

BOLETIM   
**ItabirAR**

DEZEMBRO | 2022

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 31 dias do mês de dezembro de 2022 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.

## Responsáveis Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Itabira:

**Alef Soares Ferreira**

**Diego José Rodrigues Pimenta**

**Fernanda Paula Bicalho Pio**

## Responsáveis Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI):

**Ana Carolina Vasques Freitas**

**Júlia Marins Rocha**

**Lúcio Lino da Silva Filho**

**Rodolfo Montalvão**

**Rose Marie Belardi** | Seção de Informações Adicionais

**Tárik Silveira Cordeiro**

**Thaís Sthefani Drumond Vieira**

## SUMÁRIO

<b>01</b>	Introdução	<b>6</b>
<b>02</b>	Índice de Qualidade do Ar	<b>10</b>
<b>03</b>	Focos Mensais de Queimadas	<b>13</b>
<b>04</b>	Condições Meteorológicas	<b>14</b>
<b>05</b>	Análise dos Poluentes Monitorados - $MP_{2,5}$	<b>18</b>
<b>06</b>	Análise dos Poluentes Monitorados - $MP_{10}$	<b>24</b>
<b>07</b>	Análise dos Poluentes Monitorados - PTS	<b>26</b>
<b>08</b>	Informações Adicionais	<b>28</b>
<b>09</b>	Referências	<b>33</b>

# LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Estações Automáticas de Monitoramento do Ar (EAMA) em Itabira	7
Figura 2	Localização das estações de monitoramento da qualidade do ar de Itabira	8
Figura 3	Classificação do Índice de Qualidade do Ar (IQAR)	10
Figura 4	Focos de queimadas no município e localização das estações de monitoramento	13
Figura 5	Precipitação diária (mm) em Itabira para o mês de dezembro	15
Figura 6	Umidade relativa (%) em Itabira para o mês de dezembro	16
Figura 7	Rosa dos ventos em Itabira para o mês de dezembro	17
Figura 8	Concentração ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) do $\text{MP}_{2,5}$ para as 4 estações de monitoramento em Itabira no período de 1 a 31 de dezembro de 2022	19
Figura 9	Rosa de poluentes para o $\text{MP}_{2,5}$ na EAMA11 em dezembro de 2022	20
Figura 10	Rosa de poluentes para o $\text{MP}_{2,5}$ na EAMA21 em dezembro de 2022	21
Figura 11	Rosa de poluentes para o $\text{MP}_{2,5}$ na EAMA31 em dezembro de 2022	22
Figura 12	Rosa de poluentes para o $\text{MP}_{2,5}$ na EAMA41 em dezembro de 2022	23
Figura 13	Concentração ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) do $\text{MP}_{10}$ para as 4 estações de monitoramento em Itabira no período de 1 a 31 de dezembro de 2022	25
Figura 14	Concentração ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) do PTS para as 4 estações de monitoramento em Itabira no período de 1 a 31 de dezembro de 2022	27

# LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Resumo da classificação da qualidade do ar no mês de dezembro de 2022	11
Quadro 2	Classificação da qualidade do ar e possíveis efeitos à saúde	12
Quadro 3	Resumo das medições do parâmetro MP <sub>2,5</sub> para o mês de dezembro de 2022	18
Quadro 4	Resumo das medições do parâmetro MP <sub>10</sub> para o mês de dezembro de 2022	24
Quadro 5	Resumo das medições do parâmetro PTS para o mês de dezembro de 2022	26
Quadro 6	Padrões de qualidade do ar adotados no município de Itabira	29

# 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 é 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.

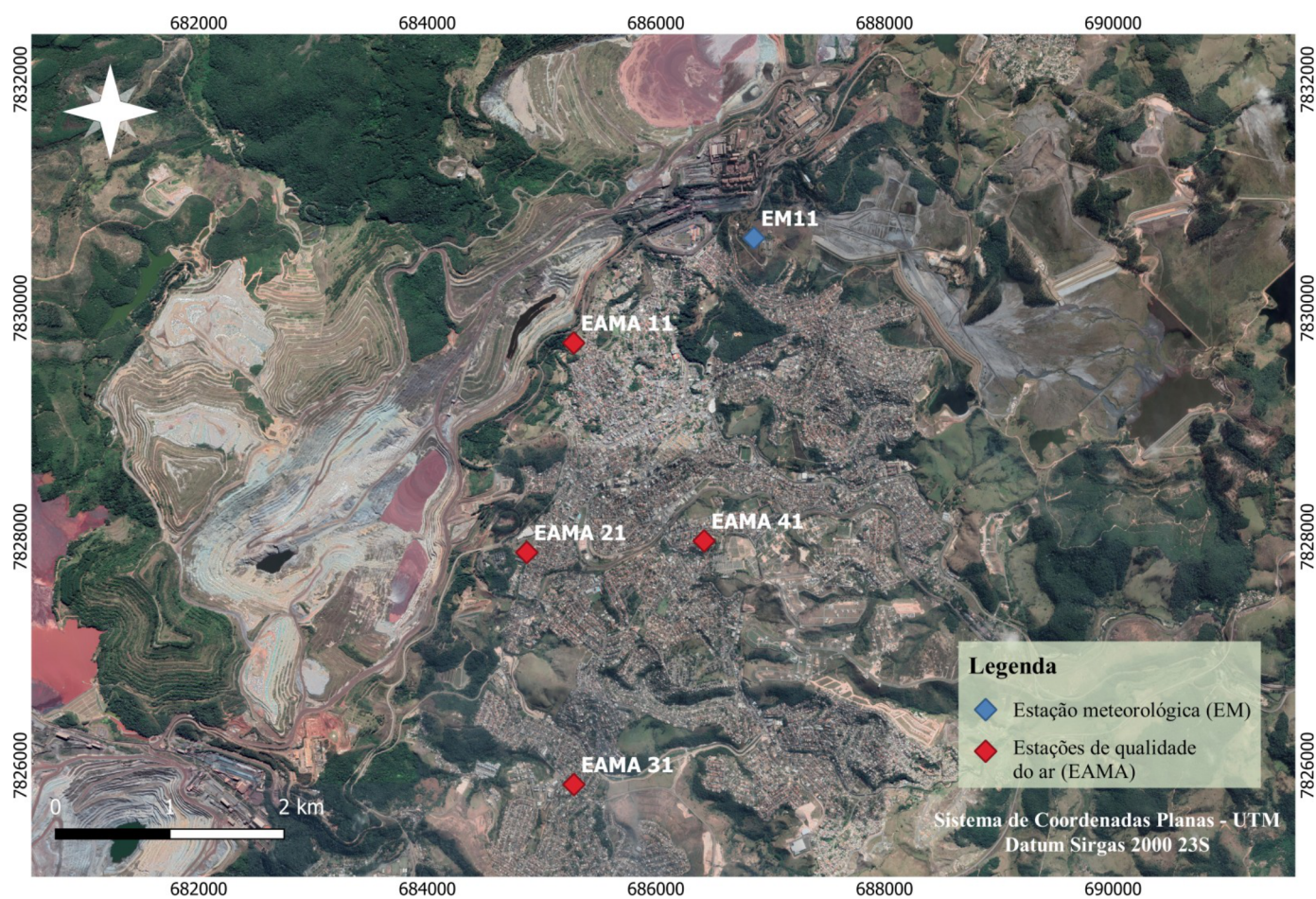
Figura 1. Estações Automáticas de Monitoramento do Ar (EAMA) em Itabira



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 de 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  $\mu\text{m}$ .

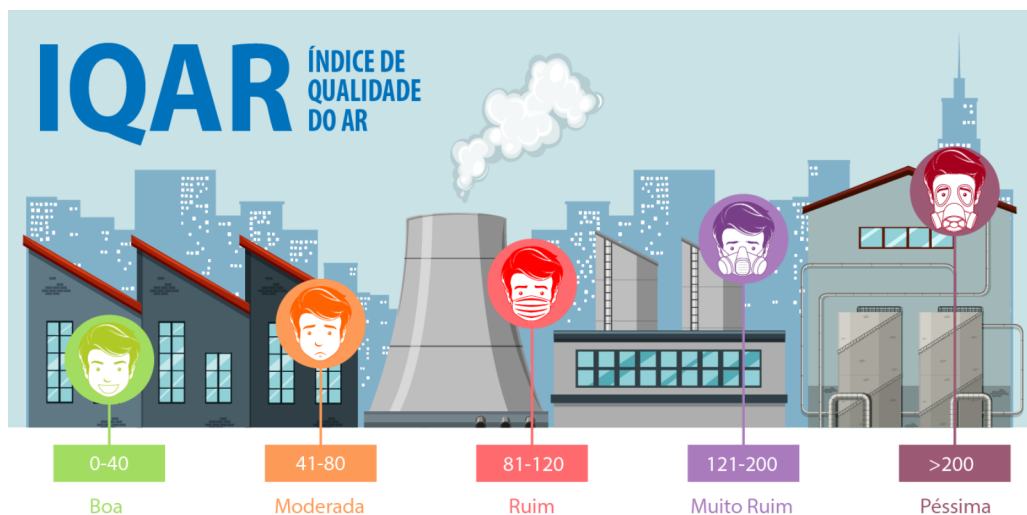
O material particulado é constituído de partículas de material sólido ou líquido suspensas no ar na forma de poeira, neblina, aerossol, fumaça, fuligem, entre outros (BRASIL, 2018). Ao ser inalado, esse material pode se acumular nas vias respiratórias e intensificar os problemas respiratórios, podendo 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. 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<sub>10</sub> e MP<sub>2,5</sub>) no mês de dezembro de 2022. 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 dezembro de 2022.

## Quadro Resumo IQAR

Índice	Qualidade	Resumo do Período (%)
0 - 40	N1 Boa	82,52
41 - 80	N2 Moderada	0
81 - 120	N3 Ruim	0
121 - 200	N4 Muito Ruim	0
> 200	N5 Péssima	0
Sem representatividade mensal		14,48

Observa-se que 85,52% das medições do mês de dezembro resultaram em uma qualidade do ar considerada como BOA e 14,48% dos valores não tiveram representatividade mensal.

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

Quadro 2. Classificação da qualidade do ar e possíveis efeitos à saúde.

Índice	Qualidade	Possíveis Efeitos à Saúde
<b>N1 Boa</b>	<b>0 - 40</b>	
<b>N2 Moderada</b>	<b>41 - 80</b>	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.
<b>N3 Ruim</b>	<b>81 - 120</b>	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.
<b>N4 Muito Ruim</b>	<b>121 - 200</b>	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).
<b>N5 Péssima</b>	<b>&gt; 200</b>	Toda a população pode apresentar sérios riscos de manifestações de doenças respiratórias e cardiovasculares. Aumento de mortes prematuras em pessoas de grupos sensíveis.

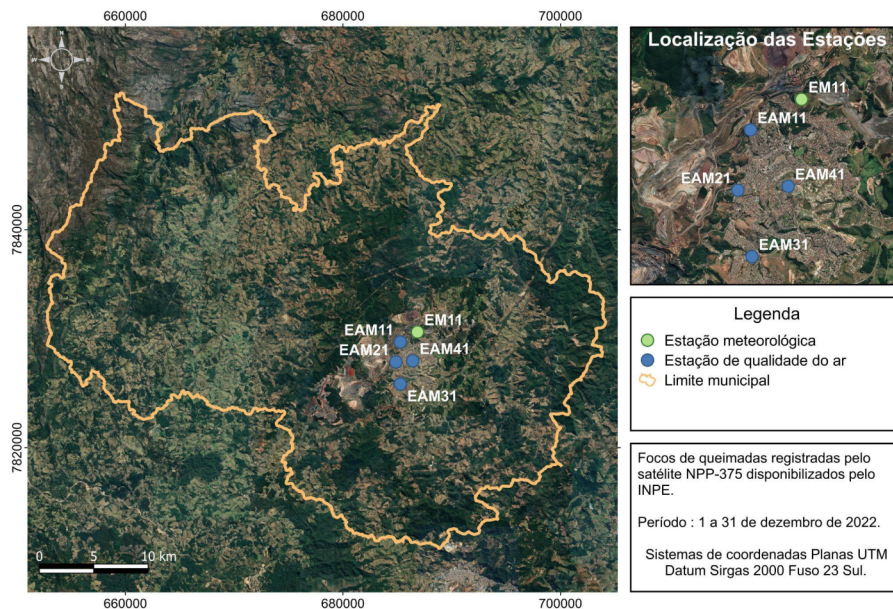
Fonte: Cetesb.

# 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 dezembro de 2022 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.



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.

## CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS

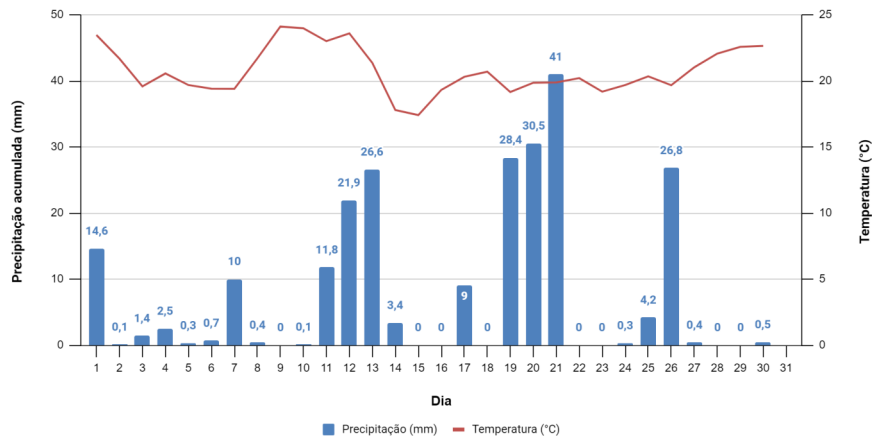
É importante estar ciente das condições meteorológicas, pois elas podem alterar a qualidade do ar, mesmo quando a emissão de poluentes é constante (GOMES, 2012). De acordo com a classificação climática de *Köppen*, Itabira se classifica como Cwa (KÖPPEN, 2022). Essa classificação se caracteriza por: 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 dezembro por meio dos dados da estação meteorológica da rede de monitoramento da qualidade do ar (EM11). O dia 31 de dezembro não apresentou dados válidos. O total acumulado de chuva neste período foi de 234,9 mm. A temperatura média para o mês foi de 20,8 °C e a velocidade média do vento foi igual a 2,7 m/s.

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



A umidade relativa do ar média foi de 78,4% 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 01/12 (38,0%), 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.

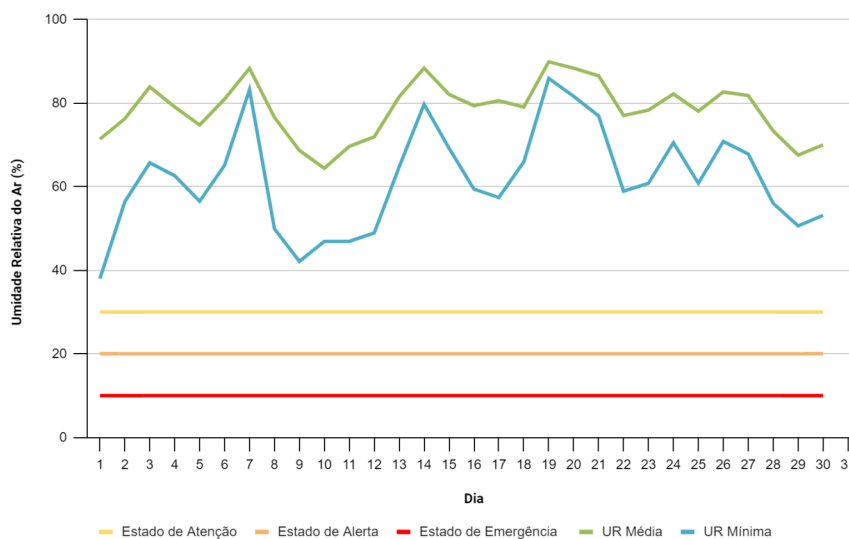


Figura 6. Umidade relativa (%) em Itabira para o mês de dezembro.

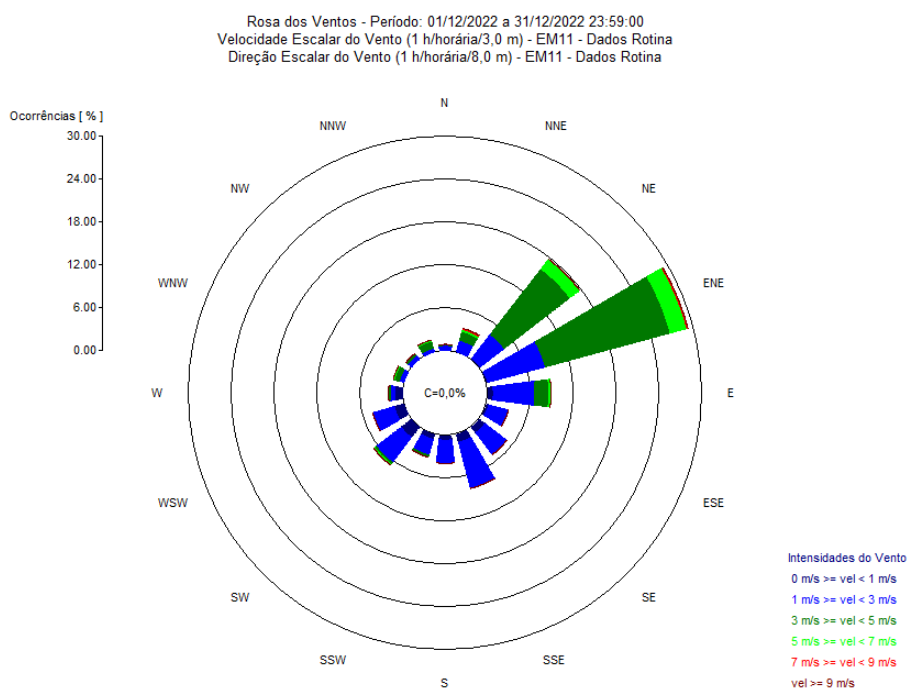
A partir dos dados horários de direção e velocidade escalar do vento, obtidos por meio da EM11, é possível obter o mapa da rosa dos ventos que apresenta a direção predominante do vento em Itabira para o mês de dezembro (Figura 7).

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 lés-nordeste (ENE) e nordeste (NE). Para o mês de dezembro, a estação meteorológica EM11 registrou velocidades horárias do vento variando entre 0,4 e 7,4 m/s nos dias 27/12 e 11/12, respectivamente.



Figura 7. Rosa dos ventos em Itabira para o mês de dezembro de 2022.



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

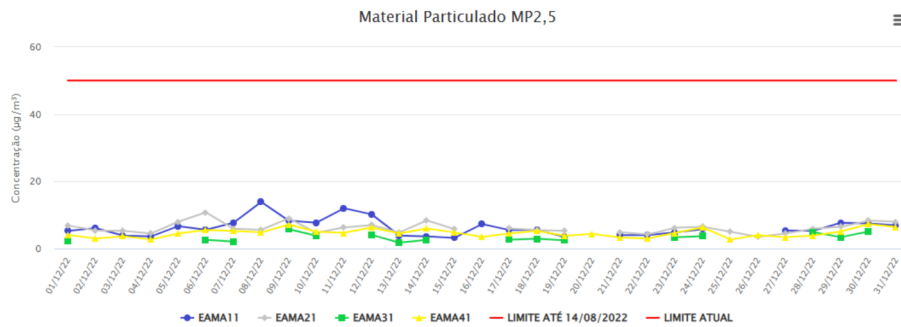
O parâmetro MP<sub>2,5</sub> apresentou valor máximo de 13,9 µg/m<sup>3</sup> no dia 08/12 na EAMA11 e valor mínimo de 1,8 µg/m<sup>3</sup> na EAMA31 no dia 13/12. No Quadro 3 apresenta-se um resumo dos valores das medições para o parâmetro MP<sub>2,5</sub> no período analisado. As maiores concentrações do poluente foram registradas nos dias 06, 08, 09 e 30/12, enquanto as menores ocorreram nos dias 04, 13, 15, 25 e 26/12.

Quadro 3. Resumo das medições do parâmetro MP<sub>2,5</sub> para o mês de dezembro de 2022.

Estação	Valor Limite PI - 1 (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	
EAMA 11 Chacrinha	50	3,2	15/12	13,9	08/12	6,2
EAMA 21 Areão		3,5	26/12	10,8	06/12	6,2
EAMA 31 João XXIII		1,8	13/12	5,8	09/12	3,4
EAMA 41 PREMEN		2,7	04/12 e 25/12	7,2	09/12 e 30/12	4,6

A média da concentração diária de MP<sub>2,5</sub> durante o mês de dezembro 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.

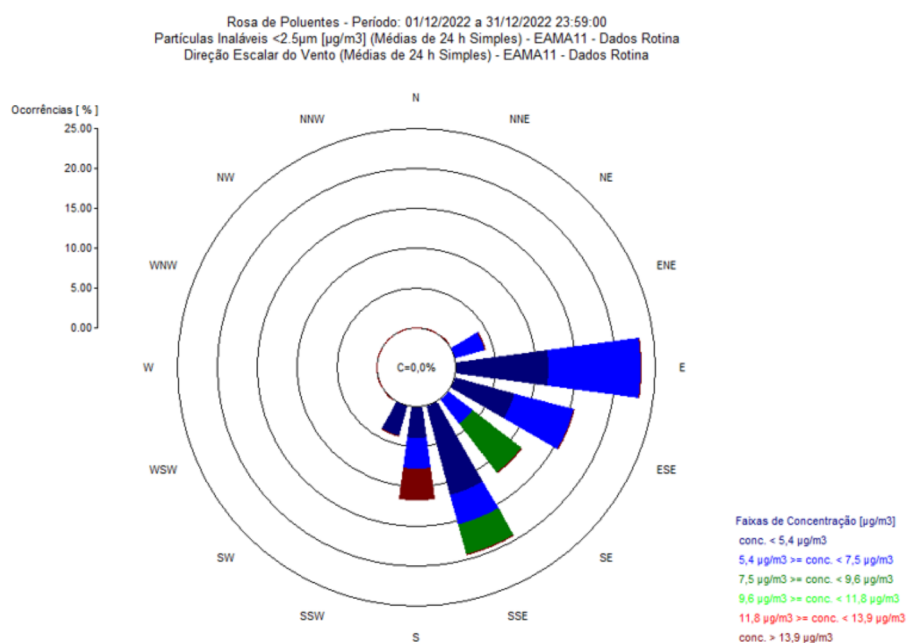
Figura 8. Concentração ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) do  $\text{MP}_{2,5}$  para as 4 estações de monitoramento em Itabira no mês de dezembro de 2022.



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.

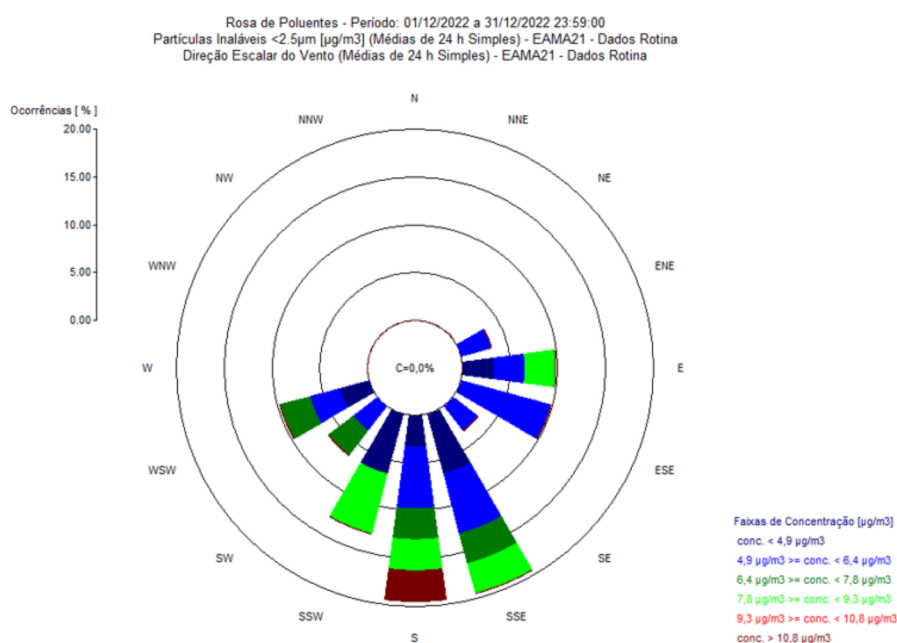
Nas figuras a seguir (Figs. 9 a 12) são apresentadas as rosas de poluentes para o parâmetro  $MP_{2,5}$  considerando os dados de direção e velocidade escalar do vento registrados em cada estação de monitoramento da qualidade do ar.

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



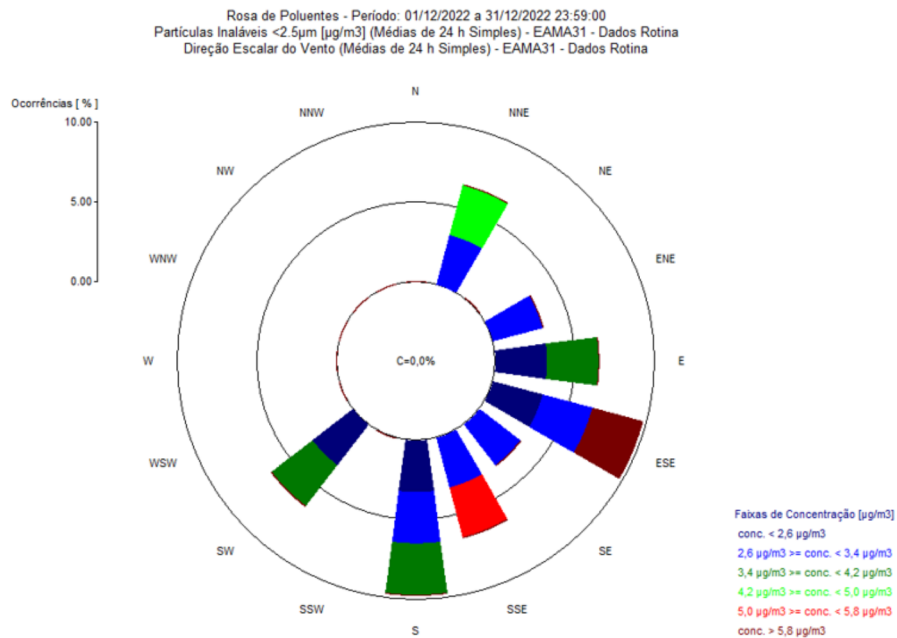
Na EAMA21 (Figura 10) as maiores concentrações de  $MP_{2,5}$ , com maiores frequências de vento, estavam associadas às direções sul (S), sul-sudeste (SSE) e sul-sudoeste (SSW). As direções sul (S) e sul-sudeste (SSE) foram as que obtiveram maior frequência no mês, atingindo o valor de 19%.

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



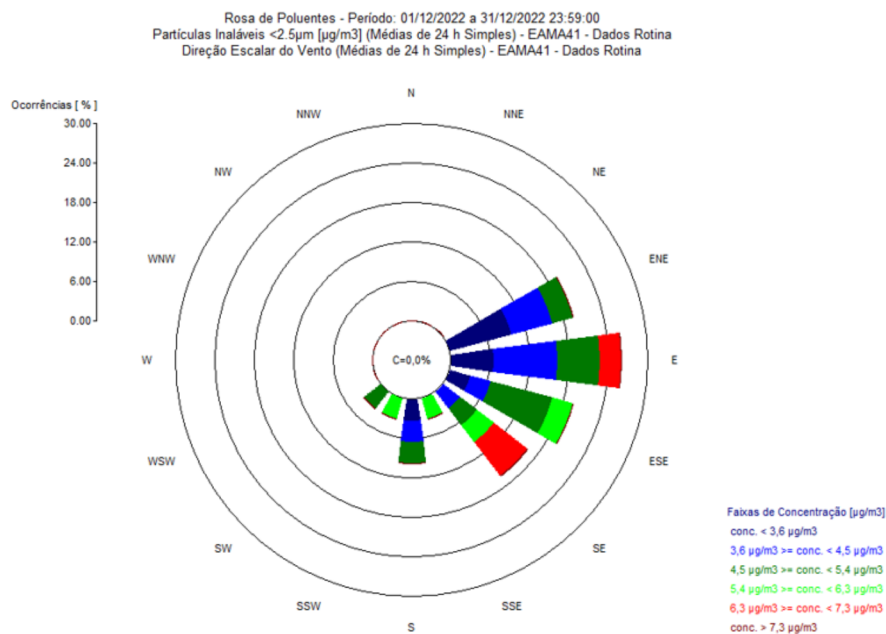
Na EAMA31 (Figura 11) as maiores concentrações de  $MP_{2,5}$ , estiveram associadas às direções sul (S), leste-sudeste (ESE), sul-sudeste (SSE), leste (E) e nor-nordeste (NNE). As direções sul (S) e lés-sudeste (ESE) foram as que obtiveram a maior frequência no mês, atingindo o valor de 9%.

Figura 11. Rosa de poluentes para o  $MP_{2,5}$  na EAMA31 em dezembro



Por fim, na EAMA41 (Figura 12) as maiores concentrações de  $MP_{2,5}$ , estiveram associadas às direções leste (E), lés-nordeste (ENE), sudeste (SE) e lés-sudeste (ESE). A direção leste (E) foi a que obteve a maior frequência no mês, atingindo o valor de 26%.

Figura 11. Rosa de poluentes para o  $MP_{2,5}$  na EAMA31 em dezembro



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

No mês de dezembro de 2022, o parâmetro MP<sub>10</sub> apresentou maior registro na EAMA21, sendo o valor máximo observado de 22,8 µg/m<sup>3</sup> no dia 06/12, quando a pressão atmosférica atingiu o seu máximo valor, resultando em um movimento descendente, dificultando a dispersão dos poluentes. Já a menor concentração para o período foi registrada na EAMA11, sendo igual a 3,4 µg/m<sup>3</sup> no dia 04/12.

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 06, 09, 11 e 30/12, já as menores concentrações ocorreram nos dias 04, 21 e 25/12.

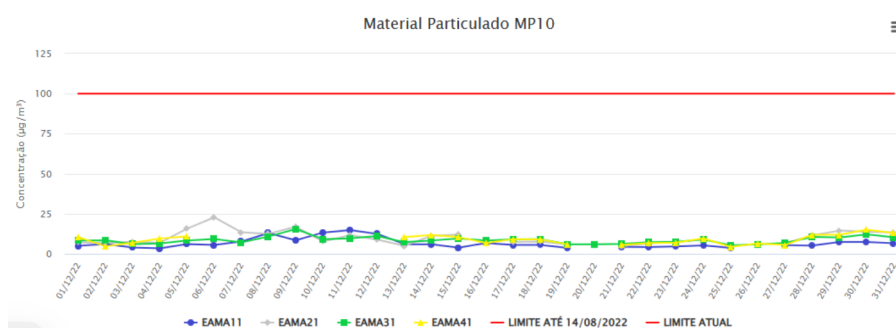
Quadro 4. Resumo das medições do parâmetro MP<sub>10</sub> para o mês de dezembro de 2022.

Estação	Valor Limite PI - 1 (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	
EAMA 11 Vila Paciência	100	3,4	04/12	14,8	11/12	6,6
EAMA 21 Areão		4,7	21/12	22,8	06/12	10,2
EAMA 31 João XXIII		5,3	25/12	15,5	09/12	8,6
EAMA 41 PREMEN		4,4	25/12	15,1	30/12	8,8



A concentração média diária de  $MP_{10}$  durante o mês de dezembro 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 dezembro de 2022.



## ANÁLISE DOS POLUENTES MONITORADOS - PTS

No mês de dezembro de 2022, o parâmetro PTS apresentou valor máximo de 35,4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia 09/12 na EAMA11. Já a menor concentração para o período foi registrada na EAMA21, sendo igual a 6,1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia 20/12.

As maiores concentrações do poluente foram registradas nos dias 06, 09 e 29/12, já as menores concentrações ocorreram nos dias 19, 20 e 25/12.

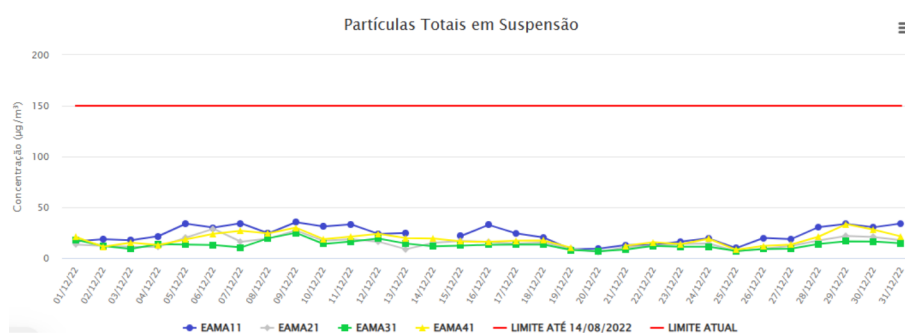
No Quadro 5 apresenta-se um resumo dos valores das medições para o parâmetro PTS no período analisado.

Quadro 5. Resumo das medições do parâmetro PTS para o mês de dezembro de 2022.

Estação	Valor Limite PI - 1 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	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	
EAMA 11 Vila Paciência	150	8,7	19/12	35,4	09/12	23,1
EAMA 21 Areão		6,1	20/12	28,9	06/12	15,1
EAMA 31 João XXIII		6,7	20/12	24,9	09/12	13,1
EAMA 41 PREMEN		8,2	25/12	33,4	29/12	18,7

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 CODEMA 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 dezembro de 2022.



# INFORMAÇÕES ADICIONAIS

## Linha cronológica da poluição atmosférica mundial

Entre 1,8 milhões e 300 mil anos atrás

Homo Sapiens dentro da caverna.

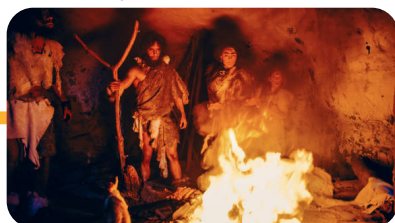


Figura 1

A poluição atmosférica do meio ambiente começou com o surgimento dos humanos, isto é, o Homo Sapiens acendeu o fogo e sua fumaça gerou a primeira poluição ambiental antropogênica. Observou-se que no interior de cavernas, fig.1, onde eram queimados combustíveis para aquecimento e cozimento, as paredes desta de eram recobertas por espessas camadas de fuligem. Pulmões de corpos mumificados da era paleolítica são freqüentemente preto. Com isso, concluiu-se que nas salas onde habitavam havia muita fumaça que devia dificultar a respiração e causar irritação nos olhos [BORSOS, et.al., 2003]

Tubulação romana feita de chumbo



Figura 2

120 d.C.

250 a.C.

Na Europa, os romanos poluíram o ar durante aproximadamente 500 anos. Por volta de 250 a.C e 120 d.C, foi observado concentração de poluentes correspondendo aos períodos de expansão e prosperidade do Império. Os romanos extraíam chumbo de muitas áreas como a Península Ibérica e a Grã-Bretanha para fundição de moedas, manufatura de utensílios domésticos e para a construção de tubulação de água. Segundo pesquisadores [], a mineração romana aumentou no mínimo dez vezes a concentração do metal na atmosfera.

A inalação de partículas de chumbo podem se depositar nos pulmões, dentes, ossos, e até chegar no sangue. Ao afetar o sangue. Quando o chumbo entra na corrente sanguínea ele pode provocar anemia, degeneração das hemácias e interferir na produção de hemoglobina e também causar sérias alterações no sistema nervoso

Poluição na era medieval

1157



Figura 3

A poluição do ar estava tão “insuportável” devido à fumaça de lenha (usada para aquecimento, alimentação, etc.), o que a esposa do rei Henrique II, Eleanor de Aquitaine (fig.3 e 4), deixou a cidade e foi para o seu Castelo de Tutbury.

Rainha Eleanor d’Aquitaine



Figura 4

1257

1306

Rei Eduardo I, divulga lei de proibição de queima de carvão.



Figura 5

Rainha Eleanor de Provence é forçada a deixar o Castelo de Nottingham para o Castelo de Tutbury devido à fumaça espessa de carvão.

Eduardo I proíbe a queima de carvão em Londres. Mas a Lei surtiu pouco efeito, pois a população não tinha outra fonte de combustível para se aquecer, cozinhar, metalurgia, etc..

A rápida industrialização na Inglaterra leva ao desmatamento intenso devido à crescente substituição de carvão pela madeira.

1560-1600

1590

Rainha Elizabeth I da Inglaterra ficou “muito triste e irritada” com a fumaça do carvão no Palácio de Westminster e com a crescente substituição de carvão pela madeira.

1661

Em seu diário, John Evelyn escreveu em 1684 que a fumaça era tão forte que “difícilmente se podia ver do outro lado da rua, seu peito e pulmões se obstruíram com os particulados grandes, de modo que era impossível respirar.”

Thomas Newcomen inventou a primeira máquina a vapor em funcionamento, usada pela primeira vez para bombear água das minas de carvão, aumentando muito a extração de carvão e a demanda por carvão através da industrialização.

1690

Limpadores de chaminés



Figura 6

1775

Na Inglaterra dos séculos XVII e XVIII, o trabalho de limpeza de chaminés era geralmente realizado por crianças, especialmente meninos. Em 1775, o cirurgião inglês Percival Pott apontou a relação entre o câncer escrotal e os limpadores de chaminés, atribuindo a neoplasia à fuligem e alcatrão que se incrustavam nas roupas e no escroto dos garotos, fig 6 e 7.



Criança limpadora de chaminés

Figura 7:

Alexis de Tocqueville descreveu a cidade industrial de Manchester: “Trinta ou quarenta fábricas erguem-se no topo das colinas... seis andares (altura). As moradias miseráveis dos pobres estão espalhadas ao seu redor(...) as águas fétidas e barrentas manchadas de mil cores pelas fábricas... Você ouvirá o barulho das fornalhas, o apito de vapor. Essas vastas estruturas mantêm o ar e a luz fora das habitações humanas que os envolvem em uma névoa perpétua; aqui está o escravo, ali o senhor; lá há a riqueza de alguns e aqui a pobreza da maioria.”

1835



Figura 8

Casas de operários durante a Revolução Industrial.



Figura 9

Ancoats, Manchester, Inglaterra durante a revolução industrial circa 1870.

1845

Parlamento, com medo da propagação da cólera, publicou um ato de saúde pública.

Início da regulamentação do abastecimento de água, esgoto e liberação de fumaça. Que ficou sob a responsabilidade da política do departamento de saúde local.

A poluição do ar da indústria química britânica estimulou o Alkali Act, destinado a criar reduções na emissões de cloreto de hidrogênio durante a produção de álcalis. Houve demanda para que os funcionários das usinas sugerissem melhorias; mas não havia regulamentos reais sobre quantidades de poluição do ar até que o ato foi revisado em 1906.

1.000 londrinos morreram em um incidente de smog redutor

“Se alguém deseja ver em quão pouco espaço um ser humano pode se mover, quão pouco ar – e tal ar – ele pode respirar, quão pouco de civilização ele pode compartilhar e ainda viver, é apenas necessário viajar [para Manchester, Inglaterra]... As casas são velhas, sujas e pequenas, as ruas irregulares, com sulcos e em parte sem ralos ou pavimento; massas de lixo, miudezas e sujeira repugnante; a atmosfera é envenenada por esses efluentes, o ar é carregado e escurecido pela fumaça de uma dúzia de altas chaminés de fábricas”.  
Friedrick Engels. Fig.9



Figura 9

Ancoats, Manchester, Inglaterra durante a revolução industrial circa 1870.

1863 - 1892

1906-1907

Estados Unidos: Em Pittsburgh foi estabelecido decretos de redução de fumaça.

Um ano depois, em Chicago, foi criada a Associação de prevenção à fumaça.

Glasgow, Escócia, devido à inversão térmica e acúmulos de fumaça, mais de 1.000 pessoas morreram na cidade conhecida como “cidade velha fedida”.

1909



1930

Smog Redutor no Vale da Meuse.



Figura 10

Incidente de poluição no Vale do Rio Meuse, Bélgica, três dias de inversão térmica: 63 mortos e 6.000 doentes devido ao smog redutor, Fig.10.

Smog redutor em St. Louis

Em 1941 a cidade adota o primeiro controle rigoroso de fumaça

Smog redutor em St. Louis, Estados Unidos.



Figura 11

1939

1948

Smog redutor em Donora, Pennsylvania 22 mortos, 600 hospitalizados e milhares doentes.

Smog redutor em Londres

1948: 600 mortos  
1952: 4000 mortos  
1956: 1000 mortos  
1963: 750 mortos

Smog redutor de Londres 1952



Figura 13

1948-1962



Figura 12

1954

Mensageiros de motocicleta em Los Angeles



Figura 15

Smog fotoquímico em Los Angeles.

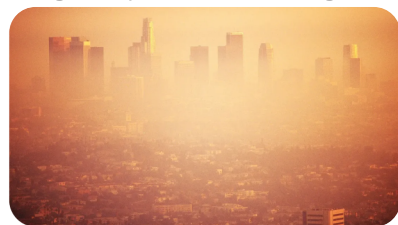


Figura 14

Smog fotoquímico em Los Angeles paralisaram a indústria e escolas durante a maior parte de outubro.

Smog redutor em Nova Iorque. →

Criação da Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (United States Environmental Protection Agency) EPA



Figura 16

1970

1966

1981

Criação do CONAMA (Brasil), Com a criação definitiva do Ministério do Meio Ambiente em 1992, as atribuições administrativas do Secretário do Meio Ambiente passaram a ser exercidas pelo Ministro do Meio Ambiente.

1990

Alterações na Lei do Ar Limpo fortalecem regras sobre emissões compostos de SO<sub>x</sub> e NO<sub>x</sub> de usinas de energia elétrica ajudando a reduzir a chuva ácida

2003



Concentração de particulados PM<sub>2,5</sub>  
 Em 2013 - Pequim: 52,4 µg/m<sup>3</sup>  
 Em 2022 - Pequim: 37,9 µg/m<sup>3</sup>  
 Nova York: 6,3 µg/m<sup>3</sup>; Londres: 9 µg/m<sup>3</sup>;  
 Madri: 6,9 µg/m<sup>3</sup>; Cidade do México: 20,7 µg/m<sup>3</sup>;  
 Nova Déli: 107,6 µg/m<sup>3</sup>  
 Limite recomendado pela OMS: 5 µg/m<sup>3</sup>

Figura 17

A administração Bush propõe ao Congresso legislação “Clear Skies” que altera a Lei do Ar Limpo (a lei federal primária que rege a qualidade do ar). Novas metas mais fracas foram estabelecidas para as emissões de dióxido de enxofre, mercúrio e óxidos de nitrogênio de usinas de energia dos EUA. Segundo o NRDC, “o plano Clear Skies permitem três vezes mais emissões tóxicas de mercúrio, 50% mais emissões de enxofre e centenas de milhares de toneladas de óxidos de nitrogênio formadores de smog. Também atrasaria a limpeza dessa poluição em até uma década em comparação com a lei atual e forçam os moradores de áreas altamente poluídas a esperar mais anos por ar em comparação com a Lei do Ar Limpo existente”.

2009

A EPA dos EUA anuncia novos regulamentos do Clean Air Act para reduzir as emissões de gases de efeito estufa de usinas elétricas.

2013

A poluição do ar no norte da China pelo uso irrestrito de carvão vai acarretar a diminuição em 5 anos da expectativa de vida de seus habitantes em comparação com os moradores do sul da China, onde o carvão não é usado para aquecimento.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Resolução Nº 491 de 19 de novembro de 2018. Dispõe sobre os padrões de qualidade do ar.

CARVALHO, L. M. V.; JONES, C.; LIEBMANN, B. Extreme Precipitation Events in Southeastern South America and Large-Scale Convective Patterns in the South Atlantic Convergence Zone. *Journal of Climate*, v. 15, p. 2377-2394, 2002a.

CARVALHO, L. M. V.; JONES, C.; LIEBMANN, B. The South Atlantic Convergence Zone: persistence, intensity, form, extreme precipitation and relationships with intraseasonal activity. *J. Climate*, 17, p. 88-108, 2004.

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 . Acesso em 2022.

FREITAS, Adriana de Marques; SOLCI, Maria Cristina. 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, Elizabeth Linda Miranda; BIASUTTI, Saulo. 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)>.

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.

KODAMA, Y., 1982: Large-scale common features of subtropical precipitation zones (the Baiu Frontal Zone, the SPCZ, and the SACZ). Part I: Characteristics of Subtropical Frontal Zones. *J. Meteor. Soc. Japan*, 70, 813-835.

KODAMA, Y., 1982: Large-scale common features of subtropical precipitation zones (the Baiu Frontal Zone, the SPCZ, and the SACZ). Part II: Conditions for generating the STCZs. *J. Meteor. Soc. Japan*, 71, 581-610.

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

LIEBMANN, B.; KILADIS, G. N.; MARENGO, J. A.; AMBRIZZI, T.; GLICK, J. D. Submonthly convective variability over South America and the South Atlantic convergence zone. *J. Climate*, 12, p. 1977–1991, 1999.

SATYAMURTI, P.; NOBRE, C.; SILVA DIAS, P. L. South America. *Meteorology of the Southern Hemisphere*, D. J. Karoly and D. G. Vincent, Eds., Amer. Meteor. Soc., p. 119–139, 1998.

VICENTINI, Pedro Caffaro. 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.