

BOLETIM 
ItabirAR

DEZEMBRO | 2021

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 janeiro 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:

Fernanda Paula Bicalho Pio

Marina Alvarenga de Souza

Responsáveis

Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI):

Ana Carolina Vasques Freitas

Carolina Aguiar de Matos

Júlia Marins Rocha

Lúcio Lino da Silva Filho

Tárik Silveira Cordeiro

Thaís Sthefani Drumond Vieira

SUMÁRIO

01	Introdução	6
02	Índice de Qualidade do Ar	10
03	Condições Meteorológicas	13
04	Análise dos Poluentes Monitorados - $MP_{2,5}$	15
05	Análise dos Poluentes Monitorados - MP_{10}	21
06	Análise dos Poluentes Monitorados - PTS	22
07	Informações Adicionais Análise do evento do dia 29/01/2022	23
08	Referências	28

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	Precipitação diária (mm) em Itabira para o mês de janeiro	13
Figura 5	Umidade relativa (mm) em Itabira para o mês de janeiro	14
Figura 6	Rosa dos ventos em Itabira para o mês de janeiro	15
Figura 7	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 janeiro de 2022	16
Figura 8	Rosa de poluentes para o $\text{MP}_{2,5}$ na EAMA11 em janeiro	17
Figura 9	Rosa de poluentes para o $\text{MP}_{2,5}$ na EAMA21 em janeiro	18
Figura 10	Rosa de poluentes para o $\text{MP}_{2,5}$ na EAMA31 em janeiro	19
Figura 11	Rosa de poluentes para o $\text{MP}_{2,5}$ na EAMA41 em janeiro	20
Figura 12	Concentração ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) do MP_{10} para as 4 estações de monitoramento em Itabira no período de 1 a 31 de janeiro de 2022	21
Figura 13	Concentração ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) do PTS para as 4 estações de monitoramento em Itabira no período de 1 a 31 de janeiro de 2022	23
Figura 14	Valores, horários e média diária de concentração do MP_{10} para o dia 29/10 na EAMA21 e EAMA31	24
Figura 15	Valores, horários e média diária de concentração do PTS para o dia 29/10 na EAMA21 e EAMA31	25
Figura 16	Vista do centro da cidade e da área do Complexo Minerador Vale S.A. durante a ocorrência do evento	26
Figura 17	Vista dos Bairros Bethânia, Gabiroba e Parque de Exposições Virgílio José Gazire durante a ocorrência do evento	26
Figura 18	Vista dos Bairros Bethânia, Pará, Fênix e João XXIII durante a ocorrência do evento	27
Figura 19	Vista dos Bairros Bethânia e Pará durante a ocorrência do evento	27
Figura 20	Vista do Bairro Panorama e da área do Complexo Minerador Vale S.A. durante a ocorrência do evento	28
Figura 21	Vista dos Bairros Bethânia e Pará durante a ocorrência do evento	28

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Quadro resumo de IQAr _____	12
Quadro 2	Classificação da qualidade do ar e possíveis efeitos à saúde _____	13
Quadro 3	Resumo das medições do parâmetro MP _{2,5} para o mês de janeiro de 2022 _____	16
Quadro 4	Resumo das medições do parâmetro MP ₁₀ para o mês de janeiro de 2022 _____	22
Quadro 5	Resumo das medições do parâmetro PTS para o mês de janeiro de 2022 _____	23

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), conforme ilustração a seguir.

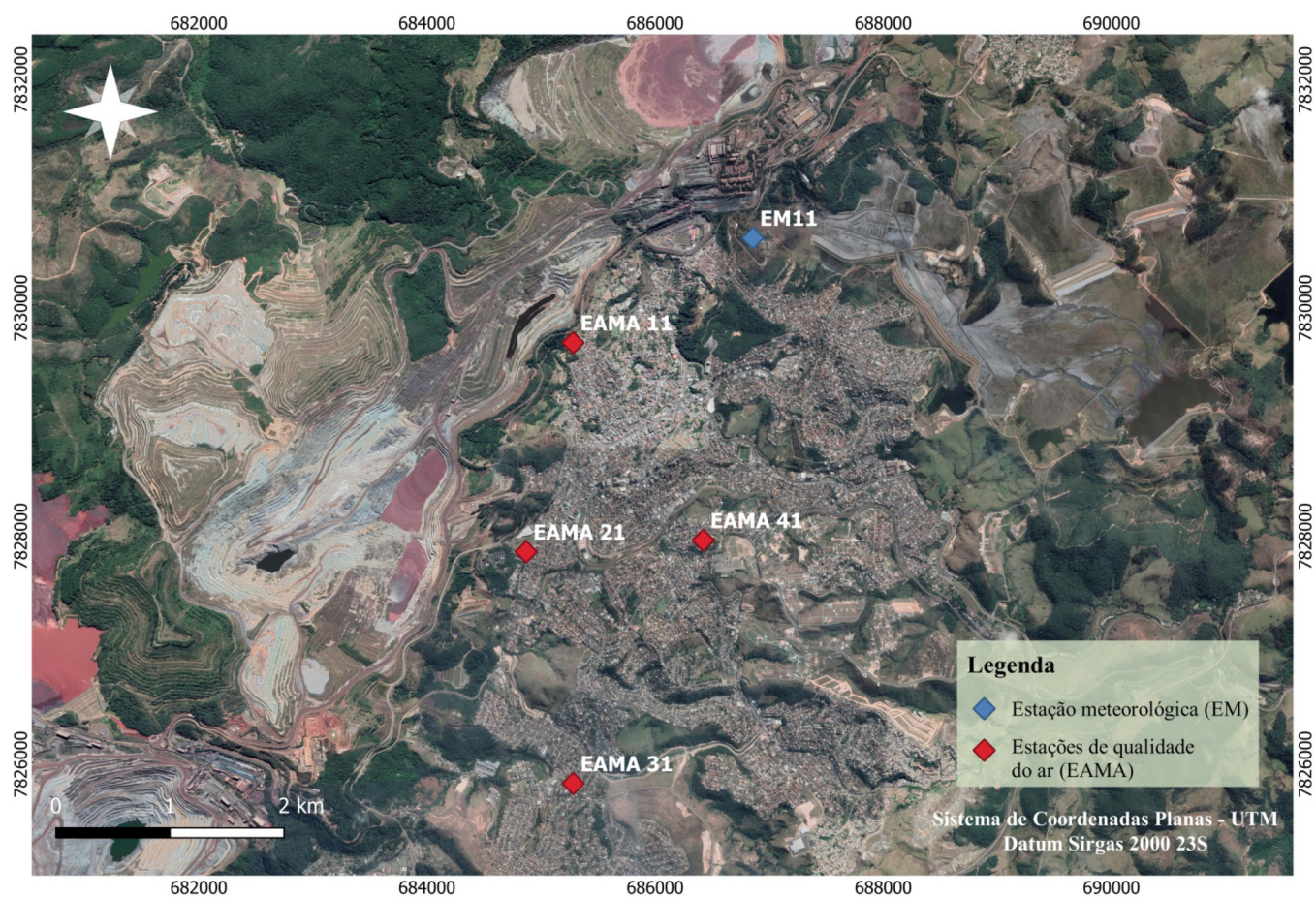
Figura 1. Estações Automáticas de Monitoramento do Ar (EAMA) em Itabira



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 μm ;
- **MP₁₀:** Partículas inaláveis grossas com diâmetro aerodinâmico médio inferior a 10 μm ;
- **MP_{2,5}:** Partículas respiráveis finas com diâmetro aerodinâmico médio inferior a 2,5 μm .

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 μm (MP_{2,5}), 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 μm) 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 a 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, MP₁₀ e MP_{2,5}), 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.

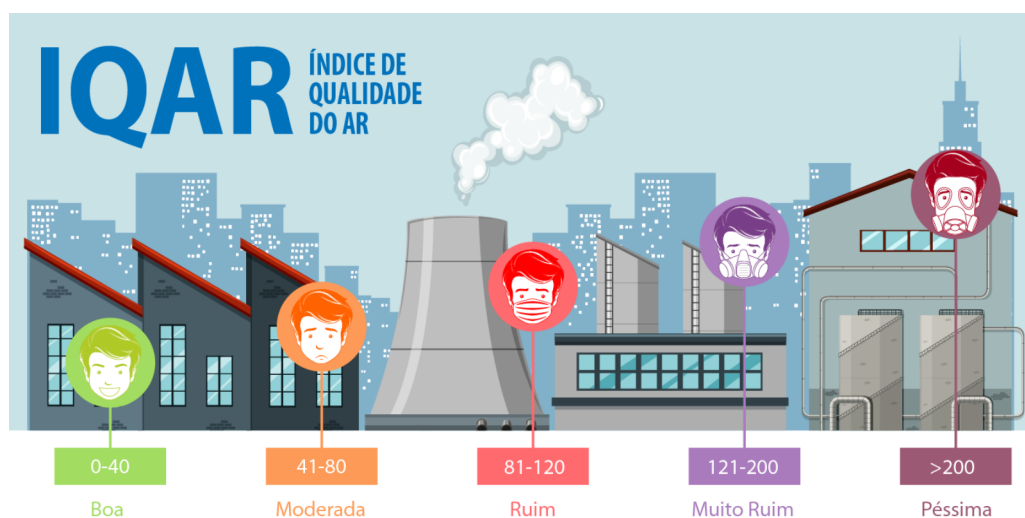


Figura 3. Classificação do Índice de Qualidade do Ar (IQAR).

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 dos resultados para o IQAr final obtidos por meio do cálculo do índice a partir dos dois poluentes monitorados (MP₁₀ e MP_{2,5}) no mês de dezembro de 2021. 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.

Sendo assim, durante o mês de dezembro 70,09% das concentrações de poluentes indicaram uma qualidade do ar **BOA** e 29,91% dos dados não tiveram representatividade mensal.

Quadro 1. Quadro resumo de IQAr.

Quadro Resumo IQAR		
Índice	Qualidade	Resumo do Período (%)
0 - 40	N1 Boa	70,09
41 - 80	N2 Moderada	0,0
81 - 120	N3 Ruim	0,0
121 - 200	N4 Muito Ruim	0,0
> 200	N5 Péssima	0,0
Sem representatividade mensal		29,91

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

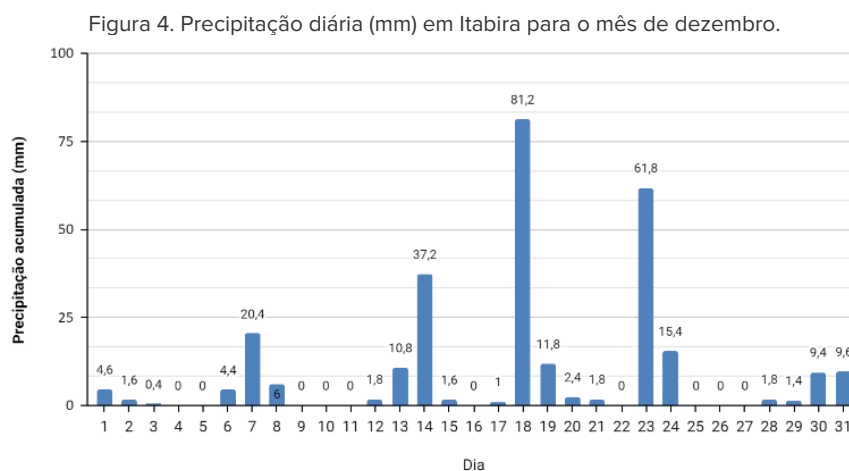
Quadro 2. Classificação da qualidade do ar e possíveis efeitos à saúde.

Qualidade	Índice	Possíveis Efeitos à Saúde
N1 Boa	0 - 40	-
N2 Moderada	41 - 80	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.
N3 Ruim	81 - 120	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.
N4 Muito Ruim	121 - 200	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).
N5 Péssima	> 200	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.

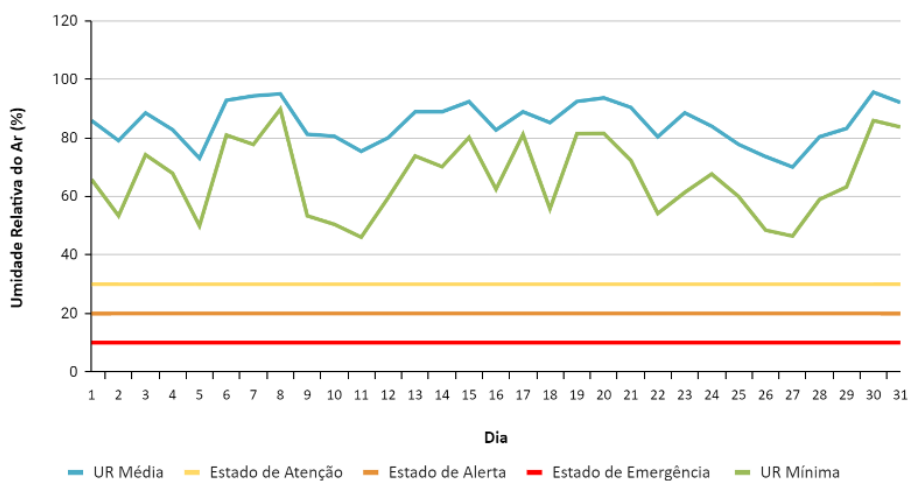
CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS

A Figura 4 apresenta a precipitação diária em Itabira para o mês de dezembro 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 286,4 mm. A temperatura média para o mês foi de 20,8 °C e a velocidade média do vento foi igual a 2,4 m/s.



A umidade relativa do ar média foi de 85,1% e a variação diária está representada na Figura 5, onde se pode verificar que o menor valor da umidade relativa (UR) mínima diária em todo o período ocorreu no dia 11/12 (46,1%), valor fora das faixas críticas consideradas pela Organização Mundial da Saúde. Salienta-se que, quanto menor o valor de umidade relativa, pior a qualidade do ar.

Figura 5. Umidade relativa (mm) em Itabira para o mês de dezembro.

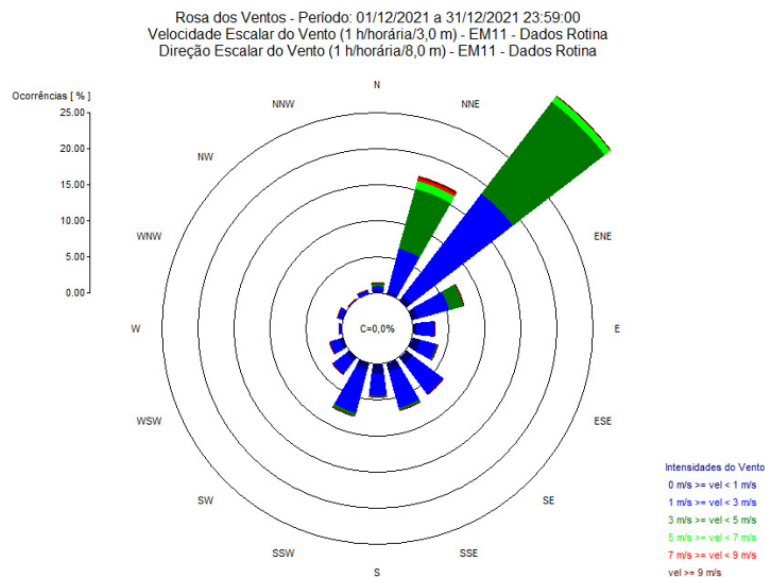


A partir dos dados horários de direção e velocidade escalar do vento, obtidos por meio da EM11, é possível obter o mapa da rosa dos ventos que apresenta a direção predominante do vento em Itabira para o mês de dezembro (Figura 6).

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: léis-nordeste - entre o leste (E) e o nordeste (NE); ESE: léis-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 6, as direções predominantes dos ventos neste período, foram de nordeste (principalmente) e nor-nordeste. Para o mês de dezembro, a estação meteorológica EAM11 registrou velocidades horárias do vento variando entre 0,5 e 9,0 m/s.

Figura 6. Rosa dos ventos em Itabira para o mês de dezembro.



ANÁLISE DOS POLUENTES MONITORADOS - MP_{2,5}

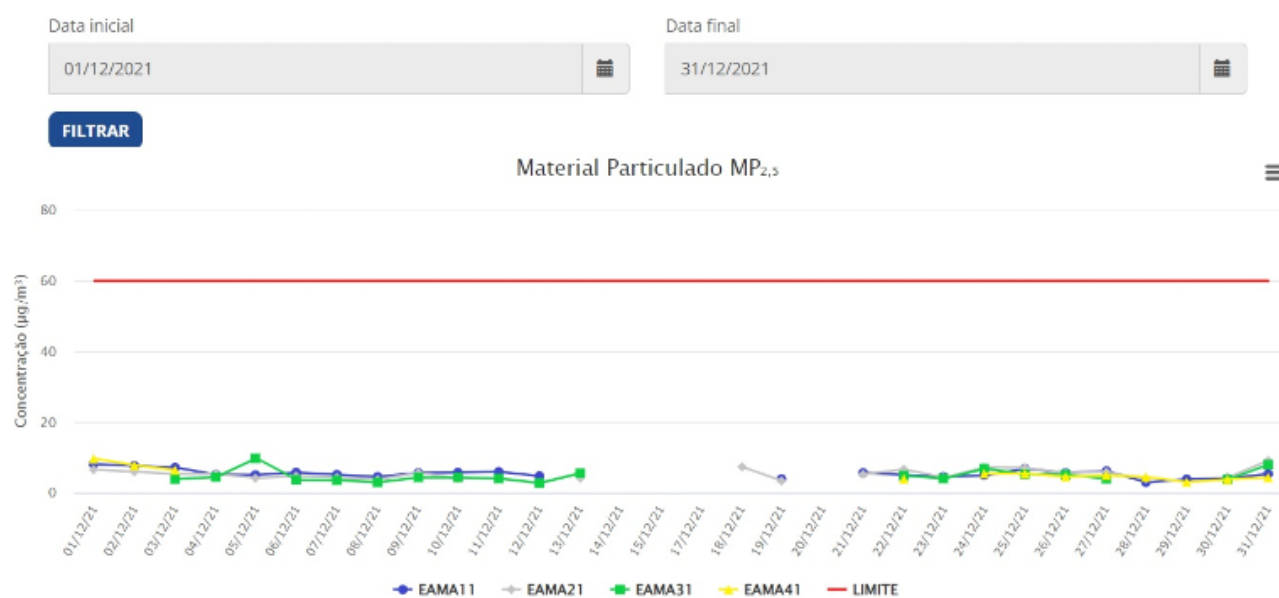
O parâmetro MP_{2,5} apresentou valor máximo de 9,7 µg/m³ no dia 05/12 na EAMA31 e valor mínimo de 2,7 µg/m³ também na EAMA31 no dia 12/12. No Quadro 3 apresenta-se um resumo dos valores das medições para o parâmetro MP_{2,5} no período analisado.

Quadro 3. Resumo das medições do parâmetro MP_{2,5} para o mês de dezembro de 2021.

Estação	Valor Limite PI - 1 (µg/m ³)	Mínimo		Máximo		Média Aritmética (µg/m ³)
		Valor (µg/m ³)	Data	Valor (µg/m ³)	Data	
EAMA11 (Chacrinha)	60	2,9	28/12	8,1	01/12	5,4
EAMA21 (Areão)		3,3	19/12	9,1	31/12	5,3
EAMA31 (João XXIII)		2,7	12/12	9,7	05/12	4,8
EAMA41 (PREMEN)		3,0	29/12	9,6	01/12	5,3

A média da concentração diária de $MP_{2,5}$ durante o mês de dezembro é apresentada na Figura 7. As concentrações se mantiveram abaixo de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ em todas as estações, uma vez que neste período a umidade relativa se manteve elevada e houve precipitação em 68% dos dias deste mês.

Figura 7. Concentração ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) do $MP_{2,5}$ para as 4 estações de monitoramento em Itabira no período de 1 a 31 de dezembro de 2021.



Nas figuras a seguir (Figs. 8 a 11) 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. Pode-se verificar que as maiores concentrações de $MP_{2,5}$ durante o mês de dezembro estiveram associadas principalmente às direções de nordeste (NE) a sul (S) na EAMA11, de lé-sudeste (ESE) a oés-sudoeste (WSW) na EAMA21, de lé-sudeste (ESE) a sul-sudoeste (SSW) na EAMA31 e de leste (E) a lé-sudeste (ESE) e sul (S) na EAMA41.

Figura 8. Rosa de poluentes para o MP_{2,5} na EAMA11 em dezembro.

Rosa de Poluentes - Período: 01/12/2021 a 31/12/2021 23:59:00
 Partículas Inaláveis <2.5µm (µg/m³) (Médias de 24 h Simples) - EAMA11 - Dados Rotina
 Direção Escalar do Vento (Médias de 24 h Simples) - EAMA11 - Dados Rotina

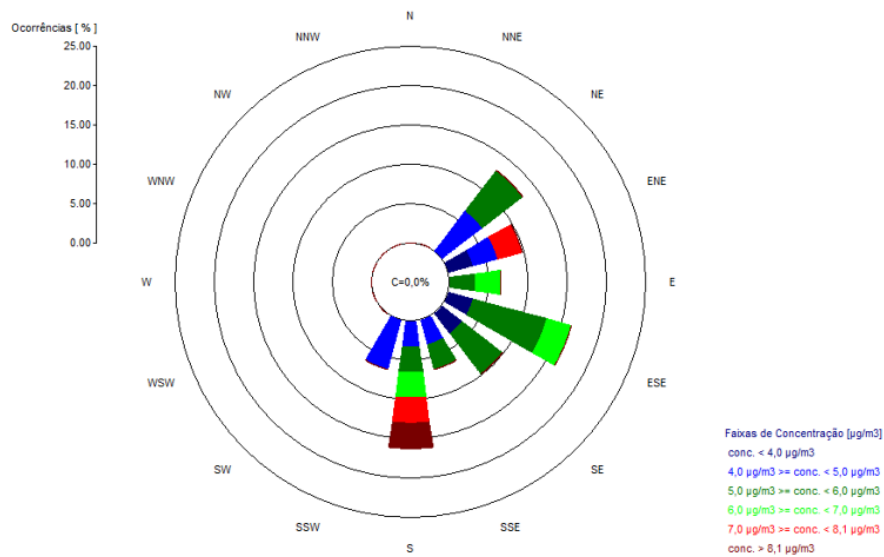


Figura 9. Rosa de poluentes para o $MP_{2,5}$ na EAMA21 em dezembro.

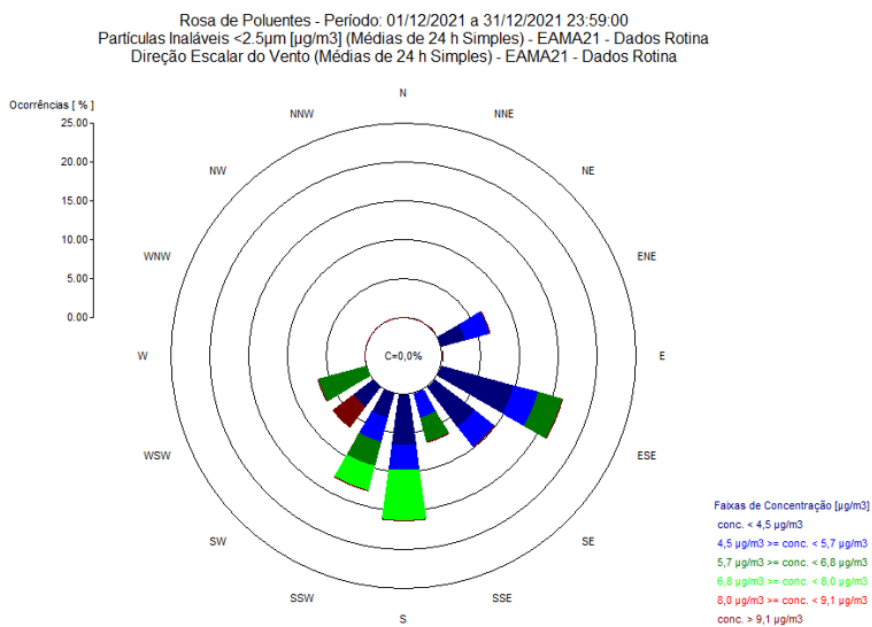


Figura 10. Rosa de poluentes para o MP_{2,5} na EAMA31 em dezembro.

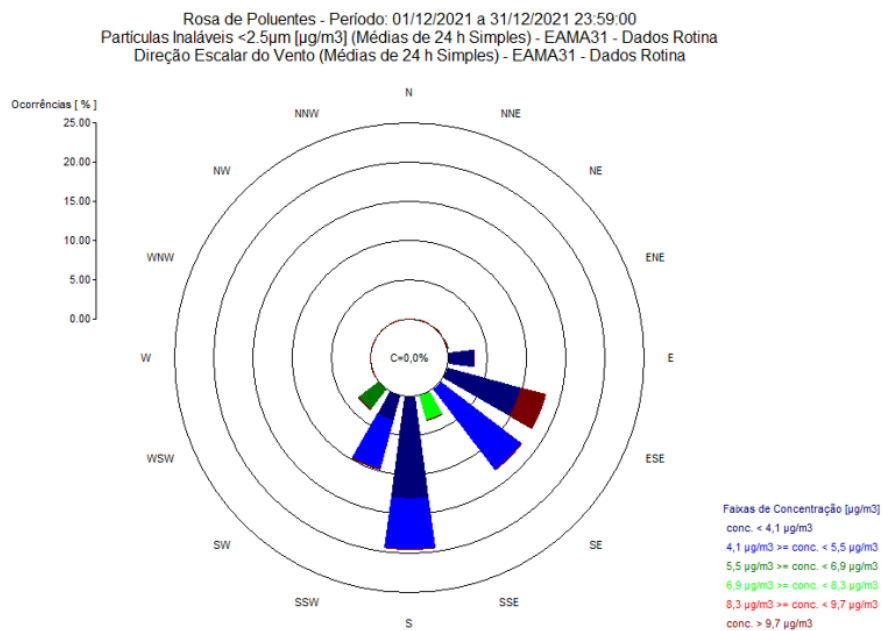
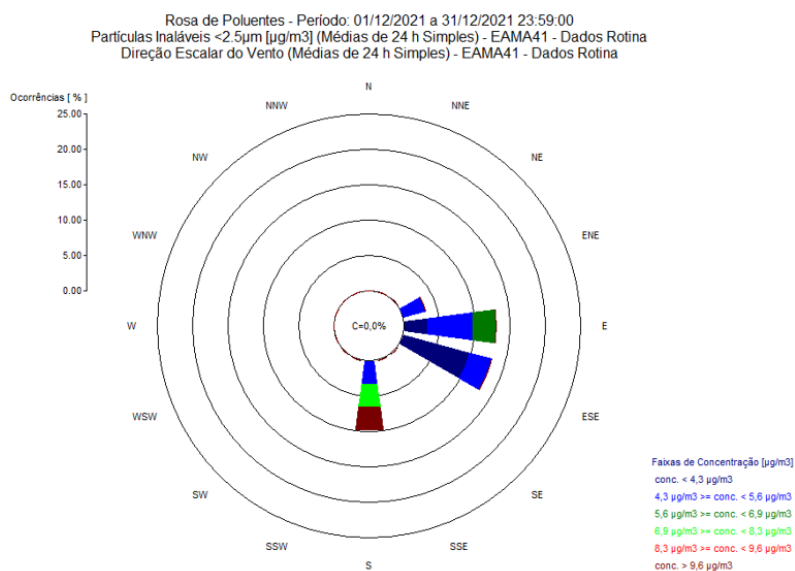


Figura 11. Rosa de poluentes para o MP_{2,5} na EAMA41 em dezembro.



ANÁLISE DOS POLUENTES MONITORADOS - MP₁₀

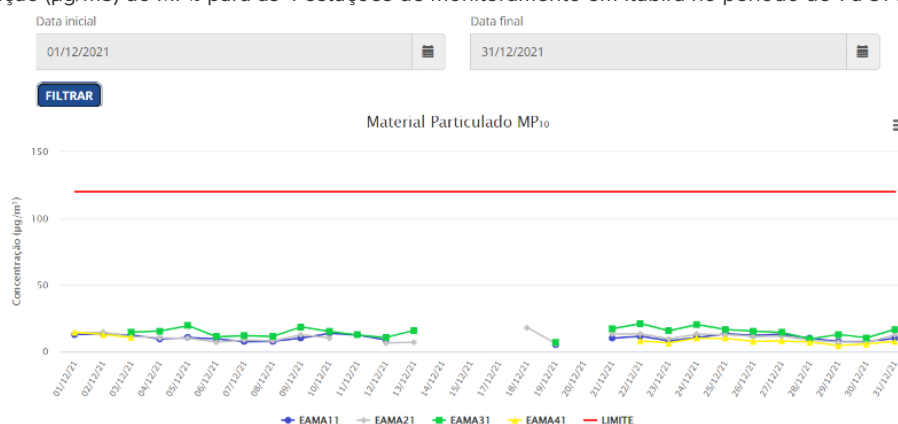
No mês de dezembro de 2021, o parâmetro MP₁₀ apresentou maior registro na EAMA31, sendo o pico observado de 22,4 µg/m³ no dia 15/12. Já a menor concentração para o período foi registrada na EAMA41, sendo igual a 4,6 µg/m³ no dia 29/12.

Quadro 4. Resumo das medições do parâmetro MP₁₀ para o mês de dezembro de 2021.

Estação	Valor Limite PI - 1 (µg/m ³)	Mínimo		Máximo		Média Aritmética (µg/m ³)
		Valor (µg/m ³)	Data	Valor (µg/m ³)	Data	
EAMA11 (Chacrinha)	120	5,4	19/12	14,7	18/12	10,5
EAMA21 (Areão)		6,0	19/12	18,0	18/12	10,9
EAMA31 (João XXIII)		7,2	19/12	22,4	15/12	15,5
EAMA41 (PREMEN)		4,6	29/12	14,6	01/12	8,6

A concentração diária de MP₁₀ durante o mês de dezembro é apresentada na Figura 12. As concentrações se mantiveram abaixo de 50 µg/m³ em todas as estações, uma vez que, conforme mencionado anteriormente, as condições meteorológicas foram favoráveis à deposição destes poluentes.

Figura 12. Concentração (µg/m³) do MP₁₀ para as 4 estações de monitoramento em Itabira no período de 1 a 31 de dezembro de 2021.



ANÁLISE DOS POLUENTES MONITORADOS - PTS

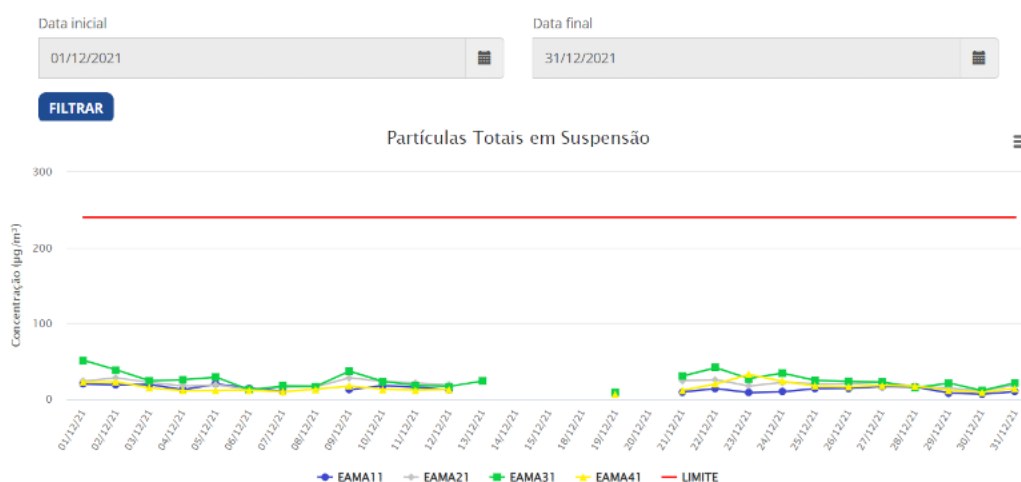
O parâmetro PTS apresentou valor máximo de $51,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ no dia 01/12 na EAMA31, localizada no bairro João XXIII, e valor mínimo de $6,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na EAMA41, localizada no bairro São Marcos, no dia 19/12 (Quadro 5).

Quadro 5. Resumo das medições do parâmetro PTS para o mês de dezembro de 2021.

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	
EAMA11 (Chacrinha)	240	6,7	30/12	19,9	05/12	13,3
EAMA21 (Areão)		8,0	19/12	35,5	15/12	20,6
EAMA31 (João XXIII)		8,4	19/12	51,4	01/12	26,0
EAMA41 (PREMEN)		6,3	19/12	32,5	23/12	16,0

Na Figura 13 são apresentadas as médias diárias para o parâmetro PTS registradas no período, sendo que todas atenderam ao valor padrão definido pela Resolução do CONAMA nº 491 de 2018.

Figura 13. 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 2021.



INFORMAÇÕES ADICIONAIS

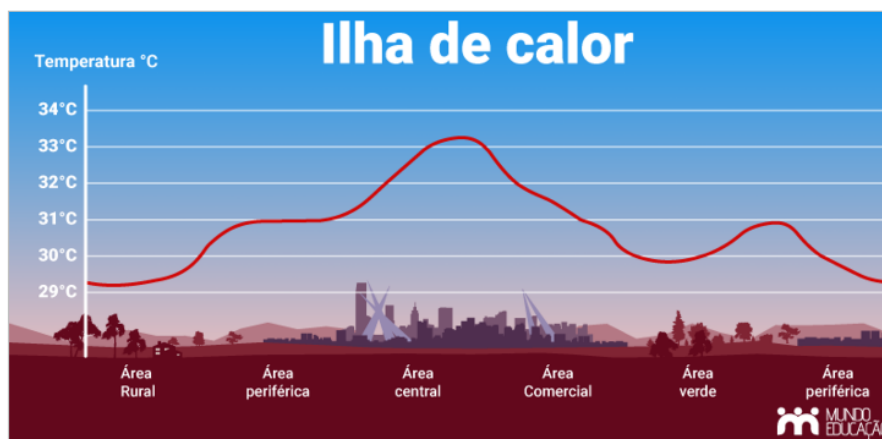
Ilhas de Calor

Os centros urbanos apresentam características que favorecem o aumento da temperatura em razão da concentração de fontes de calor nas cidades, excesso de asfalto, prédios, pouca vegetação, emissão de poluentes condutores de calor, entre outros.

A expansão urbana e a ocupação desordenada do solo, incluindo a verticalização de edifícios e a redução da vegetação natural, são fatores que resultam frequentemente em desconforto climático (NASCIMENTO, 2015).

A “ilha de calor urbana” (IUC) é caracterizada pela temperatura média anual nos centros urbanos mais alta do que nas zonas rurais e seus arredores (Figura 14), gerando variações de 5° até 10° aproximadamente. Essa elevação na temperatura ocorre durante o dia e também de noite (RIBEIRO, 2021).

Figura 14. Gráfico demonstrativo com as diferentes temperaturas correspondentes a cada zona.



Fonte: Mundo Educação.

Segundo Saldiva e Coelho (2013), o aumento da temperatura gera um contraste na mesma e forma uma circulação convectiva que contribui para a concentração de poluentes sobre as grandes cidades.

Além dos prejuízos que a concentração de poluentes pode trazer para diversas espécies e para o meio ambiente, há que ressaltar os impactos à saúde humana, como: tosse, cansaço, falta de ar, doenças respiratórias e cardiovasculares, entre outros. Dessa forma, é necessário reduzir os impactos das ilhas de calor.

De acordo com Ribeiro (2021), para minimizar os efeitos das ilhas de calor, são necessários:

- Programas de sensibilização da população, a fim de diminuir as emissões de dióxido de carbono (lançadas pelos veículos) e outros gases poluentes;
- Controle de emissão de gases poluentes pelas indústrias locais;
- Preservação das áreas verdes e programas de arborização, pois o solo e a vegetação absorvem o calor e diminuem as temperaturas;
- Uso de tecnologias mais “verdes” na urbanização das cidades, como evitar canalização de rios e nascentes locais.

Para Catuzzo (2013), é importante a redefinição dos padrões ambientais urbanos, uma vez que a deficiência no cumprimento de legislações, escassez de área verde e outros fatores impactam cada vez mais na qualidade de vida.

Um importante instrumento a ser observado na expansão das cidades e nas construções é o zoneamento ecológico econômico que estabelece medidas e padrões de proteção ambiental destinados a assegurar a qualidade ambiental, do solo e da biodiversidade, garantindo o desenvolvimento sustentável e a melhoria das condições de vida da população (BRASIL, 2002).

A criação de áreas verdes é uma das estratégias mais eficazes a ser aplicada na mitigação das ilhas nos centros urbanos. A implantação de programas de arborização urbana é importante para estabilização microclimática e redução das ilhas de calor. O autor realizou um estudo comparativo de dados de medição (umidade relativa do ar/temperatura) em um telhado verde, e um de concreto, e concluiu que o telhado verde é também uma possível solução para as ilhas de calor (CATUZZO, 2013).

Tendo em vista os inúmeros efeitos negativos das ilhas de calor, é necessário que as cidades se planejem de forma a impedir ou reduzir a ocorrência desse fenômeno, além de alertar a população em relação à emissão de poluentes, elaborar planos de arborização urbana e cumprir as exigências estabelecidas em lei.

REFERÊNCIAS

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

BRASIL. Regulamenta o art. 9º, inciso II, da Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981, estabelecendo critérios para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil - ZEE, e dá outras providências.

CATUZZO, Humberto. Telhado verde: impacto positivo na temperatura e umidade do ar. O caso da cidade de São Paulo. 2013. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

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>.

Mundo Educação. Ilhas de Calor. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/ilhas-calor.htm>. Acesso em: 02 dez. 2021.

NASCIMENTO, A. P. D. S. Estudo comparativo do conforto térmico em três realidades urbanas da cidade de Santos, SP. 2015. Dissertação. Universidade Santa Cecília. Disponível em: https://unisanta.br/arquivos/mestrado/ecologia/dissertacoes/Dissertacao_Ana_Paula.pdf.

RIBEIRO, L. M. et al. Briófitas como Bioindicadores da Qualidade do Ar no Parque Nacional Serra dos Órgãos, Teresópolis, RJ, Brasil. In: 6º Simpósio de Gestão Ambiental e Biodiversidade (20 a 23 de junho 2017).

RIBEIRO, Rogério. Ilhas de Calor e Ilhas de Frescor. 2021. Nikoguru. Disponível em: <https://nikoguru.uai.com.br/disciplinas/geografia/ilhas-de-calor-e-ilhas-de-frescor/>.

SALDIVA, Paulo Hilario Nascimento; COELHO, Micheline de Souza Zanotti Stagliorio. Poluição atmosférica e saúde humana. REVISTA USP, São Paulo, n.51, p. 58-71, setembro/novembro 2001.

SANTOS, Rosiane Kátia dos. et al. Líquens utilizados como bioindicadores da qualidade do ar do município minerador de Itabira. Research, Society and Development, v. 7, n. 12, p. 01-18, e4712480, 2018.