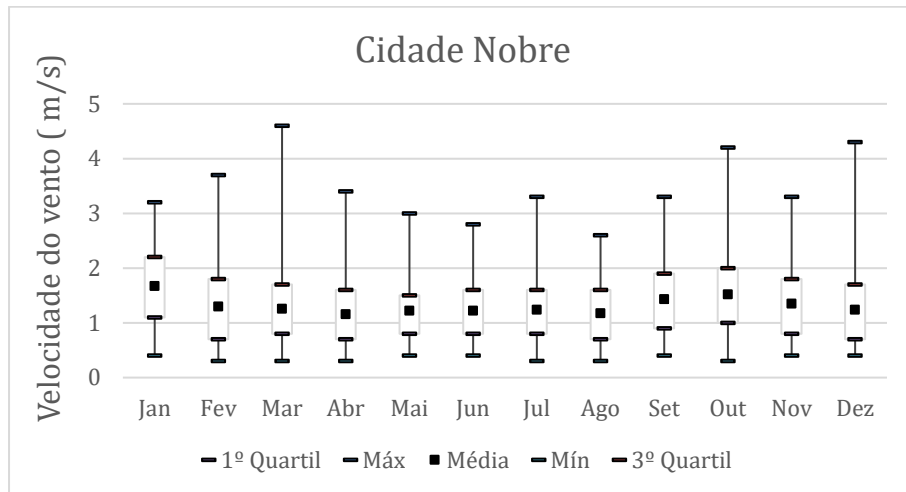
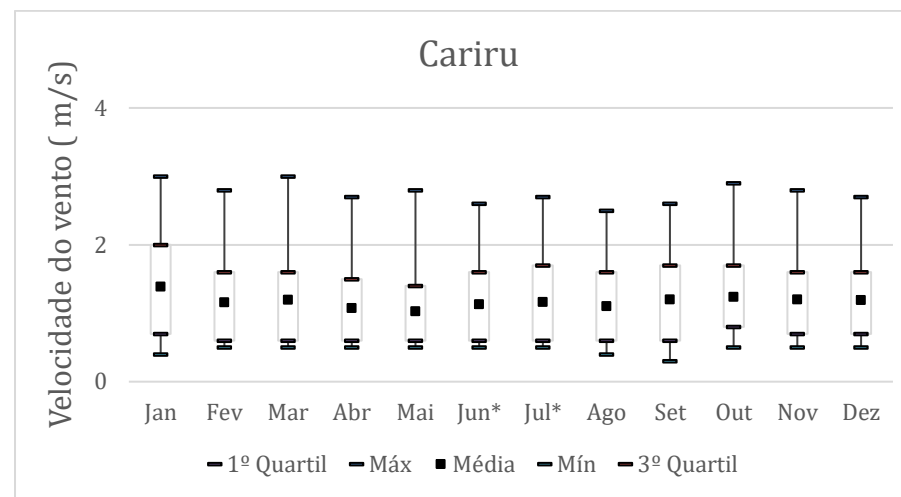
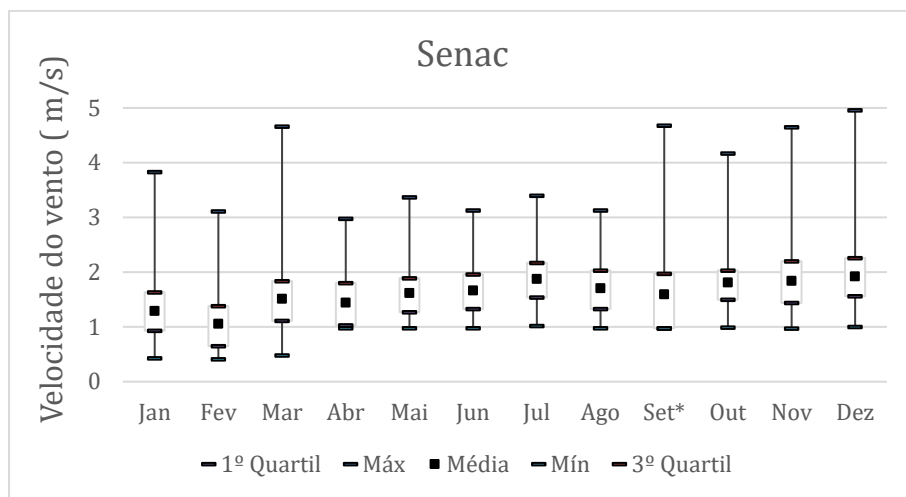
Precipitação Acumulada

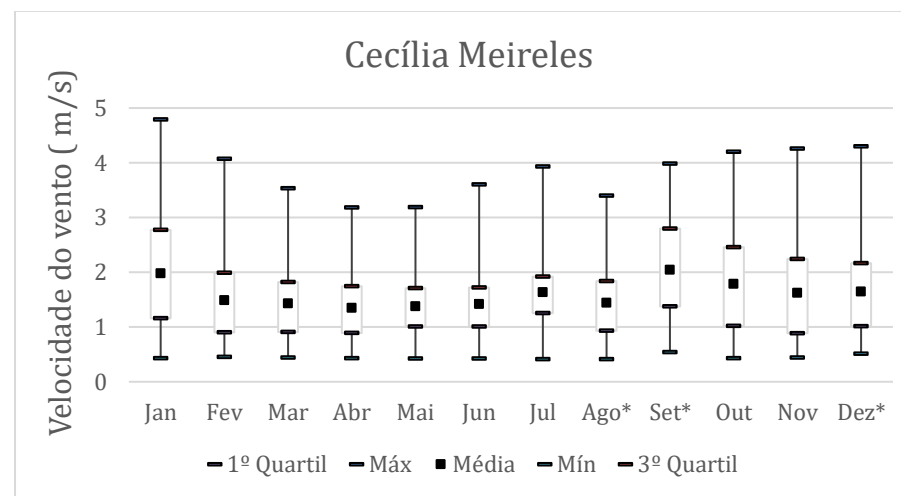
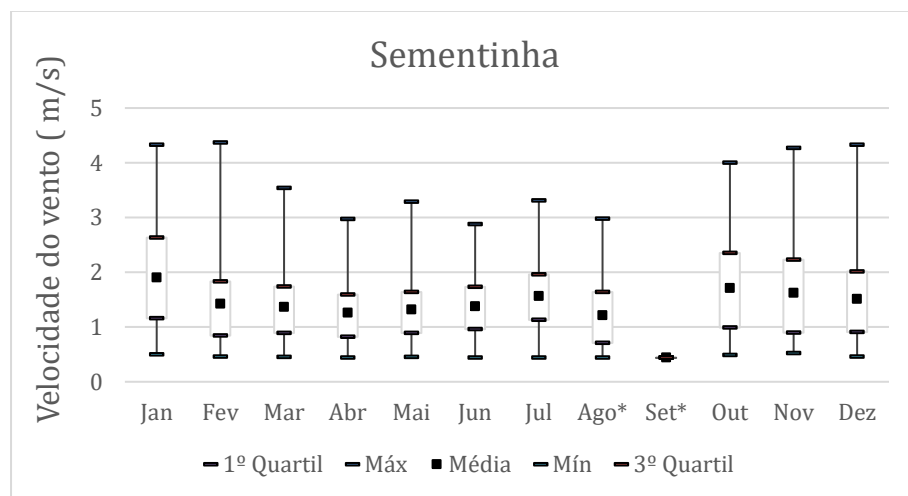
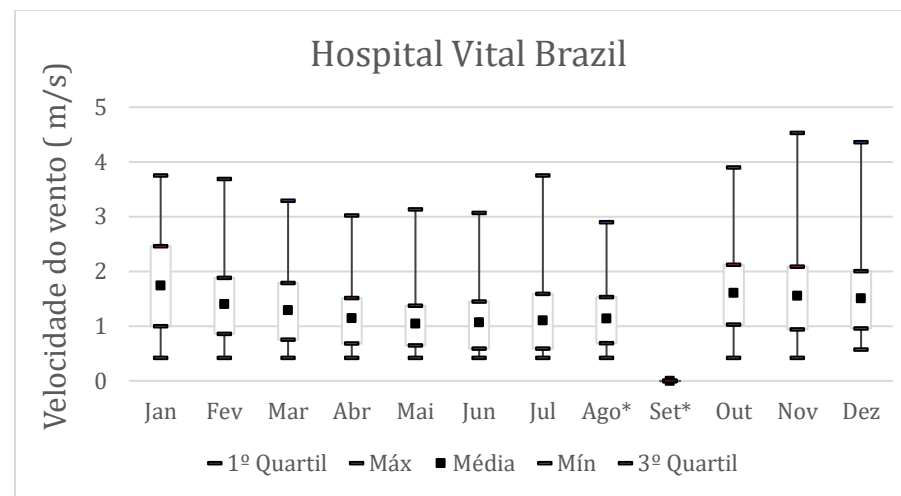
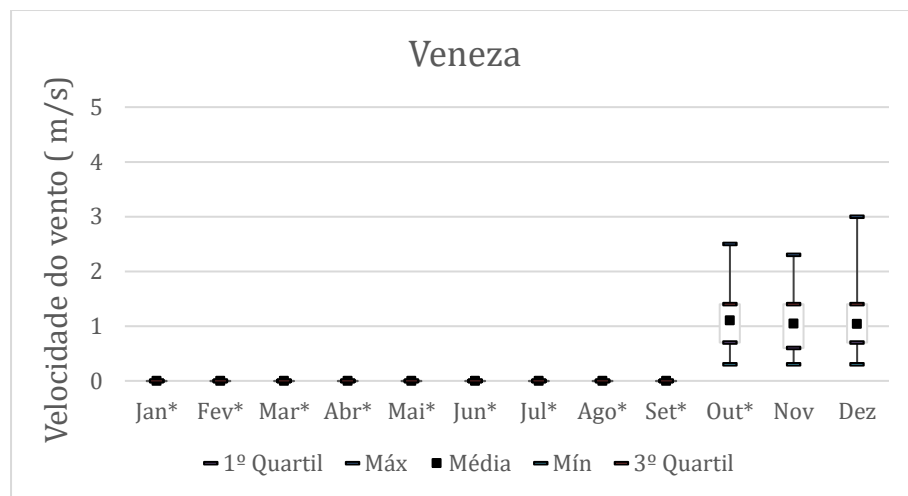


Radiação Solar

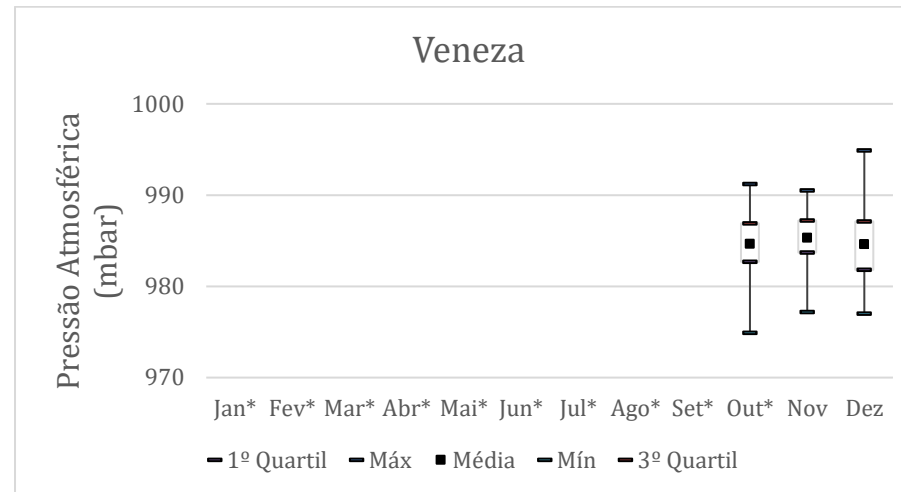
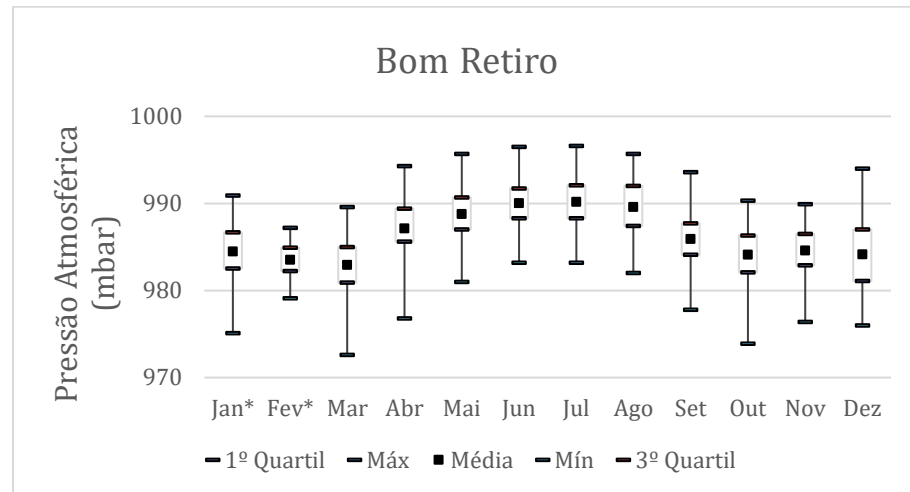
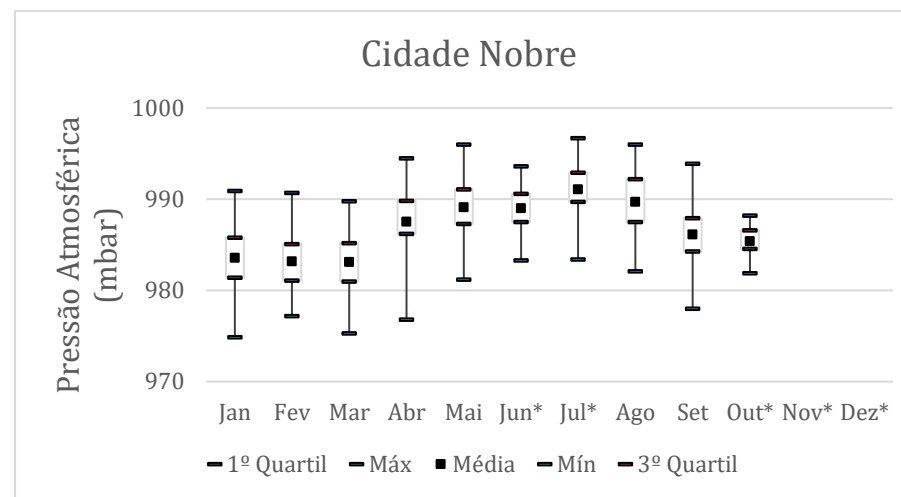
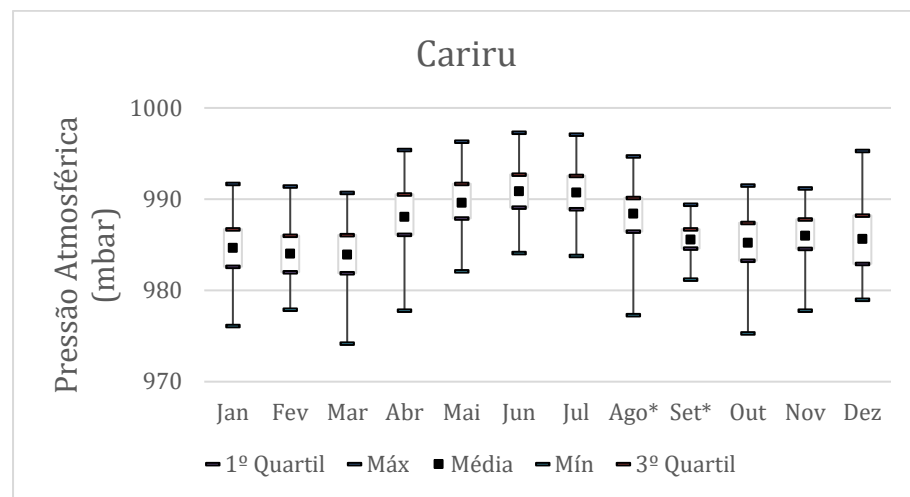


Velocidade do Vento



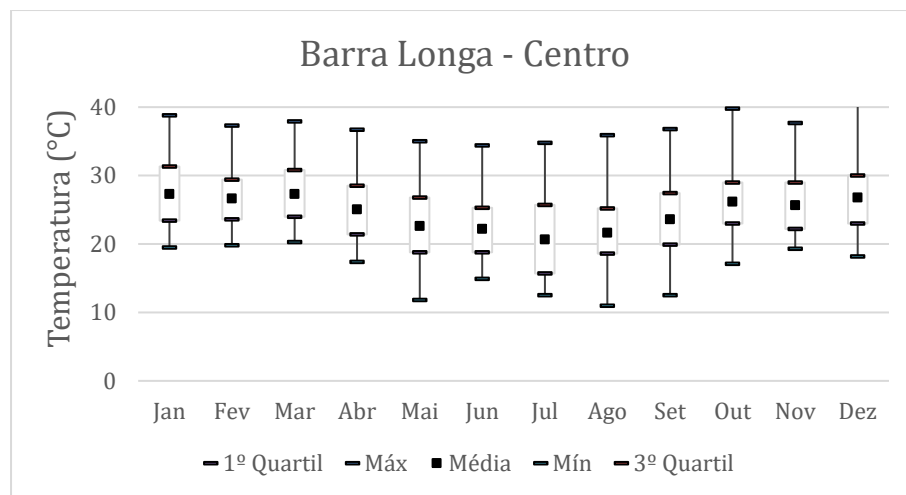


Pressão Atmosférica

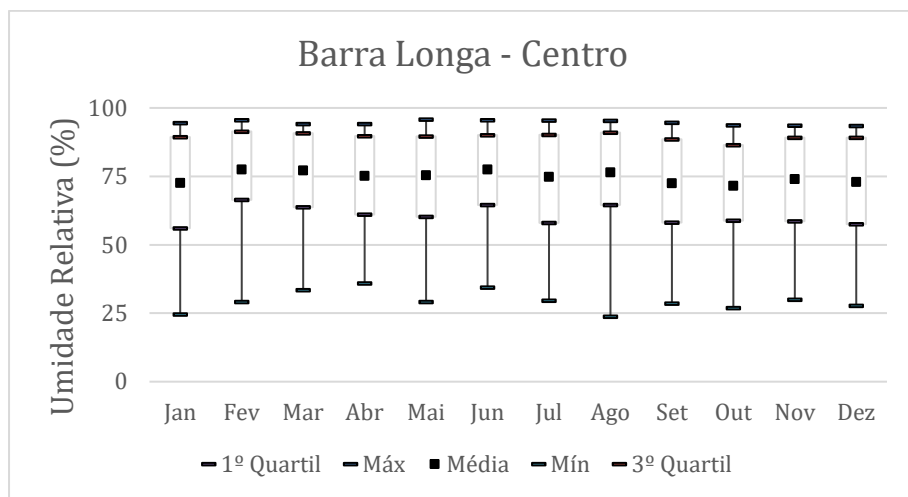


APÊNDICE C

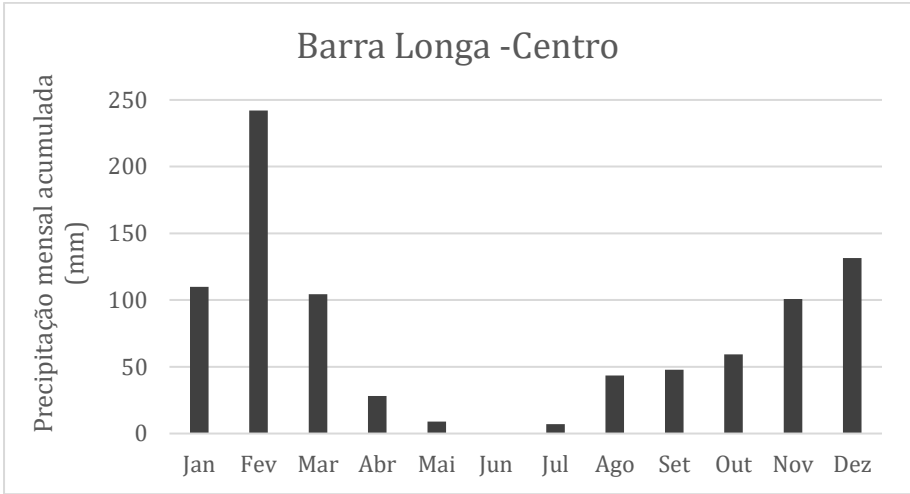
Temperatura



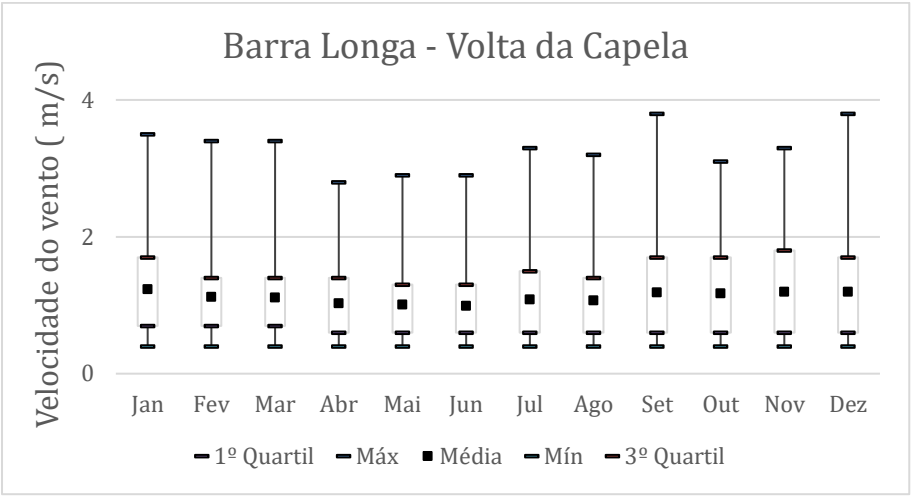
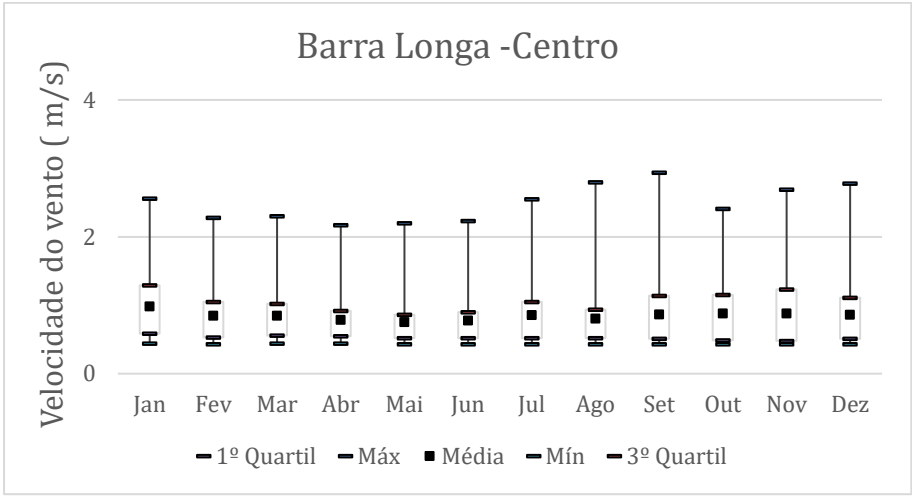
Umidade Relativa



Precipitação Acumulada

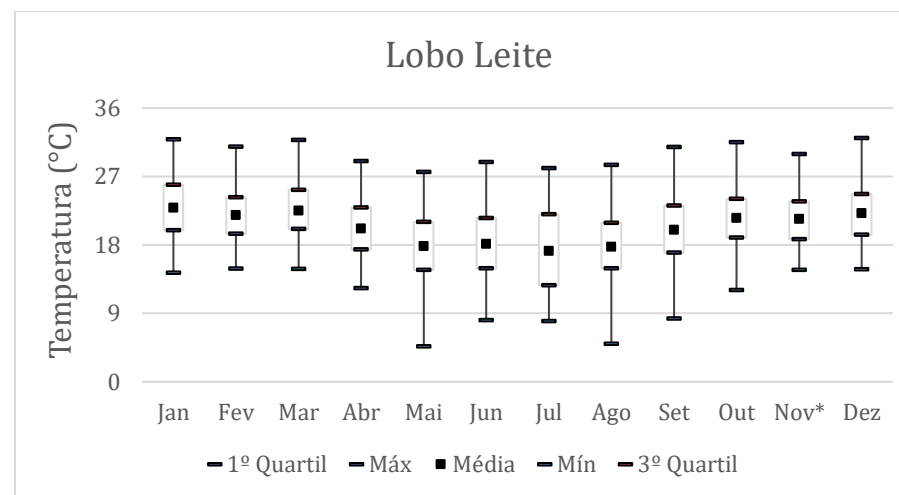
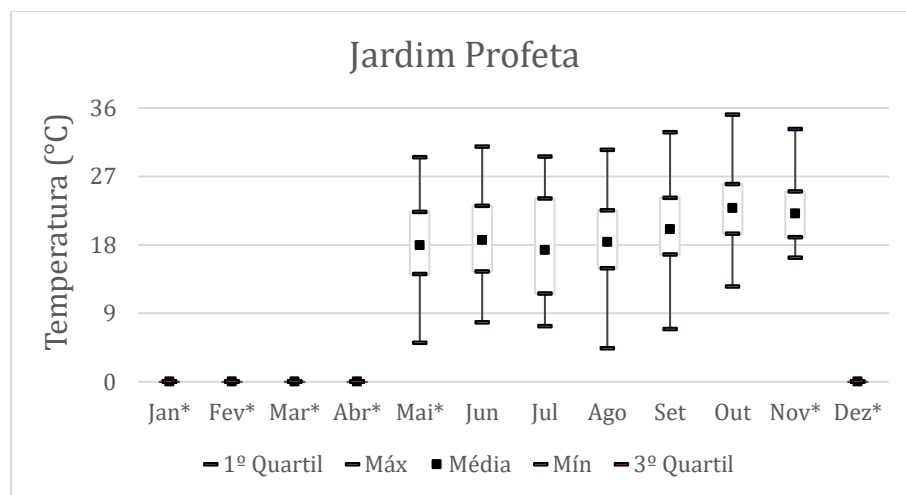
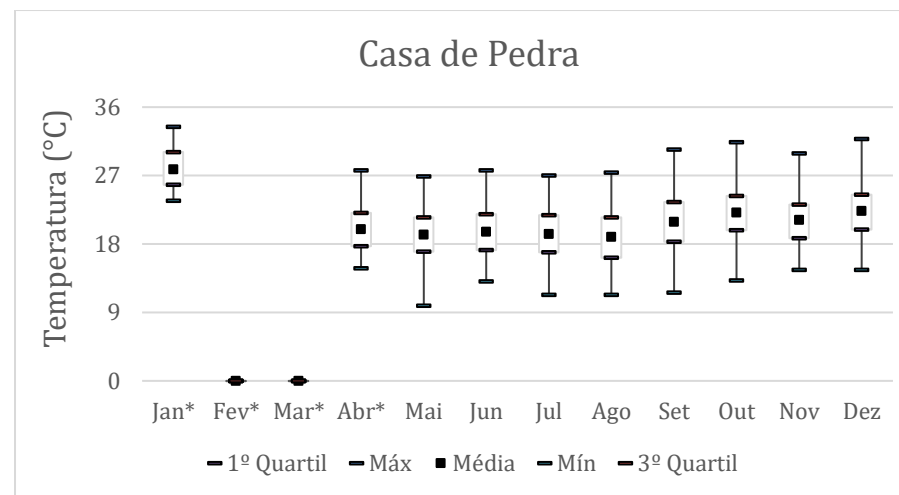
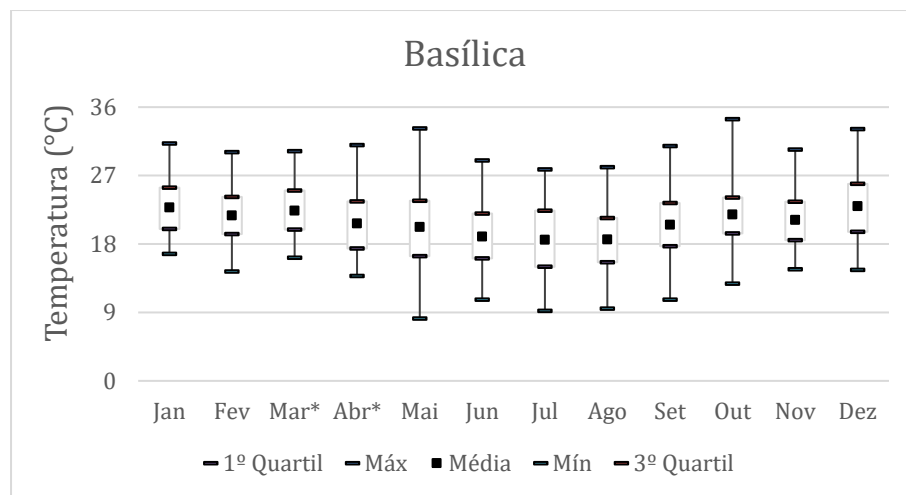


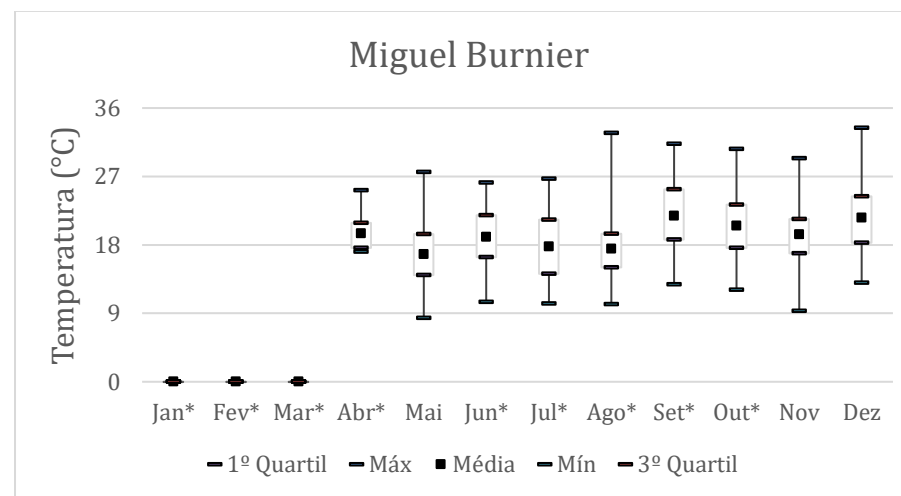
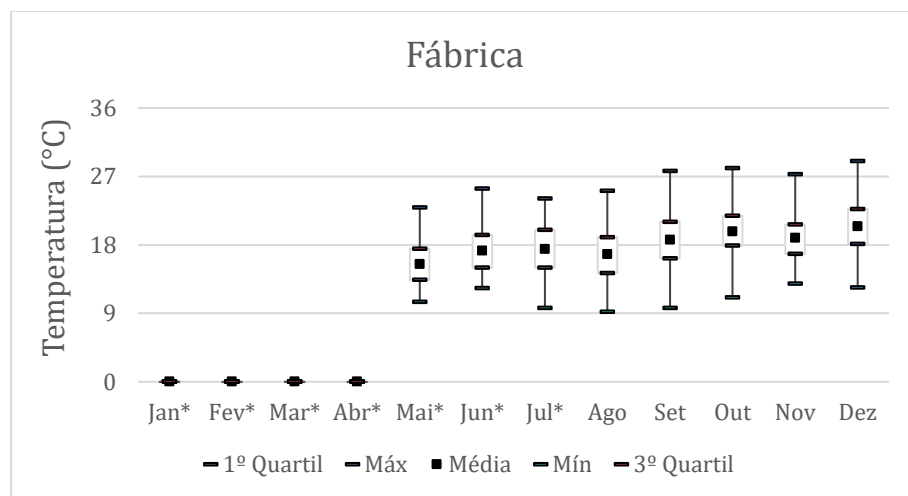
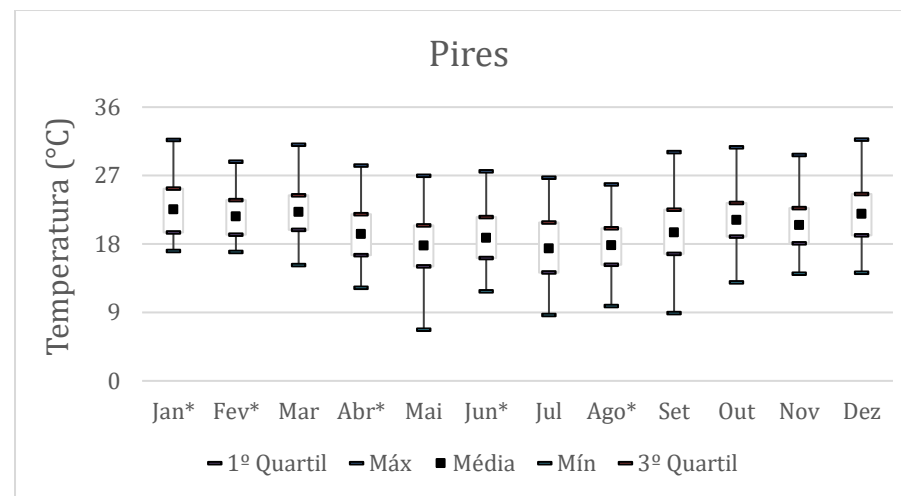
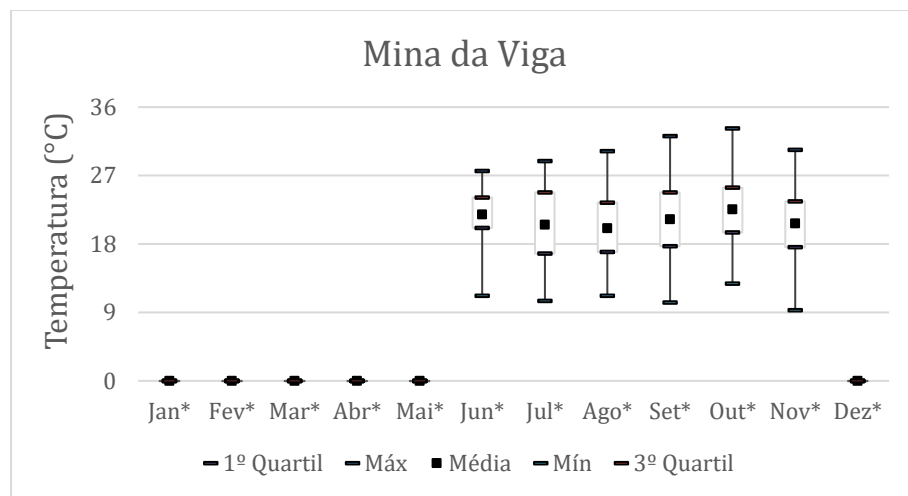
Velocidade do Vento

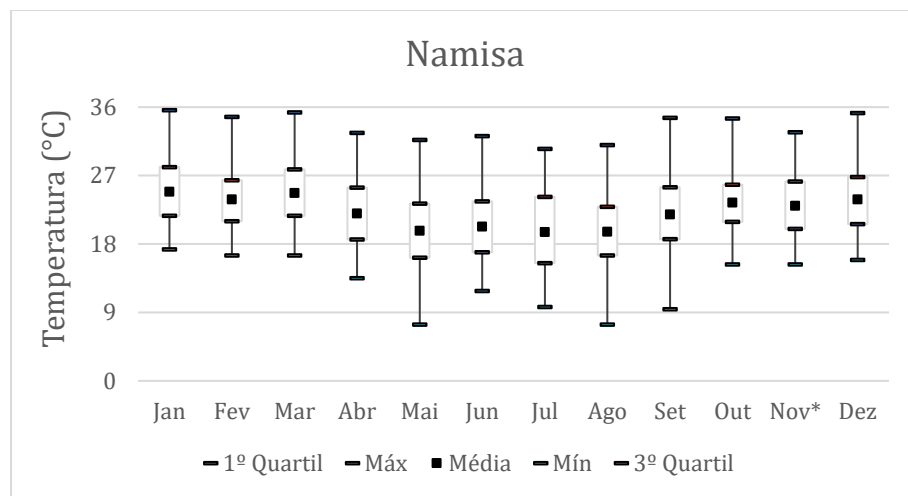


APÊNDICE D

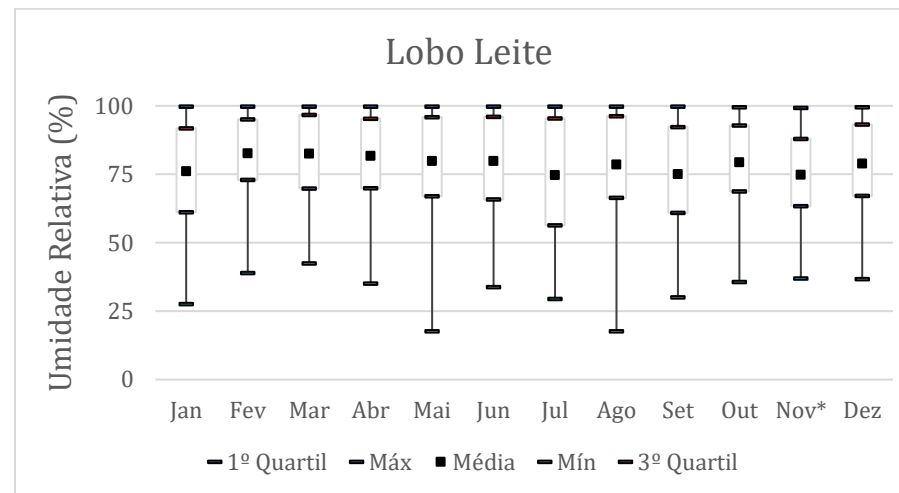
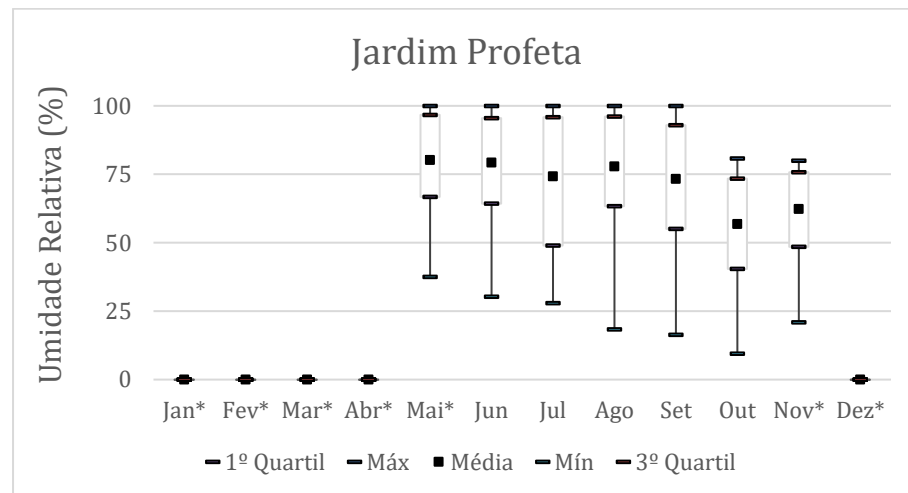
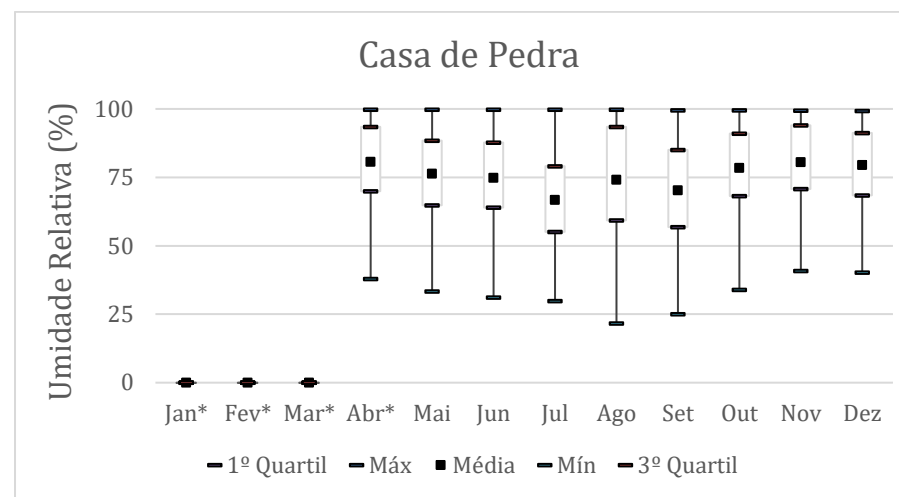
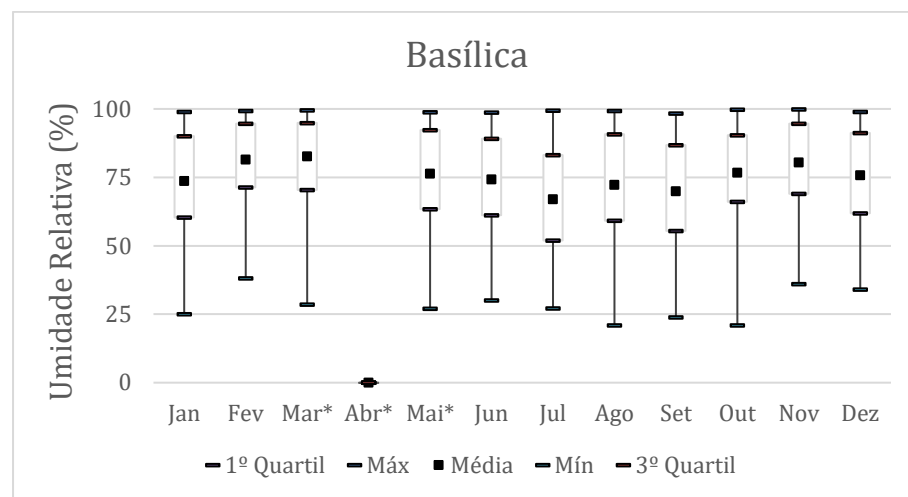
Temperatura

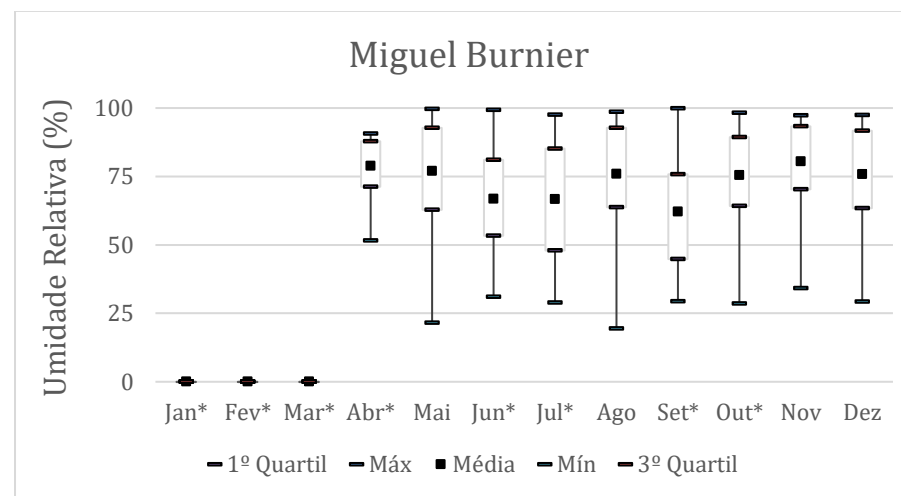
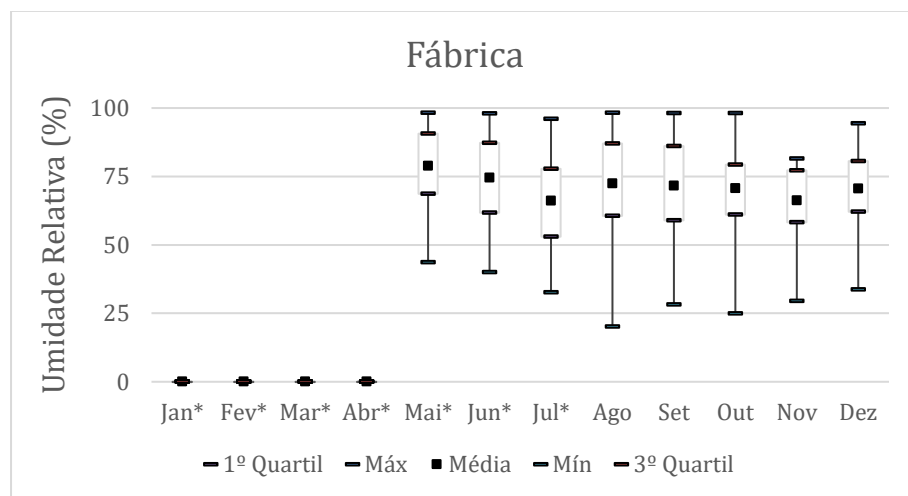
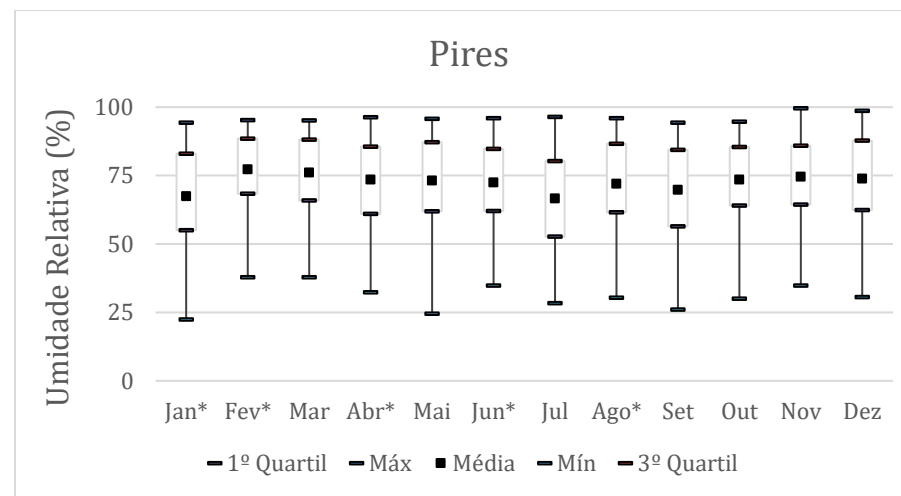
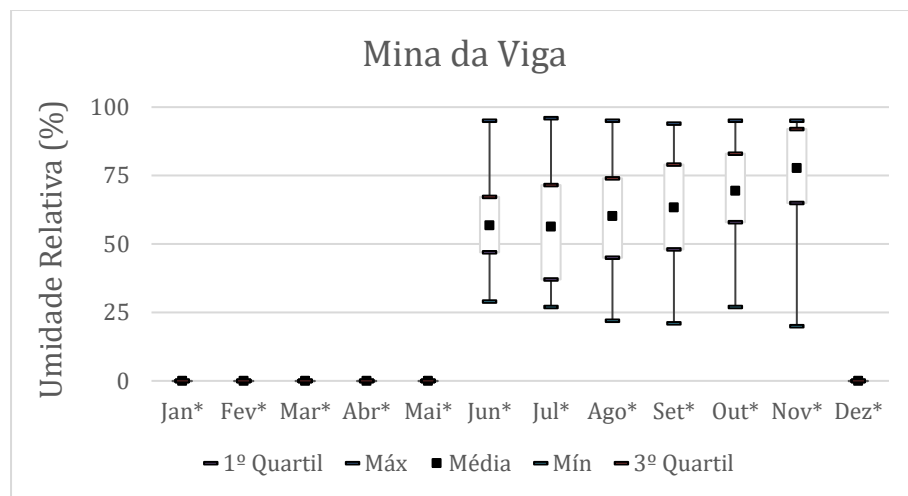


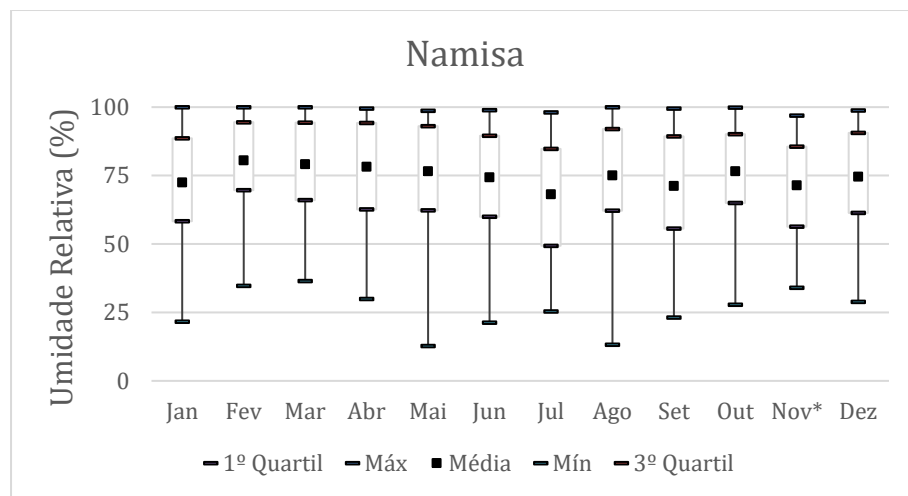




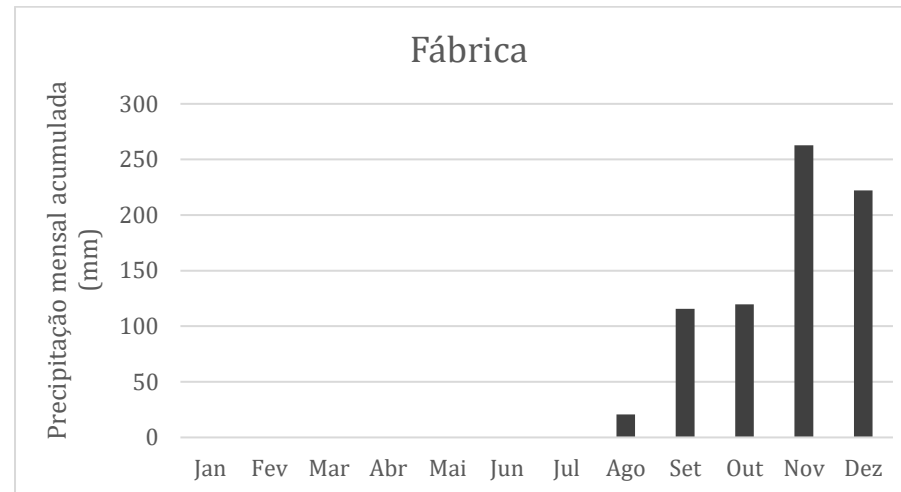
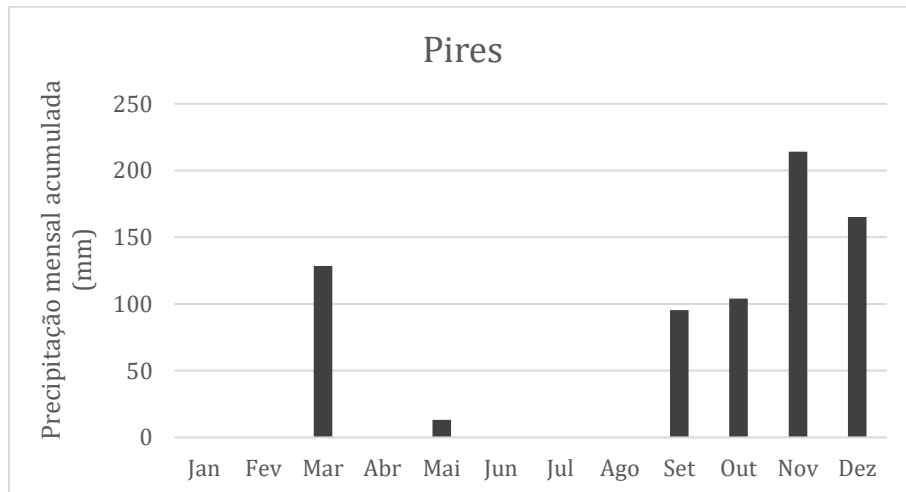
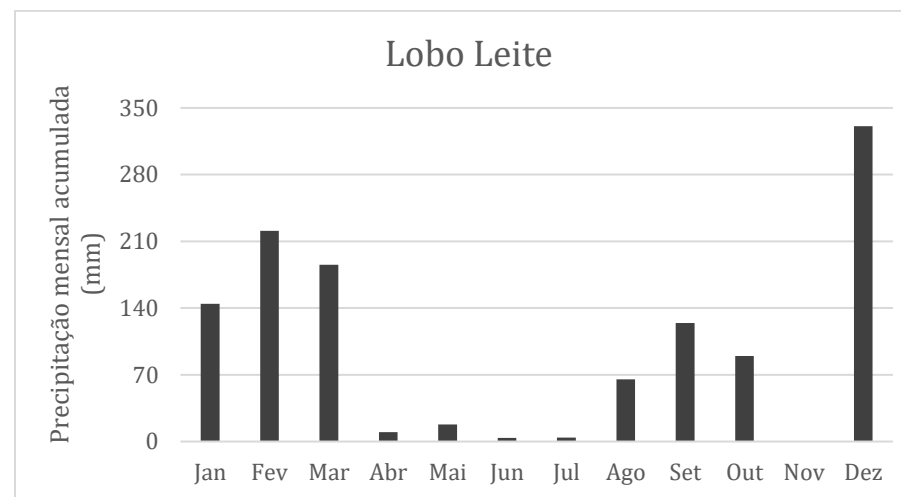
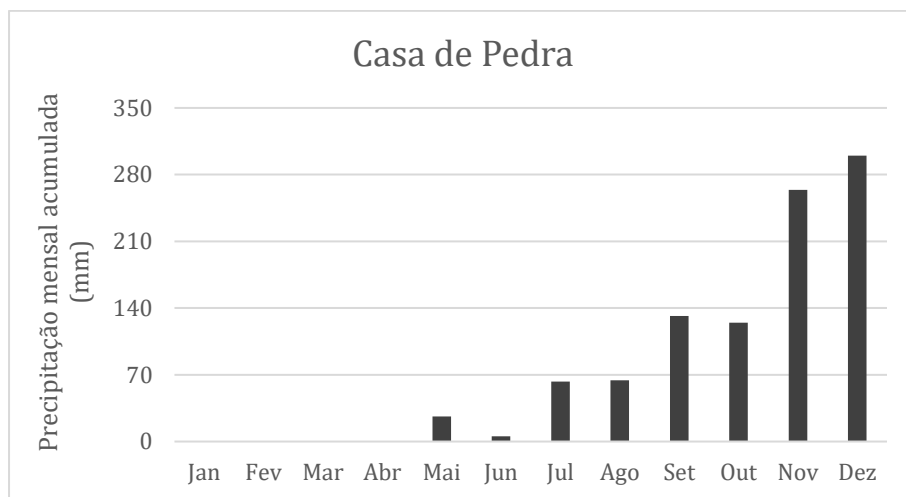
Umidade Relativa

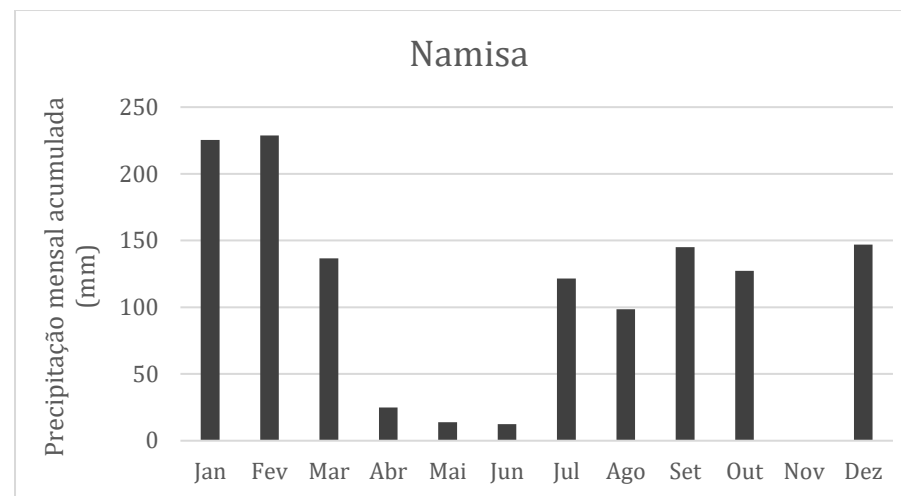
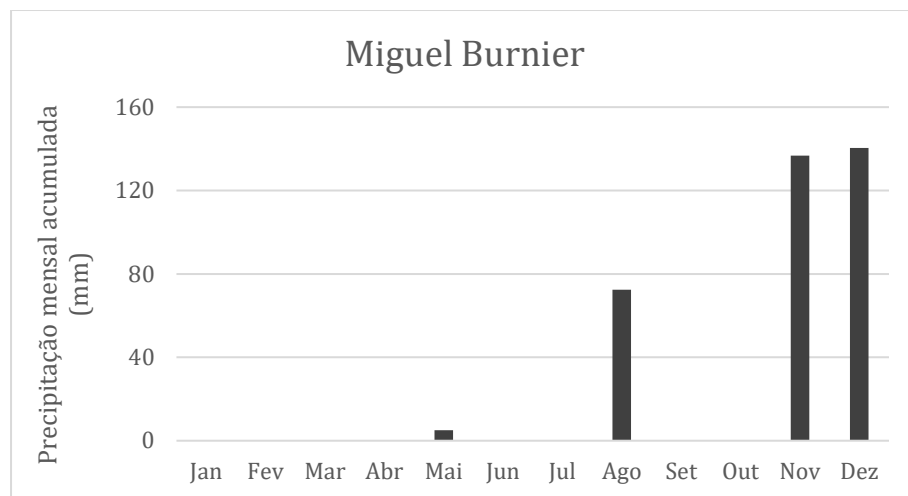




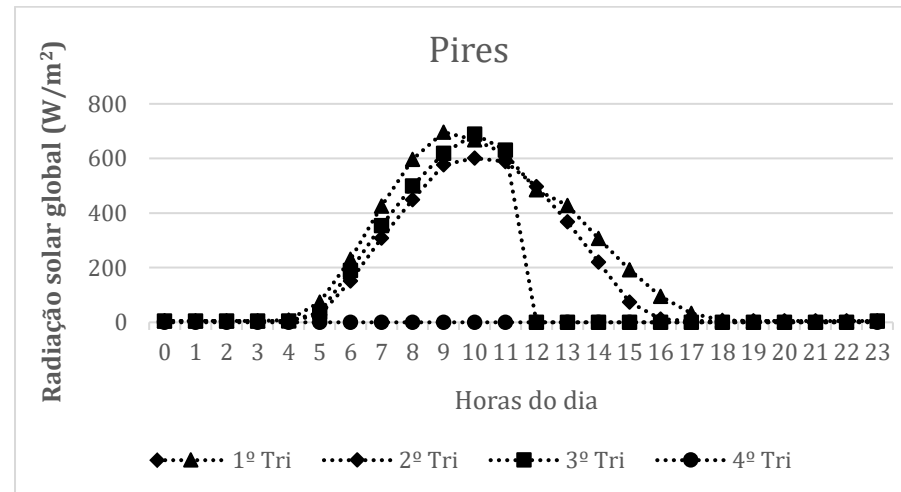
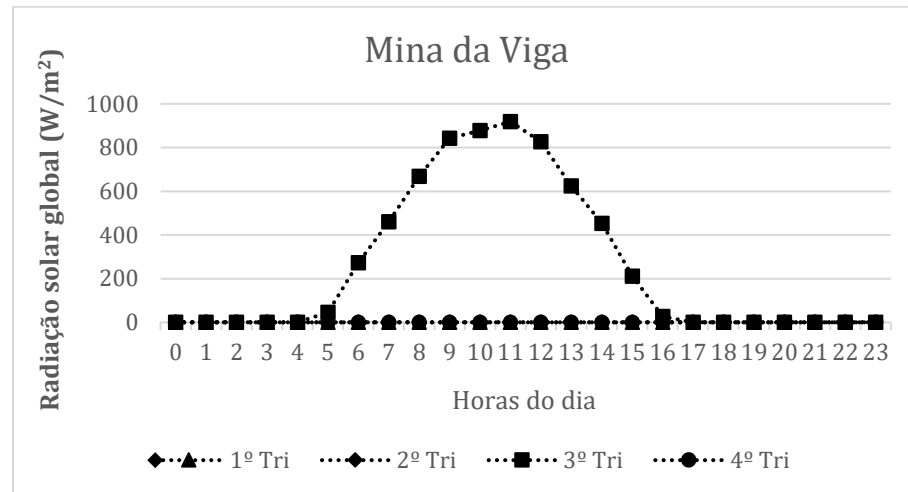
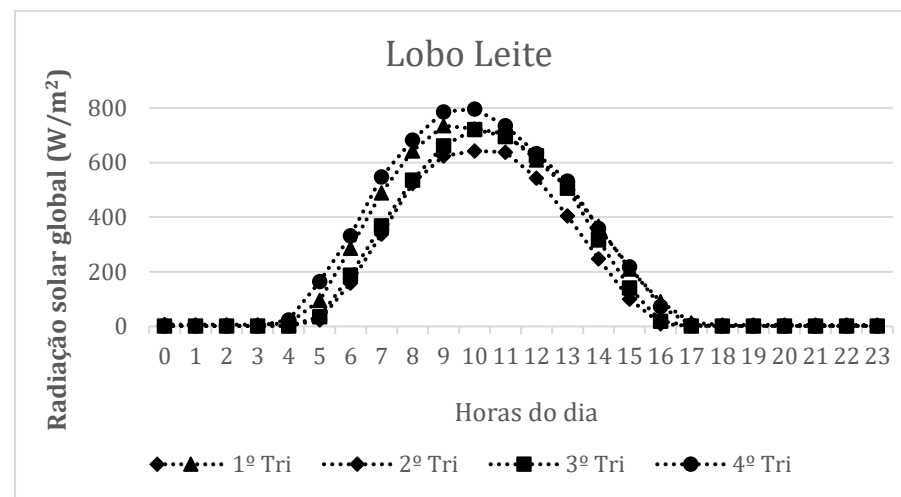
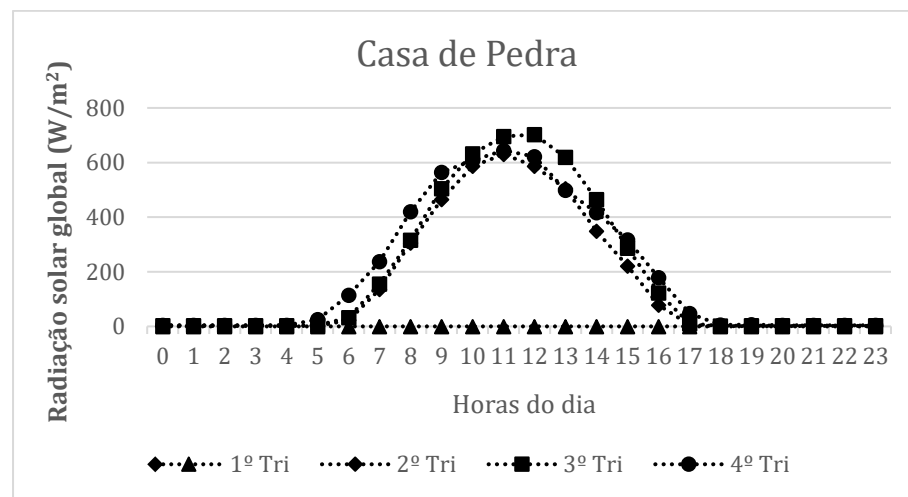


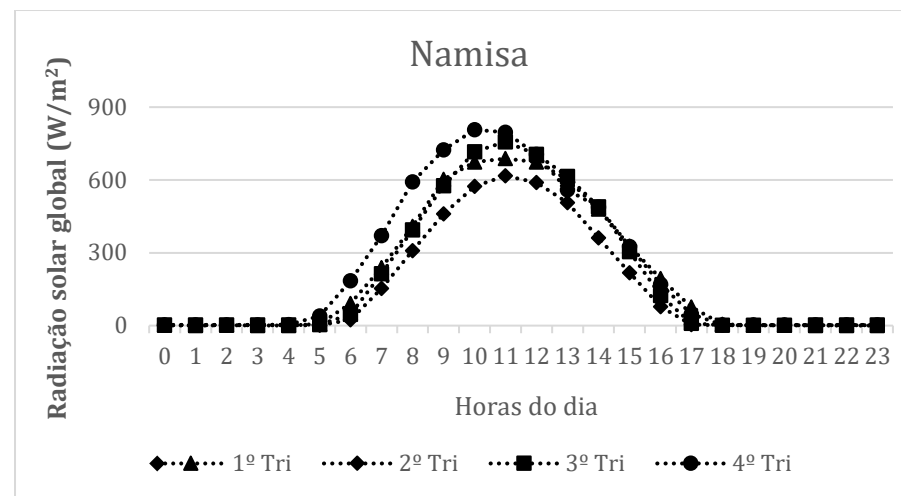
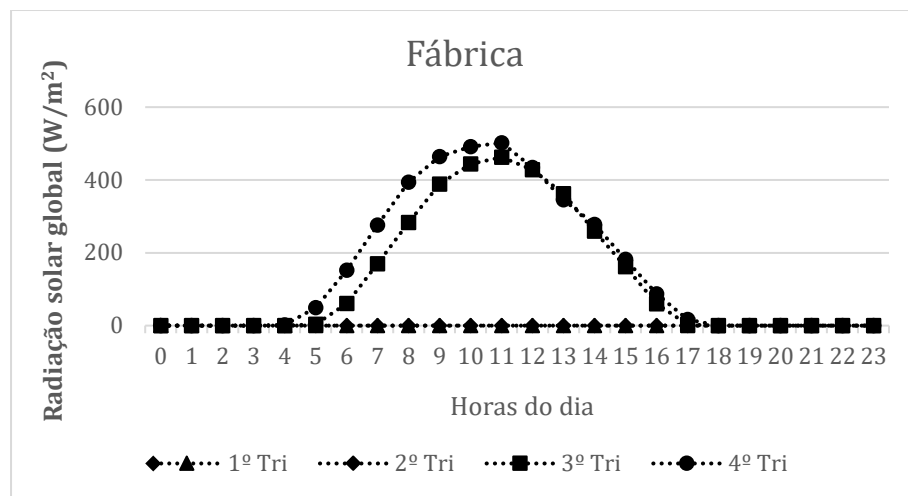
Precipitação Acumulada



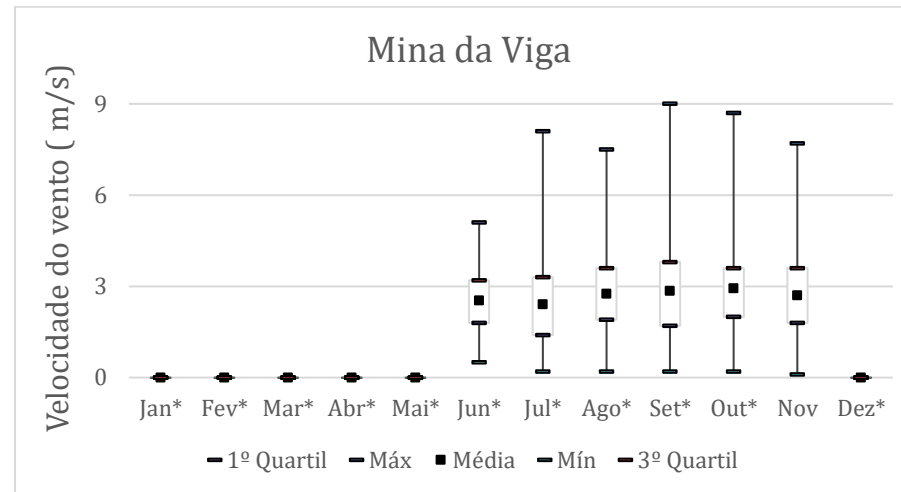
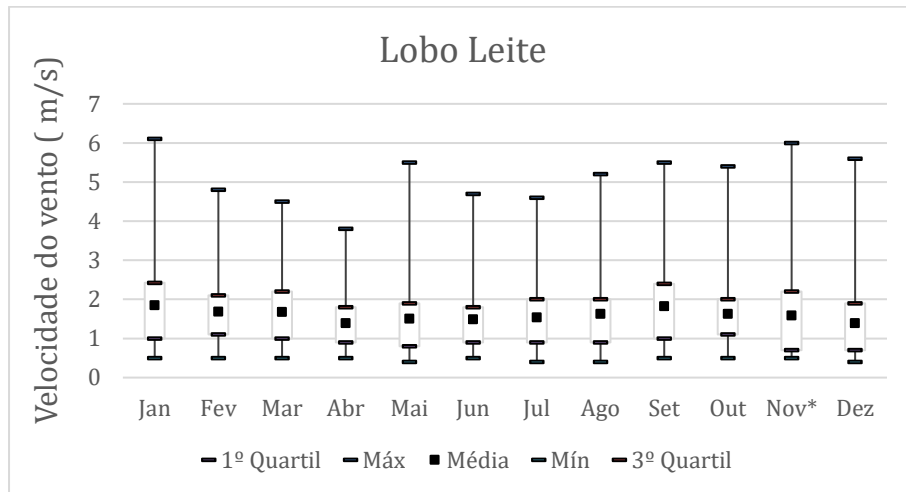
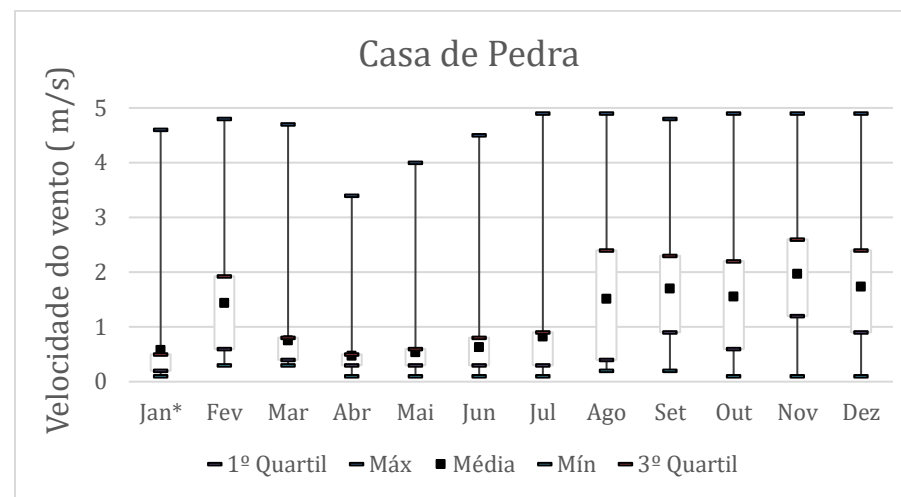
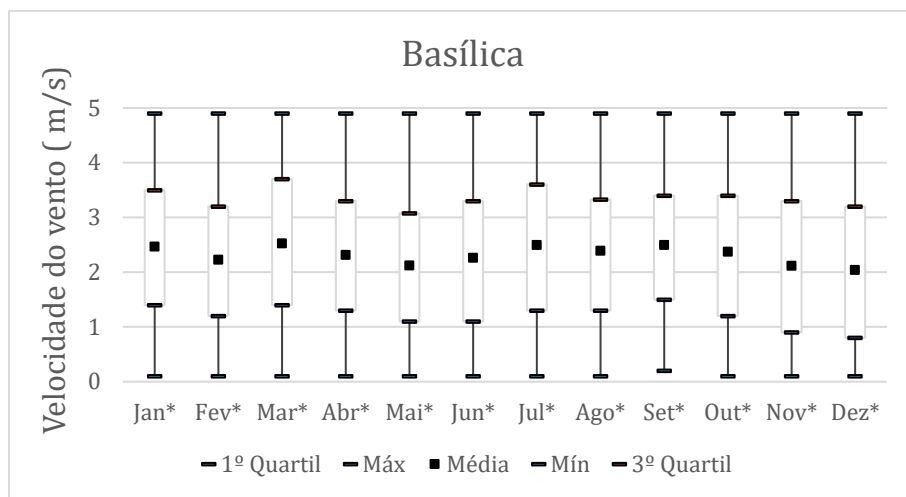


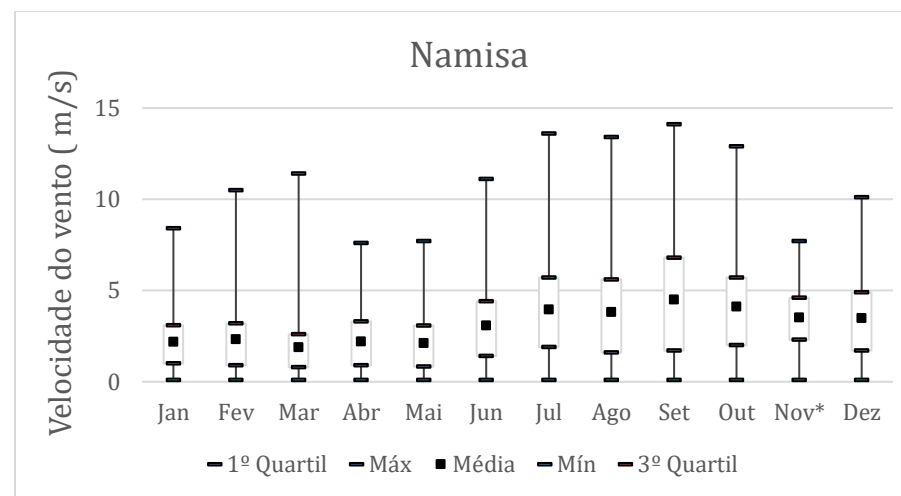
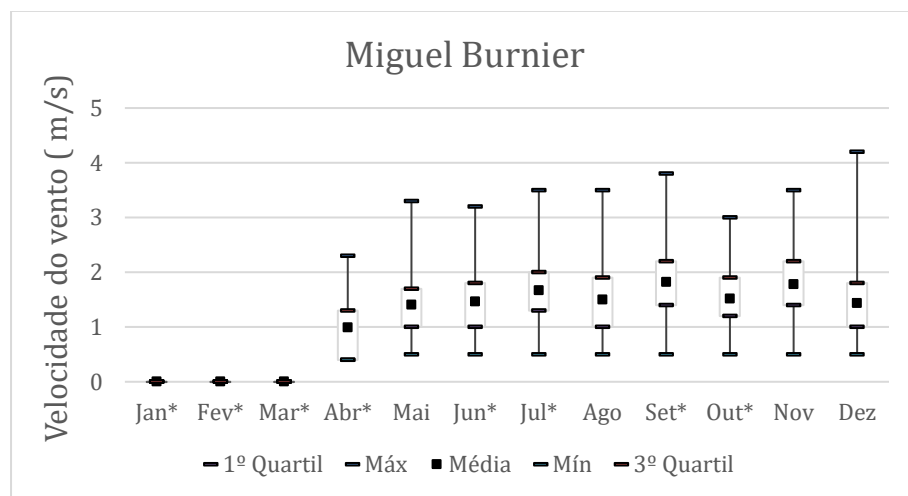
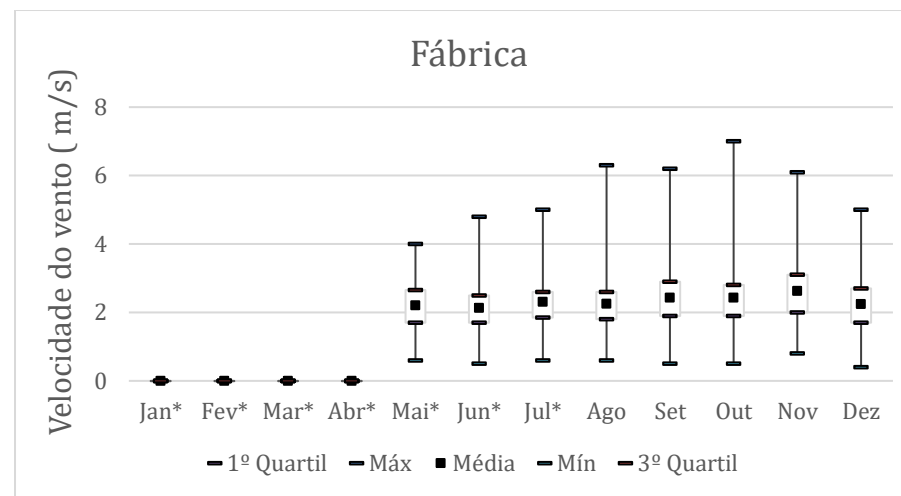
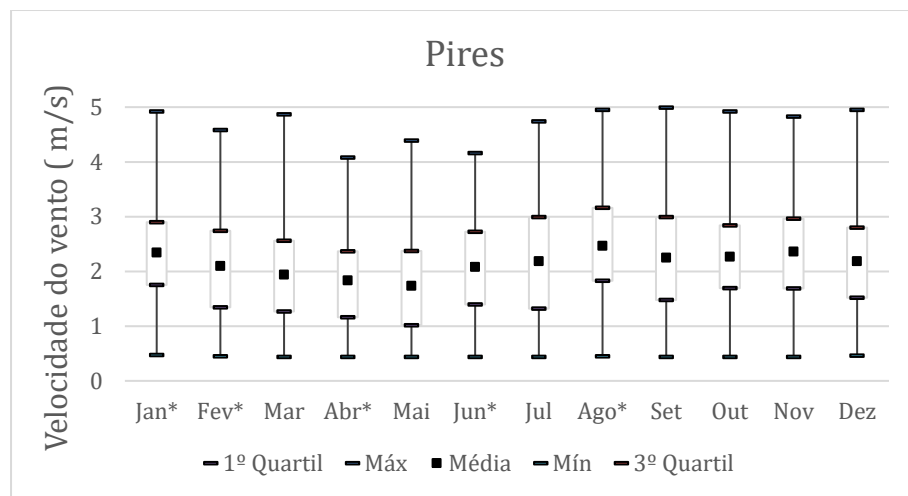
Radiação Solar



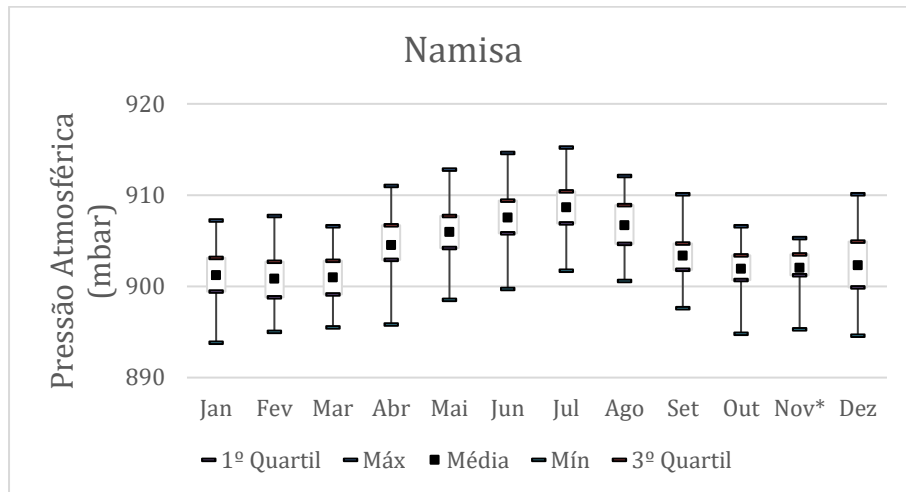
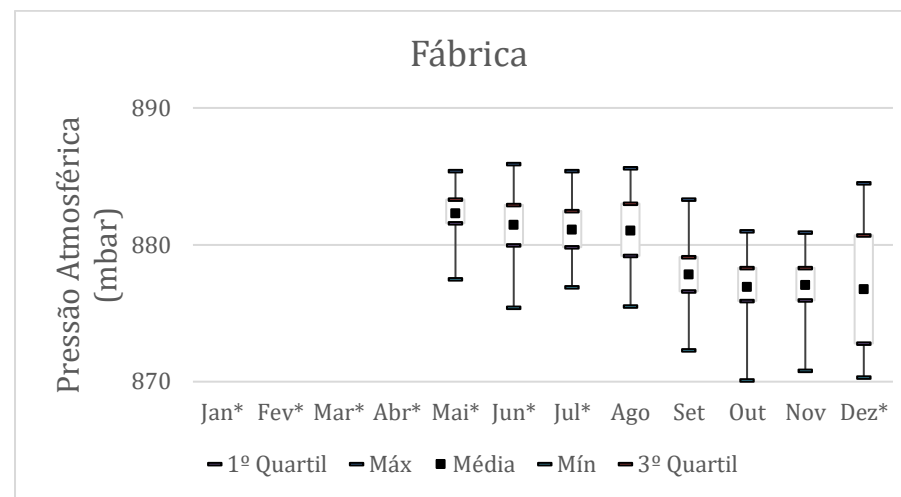
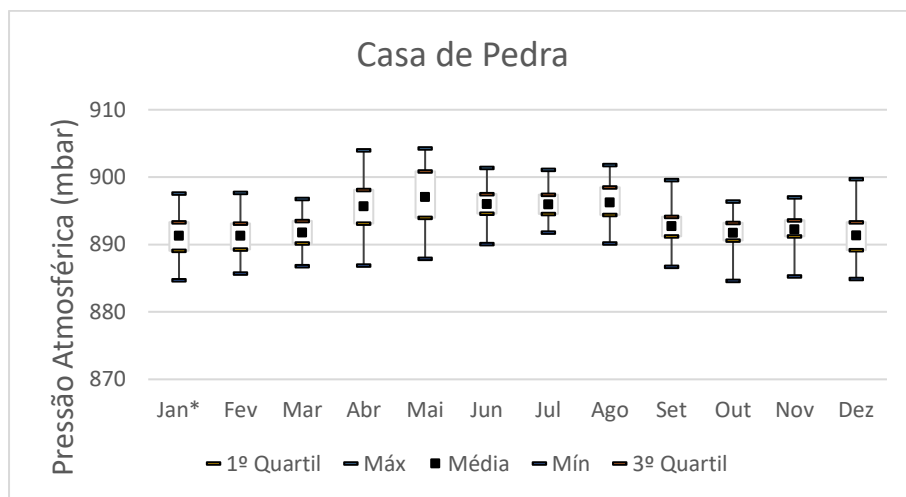


Velocidade do Vento



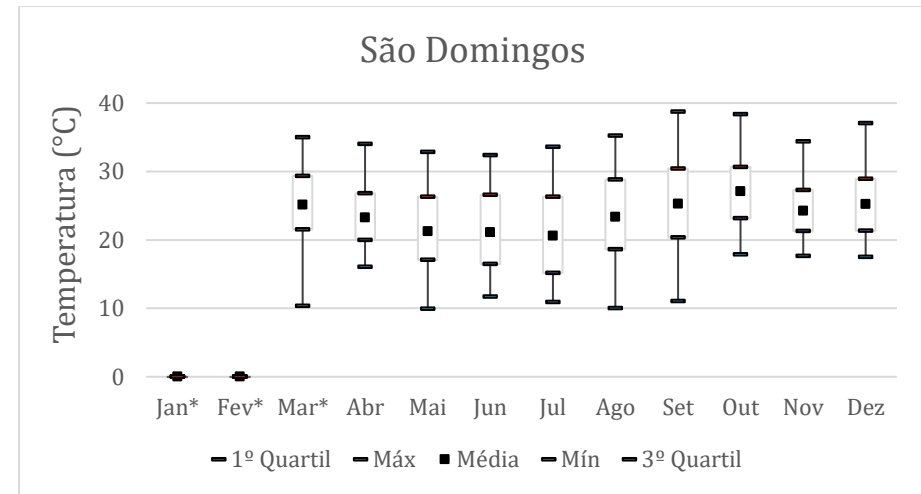
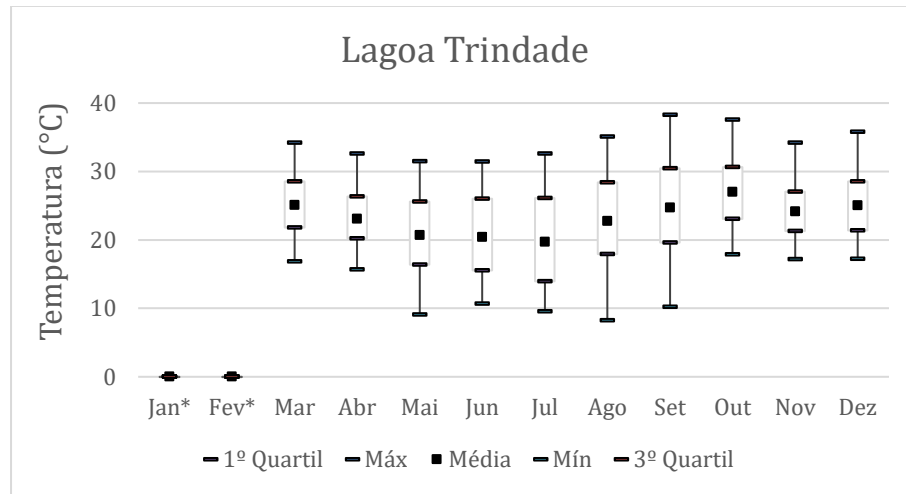
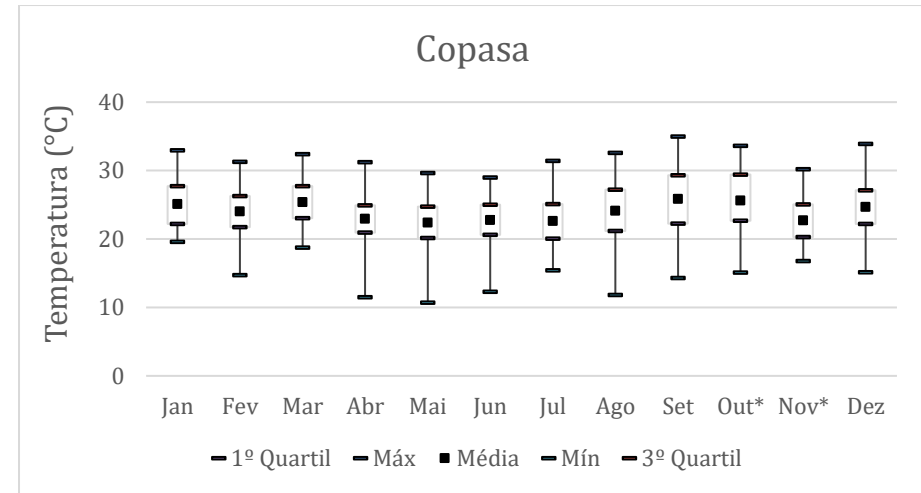
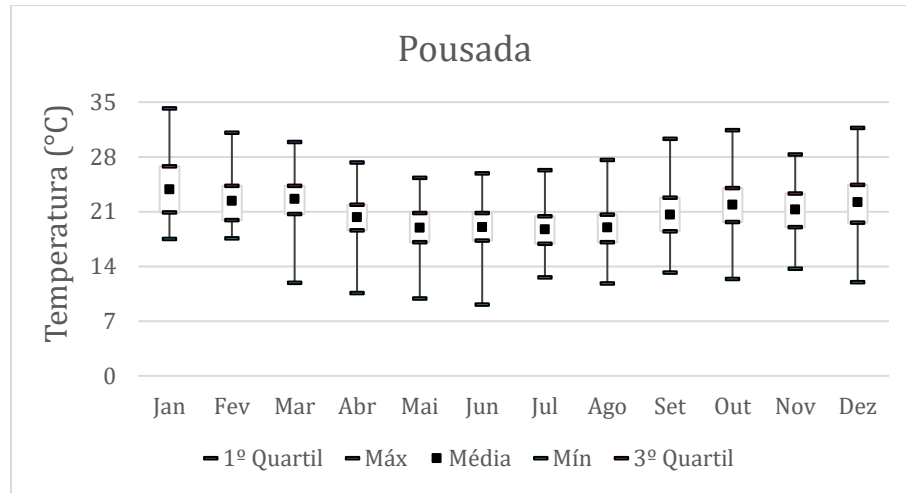


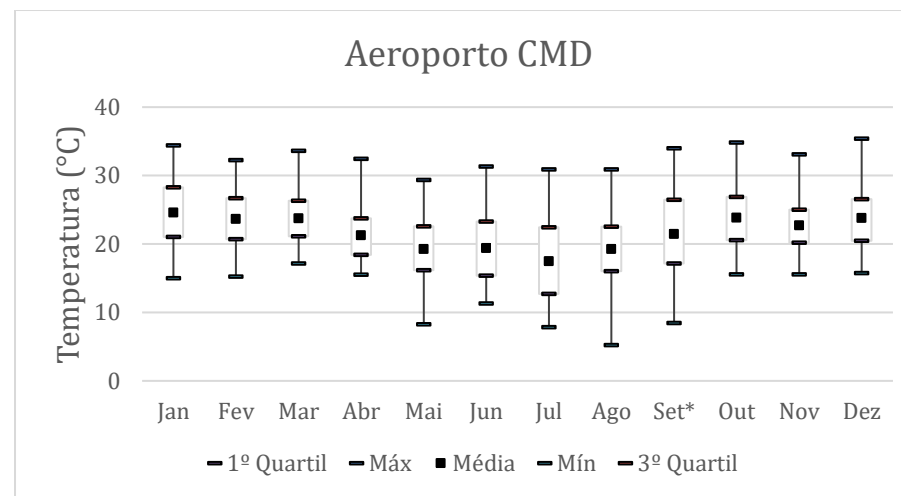
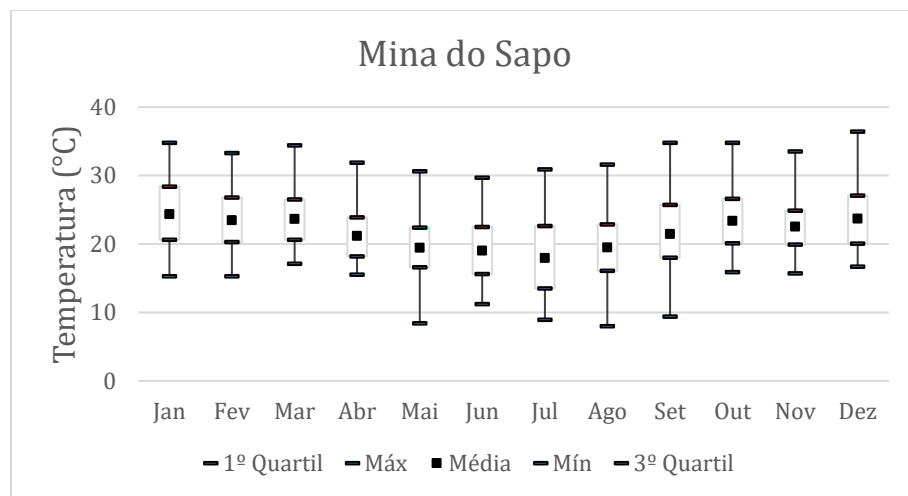
Pressão Atmosférica



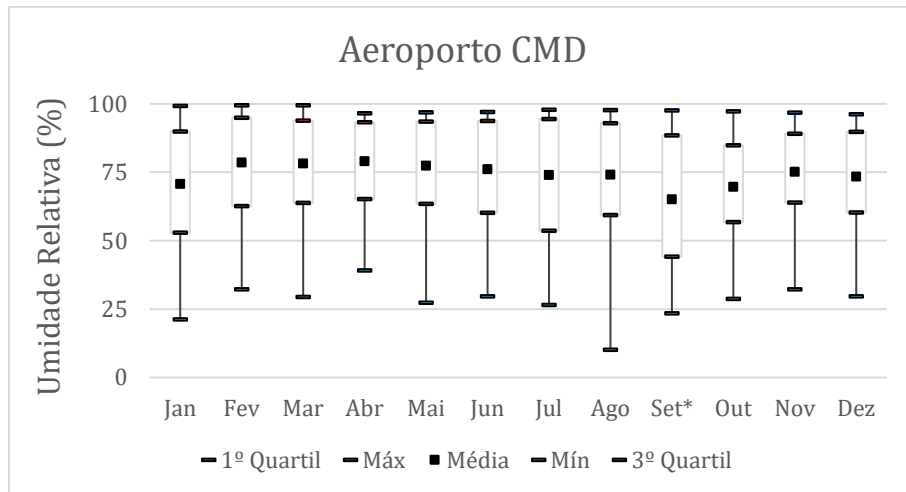
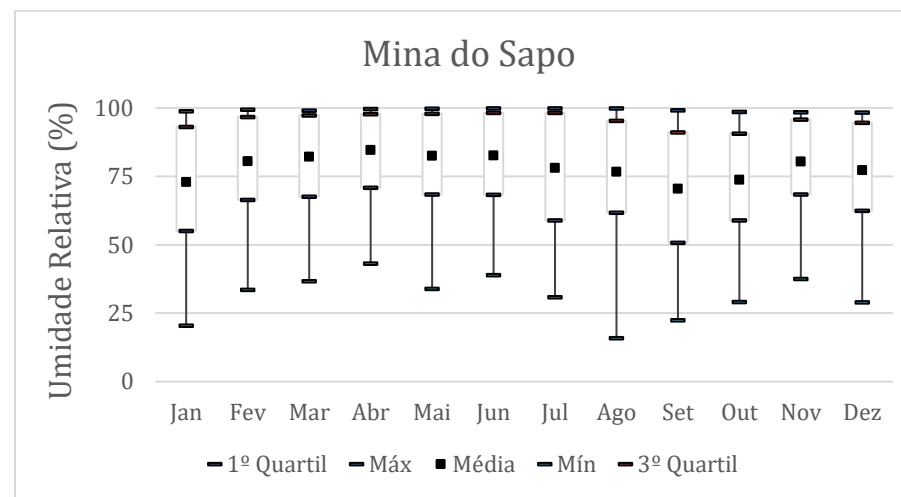
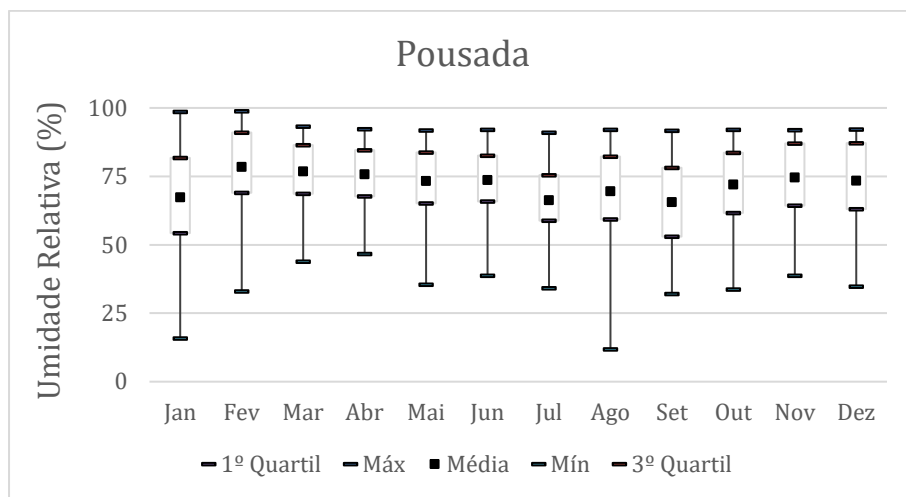
APÊNDICE E

Temperatura

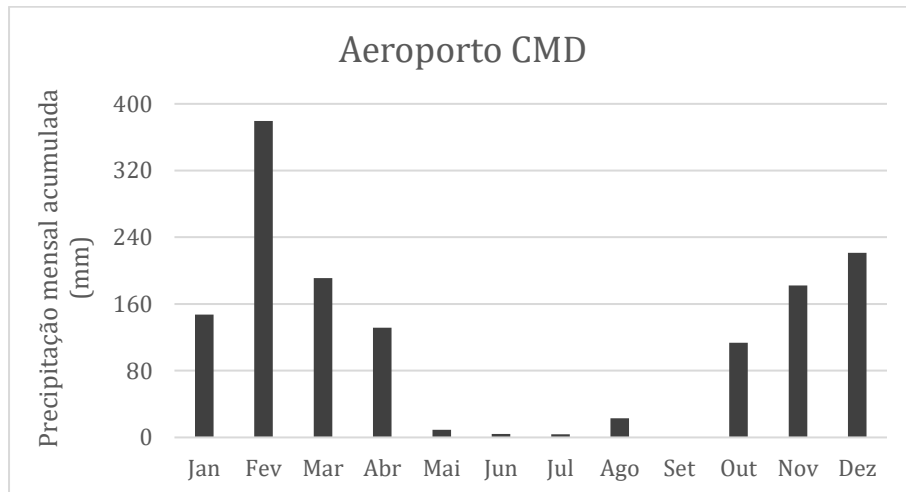
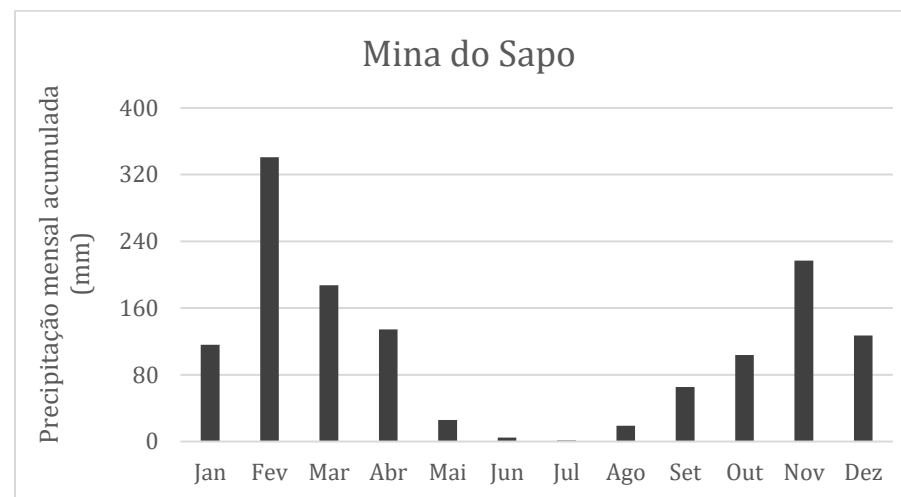
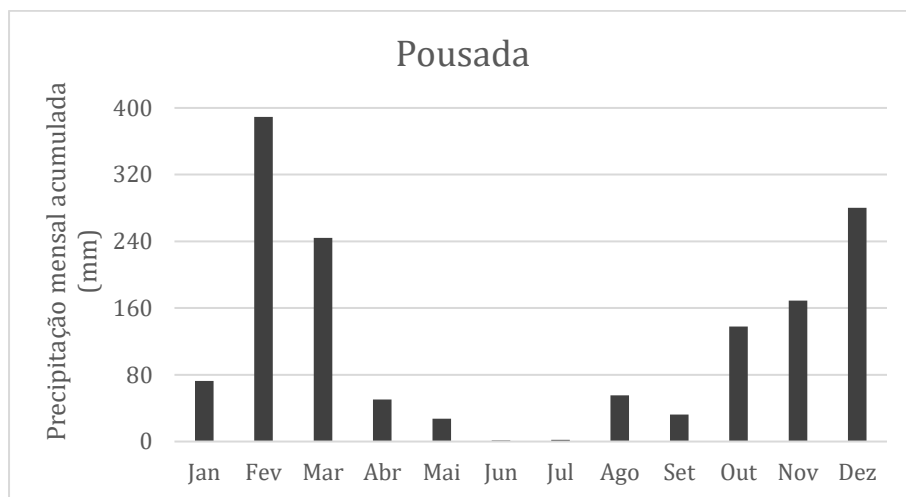




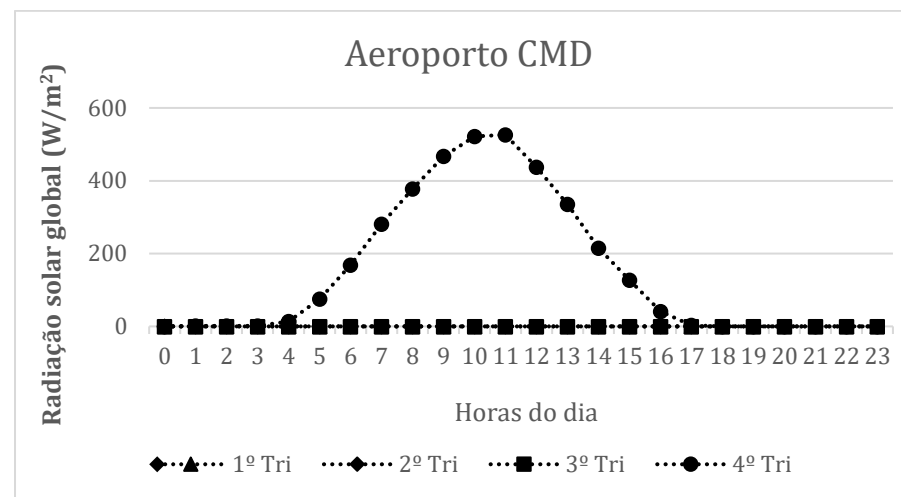
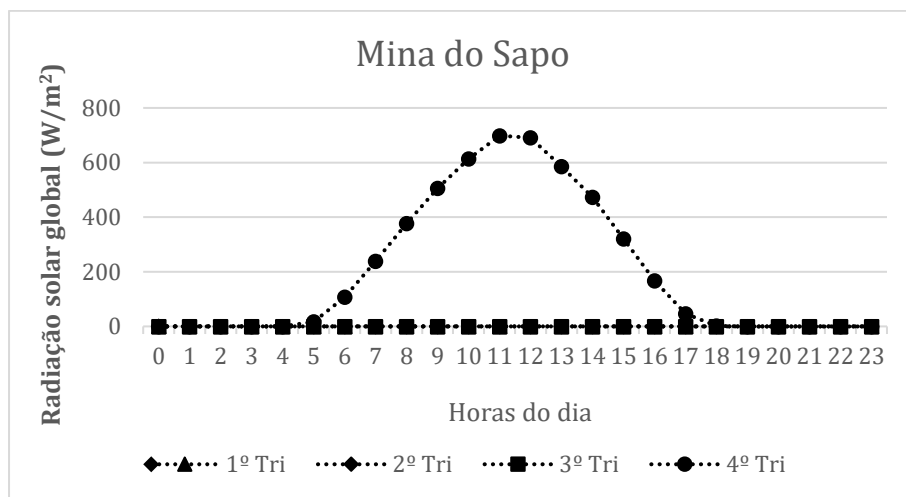
Umidade Relativa



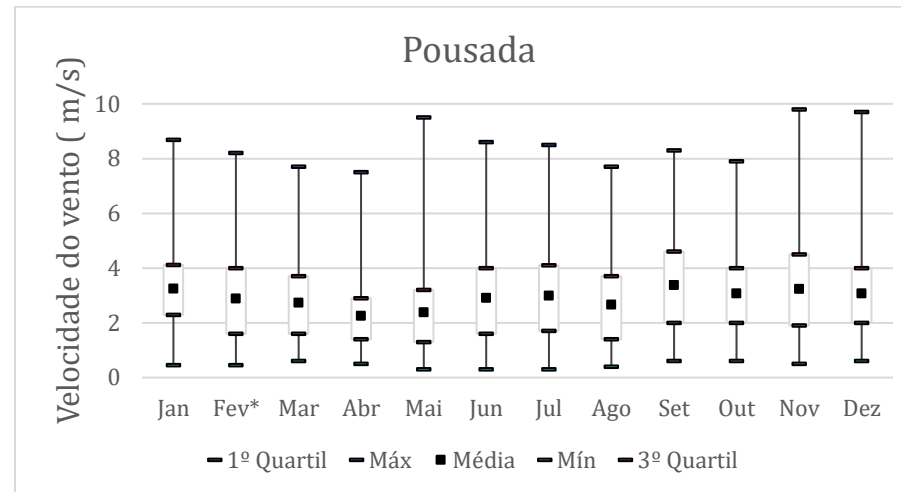
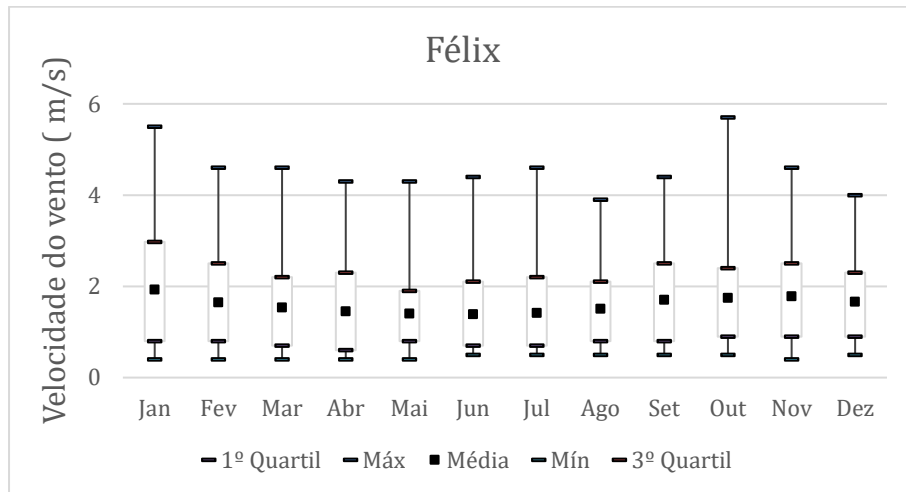
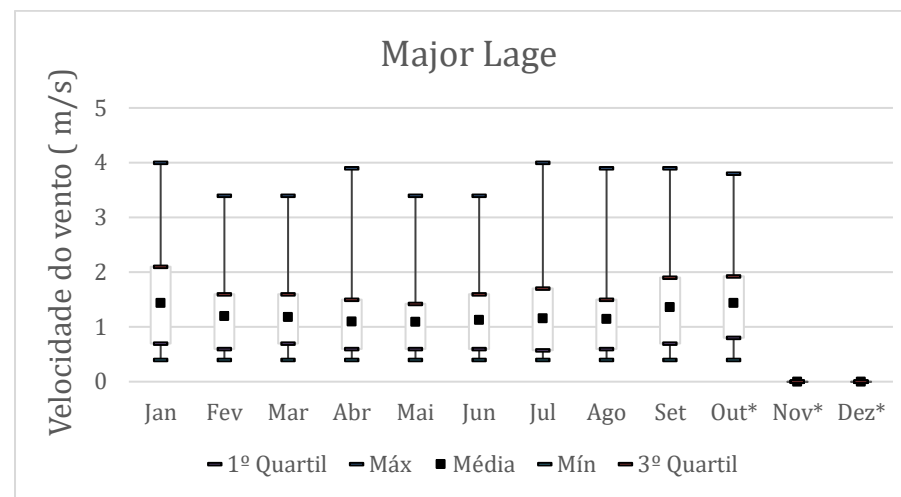
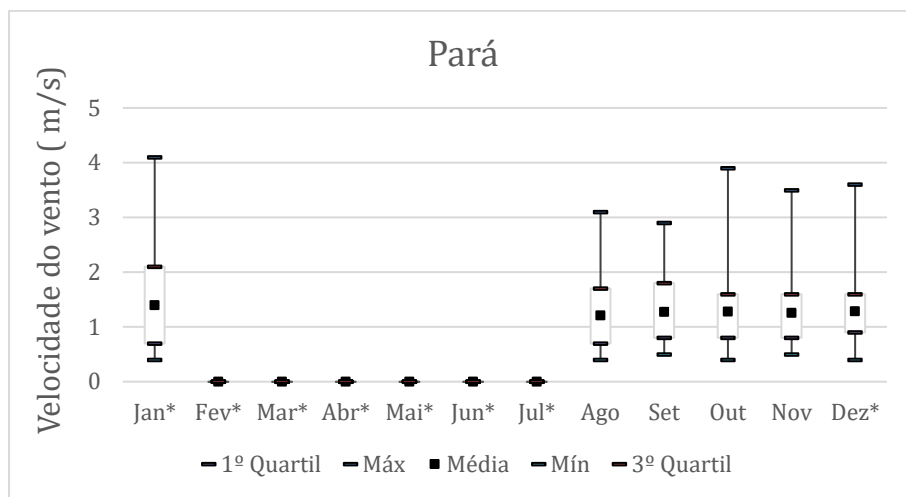
Precipitação Acumulada

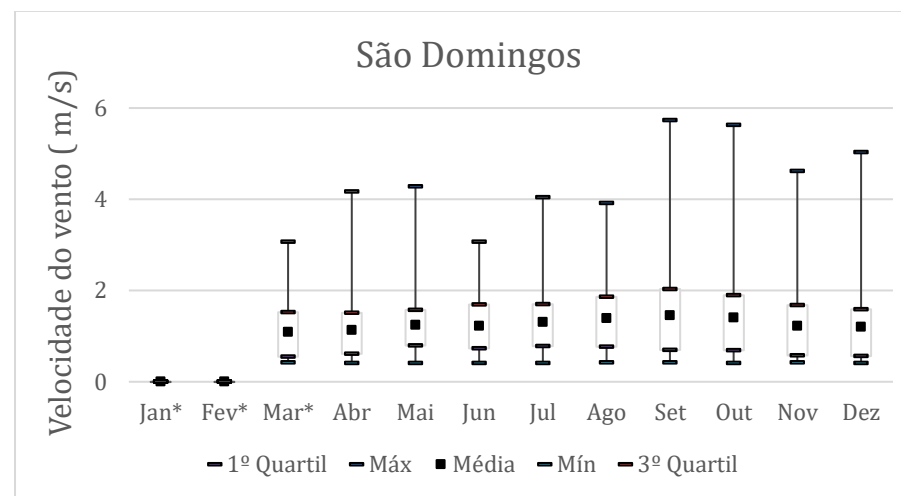
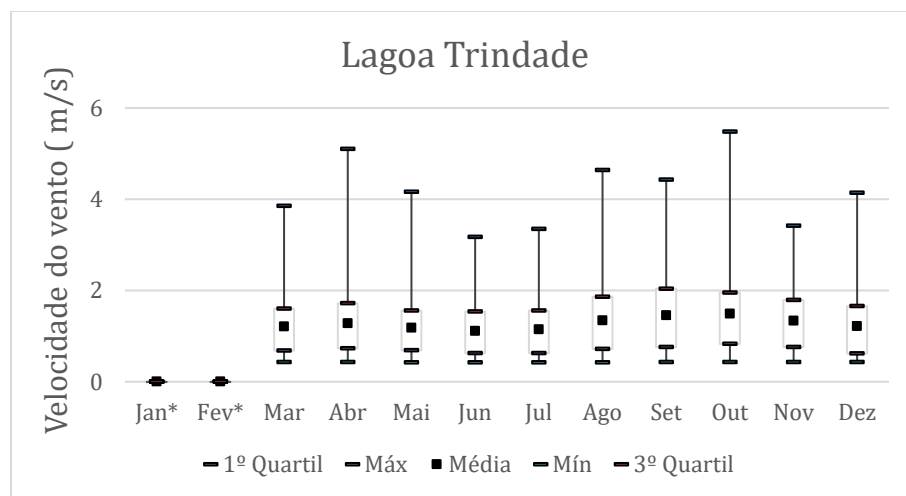
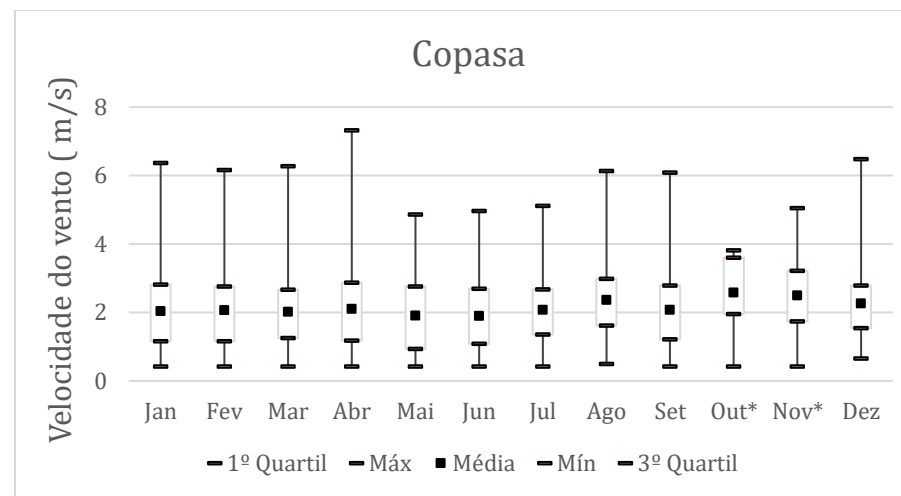
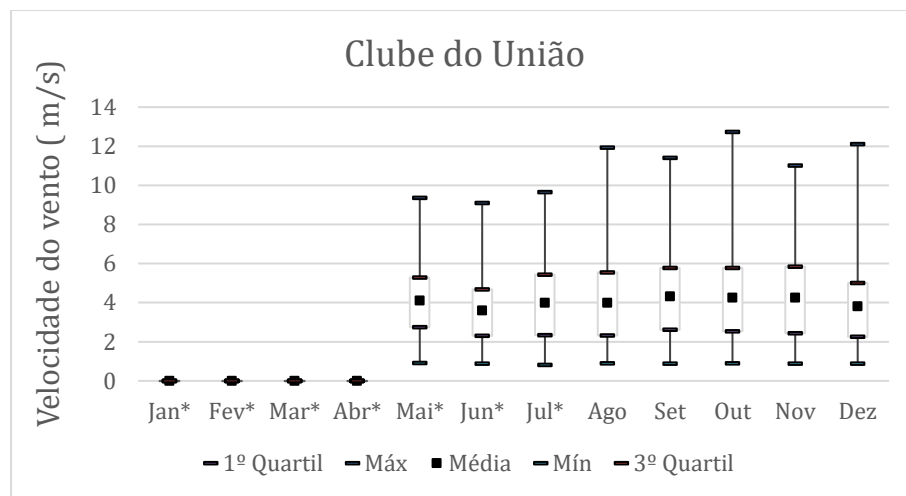


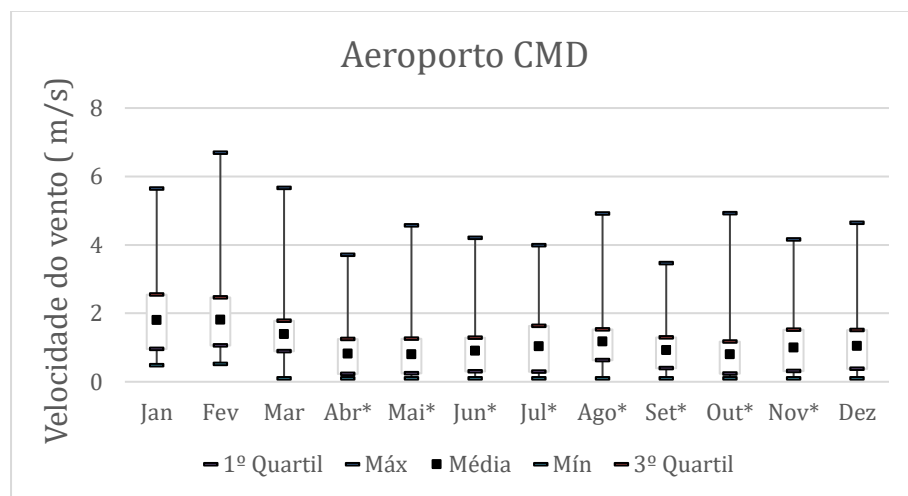
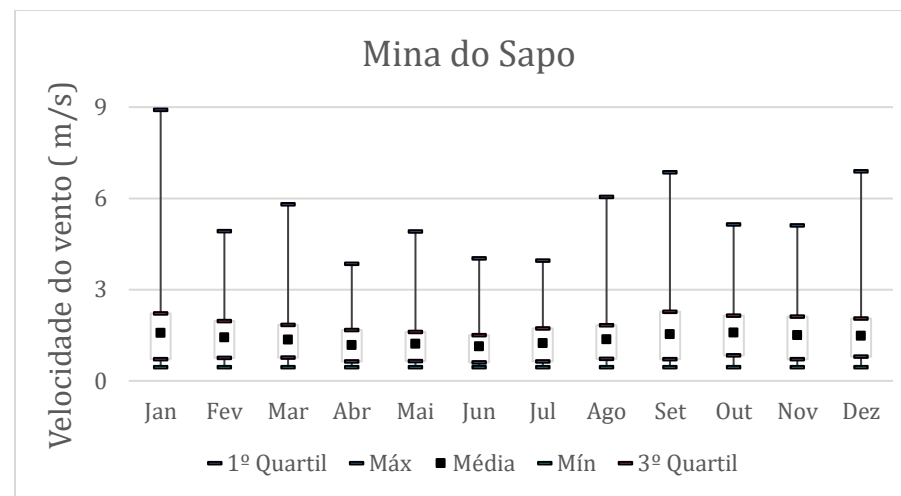
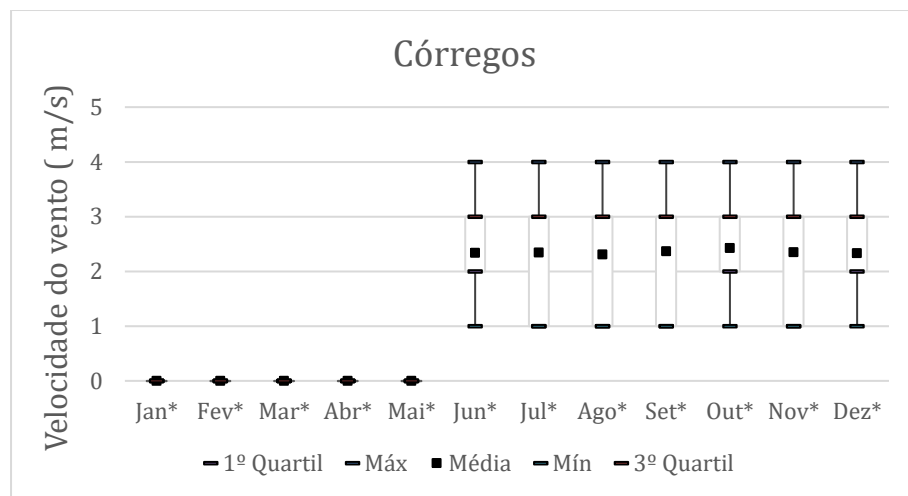
Radiação Solar



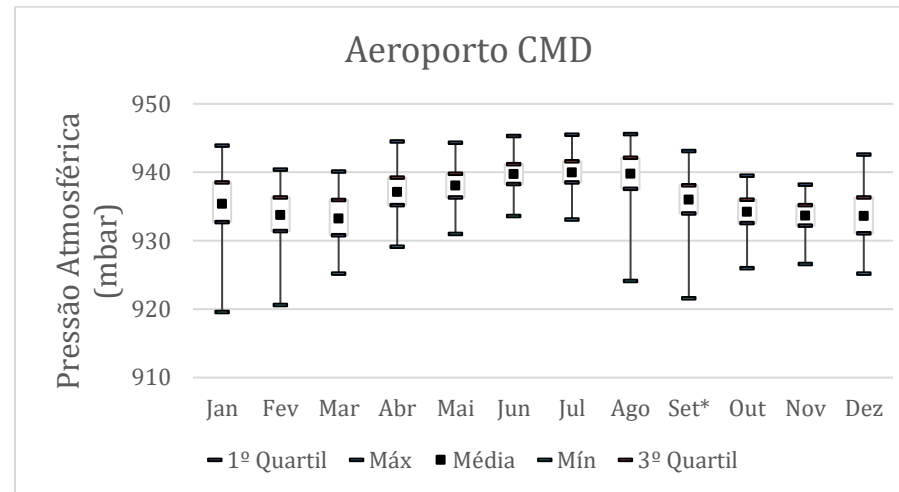
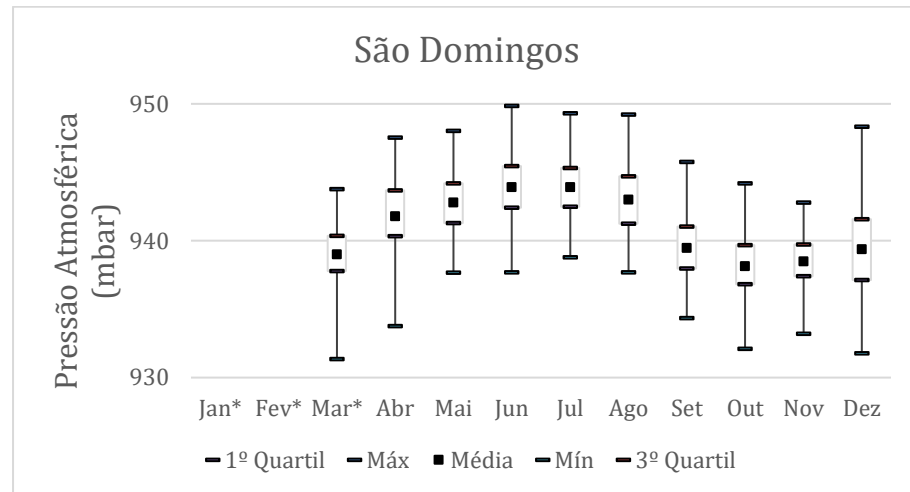
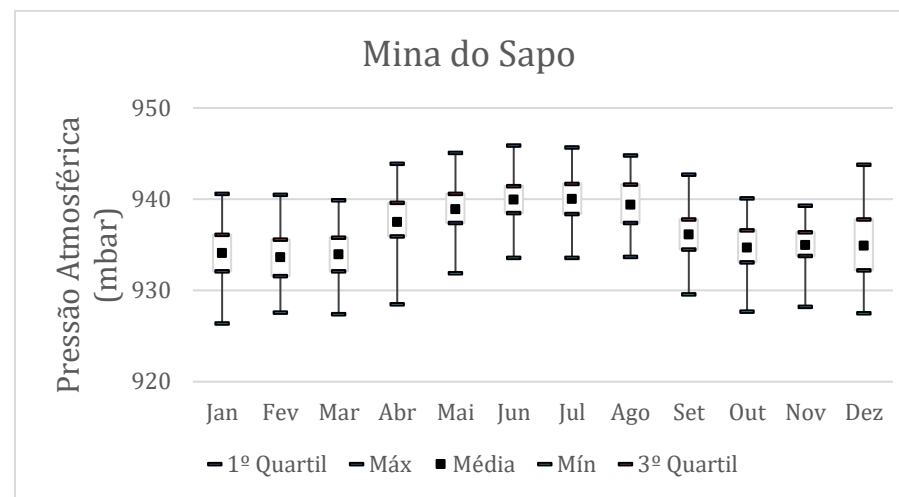
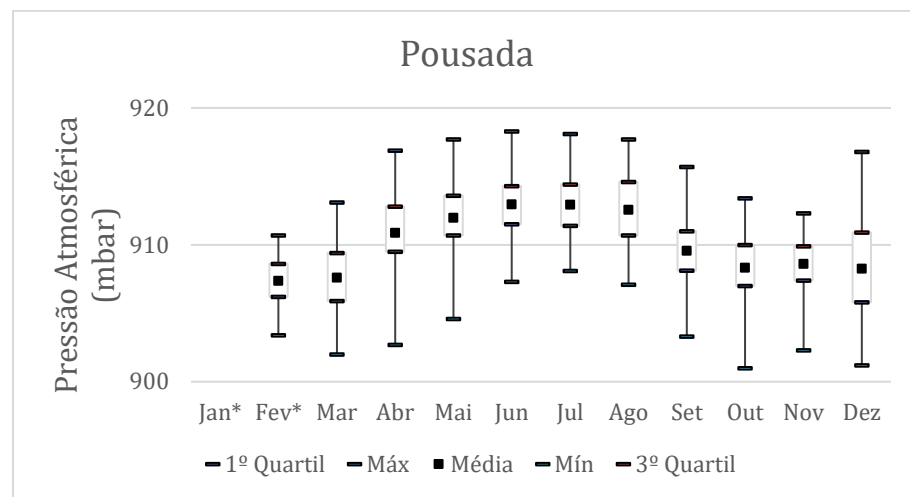
Velocidade do Vento







Pressão Atmosférica





MEIO AMBIENTE E
DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL



**MINAS
GERAIS**

GOVERNO
DIFERENTE.
ESTADO
EFICIENTE.