

AEROSOLAS ATMOSFÉRICAS EN BUENOS AIRES: LA RELACIÓN ENTRE EL COEFICIENTE DE ÅNGSTRÖM Y LA FRACCIÓN DE MODO FINO

Lucila Cúneo¹, Ana Graciela Ulke^{1,2}, Bibiana Cerne^{1,2,3}

¹ Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos (FCEyN, UBA) - Argentina

² CNRS – IRD – CONICET – UBA. Instituto Franco-Argentino para el Estudio del Clima y sus Impactos (IRL 3351 IFAECI). Buenos Aires, Argentina.

³ Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera (CONICET-UBA) – Argentina
Autor/a correspondiente: lcuneo@at.fcen.uba.ar

Palabras clave: aerosoles, AERONET, FMF, Ångström

1) INTRODUCCIÓN

Los aerosoles pueden provenir de fuentes naturales o antropogénicas. Los naturales consisten principalmente en polvo, partículas de sal marina y ceniza volcánica. Entre los aerosoles antropogénicos se distinguen partículas emitidas por las industrias, grandes urbes y productos de la combustión. En general, los aerosoles de origen natural tienen mayor tamaño (diámetro aerodinámico $> 1\mu\text{m}$) ocurriendo lo contrario con los antropogénicos (diámetro aerodinámico $< 1\mu\text{m}$, Whitby, 1978). Las partículas de menor tamaño pueden penetrar en el sistema respiratorio de los seres vivos. Por lo tanto, es importante conocer y estudiar las características de los aerosoles como su concentración, composición y tamaño. AERONET (Aerosol Robotic Network) es una red global de sensoramiento remoto en superficie de las propiedades ópticas de los aerosoles coordinada por NASA y LOA-PHOTONS (CNRS). En Buenos Aires se encuentra CEILAP-BA (34.5°S, 58.5°W), la única estación en el país con más de 20 años de registros. A partir de las observaciones de radiación solar se obtiene el espesor óptico (AOT) y su dependencia espectral es conocida como el coeficiente de Ångström (α). En general, α es un buen indicador del tamaño de las partículas donde valores mayores a 2 indican predominio de modo fino, mientras que para valores menores a 1, dominan las partículas de modo grueso. Sin embargo, la mezcla entre aerosoles finos y gruesos es difícil de caracterizar con este parámetro y es común utilizar la fracción de modo fino (FMF) que describe la proporción de la atenuación total debida al modo fino (Bibi et al, 2017). Varios trabajos han analizado la relación entre α y FMF, por ejemplo, Eck et al., (2008) y Koo et al, (2021) estudian la correlación lineal entre ambas variables, mientras que Eck et al, (2010) comparan α y FMF derivados a partir de dos metodologías distintas.

Cúneo et al, (2022) proponen, a partir de intervalos típicos de AOT y α , una clasificación de los distintos tipos de partículas presentes en Buenos Aires y analizan el tamaño de los aerosoles y la extinción relativa las partículas de modo fino haciendo hincapié en la importancia de incluir en el análisis la información que provee AOT.

A partir de los tipos de aerosoles en Buenos Aires propuestos por Cúneo et al., (2022), el presente trabajo se enfoca en cuantificar la proporción de cada categoría de aerosol sobre el total y analizar la relación de dispersión entre α y FMF en conjunto con la regresión lineal para el período comprendido entre 2000 y 2018.

2) DATOS Y METODOLOGÍA

Para llevar a cabo el trabajo se utilizan los datos diarios de AOT (500 nm), α (440-870 nm) y FMF (500 nm) de la versión 3, nivel 2 de AERONET, que incluye el filtrado de nubes y un control de calidad riguroso. El período de estudio comprende entre 2000 y 2018, excluyendo el año 2009 debido a la poca disponibilidad de datos durante el segundo semestre ($< 18\%$). Teniendo en cuenta las categorías de aerosoles mencionadas por Cúneo y otros, (2022), se

calcula la proporción de cada tipo de aerosol en la atmósfera de Buenos Aires. Además se analiza la relación entre α y FMF a través de un diagrama de dispersión incluyendo una regresión lineal (95% de confianza) para cada categoría en el período completo de 18 años.

3) RESULTADOS

En la Figura 1 se presenta la proporción de cada categoría de aerosol en Buenos Aires. Las partículas de quema de biomasa (QB) son las más frecuentes (34.3%), seguidas por los aerosoles marítimos puros (MP, 29.9%), mientras que el 21.3% del total de observaciones pertenece a la categoría de mezcla entre polvo y aerosoles marítimos (MPM) y finalmente, el 14.5% corresponde a la combinación entre partículas industriales, urbanas y de quema de biomasa (MIUQB). Por lo tanto, la atmósfera en Buenos Aires está compuesta, en promedio, por un 51.2% de aerosoles gruesos y un 48.8% de aerosoles finos.

El diagrama de dispersión entre α y FMF diferenciando cada categoría (Figura 2) indica que a medida que disminuye el tamaño de los aerosoles aumenta la atenuación debida al modo fino (Cúneo et al., 2022). Para las partículas de QB, FMF siempre es mayor que 0.5 y hay mayor agrupamiento de casos cuando $\alpha < 1.5$ y $FMF < 0.8$. En particular, si $\alpha > 1.7$, FMF siempre es mayor a 0.7, característica también observada en lugares con presencia de humo (Zo et al, 2019). Respecto a MIUQB, la mayor cantidad de casos se hallan cuando $\alpha < 1.5$ y $FMF < 0.6$ y en general se observa una gran dispersión, lo que podría deberse a la mezcla de las partículas que definen la categoría. Por lo tanto, las partículas finas de similar tamaño comprendidas entre $\alpha < 1.5$ y $FMF < 0.7$, que podrían provenir de distintas fuentes, alcanzan valores similares de atenuación. Por el contrario, cuando $FMF > 0.7$ las partículas de QB alcanzan valores mayores a 0.8.

En el caso de los aerosoles gruesos MP y MPM, el diagrama muestra una considerable superposición entre ambos en comparación con los aerosoles finos. En particular, PM presenta mayor concentración de observaciones para $\alpha > 0.56$ y en esos casos FMF puede variar entre 0.3 y 0.6. MPM muestra menor dispersión que las demás categorías y el FMF no sobrepasa 0.6, indicando que la mezcla de polvo y aerosoles marinos es más homogénea y se caracteriza por presentar pocos eventos extremos que realicen un mayor aporte al FMF. Hay casos especiales que exhiben valores muy bajos de FMF (< 0.2) identificados por Cúneo et al., (2022) como intrusiones de partículas de modo grueso. Por lo tanto, el diagrama de dispersión entre α y FMF permite conocer el aporte de cada grupo a la atenuación del modo fino y podría ser una herramienta útil para distinguir casos especiales dentro de cada categoría.

La regresión lineal de las cuatro categorías es positiva y significativa con 95% de confianza, siendo el coeficiente de determinación R^2 mayor para los aerosoles de modo grueso. En particular, el R^2 de MIUQB es menor a 0.5 sugiriendo que la relación entre las variables podría no ser lineal, lo que requeriría un estudio más profundo no contemplado en este trabajo.

4) CONCLUSIONES

A partir de la clasificación de los aerosoles en Buenos Aires en cuatro categorías se distingue un leve predominio de partículas gruesas (51.2%). En el caso de los aerosoles finos, la relación entre α y FMF posibilita diferenciar partículas de distintas fuentes a medida que la atenuación por el modo fino es mayor a 70%. En cambio, para los aerosoles gruesos, a partir de esta relación no es posible identificar distintos tipos de partículas. La mezcla de aerosoles marinos y polvo es más homogénea que la categoría PM. Por último, la relación entre α y FMF permite identificar eventos especiales de aerosoles con características atípicas.

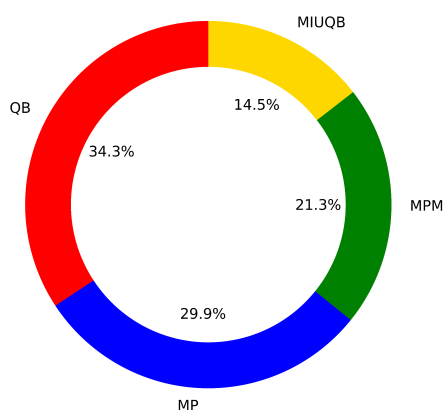


Figura 1: Porcentaje de cada tipo de aerosol. QB: quema de biomasa, MP: marítimo puro, MPM: mixto polvo-marítimo y MIUQB: mixto urbano-industrial-quema de biomasa.

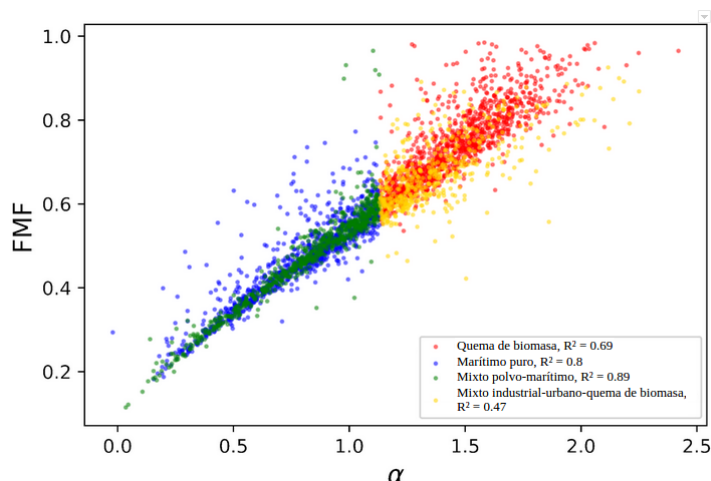


Figura 2: Diagrama de dispersión entre el coeficiente de Ångström y la fracción de modo fino para cada uno de los tipos de aerosoles propuestos.

AGRADECIMIENTOS

Las autoras desean agradecer a B. Holben y AERONET por recopilar las observaciones de aerosoles en todo el mundo. Este trabajo fue parcialmente financiado por los proyectos UBACYT 20020170100504BA y UBACYT 20020190100247BA Argentina.

REFERENCIAS

- Bibi, S., Alam, K., Chishtie, F., Bibi, H., 2017:** Characterization of absorbing aerosol types using ground and satellites based observations over an urban environment. *Atmos. Environ.* 150, 126–135. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2016.11.052>
- Cúneo, L., Ulke, A.G., Cerne, B., 2022:** Advances in the characterization of aerosol optical properties using long-term data from AERONET in Buenos Aires. *Atmospheric Pollution Research*, Volume 13, Issue 3, 101360, ISSN 1309-1042, <https://doi.org/10.1016/j.apr.2022.101360>.
- Eck, T.F., Holben, B.N., Sinyuk, A., Pinker, R.T., Goloub, P., Chen, H., Chatenet, B., Li, Z., Singh, R.P., Tripathi, S.N., Reid, J.S., Giles, D.M., Dubovik, O., O'Neill, N.T., Smirnov, A., Wang, P., Xia, X., 2010:** Climatological aspects of the optical properties of fine/coarse mode aerosol mixtures. *J. Geophys. Res. Atmos.* 115, 1–20.
- Eck, T.F., Holben, B.N., Reid, J.S., Sinyuk, A., Dubovik, O., Smirnov, A., Giles, D., O'Neill, N.T., Tsay, S.-C., Ji, Q., Al Mandoos, A., Ramzan Khan, M., Reid, E.A., Schafer, J.S., Sorokine, M., Newcomb, W., Slutsker, I., 2008:** Spatial and temporal variability of column integrated aerosol optical properties in the southern Arabian Gulf and United Arab Emirates in summer. *J. Geophys. Res.* 113, D01204
- Koo, J. H., Juhee, L., Kim, J., Eck, T.F., Giles, D.M., Holben, B.N., Park, S.S., Choi, M., Kim, N., Yoon, J., Lee, Y.G., 2021:** Investigation of the relationship between the fine mode fraction and Ångström exponent: Cases in Korea, *Atmospheric Research*, Volume 248, 105217, ISSN 0169-8095, <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2020.105217>.
- Whitby, K., 1978:** The Physical Characteristics of Sulfur Aerosols. *Atmospheric Environment*, 12, 135-159.
- Zo, I.S., Shin, S.K., 2019:** A short note on the potential of utilization of spectral AERONET-derived depolarization ratios for aerosol classification. *Atmosphere (Basel)*. 10, 7–14. <https://doi.org/10.3390/atmos10030143>