

Standardized Household Dust Sampling Method for Airborne Metal Exposure Assessment - A New Perspective on Chemical Monitoring

Renato Marçullo Borges; Ruan Victor Ferreira Soares; Camila Faia de Sá ¹;
Gabriela Souza Cobucci, Jaqueline Balbino

¹ Centro de Estudos da Saúde do Trabalhador e Ecologia Humana / Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca / Fundação Oswaldo Cruz (Cesteh/Ensp/Fiocruz);

Fundação Oswaldo Cruz - ENSP/CESTEH

Introduction:

Air pollution is a cross-cutting determinant in public health. Household dust has emerged as an important route of exposure, especially after the COVID-19 pandemic, which increased the amount of time people spend indoors. This environmental compartment can accumulate various toxic substances such as metals, pesticides, PCBs, PBDEs, PAHs, fungi, and microorganisms, all with potential impacts on human health. In this context, dust serves as a relevant indicator of chronic exposure to pollutants. However, the lack of methodological standardization still limits its large-scale application in environmental and epidemiological studies.

Objective:

Assessment of Atmospheric Metal Contamination in the Rio de Janeiro Metropolitan Region through Household Dust Analysis Using a Standardized Approach and a Novel Sampler.

Methods and Materials:

Eleven households in the Rio de Janeiro Metropolitan Region were conveniently selected for monitoring over two years. A polystyrene device (30 × 30 cm) was developed for dust collection, positioned 2 meters high in two different rooms for 60 days each season. Dust was collected using an air pump (20 L/min) attached to cassettes with cellulose ester membranes. Metal concentrations were determined by graphite furnace atomic absorption spectrometry.

Results and Conclusion:

Three rounds of household dust collection were analyzed between June 2023 and July 2024, focusing on the metals Cd, Cr, Ni, and Pb. Contamination was assessed using the Enrichment Factor (EF) and the Geochemical Index (Igeo),

based on the São Paulo Geochemical Atlas and using iron as the reference element. Cadmium showed 100% of the samples with extreme contamination in all rounds; chromium ranged from moderate to extreme in 25% to 93% of the samples; nickel ranged from 93% to 100%; and lead ranged from 90% to 100%. The methodology developed in this study proved to be effective, standardized, low-cost, and scalable for monitoring metals in indoor environments. In addition to detecting and quantifying the presence of contaminants, it allowed for the mapping of a relevant chronic exposure scenario, which remains overlooked by public environmental health policies. The findings emphasize the importance of incorporating this approach into public health strategies, particularly for vulnerable populations exposed to diffuse contamination sources.

Domestic Dust; Metals; Dust Sampler

Desenvolvimento e aplicação de método padronizado de amostragem de poeira domiciliar para monitoramento de metais no ar - Uma Nova Perspectiva no Monitoramento de Substâncias Químicas

Introdução:

A poluição atmosférica é um determinante transversal em saúde pública. A poeira domiciliar tem emergido como importante via de exposição, especialmente após a COVID-19, que intensificou o tempo de permanência em ambientes internos. Esse compartimento ambiental pode concentrar diversas substâncias tóxicas, como metais, pesticidas, PCBs, PBDEs, HPAs, fungos e microrganismos, com potencial impacto à saúde humana. Nesse contexto, a poeira funciona como um indicador relevante da exposição crônica a poluentes. No entanto, a ausência de padronização metodológica ainda limita seu uso em larga escala em estudos ambientais e epidemiológicos.

Objetivo:

Avaliar a contaminação atmosférica por metais na Região Metropolitana do Rio de Janeiro por meio da análise de poeira domiciliar, utilizando uma abordagem padronizada e um novo amostrador.

Materiais e Métodos:

Foram selecionadas, por conveniência, 11 residências na Região Metropolitana do Rio de Janeiro, a serem monitoradas ao longo de dois anos. Para a coleta da poeira, foi desenvolvido um dispositivo em poliestireno (30 × 30 cm), posicionado a 2 metros de altura em dois cômodos distintos por 60 dias em cada estação do ano. A coleta da poeira foi realizada com bomba de ar (20 L/min) acoplada a cassetes com membranas de éster de celulose. As concentrações de metais foram determinadas por espectrometria de absorção atômica no forno de grafite.

Resultados e Conclusão:

Foram analisadas três rodadas de coleta de poeira domiciliar coletadas entre junho de 2023 e julho de 2024, com foco nos metais Cd, Cr, Ni e Pb. A contaminação foi avaliada por meio do Fator de Enriquecimento (EF) e do Índice Geoquímico (Igeo), com base no Atlas Geoquímico de São Paulo e utilizando o ferro como elemento de referência. O cádmio apresentou 100% das amostras com contaminação extrema em todas as rodadas; o cromo variou de moderada a extrema em 25% a 93% das amostras; o níquel entre 93% e 100%; e o chumbo entre 90% e 100%.

A metodologia desenvolvida neste estudo demonstrou ser eficaz, padronizada, de baixo custo e aplicável em larga escala para monitoramento de metais em ambientes internos. Além de detectar e quantificar a presença de contaminantes, permitiu mapear um cenário de exposição crônica relevante, ainda invisível às políticas públicas de vigilância ambiental. Os achados reforçam a importância da incorporação dessa abordagem em estratégias de saúde pública, especialmente para populações vulneráveis expostas a fontes difusas de contaminação.