



## Determinação de fontes de MP por ACP na região metropolitana de São Paulo a partir de um estudo de revisão sistemática

Érika Harumi Ito Mataiyoshi\*; Julia Perilo Baltazar; Danilo Covaes Nogarotto;

Simone Andréa Pozza

\*erikaharumi98@gmail.com

**Palavras-chave:** material particulado, análise de componentes principais, monitoramento ambiental.

### 1. Introdução

O material particulado (MP) presente no ar reduz a visibilidade e diminui a intensidade da radiação solar que atinge a superfície do planeta. Além disso, influencia nas características químicas do ambiente atmosférico e afeta a saúde humana. O seu estudo e compreensão é de extrema importância para o desenvolvimento e melhoria tanto na qualidade do meio ambiente quanto da vida dos seres vivos.

A Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) é a maior região industrializada na América Latina. Suas principais fontes de poluição são relacionadas a emissões de veículos, além de ressuspensão de solo, lançamentos industriais e queima de combustíveis e vegetação. A principal contribuição para a concentração de material particulado provém de fontes locais e, portanto, é importante o conhecimento das características de urbanização, geológicas e climáticas do local (VASCONCELLOS *et al.*, 2011).

### 2. Objetivos

Na Figura 1, é possível observar que para o estudo, foi determinado tanto um objetivo principal (em destaque ao centro) como objetivos específicos (ao redor do principal).

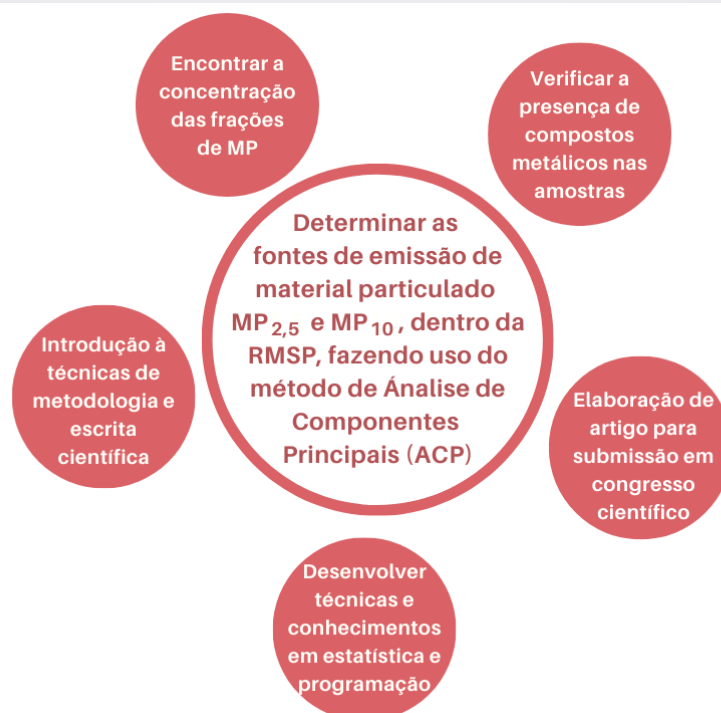


Figura 1: Representação ilustrativa dos objetivos do estudo.

### 3. Descrição

Levando em consideração a importância do conhecimento e estudo referente ao material particulado (MP) e a poluição atmosférica, esta iniciação científica possuía inicialmente, o objetivo de estudar o MP e a qualidade do ar da cidade de Limeira – SP. Porém, devido à ocorrência da pandemia global gerada pelo COVID-19 todas as atividades e coletas que estavam sendo realizadas foram paralisadas e a metodologia foi alterada.

O estudo teve como foco quantificar e identificar o MP suspenso em áreas da RMSP verificando suas potenciais fontes poluidoras, através de revisão bibliográfica e o uso da ACP. Este método de análise pode ser usado para detectar possíveis fontes das partículas suspensas no ar baseando-se na sua caracterização química. Para a revisão bibliográfica, utilizou-se artigos publicados em jornais científicos, somente daqueles que realizaram caracterização química de metais na região metropolitana de São Paulo (RMSP) nos últimos 20 anos. As bases de dados utilizadas foram: *SciELO*, *Science Direct*, *Scopus* e *Web of Science*. Não foi encontrado nenhum trabalho publicado na base *SciELO*. As palavras-chave usadas para a pesquisa foram, na mesma ordem, os seguintes termos: “*particulate matter*”, “*metals*” e “*sao paulo*”.

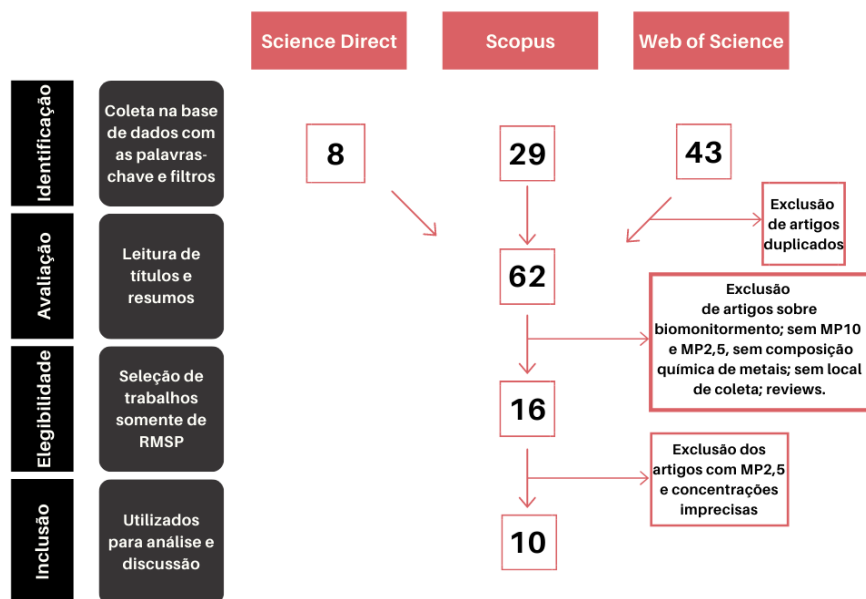


Figura 2: Fluxograma do processo de seleção dos trabalhos, a partir da revisão bibliográfica.

Com os dados recolhidos dos trabalhos aptos, realizou-se a Análise de Componentes Principais (ACP) e realizou-se a discussão referente aos principais metais e suas correlações com suas prováveis fontes. A Figura 2 mostra as etapas realizadas e os resultados para a seleção dos artigos.

#### 4. Resultados Obtidos

Após a revisão bibliográfica, foi usada somente 7 metais dos 21 encontrados, pois considerou-se os elementos que tinham no mínimo 60% das observações. Os metais então considerados para a análise foram: alumínio (Al), cálcio (Ca), cobre (Cu), ferro (Fe), potássio (K), chumbo (Pb) e zinco (Zn). Na Figura 3, é possível verificar a proporção de relevância das sete componentes principais (CP) encontradas pelo ACP, que totaliza em sua soma 1,0 (100%).

As três primeiras componentes acumuladas foram acima de 80% da variabilidade total (86,35%), portanto foram as CPs estudadas e interpretadas para a sua discussão. É possível verificar, a partir da Tabela 1, os principais metais (que apresentavam um coeficiente maior que 0,5), que mais contribuíram dentro de cada CP, além dos resultados obtidos das principais fontes de poluição.



**Tabela 1: Coeficiente dos metais com as três principais componentes geradas pela ACP e suas interpretações.**

Metal	CP 1	CP 2	CP 3
Al	0,537	-0,236	0,086
Ca	-0,256	<b>-0,690</b>	-0,106
Cu	<b>0,521</b>	0,191	-0,020
Fe	0,286	<b>-0,627</b>	0,095
K	-0,088	-0,141	<b>-0,720</b>
Pb	0,153	0,138	<b>-0,666</b>
Zn	<b>0,512</b>	-0,007	-0,099
Proporção de variação	0,549	0,230	0,084
Proporção cumulativa	0,549	0,779	0,864
Interpretação de fontes	- Tráfego	- Ressuspensão de solo	- Queima de biomassa
	- Emissões Veiculares	- Material mineral	- Queima de combustíveis

Na CP 1, o Zn e Cu são fortemente ligados a emissões veiculares, onde Cu é associado à emissão da queima da gasolina como combustível e por desgaste de freios e Zn está associado aos resíduos de pneus e suas pastilhas que são gerados pela abrasão e combustão de óleo lubrificante. Juntamente com Zn e Cu, o Al é frequentemente associado com o uso do diesel como combustível (VASCONCELLOS *et al.*, 2011; VIANA *et al.*, 2008).

A segunda CP possui predominantemente Ca e Fe, metais constantemente relacionados a poeira de estrada e ressuspensão de solo do local ou da região, ou de forma mais generalizada, como poeira de cidade (VIANA *et al.*, 2008). Portanto, considerados de origem mineral, a interpretação concluída da segunda componente principal de MP analisado provém de ressuspensão do solo.

Os elementos principais são o K e Pb da terceira CP. O K se associou com a queima de biomassa e madeira. Já o Pb possui emissões no meio ambiente, sendo naturais ou antropogênicas. A ação antropogênica é a maior responsável pela sua liberação, e a interpretação para esta componente se relacionou com a queima de combustíveis fósseis (VASCONCELLOS *et al.*, 2011; SOUTO-OLIVEIRA *et al.*, 2018). Neste estudo foi possível observar as maiores concentrações de K e Pb durante o período de outono e inverno do país. Portanto, interpretou-se que estes metais estão juntamente conectados com queimas e emissões de biomassa e combustíveis, mais comuns na época mais seca do ano.



## 5. Considerações Finais

A RMSP mostrou grande influência de poluentes envolvendo emissões veiculares, como também das industriais e poeira de solo. Os estudos e pesquisas neste campo são de interesse a todos para o conhecimento e gerenciamento da qualidade do ar, além da melhoria de qualidade de vida a todos os moradores da região.

Agradeço ao PIBIC/CNPq pelo apoio e fomento a pesquisa e à orientação e coorientação da iniciação científica pelo apoio.

## Referências

Souto-Oliveira, C. E., Babinski, M., Araújo, D. F., Andrade, M. F.. Multi-isotopic fingerprints (Pb, Zn, Cu) applied for urban aerosol source apportionment and discrimination. 2018. *Science of the Total Environment*, v. 626, pp. 257-267. DOI: 10.1016/j.atmosenv.2018.11.007.

Vasconcellos, P. C., Souza, D. Z., Ávila, S. G., Araújo, M. P., Naoto, E., Nascimento, K. H., Cavalcante, F. S., Dos Santos, M., Smichowski, P., Behrentz, E.. Comparative study of the atmospheric chemical composition of three South American cities. 2011. *Atmospheric Environment*, v. 45 (32), pp. 5770-5777. DOI: 10.1016/j.atmosenv.2011.07.018.

Viana, M., Kuhlbusch, T. A. J., Querol, X., Alastuey, A., Harrison, R. M., Hopke, P.K., Winiwarter, W., Vallius, M., Szidat, S., Prévôt, A. S. H., Hueglin, C., Bloemen, H., Wählin, P., Vecchi, R., Miranda, A. I., Kasper-Giebl, A., Maenhaut, W., Hitenberger, R.. Source apportionment of particulate matter in Europe: A review of methods and results. 2008. *Journal of Aerosol Science*, v 39 (10), pp. 827-849. DOI: 10.1016/j.jaerosci.2008.05.007.