

BOLETIM

# ItabirAR

Fevereiro | 2024



**UNIFEI**  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ



PREFEITURA DE  
**Itobiro**  
O AMANHÃ FEITO HOJE



O Boletim Mensal Informativo do Monitoramento da Qualidade do Ar em Itabira é fruto de um projeto de extensão entre o Instituto de Ciências Puras e Aplicadas (ICPA) da Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI) *Campus* Itabira e a Secretaria Municipal de Meio Ambiente com o objetivo de tornar a análise da qualidade do ar, associada aos fatores meteorológicos, facilmente compreensível à população. Dessa forma, estes boletins, se propõem a auxiliar na efetividade da gestão da qualidade do ar na cidade, além de promover o acesso à informação em matéria ambiental e a melhoria da qualidade de vida da população em Itabira.

Este boletim contém o detalhamento mensal das condições atmosféricas observadas nos últimos 29 dias do mês de fevereiro de 2024 para o município de Itabira-MG. Todas as análises aqui contidas foram feitas a partir dos dados da Rede de Monitoramento da Qualidade do Ar de Itabira, mantida pela Vale S.A.

## Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Itabira

### RESPONSÁVEIS

Alef Soares Ferreira  
Diego José Rodrigues Pimenta  
Fernanda Paula Bicalho Pio



## Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI)

### RESPONSÁVEIS

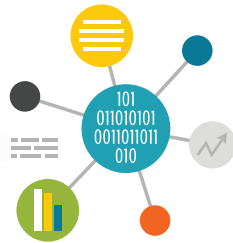
Ana Carolina Vasques Freitas  
Ana Luiza Sale Carneiro  
Arthur Marques Soares  
Caio Miller Henrique Almeida  
Joelma Eliza Martins  
Júlia Marins Rocha  
Lahra Villaméa Cotta Patrício  
Tárik Silveira Cordeiro  
Thais Sthefani Drumond Vieira



## Criação e Diagramação

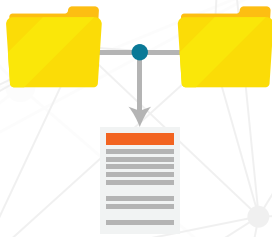
### RESPONSÁVEL

Ruimar Costa Freitas



# SUMÁRIO

<b>1</b> - Introdução	06
<b>2</b> - Índice de Qualidade do Ar	10
<b>3</b> - Focos Mensais de Queimadas	13
<b>4</b> - Condições Meteorológicas	14
<b>5</b> - Análise dos Poluentes Monitorados - $MP_{2,5}$	18
<b>6</b> - Análise dos Poluentes Monitorados - $MP_{10}$	24
<b>7</b> - Análise dos Poluentes Monitorados - PTS	26
<b>8</b> - Informações Adicionais Como a poluição do ar prejudica a polinização?	28
Referências	30



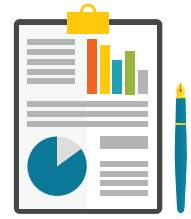
# LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Estações automáticas de monitoramento do ar (EAMA) em Itabira	07
<b>Figura 2</b>	Localização das estações de monitoramento da qualidade do ar de Itabira	08
<b>Figura 3</b>	Classificação do Índice de Qualidade do Ar (IQAR)	10
<b>Figura 4</b>	Focos de queimadas no município e localização das estações de monitoramento	13
<b>Figura 5</b>	Anomalia e precipitação para o mês de fevereiro	15
<b>Figura 6</b>	Umidade relativa (%) em Itabira para o mes de fevereiro	16
<b>Figura 7</b>	Rosa dos ventos em Itabira para o mês de fevereiro	17
<b>Figura 8</b>	Concentração ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) do $\text{MP}_{2,5}$ para as 4 estações de monitoramento em Itabira, de 1 a 29 de fevereiro de 2024	19
<b>Figura 9</b>	Rosa de poluentes para o $\text{MP}_{2,5}$ na EAMA11 em fevereiro de 2024	20
<b>Figura 10</b>	Rosa de poluentes para o $\text{MP}_{2,5}$ na EAMA21 em fevereiro de 2024	21
<b>Figura 11</b>	Rosa de poluentes para o $\text{MP}_{2,5}$ na EAMA31 em fevereiro de 2024	22
<b>Figura 12</b>	Rosa de poluentes para o $\text{MP}_{2,5}$ na EAMA41 em fevereiro de 2024	23
<b>Figura 13</b>	Concentração ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) do $\text{MP}_{10}$ para as 4 estações de monitoramento em Itabira, de 1 a 29 de fevereiro de 2024	25
<b>Figura 14</b>	Concentração ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) do PTS para as 4 estações de monitoramento em Itabira, de 1 a 29 de fevereiro de 2024	27



# LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b>	Resumo da classificação da qualidade do ar no mês de fevereiro de 2024	11
<b>Quadro 2</b>	Classificação da qualidade do ar e possíveis efeitos a saúde	12
<b>Quadro 3</b>	Resumo das medições de parâmetro $MP_{2,5}$ para o mês de fevereiro de 2024	18
<b>Quadro 4</b>	Resumo das medições de parâmetro $MP_{10}$ para o mês de fevereiro de 2024	24
<b>Quadro 5</b>	Resumo das medições de parâmetro PTS para o mês de fevereiro de 2024	26



# 1 INTRODUÇÃO

A Resolução nº 491 de 2018 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) define poluente atmosférico como “qualquer forma de matéria em quantidade, concentração, tempo ou outras características, que tornem ou possam tornar o ar impróprio ou nocivo à saúde, inconveniente ao bem-estar público, danoso aos materiais, à fauna e flora ou prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade ou às atividades normais da comunidade”.

Os poluentes podem ser classificados como primários ou secundários. Os primários são aqueles emitidos diretamente pelas fontes, enquanto os secundários são formados na atmosfera por meio de reações químicas entre os poluentes emitidos e/ou os constituintes naturalmente presentes na atmosfera. Já as fontes de poluição podem ser classificadas como fixas, móveis ou fugitivas. As fontes fixas, como as indústrias, liberam os poluentes a partir de um local específico, enquanto que as fontes móveis, como os veículos, estão em movimento. Finalmente, as fontes fugitivas são emissões não intencionais provenientes de vazamentos de tubulações e outras liberações involuntárias difíceis de controlar.

Cada local tem suas fontes particulares de poluição e, portanto, os poluentes a serem monitorados devem ser determinados em cada cidade a partir da realização de um inventário de emissões atmosféricas, que nada mais é do que um levantamento para identificar, caracterizar e quantificar as contribuições dos poluentes emitidos por cada uma das fontes emissoras.

A qualidade do ar pode mudar devido às condições meteorológicas, que podem promover uma maior ou menor diluição dos poluentes. Por isso, normalmente, no período de inverno, a qualidade do ar piora com relação a maior parte dos poluentes, pois as condições meteorológicas neste período não são favoráveis para a dispersão dos poluentes.

Itabira possui uma Rede Automática de Monitoramento da Qualidade do Ar, implementada e mantida pela Vale S.A. Esta rede é composta de 5 estações, sendo uma Estação Meteorológica (EM11). Cada uma das restantes é denominada de Estação Automática de Monitoramento do Ar (EAMA).

A localização das estações e indicada nos itens a seguir e na Figura 2.

- EAMA11: bairro Vila Paciência, popularmente conhecido como Chacrinha;
- EAMA21: praça do bairro Areão;
- EAMA31: bairro João XXIII;
- EAMA41: bairro São Marcos, dentro da escola estadual PREMEN; e
- Em11: Pousada dos Pinheiros no bairro Campestre.

Figura 1. Estações automáticas de monitoramento do ar (EAMA) em Itabira



Fonte: Autores deste trabalho

A localização das estações é apresentada na Figura 2. O monitoramento é contínuo, com geração de médias horárias durante 24h por dia, por meio dos amostradores em tempo real da *Rupprecht & Patashnick Série 1400a*. Estes amostradores são aprovados pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (*U.S. Environmental Protection Agency - USEPA*) para o monitoramento de material particulado.

Figura 2. Localização das estações de monitoramento da qualidade do ar em Itabira



Fonte: Autores deste trabalho



Em Itabira são monitorados os seguintes poluentes:

- **PTS** Partículas totais em suspensão que representam a soma de todo o material particulado com diâmetro inferior a 50  $\mu\text{m}$ ;
- **MP<sub>10</sub>** Partículas inaláveis grossas com diâmetro aerodinâmico médio inferior a 10  $\mu\text{m}$ ;
- **MP<sub>2,5</sub>** Partículas respiráveis finas com diâmetro aerodinâmico médio inferior a 2,5  $\mu\text{m}$ .

O material particulado é constituído de partículas de material sólido ou líquido suspensas no ar na forma de poeira, neblina, aerossol, fumaça, fuligem, entre outros (BRASIL, 2018). Ao ser inalado, esse material pode se acumular nas vias respiratórias e intensificar os problemas respiratórios, podendo este efeito ser ainda agravado dependendo da composição química do material inalado (FREITAS e SOLCI, 2009). No caso do material particulado com diâmetro aerodinâmico médio inferior a 2,5  $\mu\text{m}$  (MP<sub>2,5</sub>), devido à pequena dimensão destas partículas, elas podem penetrar profundamente no sistema respiratório e atingir os alvéolos pulmonares, sendo esta uma região do organismo onde os mecanismos de expulsão dos poluentes não são eficientes (FREITAS e SOLCI, 2009).

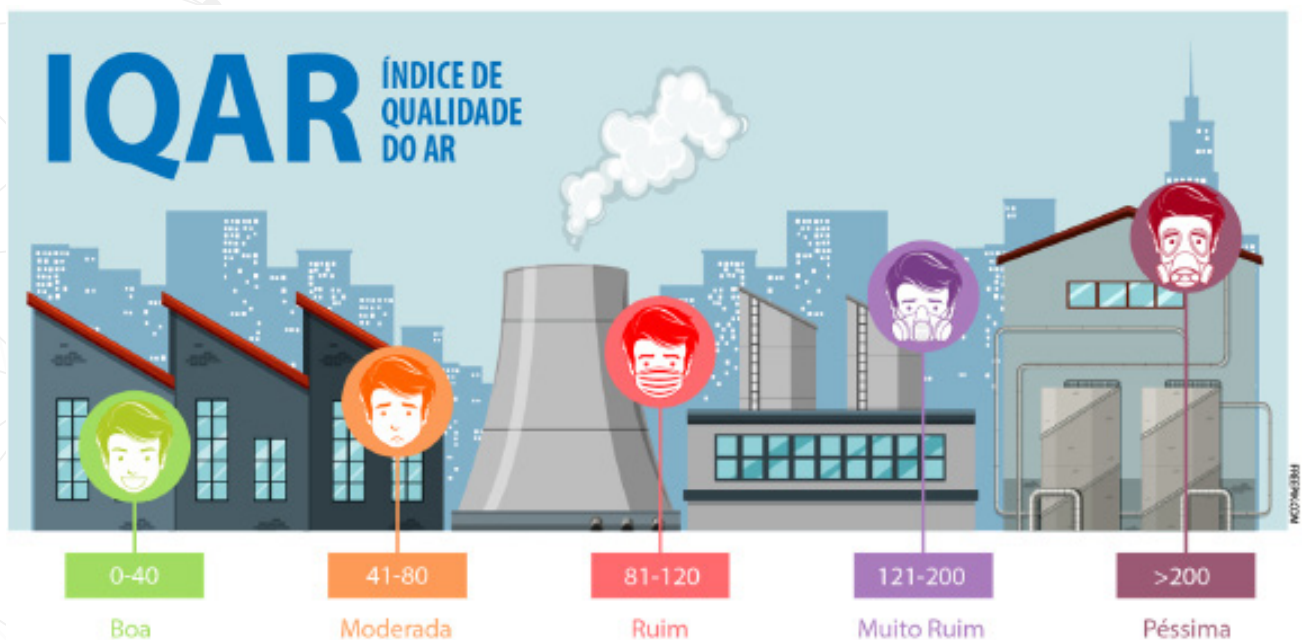
O tempo de permanência do material particulado no ar depende do diâmetro da partícula; quanto menor o diâmetro, maior o tempo de permanência. Assim, as partículas grossas visíveis a olho nu (com diâmetro médio acima de 100  $\mu\text{m}$ ) tendem a sedimentar rapidamente próximo a fonte emissora e, por isso, são denominadas de partículas sedimentáveis (PS). Estas partículas, de modo geral, não causam problemas para o sistema respiratório, pois não são inaláveis, mas causam incômodos constantes à população por conta da sujeira. Assim, deve-se ressaltar, que a rede de monitoramento de Itabira atualmente mede as partículas que estão em suspensão no ar (PTS, MP<sub>10</sub> e MP<sub>2,5</sub>), seguindo a Resolução CONAMA nº491 de 2018 e a Deliberação Normativa CODEMA nº 2 de 2022. Estas partículas são invisíveis a olho nu, mas causam a dispersão da luz, podendo este efeito ser visto na atmosfera em termos de redução da visibilidade. Quanto maior o diâmetro da partícula, maior será a dispersão da luz.

# ÍNDICE DE QUALIDADE DO AR



O Índice de Qualidade do Ar (IQAr) consiste em uma equação matemática, definida pela Resolução nº 491, de 19 de novembro de 2018, e representa um “valor utilizado para fins de comunicação e informação à população que relaciona as concentrações dos poluentes monitorados aos possíveis efeitos adversos à saúde” (BRASIL, 2018). Este índice simplifica a interpretação dos dados de concentração dos poluentes atmosféricos monitorados e avalia a qualidade do ar em diferentes categorias, que são associadas aos seus efeitos sobre a saúde. A partir do cálculo do IQAr para cada poluente é atribuída uma classificação que compreende as seguintes categorias: Boa, Moderada, Ruim, Muito Ruim e Péssima; sendo cada uma delas relacionada a uma cor e uma faixa de valores, conforme a Figura 3. Embora o índice seja calculado para cada poluente, a classificação final é determinada pelo índice mais elevado, que representa a pior situação.

Figura 3. Classificação do Índice de Qualidade do Ar (IQAR)



Foram adotados neste boletim critérios de representatividade temporal utilizando a metodologia da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB). Isto é necessário, pois quando estes critérios não são atendidos significa que ocorreram falhas na medição, comprometendo, assim, a interpretação do resultado obtido a partir do cálculo do índice. No caso das médias das últimas 24 horas de medições é necessário que se tenha 2/3 das médias horárias válidas.

A seguir, apresenta-se um Quadro Resumo (Quadro 1) dos resultados para o IQAR final obtidos por meio do cálculo do índice a partir dos dois poluentes monitorados ( $MP_{10}$  e  $MP_{2,5}$ ) no mês de fevereiro de 2024. Este resumo apresenta, em termos percentuais, o número de períodos de 24 horas em que a qualidade do ar apresentou classificação “boa”, “moderada”, “ruim”, “muito ruim” ou “péssima”. No caso de falhas na medição, esta porcentagem é classificada no Quadro Resumo como “Sem representatividade mensal”, quando mais de uma estação não atender o critério de representatividade temporal em um ou mais parâmetros.

**Quadro 1.** Resumo da classificação da qualidade do ar no mês de fevereiro de 2024

Quadro Resumo IQAR		
Índice	Qualidade	Resumo do Período (%)
0-40	N1 Boa	94,43
41-80	N2 Moderada	0
81-120	N3 Ruim	0
121-200	N4 Muito Ruim	0
>200	N5 Péssima	0
sem representatividade mensal		5,57

Observa-se que 94,43% das medições do mês de fevereiro resultaram em uma qualidade do ar considerada como BOA e 5,57% dos valores não tiveram representatividade mensal.

Os possíveis efeitos à saúde, associados a cada categoria do índice, são descritos a seguir.

Índice	Qualidade	Possíveis efeitos a saúde
0-40	N1 Boa	
41-80	N2 Moderada	Pessoas de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas) podem apresentar sintomas como tosse seca e cansaço. A população, em geral, não é afetada.
81-120	N3 Ruim	Toda a população pode apresentar sintomas como tosse seca, cansaço, ardor nos olhos, nariz e garganta. Pessoas de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas) podem apresentar efeitos mais sérios na saúde.
121-200	N4 Muito Ruim	Toda a população pode apresentar agravamento dos sintomas como tosse seca, cansaço, ardor nos olhos, nariz e garganta e ainda falta de ar e respiração ofegante. Efeitos ainda mais graves à saúde de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas).
>200	N5 Péssima	Toda a população pode apresentar sérios riscos de manifestações de doenças respiratórias e cardiovasculares. Aumento de mortes prematuras em pessoas de grupos sensíveis.

## 3

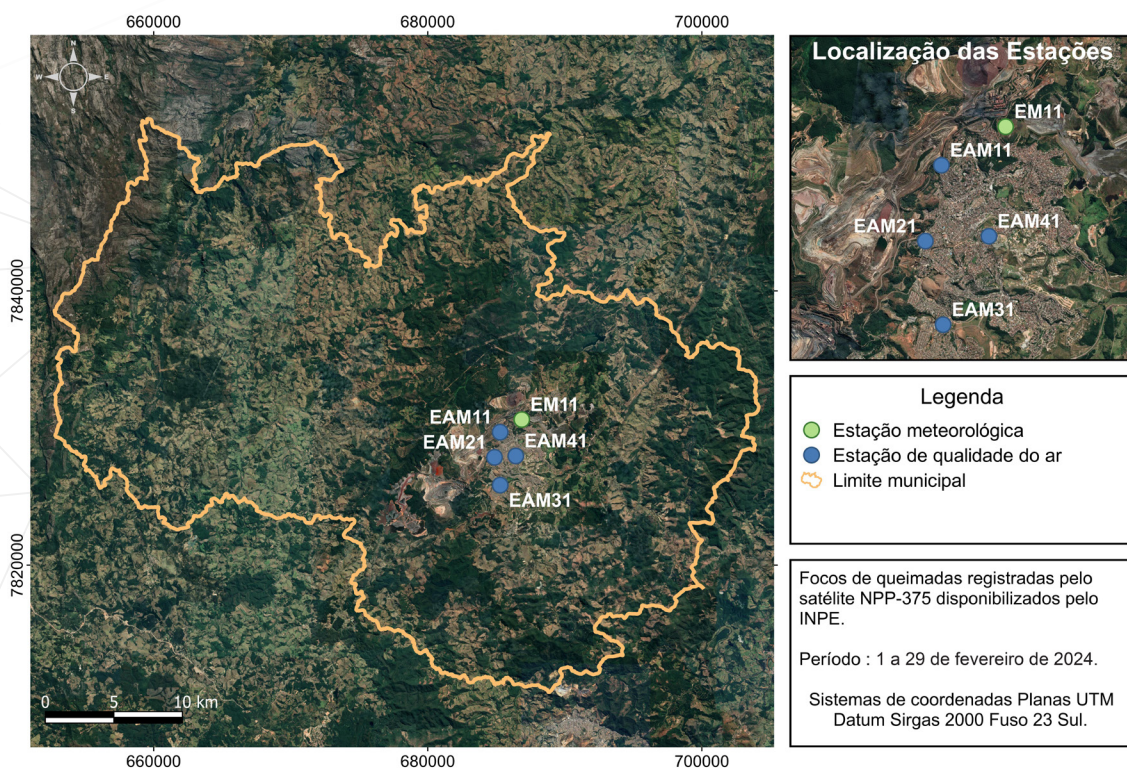
# FOCOS MENSAIS DE QUEIMADAS



De acordo com os dados do monitoramento de focos de queimadas do Programa Queimadas do INPE ([www.inpe.br/queimadas](http://www.inpe.br/queimadas)) no mês de fevereiro de 2024 não houve a detecção de focos de queimada dentro da área do município (Figura 4).

O Programa Queimadas do INPE utiliza cerca de 200 imagens por dia, recebidas de dez satélites diferentes. Contudo, para a finalidade deste boletim, foram utilizadas as imagens do satélite NPP-375.

Figura 4. Focos de queimadas no município e localização das estações de monitoramento.



Fonte: Autores deste trabalho

Cabe ressaltar que os satélites detectam focos maiores, sendo assim, o mapa apresentado na Figura 4 não contempla os focos menores, principalmente aqueles que ocorrem em área urbana.



# 4 CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS

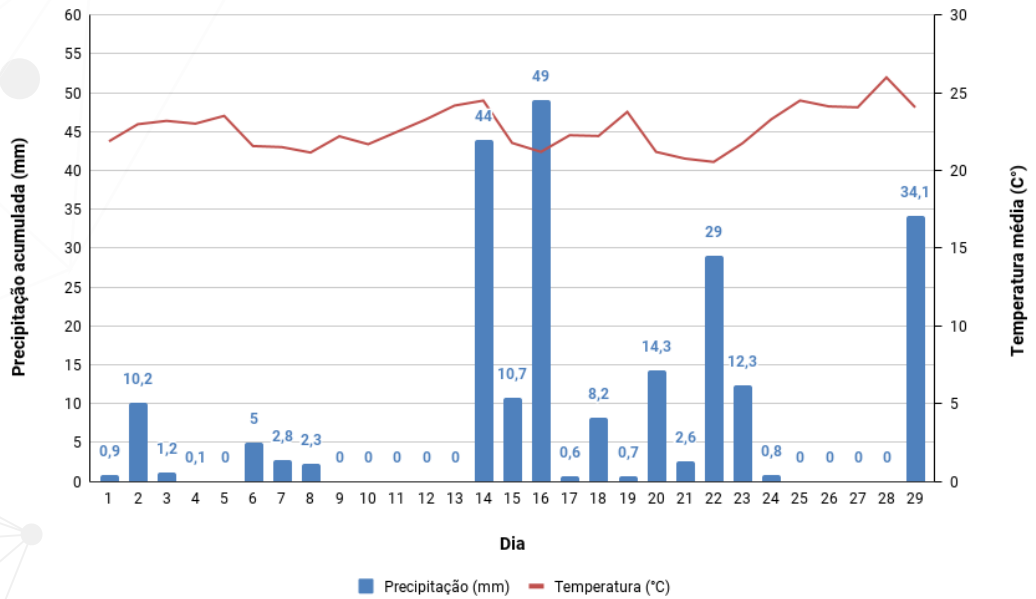
É importante estar ciente das condições meteorológicas, pois elas podem alterar a qualidade do ar, mesmo quando a emissão de poluentes é constante (GOMES, 2012). De acordo com a classificação climática de Köppen, Itabira se classifica como Cwa (KÖPPEN, 2022). Essa classificação se caracteriza por: climas úmidos de latitudes médias com invernos amenos e secos, e verões longos, muito quentes e úmidos.

Anomalias na precipitação, por exemplo, podem afetar os dados da qualidade do ar, e assim, a emissão de particulados precisa ser analisada considerando a ocorrência ou não de chuva, uma vez que esta promove a remoção de poluentes na atmosfera.

Já as altas temperaturas, predominantes no verão, facilitam a instabilidade da atmosfera e os movimentos verticais ascendentes (por fatores convectivos), elevando os poluentes emitidos e dispersando-os (VICENTINI, 2011). Por outro lado, durante o inverno, a temperatura mais baixa favorece a estabilidade da atmosfera e os poluentes tendem a se manterem próximos à superfície, piorando a qualidade do ar. A radiação solar, mais intensa durante o verão, também influencia a qualidade do ar, pois favorece a formação de poluentes secundários (VICENTINI, 2011).

A Figura 5 apresenta a precipitação diária e a temperatura em Itabira para o mês de fevereiro por meio dos dados da estação meteorológica da rede de monitoramento da qualidade do ar (EM11). O total acumulado de chuva neste período foi de 228,8 mm. A temperatura média para o mês foi de 22,7 °C e a velocidade média do vento foi igual a 2,6 m/s.

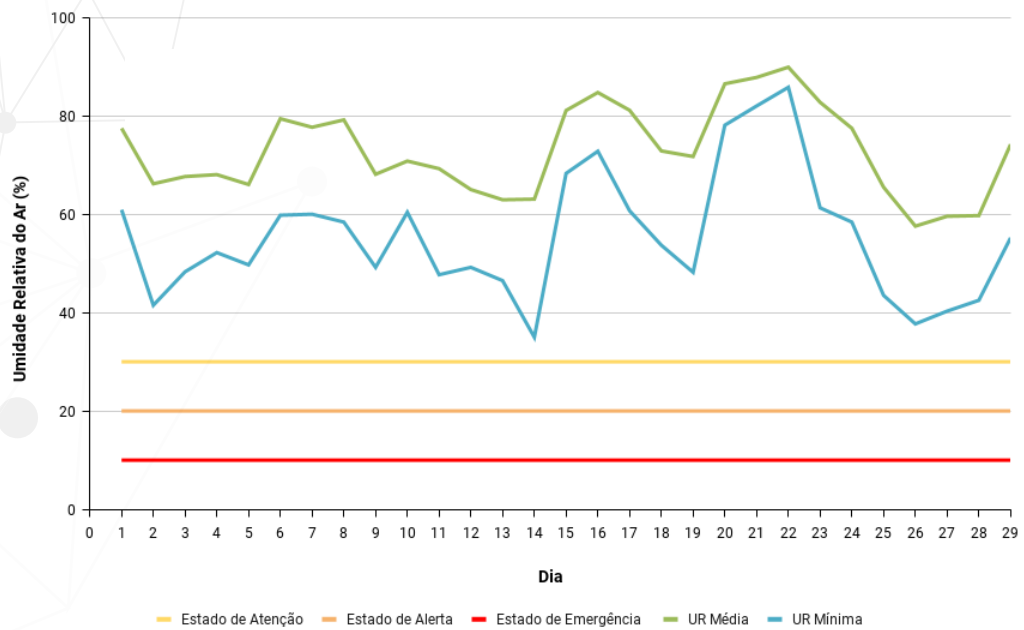
Figura 5. Precipitação diária (mm) e temperatura (°C) em Itabira para o mês de fevereiro.



Fonte: Autores deste trabalho

A umidade relativa do ar média foi de 72,9% e a variação diária está representada na Figura 6, onde se pode verificar que o menor valor da umidade relativa (UR) mínima diária em todo o período ocorreu no dia 14/02 (35,0%), valor superior ao Estado de Atenção (30%), de acordo com as faixas críticas consideradas pela Organização Mundial da Saúde (OMS). Salienta-se que, quanto menor o valor de umidade relativa, pior a qualidade do ar.

Figura 6. Umidade relativa (%) em Itabira para o mês de fevereiro.



Fonte: Autores deste trabalho

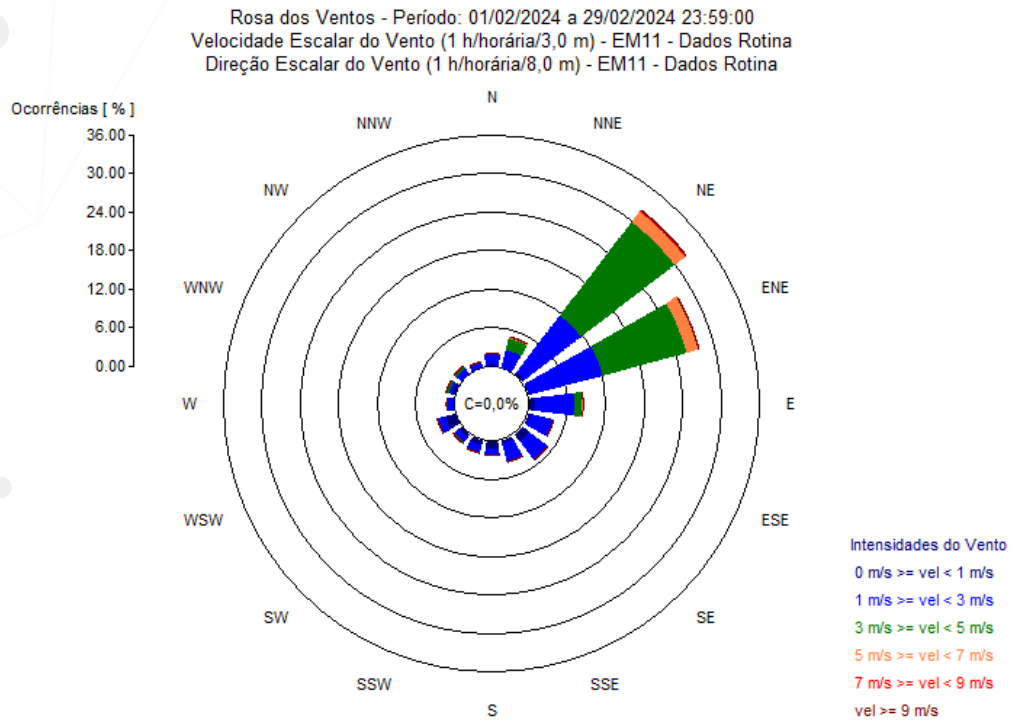
A partir dos dados horários de direção e velocidade escalar do vento, obtidos por meio da EM11, é possível obter o mapa da rosa dos ventos que apresenta a direção predominante do vento em Itabira para o mês de fevereiro (Figura 7).

No mapa de rosa dos ventos os pontos cardeais são: Norte (N), Sul (S), Leste (E), Oeste (W). Os pontos colaterais ficam entre os pontos cardeais e são: Nordeste (NE), entre o Norte e o Leste; Sudeste (SE), entre o Sul e o Leste; Sudoeste (SW), entre o Sul e o Oeste; Noroeste (NW), entre o Norte e o Oeste. Finalmente, os pontos subcolaterais estão entre os pontos cardeais e os pontos colaterais e são: NNE: nor-nordeste - entre o norte (N) e o nordeste (NE); ENE: lés-nordeste - entre o leste (E) e o nordeste (NE); ESE: lés-sudeste - entre o leste (E) e o sudeste (SE); SSE: sul-sudeste - entre o sul (S) e o sudeste (SE); SSW: sul-sudoeste - entre o sul (S) e o sudoeste (SW); WSW: oés-sudoeste - entre o oeste (W) e o sudoeste (SW); WNW: oés-noroeste - entre o oeste (W) e o noroeste (NW); NNW: nor-noroeste - entre o norte (N) e o noroeste (NW).

Conforme pode-se notar na Figura 7, as direções predominantes dos ventos neste período foram nordeste (NE) e lés-nordeste (ENE). Para o mês de fevereiro, a estação meteorológica EM11 registrou velocidades horárias do vento variando entre 0,3 m/s tendo 2 ocorrências (a primeira em 04/02 e a última em 25/02) e 7,6m/s no dia 11/02.



Figura 7. Rosa dos ventos em Itabira para o mês de fevereiro de 2024.



Fonte: Autores deste trabalho



# 5 ANÁLISE DOS POLUENTES MONITORADOS - MP<sub>2,5</sub>

O parâmetro MP<sub>2,5</sub> apresentou valor máximo de 12,5 µg/m<sup>3</sup> no dia 26/02 na EAMA21 e valor mínimo de 3,7 µg/m<sup>3</sup> na EAMA11 no dia 22/02. No Quadro 3 apresenta-se um resumo dos valores das medições para o parâmetro MP<sub>2,5</sub> no período analisado. As maiores concentrações do poluente foram registradas nos dias 26 e 28/02, enquanto as menores ocorreram nos dias 04, 21 e 22/02.

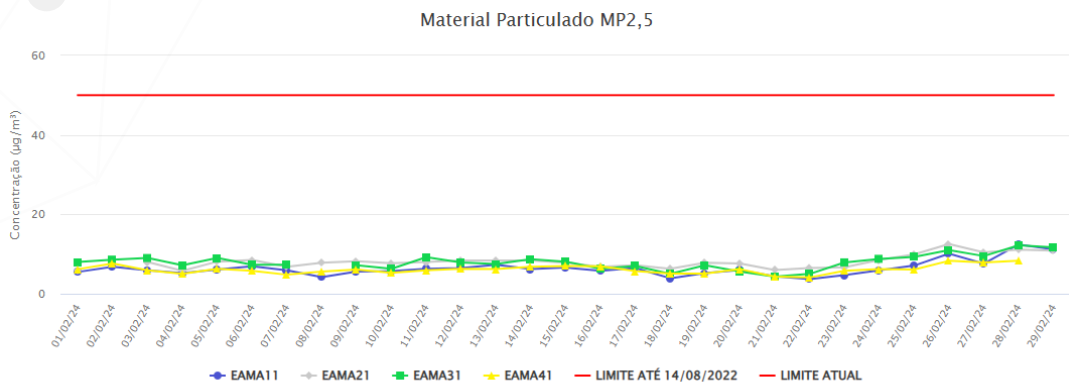
**Quadro 3.** Resumo das medições do parâmetro MP<sub>2,5</sub> para o mês de fevereiro de 2024.

Estação	Valor Limite (µg/m <sup>3</sup> )	Mínimo		Máximo		Média Aritmética (µg/m <sup>3</sup> )
		Valor (µg/m <sup>3</sup> )	Data	Valor (µg/m <sup>3</sup> )	Data	
EAMA11 Chacrinha	50	3,7	22/02	12,4	28/02	6,4
EAMA21 Areão		5,8	04/02	12,5	26/02	8,1
EAMA31 João XXIII		4,3	21/02	12,2	28/02	7,9
EAMA 41 PREMEN		4,1	22/02	8,3	26/02	6,1

Fonte: Autores deste trabalho

A média da concentração diária de MP<sub>2,5</sub> durante o mês de fevereiro é apresentada na Figura 8. Considerando os valores do padrão de qualidade do ar estabelecidos para o município de Itabira (DN CODEMA nº 2/2022) não houve extrapolação para o período analisado.

**Figura 8.** Concentração ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) do  $\text{MP}_{2,5}$  para as 4 estações de monitoramento em Itabira no mês de fevereiro de 2024.

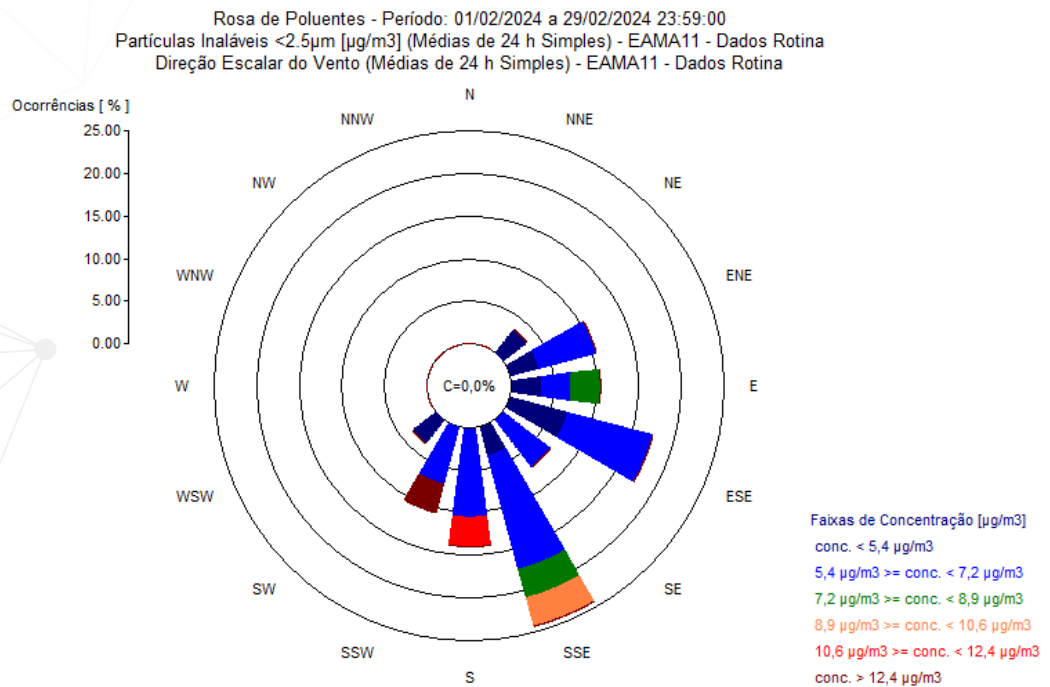


Fonte: Autores deste trabalho

Nas figuras a seguir (Figs. 9 a 12) são apresentadas as rosas de poluentes para o parâmetro  $\text{MP}_{2,5}$  considerando os dados de direção e velocidade escalar do vento registrados em cada estação de monitoramento da qualidade do ar.

Na EAMA11 (Figura 9) as maiores concentrações de  $MP_{2,5}$ , com maiores frequências, estiveram associadas às direções sul (S), sul-sudoeste (SSW) e sul-sudeste (SSE); sendo que a direção sul-sudeste (SSE) foi a que obteve a maior frequência no mês, atingindo o valor de 24%.

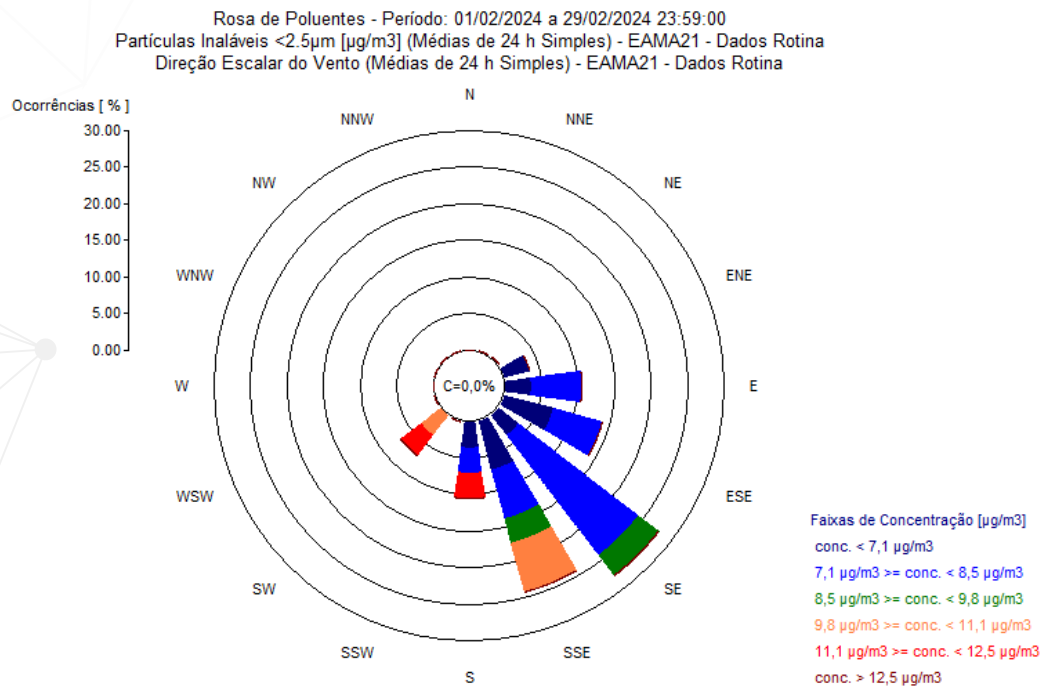
Figura 9. Rosa de poluentes para o  $MP_{2,5}$  na EAMA11 em fevereiro.



Fonte: Autores deste trabalho

Na EAMA21 (Figura 10) as maiores concentrações de  $MP_{2,5}$ , com maiores frequências de vento, estiveram associadas às direções sul (S), sudoeste (SW) e sul-sudeste (SSE), sendo que esta última obteve maior frequência no mês, atingindo o valor de 24%, como também verificado na EAMA11.

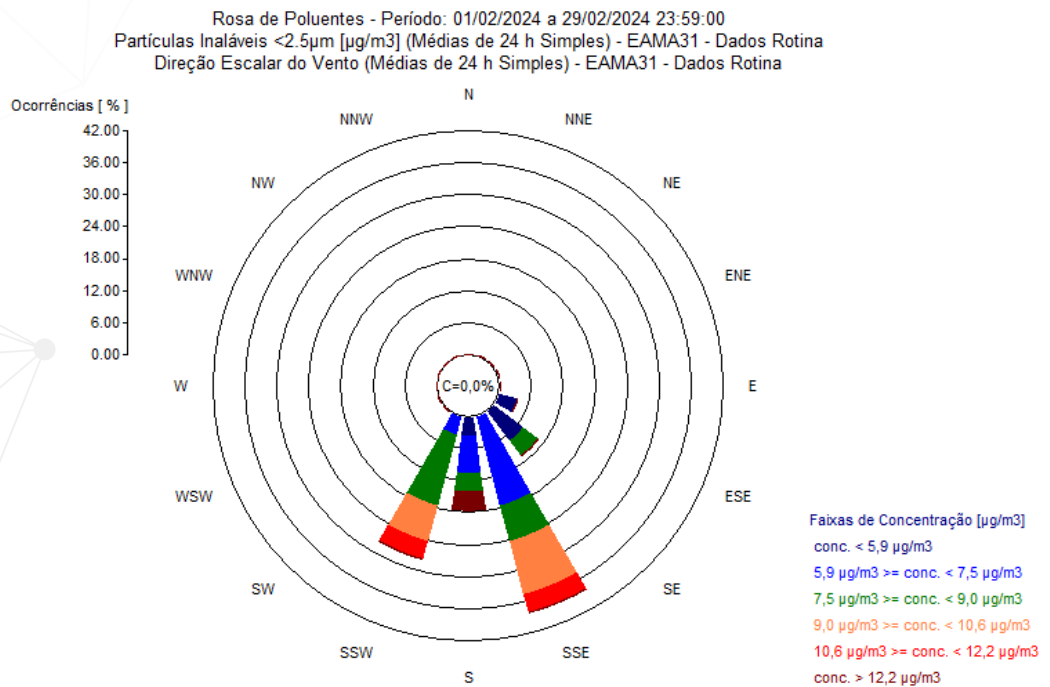
Figura 10. Rosa de poluentes para o  $MP_{2,5}$  na EAMA21 em fevereiro.



Fonte: Autores deste trabalho

Na EAMA31 (Figura 11) as maiores concentrações de MP<sub>2,5</sub> estiveram associadas às direções sul (S), sul-sudoeste (SSW) e sul-sudeste (SSE), sendo que esta última foi a que obteve maior frequência no mês, atingindo o valor de 39%.

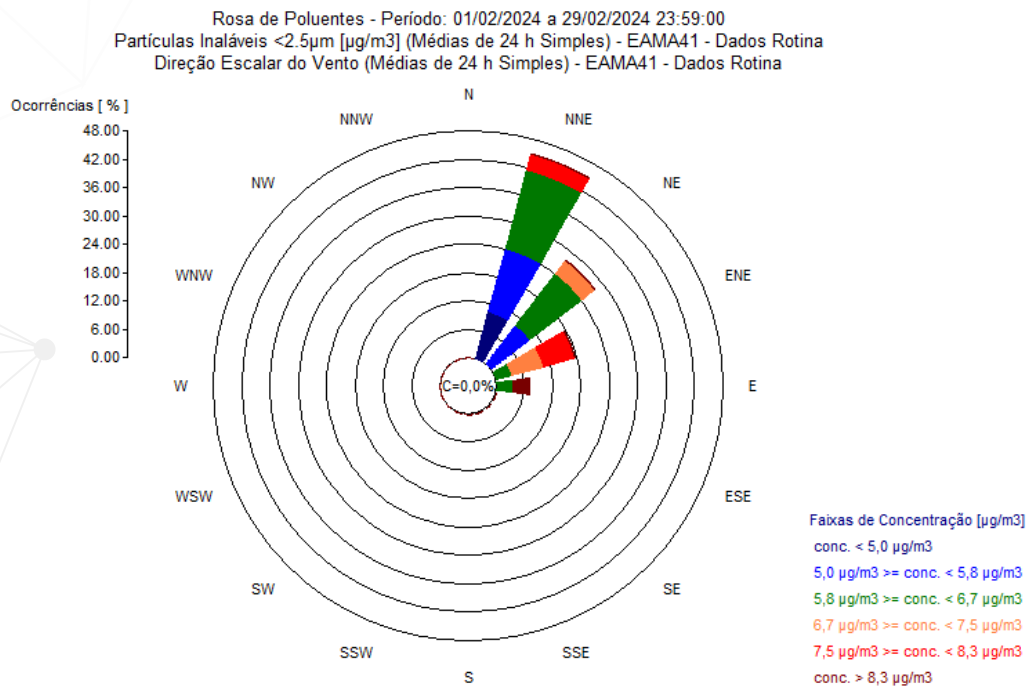
Figura 11. Rosa de poluentes para o MP<sub>2,5</sub> na EAMA31 em fevereiro.



Fonte: Autores deste trabalho

Por fim, na EAMA41 (Figura 12) as maiores concentrações de MP<sub>2,5</sub>, estiveram associadas às direções de leste (E) a nor-nordeste (NNE), sendo esta última a que obteve maior frequência no mês, atingindo o valor de 44%.

Figura 12. Rosa de poluentes para o MP<sub>2,5</sub> na EAMA41 em fevereiro.



Fonte: Autores deste trabalho



# 6 ANÁLISE DOS POLUENTES MONITORADOS - MP<sub>10</sub>

No mês de fevereiro de 2024, o parâmetro MP<sub>10</sub> apresentou maior registro na EAMA31, sendo o valor máximo observado de 32,6 µg/m<sup>3</sup> no dia 28/02. Já a menor concentração para o período foi registrada na EAMA41, sendo igual a 4,8 µg/m<sup>3</sup> no dia 21/02.

No Quadro 4 apresenta-se um resumo dos valores das medições para o parâmetro MP<sub>10</sub> no período analisado. As maiores concentrações do poluente foram registradas nos dias 26, 28 e 29/02, já as menores concentrações ocorreram nos dias 04, 10, 21 e 22/02.

**Quadro 4.** Resumo das medições do parâmetro MP<sub>10</sub> para o mês de fevereiro de 2024.

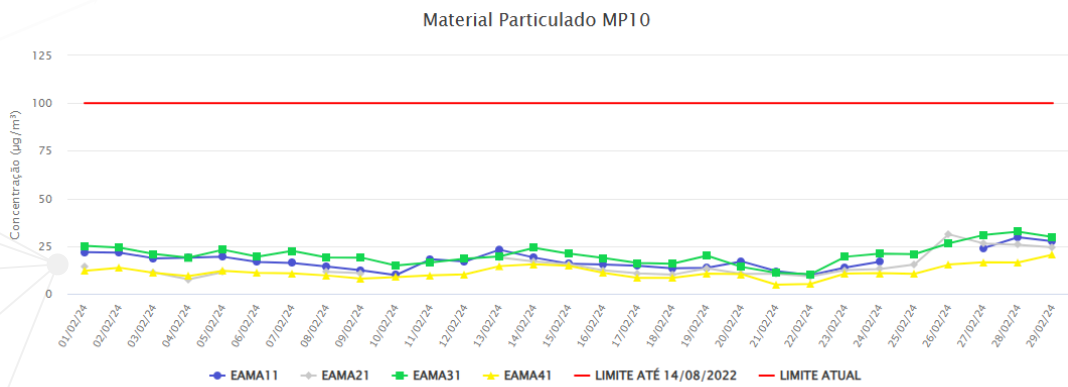
Estação	Valor Limite (µg/m <sup>3</sup> )	Mínimo		Máximo		Média Aritmética (µg/m <sup>3</sup> )
		Valor (µg/m <sup>3</sup> )	Data	Valor (µg/m <sup>3</sup> )	Data	
EAMA11 Chacrinha	100	9,8	10/02 e 22/02	29,7	28/02	17,4
EAMA21 Areão		7,6	04/02	31,2	26/02	14,9
EAMA31 João XXIII		10,2	22/02	32,6	28/02	20,5
EAMA 41 PREMEN		4,8	21/02	20,5	29/02	11,4

Fonte: Autores deste trabalho



A concentração média diária de  $MP_{10}$  durante o mês de fevereiro é apresentada na Figura 13, onde a linha vermelha representa o padrão de qualidade do ar intermediário adotado no município. Considerando os valores do padrão de qualidade do ar estabelecidos para o município de Itabira (DN CODEMA nº 2/2022) não houve extrapolação para o período analisado.

**Figura 13.** Concentração ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) do  $MP_{10}$  para as 4 estações de monitoramento em Itabira no mês de fevereiro de 2024.



Fonte: Autores deste trabalho



# 7 ANÁLISE DOS POLUENTES MONITORADOS - PTS

No mês de fevereiro de 2024, o parâmetro PTS apresentou valor máximo de 63,5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia 28/02 na EAMA31. Já a menor concentração para o período foi registrada na EAMA41, sendo igual a 4,2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia 22/02.

As maiores concentrações do poluente foram registradas nos dias 13, 28 e 29/02, já as menores concentrações ocorreram no dia 22/02.

No Quadro 5 apresenta-se um resumo dos valores das medições para o parâmetro PTS no período analisado.

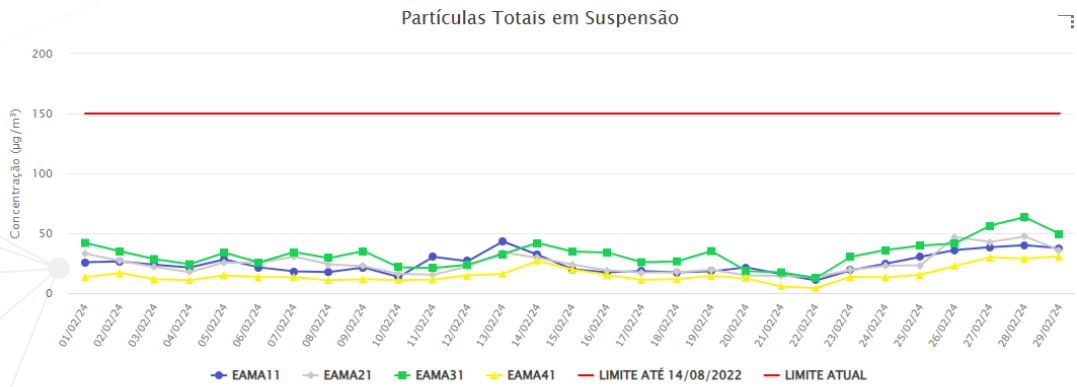
**Quadro 5.** Resumo das medições do parâmetro PTS para o mês de fevereiro de 2024.

Estação	Valor Limite ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Mínimo		Máximo		Média Aritmética ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
		Valor ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Data	Valor ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Data	
EAMA11 Chacrinha	150	10,6	22/02	43,2	13/02	24,7
EAMA21 Areão		15,3	22/02	47,3	28/02	24,9
EAMA31 João XXIII		12,7	22/02	63,5	28/02	32,7
EAMA 41 PREMEN		4,2	22/02	30,8	29/02	15,4

Fonte: Autores deste trabalho

Na Figura 14 são apresentadas as médias diárias para o parâmetro PTS registradas no período em análise. Considerando os valores do padrão de qualidade do ar estabelecidos para o município de Itabira (DN CODE-MA nº 2/2022) não houve extrapolação para o período analisado.

**Figura 14.** Concentração ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) do PTS para as 4 estações de monitoramento em Itabira no mês de fevereiro de 2024.



Fonte: Autores deste trabalho

## 8

**COMO A POLUIÇÃO DO AR  
PREJUDICA A POLINIZAÇÃO?**

A polinização, crucial para a reprodução da maioria das plantas, é conduzida principalmente por insetos em busca de alimento, em um fenômeno conhecido como polinização por insetos. No entanto, a interferência humana no ambiente, particularmente a emissão de poluentes atmosféricos, emerge como uma ameaça crescente para essa delicada relação (GOTTEMS, 2024).

Descobertas recentes apontam como a qualidade do ar e os gases de efeito estufa representam uma ameaça significativa para a polinização por insetos (BEN LANGFORD et al., 2023; DUQUE e DEWENTER, 2024).

Diversos poluentes afetam a polinização de flores. Ben Langford et al. (2023) estudaram particularmente o efeito do ozônio, enquanto Duque e Dewenter (2024) estudaram o efeito do ozônio, material particulado e gases resultantes da combustão de diesel.

O ozônio ( $O_3$ ) ocorre naturalmente na estratosfera, camada localizada de 15 a 50 km acima da superfície terrestre. Ele forma uma camada protetora neste local contra efeitos da radiação ultravioleta, em contrapartida, nas camadas mais baixas da atmosfera o ozônio provoca efeitos tóxicos devido seu alto poder oxidativo, podendo, assim, causar danos consideráveis às espécies vegetais, culturas agrícolas e outros. A formação de ozônio ao nível do solo normalmente acontece quando as emissões de óxido de nitrogênio provenientes de veículos e processos industriais reagem com compostos orgânicos voláteis (COVs) liberados pela vegetação em presença de luz solar (PHYS.ORG, 2023).

O ozônio provoca um efeito significativo tanto no tamanho quanto no aroma das emissões de odor das flores, dessa forma, a capacidade das abelhas de detectar os odores sofre uma redução, mesmo estando a apenas alguns metros de distância (BEN LANGFORD et al., 2023). Os resultados da pesquisa indicam que o ozônio é provavelmente o agente causador de impactos na abundância de flores silvestres e na produtividade das colheitas (BEN LANGFORD et al., 2023).

De acordo com Ben Langford, líder do estudo, cerca de 75% de nosso alimento e quase 90% das plantas com flores silvestres dependem, em alguma medida, da polinização animal, particularmente por insetos. Por-

tanto, entender o que afeta negativamente a polinização é essencial para preservar os serviços críticos que dependemos para a produção de alimentos, indústria têxtil, biocombustíveis e medicamentos, por exemplo (PHYS.ORG, 2023). Logo, diante do exposto, é possível confirmar que poluentes podem reduzir a visitação de polinizadores às flores e esse fato tem sérias implicações para a polinização de plantas, afetando a produção de alimentos e outros recursos essenciais.

Diante das descobertas, os estudos podem ser vistos como um alerta, já que destacam a necessidade da realização de ações que implicam na redução da emissão de poluentes atmosféricos, de modo a proteger não somente as interações entre insetos polinizadores e plantas, mas diversos outros ecossistemas afetados pela poluição. A conscientização, o comprometimento e responsabilidade individual e conjunta com práticas sustentáveis tornam-se essenciais para preservar a saúde dos ambientes e garantir um futuro sustentável para as novas gerações.

Autoria: Joelma Eliza Martins e Lahra Villaméa Cotta Patrício

# REFERÊNCIAS

BEN LANGFORD et al. Mapping the effects of ozone pollution and mixing on floral odour plumes and their impact on plant-pollinator interactions. *Environmental Pollution*, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2023.122336>

BRASIL. Resolução N° 491 de 19 de novembro de 2018. Dispõe sobre os padrões de qualidade do ar.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO – CETESB. Agência do Estado de São Paulo responsável pelo controle, fiscalização, monitoramento e licenciamento de atividades geradoras de poluição. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/>. Acesso em: 01/01/2022.

DUQUE, L. e DEWENTER, I. S. Air pollution: a threat to insect pollination. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 2024. <https://doi.org/10.1002/fee.2701>

FREITAS, A. de M.; SOLCI, M. C. Caracterização do MP10 e MP2,5 e distribuição por tamanho de cloreto, nitrato e sulfato em atmosfera urbana e rural de Londrina. *Química Nova*, [S.L.], v. 32, n. 7, p. 1750-1754, 2009. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-40422009000700013>.

GOMES, E. L. M.; BIASUTTI, S. Avaliação do desempenho dos modelos de qualidade do ar AERMOD e CALPUFF na região de Anchieta-ES. Universidade Federal do Espírito Santo - Departamento de Engenharia Ambiental. Vitória, 2012. Disponível em: [https://ambiental.ufes.br/sites/ambiental.ufes.br/files/field/anexo/avaliacao\\_do\\_desempenho\\_dos\\_modelos\\_de\\_qualidade\\_do\\_ar\\_aermod\\_e\\_calpuff\\_na\\_regiao\\_de\\_anchieta-es.pdf](https://ambiental.ufes.br/sites/ambiental.ufes.br/files/field/anexo/avaliacao_do_desempenho_dos_modelos_de_qualidade_do_ar_aermod_e_calpuff_na_regiao_de_anchieta-es.pdf). Acesso em: 31 de jan. de 2024

GOTTEMS, L. Como a poluição do ar prejudica a polinização? Agrolink, 2024. Disponível em: [https://www.agrolink.com.br/noticias/como-a-poluicao-do-ar-prejudica-a-polinizacao-\\_488147.html](https://www.agrolink.com.br/noticias/como-a-poluicao-do-ar-prejudica-a-polinizacao-_488147.html). Acesso em: 27 de mar. de 2024.

ITABIRA. Deliberação Normativa CODEMA nº 02, de 15 de agosto de 2022. Dispõe sobre a operacionalização da proteção ambiental no Município de Itabira, regulando as normas e padrões para a qualidade do ar.

KÖPPEN. Classificação climática de Köppen para os municípios brasileiros, 2022. Disponível em: <https://koppenbrasil.github.io/>. Acesso em: 16 de mar. de 2022.

Pys.Org. Air pollution prevents pollinators from finding flowers, study shows. University of Reading, 2023. Disponível em: <https://phys.org/news/2023-09-air-pollution-pollinators.html>. Acesso em: 27 de mar. de 2024.

VICENTINI, P. C. Uso de Modelos de Qualidade do ar para a Avaliação do Efeito do PROCONVE entre 2008 e 2020 na Região Metropolitana do Rio de Janeiro. (Tese de Doutorado em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ. p. 242. 2011. Disponível em: [http://objdig.ufrj.br/60/teses/coppe\\_d/PedroCaffaroVicentini.pdf](http://objdig.ufrj.br/60/teses/coppe_d/PedroCaffaroVicentini.pdf). Acesso em: 08 de mar. de 2022.