



Medidas de Material Particulado (MP₁₀) na Measurements of Particulate Matter (PM₁₀) in the atmosphere

Victor de Brito de Oliveira¹, Erika Pereira Felix²

RESUMO

O Material Particulado (MP₁₀) é formado de partículas sólidas e líquidas em suspensão na atmosfera, com diâmetro de até 10µm. Essas partículas são conhecidas como inaláveis grossas, pois podem ficar retidas no trato respiratório superior. O objetivo deste trabalho é determinar a concentração de MP₁₀ realizando coletas mensais a partir de fevereiro de 2022 até julho de 2023, com auxílio de amostradores de grandes volumes, a uma vazão de 1,13 m³ min⁻¹, e filtros de fibra de vidro com 0,3 µm de diâmetro dos poros. Foram escolhidos dois ambientes: um externo, situado em local com grande fluxo de veículos automotores e próximo a uma área industrial, e um interno para comparação. Antes e após cada coleta, o filtro foi colocado em dessecador por 24 horas, para retirar a umidade, e após este período foi pesado em balança analítica. A diferença entre as massas possibilitou a determinação da concentração do MP₁₀. As concentrações obtidas variaram de 8,41 a 79,87 µg m⁻³, apresentando valores para coletas realizadas em ambientes externos que extrapolaram o padrão para 24h (50 µg m⁻³), de acordo com resolução CONAMA n° 491 de 2018. As concentrações referentes a coletas internas apresentaram valores abaixo do limite estabelecido

PALAVRAS-CHAVE: material particulado; poluição do ar; poluição urbana.

ABSTRACT

The Particulate Matter (PM₁₀) is made up of solid and liquid particles suspended in the atmosphere, with a diameter of up to 10µm. These particles are known as coarse inhalants as they can become trapped in the upper respiratory tract. The objective of this work is to determine the concentration of PM₁₀ by carrying out monthly collections from February 2022 to July 2023, with the aid of large volume samplers, at a flow rate of 1.13 m³ min⁻¹, and glass fiber filters with 0.3 µm pore diameter. Two environments were chosen: an external one, located in a place with a large flow of motor vehicles and close to an industrial area, and an internal one for comparison. Before and after each collection, the filter was placed in a desiccator for 24 hours, to remove humidity, and after this period it was weighed on an analytical balance. The difference between the masses made it possible to determine the concentration of PM₁₀. The concentrations obtained ranged from 8.41 to 79.87 µg m⁻³, presenting values for collections carried out in external environments that exceeded the standard for 24 hours (50 µg m⁻³), in accordance with CONAMA resolution no. 491 of 2018. Concentrations referring to internal collections presented values below the established limit.

KEYWORDS: particulate matter; air pollution; urban pollution.

INTRODUÇÃO

Material Particulado (MP) é a denominação para partículas líquidas e sólidas suspensas na atmosfera. Sendo a forma mais notável de poluição atmosférica, o MP pode causar neblinas, fumaças, poeiras e cinzas, restringindo a visibilidade. Apesar de não possuírem necessariamente uma forma arredondada, uma característica qualitativa muito

¹ Bolsista da Fundação Araucária. Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, Curitiba, Paraná, Brasil. E-mail: victoroliveira.2017@alunos.utfpr.edu.br. ID Lattes: 4109083504517203.

² Docente no Curso de Bacharelado em Química/Departamento Acadêmico de Química e Biologia - DAQBi/PPGQ. Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, Curitiba, Paraná, Brasil. E-mail: erikafelix@utfpr.edu.br. ID Lattes: 2914403227138811.



importante dessas partículas é o seu diâmetro. Partículas totais em suspensão, partículas inaláveis grossas e partículas inaláveis finas são aquelas cujos diâmetros são, respectivamente, menores que 50,10 e 2,5 μm (conhecidas como PTS, MP₁₀, MP_{2,5}). O MP₁₀ é constituído de partículas que podem ficar retidas no trato respiratório, causando danos (MANAHAN, 2013; BAIRD, 2011; ROCHA; ROSA; CARDOSO; 2009; BRASIL, 2018).

A ocorrência de MP na atmosfera se dá por fontes de origem natural, antrópica ou por meio de reações entre componentes na própria atmosfera. Dentre as fontes antrópicas, tem-se veículos automotores com a queima de combustíveis fósseis, queima de biomassa, ressuspensão de poeira no solo, processos industriais, processos em obras, pavimentações de vias, dentre outros (BRASIL, 2023; SÃO PAULO, 2023; BRIT; SODRÉ; ALMEIDA, 2018).

O monitoramento da qualidade do ar é extremamente importante, pois possibilita mensurar concentrações de poluentes atmosféricos, já que, devido a eventos extremos de poluição do ar como, por exemplo, o nevoeiro que cobriu Londres em 1952 causando aproximadamente 12 mil óbitos, viu-se a necessidade de legislações que se preocupem com os efeitos adversos da poluição atmosférica para a saúde (VORMITTAG, 2021).

A partir de estudos epidemiológicos realizados entre as décadas de 1980 e 1990, apontando os efeitos adversos à saúde humana por poluentes atmosféricos, a Organização Mundial da Saúde elaborou, em 2006, um guia de Qualidade do Ar, cujos parâmetros estabelecidos para MP₁₀ passaram a entrar em vigor no Brasil no ano de 2018 através da resolução CONAMA n° 491, conforme a Tabela 1 (VORMITTAG, 2021; BRASIL, 2018; OMS, 2022).

Tabela 1 - Padrões de MP₁₀ CONAMA

Poluente	Período de Referência	P1	P2	P3	PF
MP ₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Anual	40	35	30	20
	24h	120	100	75	50

Fonte: Elaborado pelos autores com base em CONAMA (2018)

P1, P2, P3 e PF indicam, respectivamente, padrões 1, 2, 3 e final. Pois, em 2006, a intenção era uma redução gradativa nos níveis desse poluente na atmosfera (OMS, 2022).

Recentemente, com o período de pandemia causado pelo SARS-CoV-2, iniciado no ano de 2020, estudos começaram a relacionar o MP como um vetor de transmissão, já que a sua exposição foi relacionada a novos casos e, também, ao agravamento clínico de pessoas infectadas pelo vírus, podendo essa relação ser explicada pela resposta inflamatória gerada por essas partículas quando presentes do sistema respiratório (SANTURTÚN *et al*, 2022; BHADOLA *et al*, 2023).

METODOLOGIA

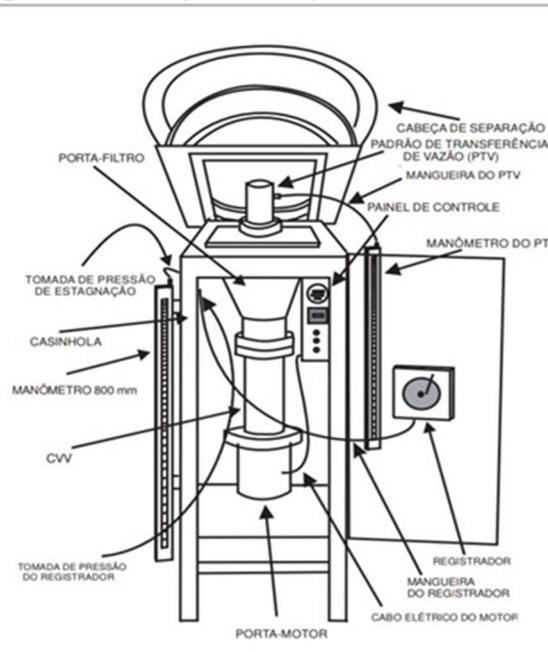
As coletas do material particulado (MP₁₀) foram realizadas utilizando amostradores de grandes volumes (AGV-CVV, Energética), a uma vazão de 1,13 $\text{m}^3 \text{min}^{-1}$, e filtros de fibra de vidro (Whatman, 20,3 x 25,4 cm) com 0,3 μm de diâmetro dos poros.

Para a calibração dos amostradores, foram utilizados um “copo” de orifício, manômetros de coluna d’água (0 a 400 mm na escala), placas de 8, 9, 10, 13 e 18 furos, placa adaptadora, uma mangueira flexível e uma carta gráfica. O seguinte procedimento foi seguido:

- a) a cabeça e a porta do amostrador foram abertas;
- b) a moldura de aperto do porta-filtro foi removida e instalou-se a placa adaptadora;
- c) sobre a sede circular da placa adaptadora foi colocada a placa de resistência com 18 furos que recebeu, em seguida, o copo de orifício que, por sua vez, foi devidamente preso ao apertar a rosca de acoplamento;
- d) o manômetro foi pendurado, verticalmente, na porta do amostrador, conforme mostra a Figura 1, e foi conectado ao copo de orifício por meio da mangueira flexível;
- e) as torneiras dos manômetros foram abertas e instalou-se a carta gráfica no registrador;
- f) ligou-se o aparelho e anotou-se os valores “para cima” e “para baixo” apresentados pelo manômetro de calibração e pelo manômetro do amostrador.

Esse procedimento foi realizado para todas as placas de resistência em ordem decrescente de furos.

Figura 1 – Exemplo do esquema de calibração



Fonte: Energética (2016)

As coletas das amostras foram realizadas em frente ao Bloco A (coleta externa) e no Laboratório de Estudos em Matrizes Ambientais – LEMA (coleta interna) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, localizada à rua Deputado Heitor de Alencar Furtado, 5000 – Cidade Industrial de Curitiba, Curitiba – PR. A escolha do ponto de coleta externa se deve ao grande fluxo de veículos automotivos e por ser uma região próxima às indústrias. As coletas internas foram realizadas para comparação de resultados.



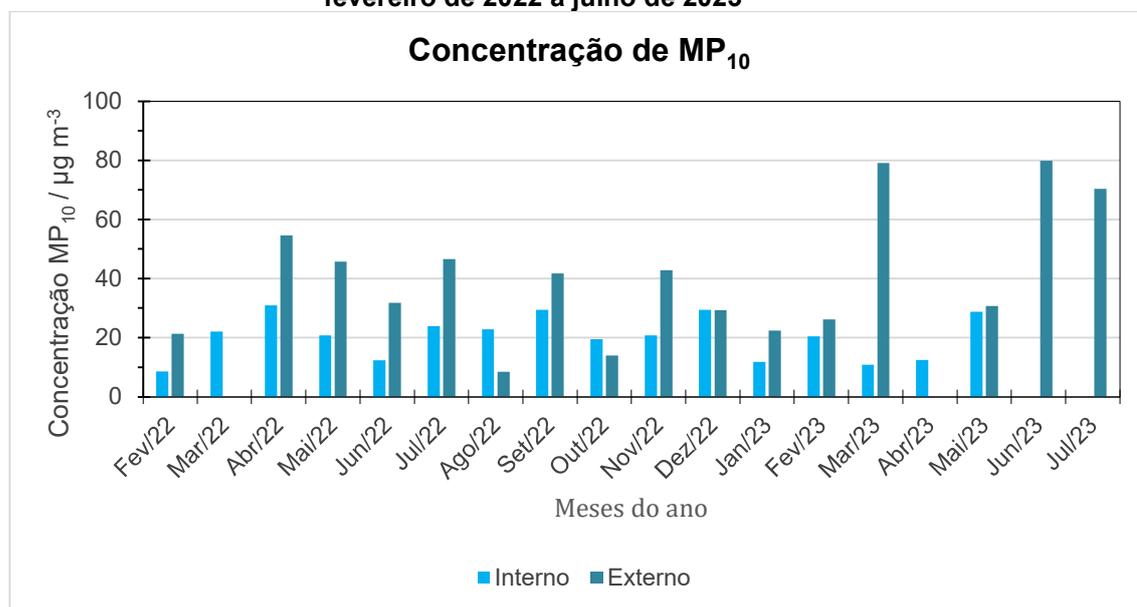
As amostras foram coletadas mensalmente, de 02/2022 a 07/2023, em dias com pouca probabilidade de ocorrência de chuvas. Antes de cada coleta, foi realizado o procedimento de calibração nos amostradores. O período para as coletas foi de 24 horas. Após amostragem, os filtros foram dobrados ao meio, colocados na parte interna de uma folha de papel almaço e a folha colocada dentro de um plástico do tipo zíper. Em seguida, foi colocado em uma caixa organizadora e levado ao laboratório para pesagem.

Antes e após cada coleta, o filtro foi colocado em dessecador por 24 horas, para retirar a umidade, e após este período foi pesado em balança analítica (Shimadzu, modelo AUY 220) com precisão de 0,1 mg. A diferença entra as massas possibilitou a determinação da concentração de MP₁₀.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Figura 2 apresenta as concentrações obtidas nas coletas externas e internas. É possível notar que, em geral, concentrações maiores foram registradas no ambiente externo, o que está de acordo com outros estudos que comparam concentrações em ambientes externo e interno. A média anual de MP₁₀, fev/2022 a fev/2023, foi de aproximadamente 30,49 $\mu\text{g m}^{-3}$, ultrapassando o valor de 20 $\mu\text{g m}^{-3}$ estabelecido pela legislação vigente (VU, 2022; BRASIL, 2018).

Figura 2 - Concentrações de MP₁₀ obtidas em coletas externas e internas, realizadas de fevereiro de 2022 a julho de 2023



Fonte: Elaborado pelos autores

CONCLUSÕES

As concentrações de material particulado atmosférico das coletas externas apresentaram variações ao longo do período avaliado, relacionadas às emissões e condições meteorológicas. Cabe ressaltar que quatro amostras ficaram acima dos limites diários estabelecidos pela legislação e outras ficaram bem próximas a este limite, indicando



que fontes antrópicas, como emissões veiculares e industriais, podem estar contribuindo para uma piora na qualidade do ar, o que pode resultar em danos à saúde da população.

Análises futuras serão necessárias para determinar se há correlação entre as fontes de material particulado coletado nos ambientes interno e externo e para avaliar íons metálicos associados a esse material.

Agradecimentos

Fundação Araucária, UTFPR e LEMA.

Conflito de interesse

Não há conflito de interesse.

REFERÊNCIAS

BAIRD, Colin; CANN, Michael. **Química Ambiental**. Porto Alegre: Bookman, 2011.

BHADOLA, P *et al.* **Analysing role of airborne particulate matter in abetting SARS-CoV-2 outbreak for scheming regional pandemic regulatory modalities**. Environmental Research, vol 236, part 1, November 2023, 116646.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Poluentes Atmosféricos**. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/qualidade-do-ar/poluentes-atmosfericos.html>. Acesso em 11/09/2023.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução CONAMA nº 491, de 19/11/2018**. Dispõe sobre padrões de qualidade do ar. Disponível em: <http://conama.mma.gov.br/atos-normativos-sistema>. Acesso em 12/09/2023.

BRITO, G. F. S.; SODRÉ, F. F.; ALMEIDA, F. V. **O Impacto do Material Particulado na Qualidade do Ar**. Revista Virtual de Química, vol 10 (5), no prelo, Outubro 2018.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Qualidade do Ar: Poluentes**. São Paulo: CETESB. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/ar/poluentes/#:~:text=As%20principais%20fontes%20de%20emis%C3%A3o,poeira%20do%20solo%2C%20entre%20outros>. Acesso em 11/09/2023.

MANAHAN, Stanley E. **Química Ambiental**. Porto Alegre: Bookman, 2013.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Ambient (outdoor) air pollution**. Geneva: WHO, 2022. Disponível em: [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health?gclid=Cj0KCQjwmlCoBhDxARIsABXkXIl-mnEEHlmoghS06gGZ5T-ZyYxtU7bfxsscy_4KPdqkspASYaQIVoaAIUeEALw_wcB](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health?gclid=Cj0KCQjwmlCoBhDxARIsABXkXIl-mnEEHlmoghS06gGZ5T-ZyYxtU7bfxsscy_4KPdqkspASYaQIVoaAIUeEALw_wcB). Acesso em 12/09/2023

ROCHA, Júlio C.; ROSA, André H.; CARDOSO, Arnaldo A. **Introdução à Química Ambiental**. Porto Alegre: Bookman, 2009.



SANTURTÚN, A *et al.* **Exposuro to particulate matter:** Direct and indirect role in the COVID-19 pandemic. *Environmental Research*, vol 206, April 2022, 112261.

VORMITTAG, Evangelina da Motta P. A. de Araújo *et al.* **Análise do monitoramento da qualidade do ar no Brasil.** *Energia e Ambiente*, vol 35 (102), pag 7 – 30, Agosto 2021.
Disponível em: <https://www.scielo.br/ea/a/fbCFjRbBRhf4M5F6xQVrbfR/?lang=pt#>. Acesso em 12/09/2023.

VU, T. V. *et al.* **Assessing the contributions of outdoor and indoor sources to air quality in London homes of the SCAMP cohort.** *Building and Environment*, vol 222, August 2022.