

Material particulado fino (MP2,5) de Porto Alegre

Parte II: identificação das fontes

Vivian Bauce Machado, Beatriz Oyama,
Maria de Fátima Andrade

*Departamento de Ciências Atmosféricas/IAG/USP
e-mail: bauce@model.iag.usp.br*

1. Introdução

A atmosfera da Região Metropolitana de Porto Alegre (RMPA) apresenta deterioração resultante da sobreposição de emissões poluidoras – intensa atividade industrial e veicular (~1,6 milhões de veículos) (FEPAM, 2010). A concentração e composição do particulado são informações muito relevantes para estudos de qualidade do ar, que possibilitam identificar fontes emissoras e medidas mitigadoras que podem ser direcionadas para a diminuição dessas emissões. O MP2,5 (da < 2,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) está relacionado com os principais efeitos deletérios à saúde e ainda não foi sujeito à regulamentação governamental no Brasil (CETESB, 2008). O presente estudo tem por objetivo, identificar as fontes de MP2,5 na RMPA.

2. Metodologia

Foram utilizados dados obtidos através de técnicas químicas analíticas (metodologia descrita na parte I), aos quais aplicou-se modelagem multivariada (Análise de componentes Principais - ACP e ACP Absolutas - ACPA) para identificação das possíveis fontes de MP2,5.

3. Resultados

Na Tabela 1, são apresentados resultados referentes à estatística descritiva dos dados (amostras válidas, média, mínimo, máximo e desvio padrão) e os resultados da aplicação da ACP. Foram retidos 3 fatores, que conseguem explicar ~79,5% da variância total dos dados, com maiores pesos dos fatores 1 e 3 (F1 e F3). A alta comunalidade (h^2) para todos os elementos ($h^2 > 0,65$), indica que o modelo explica boa parte da variabilidade dos dados pelos fatores ajustados. Os valores destacados indicam pesos mais representativos, que possibilitam a identificação das fontes (análise empírica).

O Black Carbon – BC é emitido majoritariamente nos processos de combustão e, em especial, durante a queima de diesel por veículos pesados. Alguns elementos apresentam concentrações muito próximas ao limite de detecção do método, como Ni, V, Cr, P, K e Se, principalmente. Esses elementos são importantes como traçadores de queima de óleo (V e Ni), queima de biomassa (K e P) e queima de carvão (Se).

O fator 1 (F1), que foi associado à ressuspensão da poeira do solo e queima de biomassa (Tabela 2), explica a maior parte da variância, com 62,5% (Tabela 1). Embora o objetivo seja a identificação de fontes (Tabela 2), ainda nota-se a possibilidade de mistura das fontes, pois alguns elementos têm seus pesos divididos em dois ou mais fatores (Tabela 1).

Tabela 1. Estatística descritiva, referentes aos dados de MP2,5, BC (em $\mu\text{g}/\text{m}^3$) e composição elementar* (em ng/m^3) e pesos dos fatores com rotação varimax e comunalidade (h²) correspondentes. * Os íons e elementos-traço Al, Ni, Se e Pb foram retirados desta análise devido ao baixo número de amostras válidas.

Elemento	Válido	Méd.	Min.	Máx.	DPad	F1	F2	F3	h ²
PM2,5	122	16,0	4,0	69,0	10,7	0,46	0,48	0,58	0,79
Si	118	78,8	1,7	737,6	99,7	0,56	0,43	0,54	0,79
Fe	122	67,7	3,3	406,9	69,9	0,53	0,57	0,57	0,93
K	122	258,8	2,5	1540,4	303,1	0,83	0,24	0,28	0,81
Cl	97	62,9	0,1	600,8	122,3	0,76	-0,31	0,15	0,66
Ca	122	37,9	2,2	276,4	38,2	0,75	0,42	0,19	0,80
Mn	108	3,0	0,1	22,2	3,5	0,71	0,36	0,46	0,85
Br	104	2,6	0,0	13,4	2,4	0,68	0,40	0,37	0,75
Zn	122	16,0	0,5	100,1	20,7	0,58	0,50	0,37	0,71
P	84	5,9	0,0	27,8	6,5	0,01	0,89	0,10	0,78
S	122	391,4	5,5	2099,2	366,0	0,14	0,85	0,21	0,78
Ti	112	4,2	0,1	32,1	4,9	0,36	0,64	0,49	0,78
V	81	0,7	0,0	4,1	0,8	0,10	0,22	0,87	0,88
Cu	51	2,5	0,1	16,8	3,5	0,49	0,31	0,74	0,90
BC	122	3,6	0,2	21,7	3,8	0,43	0,48	0,63	0,81
Cr	61	1,1	0,0	17,3	2,3	0,53	-0,19	0,62	0,71
Autovalor						10,01	1,86	0,86	Total
Variância Explicada (%)						62,57	11,60	5,40	79,56

Para obter a participação percentual de cada fonte, foram realizados cálculos de regressão do MP_{2,5} nos scores absolutos para dois casos: 1º) cujos valores estão em termos de massa (lado esquerdo da Tabela 2), nota-se uma grande parte não identificada; 2º) considerou-se que as únicas fontes responsáveis pela emissão de MP_{2,5} foram as identificadas pela ACP calculando, portanto, uma regressão normalizada (%) – lado direito da Tabela 2 – perfazendo um total de 62%.

Tabela 2. Associação das fontes ao fator retido e cálculos de regressão múltipla para a percentagem de participação correspondente do MP_{2,5}.

Fator	Fonte Identificada	Participação das Fontes	
		(massa)	(%)
1	Solo e queima de biomassa	3,6	22,71
2	Indústria	4,8	30,35
3	Veículos (leves e psados)	1,4	9,04
Não explicado		5,9	
Total		15,4	62,1

4. Conclusões

Dos resultados obtidos pela ACP não foi possível uma clara identificação das fontes, mas puderam-se associar três fontes aos fatores: indústrias; ressuspensão de poeira no solo e queima de biomassa; e veicular. Pode-se verificar que não foi possível determinar a exata participação das fontes automotivas (leves e pesadas) e a fonte solo está agrupada à fonte queima de biomassa. Ainda, com a regressão normalizada, ficou evidenciado que a principal delas é a emissão por indústrias (30,3%). Todas as medidas foram realizadas em um único ponto que pode estar sujeito a influência das fontes locais.

Agradecimentos

CAPES, LAPAt/DCA/IAG e FM/USP

5. Referências

CETESB – Relatório de Qualidade do Ar no Estado de São Paulo – 2007. São Paulo, 2008.

FEPAM – Relatório da Qualidade do Ar: 2009-2010. Porto Alegre, 2010.