

# Condiciones ambientales externas y su relación con la morbilidad infantil: estudio de caso, São Paulo, Brasil

FERNANDO JOSÉ MÉNDEZ GAONA<sup>1</sup>

FABIO LUIS TEXEIRA GONÇALVES<sup>2</sup>

ANDERSON SPOHR NEDEL<sup>3</sup>

REGINA CARDOSO ALVES<sup>4</sup>

## RESUMEN

Este estudio evaluó la influencia de las variables meteorológicas respecto a la morbilidad respiratoria en niños de diferentes hogares distribuidos en la ciudad de São Paulo, Brasil. Los hogares seleccionados fueron del proyecto sibilancia llevado a cabo en la ciudad de São Paulo entre 2003 y 2006, proyecto que acompañó la ocurrencia de enfermedades respiratorias durante dos años de vida. El trabajo consistió en el seguimiento y asociación entre eventos de sibilancia (enfermedad respiratoria), condiciones de calidad del aire y condiciones meteorológicas externas. Los datos ambientales fueron medidos por distintas estaciones automáticas durante el periodo. Fueron determinadas las condiciones sinópticas para el periodo establecido y las influencias en la salud de los niños. Las condiciones sinópticas fueron analizadas con cartas sinópticas y datos de las estaciones. Los resultados pueden ayudar a establecer políticas públicas para las agencias de control de calidad del aire, como la previsión de tiempo para la atención pública acerca de los cambios del tiempo y sus efectos en niños jóvenes.

**Palabras clave:** sibilancia, tiempo, condiciones sinópticas, morbilidad.

<sup>1</sup> Licenciado en Ciencias Físicas y especialista en Hidrogeología, Universidad Nacional de Asunción, Paraguay. Doctorando en Meteorología, Instituto de Astronomía Geofísica y Ciencias Atmosféricas, Universidad de São Paulo, Brasil. Correo electrónico: fernando.mendez@iag.usp.br

<sup>2</sup> Magíster en Ciencias Biológicas, Universidad de São Paulo, Brasil. Doctor en Meteorología, Universidad de São Paulo. Professor, Universidad de São Paulo. Correo electrónico: fabio.goncalves@iag.usp.br

<sup>3</sup> Meteorólogo, Universidad Federal de Pelotas, Brasil. Magíster en Sensoriamento Remoto, Universidad Federal de Rio Grande do Sul, Brasil. Doctor en Meteorología, Universidad de São Paulo, Brasil. Profesor, Universidad Federal de Pelotas. Correo electrónico: asnedel@gmail.com

<sup>4</sup> Odontóloga, Universidad de São Paulo, Brasil. Magíster en Salud Pública, Universidad de São Paulo. Doctora en Epidemiología, Universidad de Londres, Reino Unido. Profesora asociada, Departamento de Epidemiología, Facultad de Salud Pública, Universidad de São Paulo. Correo electrónico: rcardoso@usp.br

FECHA DE RECEPCIÓN: 29 DE JULIO DEL 2013 • FECHA DE APROBACIÓN: 13 DE NOVIEMBRE DEL 2013

Cómo citar este artículo: Méndez Gaona, F.J., Gonçalves, F., Nedel, A. S. y Cardoso, R. (2013). Condiciones ambientales externas y su relación con la morbilidad infantil: estudio de caso, São Paulo, Brasil. *Épsilon* (21), 107-118.

## *External Environmental Conditions and Their Relation to Child Morbidity: a Case Study in Sao Paulo, Brazil*

### ABSTRACT

The present study assessed the influence of meteorological variables in respiratory morbidity in children living in different homes throughout Sao Paulo, Brazil. The selected homes belonged to the "sibilancia" (wheezing) project carried out in Sao Paulo between 2003 and 2006, and the objective of which was to assess the occurrence of respiratory diseases during two years of a child's life. The project included follow-up and association between wheezing (respiratory disease) episodes, air quality conditions and external environmental conditions. The environmental data was measured by different automatic stations throughout the defined period. Also, synoptic conditions and their influence in the children's health were determined for the defined period. The synoptic conditions were analyzed with synoptic scales and data from the stations. The results can contribute to the establishment of public policies that can be useful for agencies that monitor air quality, such as weather forecast for public attention to weather changes and their effects on young children.

**Keywords:** Wheezing, time, synoptic conditions, morbidity.

---

### *Condições ambientais externas e sua relação com a morbidade infantil. Estudo de caso, São Paulo, Brasil*

### RESUMO

Este estudo avaliou a influência das variáveis meteorológicas a respeito da morbidade respiratória em crianças de diferentes lares distribuídos na cidade de São Paulo, Brasil. Os lares selecionados foram do projeto sibilância realizado na cidade de São Paulo entre 2003 e 2006, projeto que acompanhou a ocorrência de enfermidades respiratórias durante dois anos de vida. O trabalho consistiu no seguimento e associação entre eventos sibilantes (enfermidade respiratória), condições de qualidade do ar e condições meteorológicas externas. Os dados ambientais foram medidos por distintas estações automáticas durante o período. Foram determinadas as condições sinópticas para o período estabelecido e as influências na saúde das crianças. As condições sinópticas foram analisadas com cartas sinópticas e dados das estações. Os resultados podem ajudar a estabelecer políticas públicas para as agências de controle de qualidade do ar, como a previsão de tempo para a atenção pública acerca das mudanças do tempo e seus efeitos em meninos jovens.

**Palavras chave:** sibilante, tempo, condições sinópticas, morbidade.

## Introducción

La variabilidad del tiempo es un factor de riesgo, ya sea para la mortalidad o la morbilidad. Existen muchos estudios que muestran la relación entre las variables ambientales, en especial la temperatura del aire, sean estos en ambientes fríos o cálidos, según McGregor (2005). Este último coincide con Tromp (1980), quien estableció que la mayoría de las enfermedades del hombre están ligadas a estímulos externos, de forma indirecta e, incluso, hasta es la causa del dolor; la mayoría de las infecciones y los factores meteorológicos que pueden generar enfermedades tienen una fluctuación al paso de los meses.

Además de las temperaturas bajas, las extremadamente altas son también peligrosas para la salud humana, en ese sentido, Petersdof (1991) y Kunst *et al.* (1993) estudiaron la relación entre la temperatura externa y la mortalidad. Los resultados mostraron que la exposición al frío o al calor tiene un efecto importante y directo sobre la mortalidad diaria. En el mismo estudio ellos muestran igualmente que el efecto asociado con el frío o el calor tiene lugar en la semana siguiente al cambio de temperatura.

Panagiotis y Matzarakis (2012) encontraron una clara relación entre la temperatura del aire y los índices de confort térmico sobre la mortalidad diaria; además de la relación, encontró que existe un retardo significativo de 3 días para periodos fríos y de 1 día para periodos calientes. Ya en otro trabajo, Panagiotis y Matzarakis (2006) mostraron que la influencia de la temperatura del aire y la humedad relativa en enfermedades tiene un retraso de hasta 2 semanas en relación con el cambio de tiempo.

En otro estudio hecho por Kassomenos *et al.* (2007), examinaron los efectos de corto plazo de los diferentes tipos de masas de aire, y encontraron que la mortalidad diaria es caracterizada por las condiciones de flujo sur tanto para días fríos como cálidos, y que no muestran un retardo entre la exposición y el efecto.

Un estudio hecho en la ciudad de Nueva York por Jamson y Gergen (1997), a partir de la evaluación de las condiciones sinópticas y las admisiones hospitalarias en relación con el asma, mostraron que el impacto tiene una variación estacional durante el otoño y el invierno.

Un estudio realizado en la ciudad de São Paulo señala que periodos con la actuación de un sistema pre frontal (PF) asociado con un tiempo cálido y seco propician la disminución de la morbilidad respiratoria, y que sistemas pos frontales asociados con tiempo frío y húmedo muestran un aumento en las enfermedades respiratorias para niños (Goncalves y Coelho, 2004).

Zanotti *et al.* (2010) realizaron un modelo estadístico de previsión para enfermedades del tracto respiratorio y variables ambientales para la ciudad de Sao Paulo, en esta se observó una clara relación de las enfermedades respiratorias con el dióxido de azufre, el monóxido de carbono, el material particulado grueso  $PM_{10}$ , el ozono y la temperatura efectiva.

En relación con la calidad del aire, Martins *et al.* (2010), encontraron un efecto mayor de la fracción de partículas pequeñas en relación con la deposición de las partículas en el tracto respiratorio humano mediante un modelo matemático.

Hernández *et al.* (2007), en un trabajo hecho en la ciudad de Juárez en México, encontró que las consultas en niños menores de 5 años están relacionadas significativamente con el ozono: un aumento de 20 ppb en 1 hora máxima de ozono muestra un aumento de 8,3 % a las consultas de urgencias por enfermedades respiratorias superiores y un desfase temporal de 3 días.

## Materiales y métodos

Este estudio es un análisis de caso para el análisis de posibles impactos de las condiciones ambientales (meteorológicas y calidad del aire) sobre la sibilancia en la Región Metropolitana de São Paulo (RMSP). Los datos meteorológicos son de la estación meteorológica del Instituto de Astronomía, Geofísica e Ciências Atmosféricas (IAG USP), datos de la Reanalysis 2 de la National Centers for Environmental Prediction (NCEP) para la elaboración de las cartas sinópticas para la identificación de las condiciones sinópticas actuantes en la Región de estudio. Los datos de calidad del aire corresponden a la red automática de la Compañía de Tecnología y Saneamiento Ambiental del Estado de São Paulo (CETESB). Los datos de sibilancia (enfermedad de estudio) son obtenidos del proyecto realizado en la RMSP entre los años 2003 y 2006, proyecto en el cual fue estudiada una

población de 392 niños de toda la RMSP. En el mismo estudio fueron colectados datos de enfermedades respiratorias.

Como es un estudio de caso, serán obtenidas las fechas en las cuales los niños presentaron evento de sibilancia y, a partir de ahí, observar las condiciones ambientales (series de tiempo) que son las variables de exposición en relación con sibilancia. Serán observados todos los datos desde la fecha de la enfermedad y 7 días antes para considerar los posibles retrasos.

## Resultados

### *Condiciones meteorológicas antes y durante la enfermedad*

El caso de sibilancia estudiado fue observado el día 7 de diciembre del 2004 para el niño cuya residencia se encuentra en la RMSP. La figura 1 representa la variación diaria de temperatura para la RMSP. Aunque el día de sibilancia no corresponda con el día con menor temperatura, es resaltable que la tendencia de la temperatura desde el día 28 de noviembre hasta el día 2 de diciembre es de disminución, y aumenta nuevamente para los demás días.

Al analizar la figura 2 que representa la componente meridional del viento en 10 metros de altura, se observa que el periodo de disminución de la temperatura es acompañado de una componente meridional de dirección sur del viento, y de intensidad considerable; para los días a partir del 30 de diciembre se observa la aparición intercalada de una componente norte del viento pero disminuida. En la figura 3, que representa la variación diaria media de presión atmosférica en la superficie, se observa un aumento significativo de la presión entre el 29 de noviembre hasta el 2 de diciembre, y muestra seguidamente una disminución hasta el día 7 correspondiente a la sibilancia. Con todas las características establecidas a partir de la descripción de las figuras y concordando con los criterios establecidos para la identificación de frentes fríos (FF), afirmamos que entre el periodo 29 de noviembre y 7 de diciembre, la ciudad de São Paulo estuvo bajo este sistema. El sistema sinóptico será mejor definido a partir de las cartas sinópticas elaboradas.

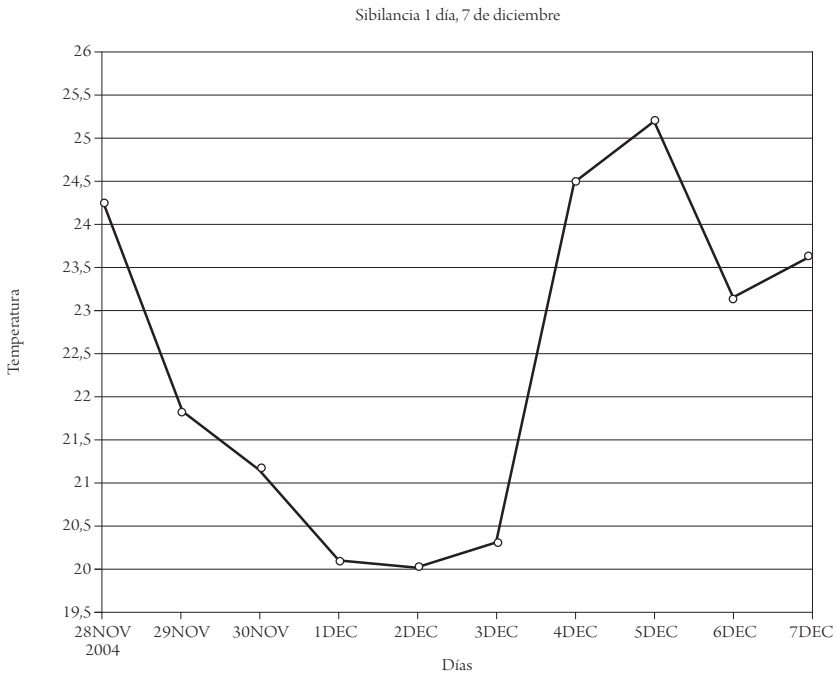


Figura 1. Variación diaria de la temperatura del aire en superficie

Fuente: Reanalysis 2-NCEP.

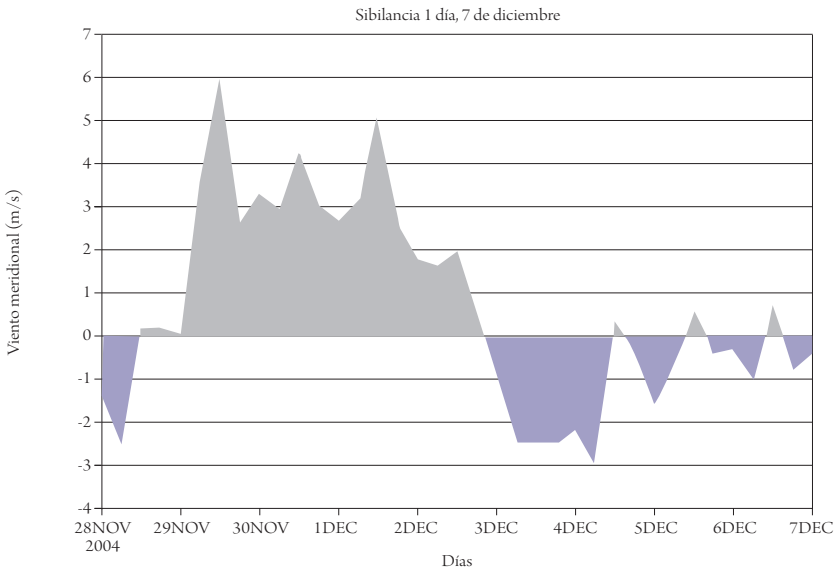
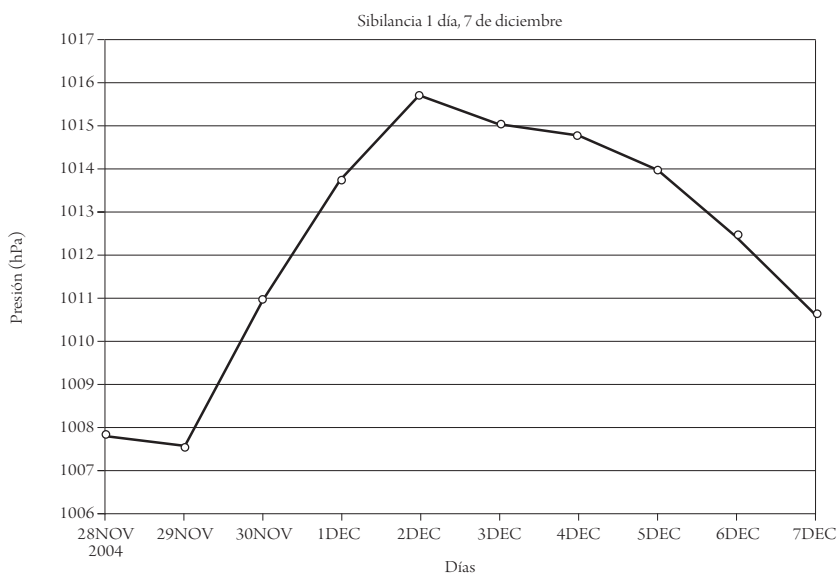


Figura 2. Variación diaria de la componente meridional del viento en 10 m de altura

Fuente: Reanalysis 2-NCEP.



**Figura 3. Variación diaria de la presión atmosférica en superficie**

Fuente: Reanalysis 2-NCEP.

Las cartas sinópticas fueron elaboradas para el día de sibilancia, así como días antes, a partir del resultado de las figuras anteriores que indican la presencia de un frente frío. Serán presentadas las cartas de superficie con las variables de presión reducidas al nivel del mar y espesura entre 100 hPa y 500 hPa, carta de 850 hPa que representa la humedad relativa, el viento y la temperatura del aire (figuras 4 y 5).

A partir de la variación diaria de temperatura, viento meridional y presión, fue seleccionado el día 29 de noviembre como la fecha en la cual el frente frío estaría ubicado sobre la ciudad de São Paulo, y cuyas cartas sinópticas están representadas por las figuras 4 y 5, respectivamente. Para el día 29 se observa en la figura 4 la actuación de un frente frío, ya que un sistema de baja presión está ubicado sobre el océano Atlántico sur, aproximadamente en 40 W y 30 S, sistema de baja presión caracterizado por 2 regiones de convergencia: el “frente frío” y el “frente caliente”; la parte fría de este ciclón está exactamente sobre la ciudad de São Paulo, zona determinada por la región en la cual existe la confluencia de los vientos asociados con el ciclón y el anticiclón ubicado detrás del ciclón, aproximadamente en 53 W y 53 S, motivo por el cual, la advección de aire frío es esperado en esa región, coincidiendo totalmente con la variación de temperatura y viento. Este sistema de baja presión también es caracterizado por presentar masas de aire que ascienden generando





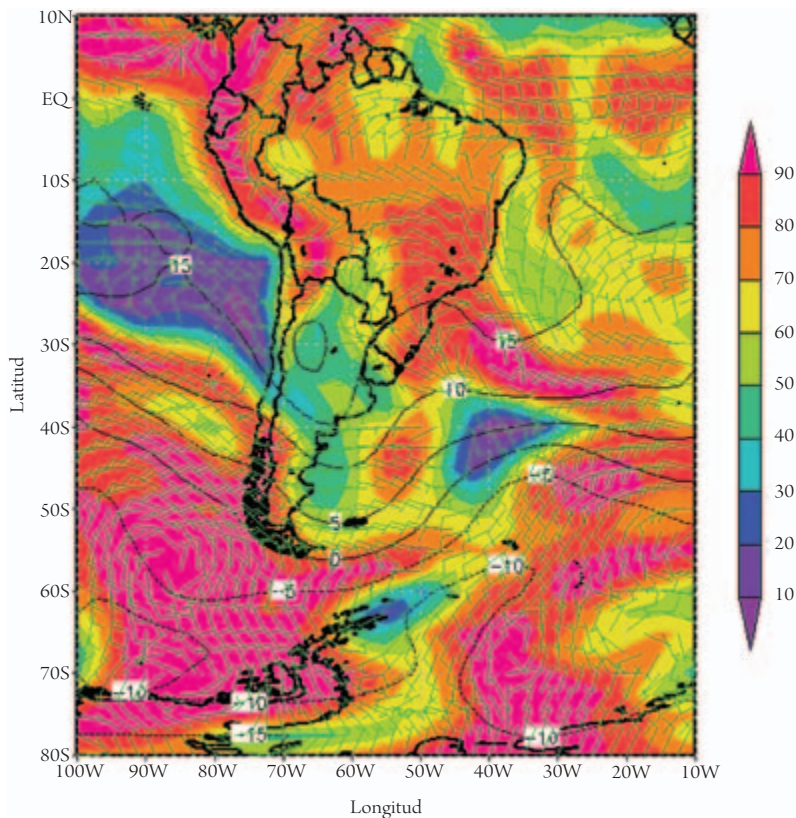


Figura 5. Carta sinóptica para un nivel de 850 hPa para el día 29 de noviembre del 2004, que representa humedad relativa, viento y temperatura del aire

Fuente: Reanalysis 2-NCEP.

En relación con la calidad del aire, fueron observadas las concentraciones de los contaminantes ozono y material particulado grueso ( $PM_{10}$ ) de la estación más próxima a la casa del niño. La figura 6 muestra la serie temporal del ozono superficial (curva azul), padrón máximo (línea horizontal azul) y la temperatura externa del aire (curva roja); se destaca que la concentración del ozono muestra una disminución importante entre el día 28 hasta el 3 de diciembre, para luego tener un aumento desde el día 4 hasta el 7, lo que recuerda que el ozono es un contaminante secundario que precisa de la radiación solar para realizar la fotólisis con sus precursores, y debido a que estábamos sobre la actuación de un frente frío (sistema de baja), caracterizado por nubes, el ozono era producido en menos cantidad; ya para los días siguientes, a partir del 4, se tiene un aumento considerable acompañado con

el incremento de temperatura, lo que coincide con la actuación del sistema de alta presión en esas fechas y regiones. En ningún momento se observa que el padrón de calidad de aire fuera sobrepasado.

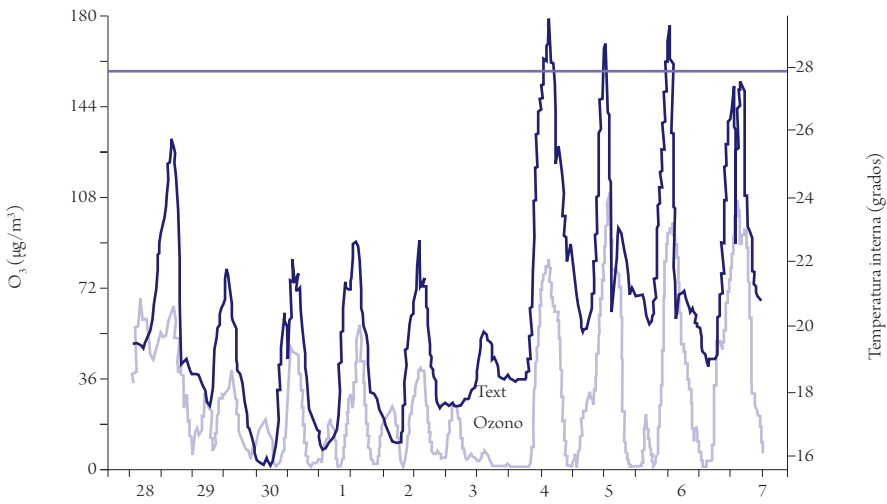


Figura 6. Serie temporal horaria del ozono superficial y la temperatura externa entre los días 28 de noviembre y 7 de diciembre del 2004

Fuente: Estación de Calidad de Aire Nuestra Señora de O de la CETESB y Estación Meteorología del IAG-USP.

La figura 7 muestra la serie temporal de la concentración media diaria de material particulado grueso ( $PM_{10}$ ) para el mismo periodo del ozono. Se resalta que esta sería temporal, y muestra una variabilidad más uniforme para el periodo en relación con el ozono, debido principalmente a que este es una función de las tantas emisiones presentes en la región.

## Conclusión

Los resultados mostrados representan un estudio de caso realizado para una casa en la cual vive un niño que fue estudiado la fecha en la cual mostró sibilancia; se tienen datos de 29 casas, por lo cual esto representa un resultado aún preliminar.

A partir de los análisis hechos de las situaciones del tiempo local y las condiciones sinópticas actuantes en la RMSP, las mínimas temperaturas ocasionadas por la ac-

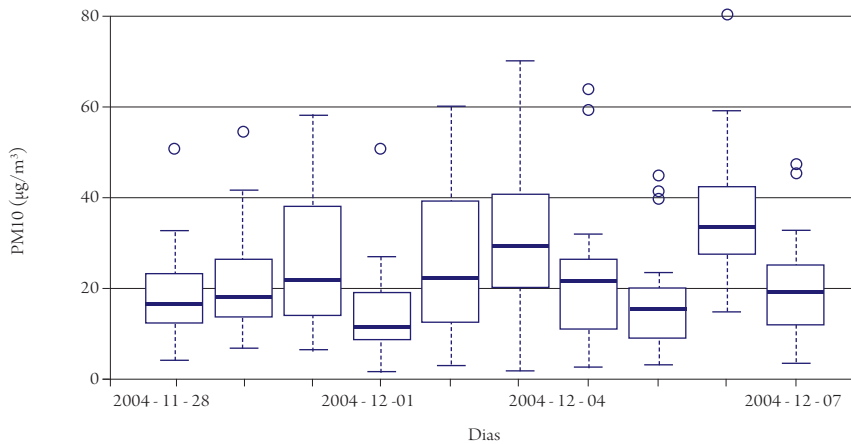


Figura 7. Serie temporal de la concentración media diaria de  $PM_{10}$  entre los días 28 de noviembre y 7 de diciembre del 2004

Fuente: Estación de Calidad de Aire Nuestra Señora do O de la CETESB.

tuación de frentes fríos no coinciden con la ocurrencia de los eventos de sibilancia, por lo que se presenta un desfase temporal de 7 días entre la exposición al evento de sibilancia. En relación con las temperaturas máximas, se observa que existe un aumento considerable que se mantiene hasta la fecha de sibilancia; este aumento de temperatura es debido a la actuación del sistema de alta presión actuante luego del sistema de baja presión, el cual ocasiona el frente frío, por lo cual se esperan días despejados, mayor cantidad de radiación incidiendo en la superficie terrestre, lo cual produce un aumento de la temperatura. La amplitud térmica diaria observada 4 días antes de sibilancia mostró una gran variabilidad, pudiendo ser este factor un posible factor de riesgo para el desarrollo de sibilancia; para los demás días la amplitud térmica y la temperatura máxima no mostraron una variación significativa ni alcanzaron valores extremos para el periodo.

En relación con las condiciones de calidad de aire, las variables analizadas fueron el ozono superficial y el material particulado grueso, en ese sentido, se verifica que en relación con la sibilancia, solo el ozono mostró un aumento significativo durante el día y 3 días antes de la sibilancia, pudiendo este tener una influencia en el desarrollo de sibilancia, no así el material particulado. Si bien fue presentado un análisis en relación con las condiciones ambientales externas, en el presente trabajo no se tuvieron en cuenta las condiciones internas de la casa, como la temperatura,

la humedad, ni variables de calidad de aire, ya que estas representan variables de exposición de interés para su potencial efecto en la salud pública.

## Referencias

- Gonçalves, F. y Coelho, M. (2004). Variação da morbidade de doenças respiratórias em função da temperatura entre os meses de abril e maio. *Science e Natura*, 32, 103-117.
- Hernández, L. et al. (2007). Morbilidad infantil por causas respiratorias y su relación con la contaminación atmosférica en Ciudad Juárez, Chihuahua, México. *Salud Pública Mex.*, 49, 27-36.
- Jamason, L. y Gergen, K. (1997). A Synoptic Evaluation of Asthma Hospital Admissions in New York City. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.*, 156, 1781-1888.
- Kassomenos, P., Gryparis, A. y Katsouyanni, K. (2007). On the Association between Daily Mortality and Air Mass Types in Athens, Greece during Winter and Summer. *Int. J. Biometeo.*, 51, 315-322.
- Kunst, A., Looman, G. y Mackenbach, J. (1993). Outdoor Air and Temperature and Mortality in the Netherlands: A Time Series Analysis. *Journal of the Epidemiology*, 137, 331-341.
- Martins, L. et al. (2010). Potential Health Impact of Ultrafine Particles under Clean and Polluted Urban Atmospheric Conditions: a Model-Based Study. *Air. Qual. Atmos. Health* 3, 29-39.
- McGregor, G. (2005). Winter north Atlantic Oscillation, Temperature and Ischemic Heart Disease Mortality in Three English Countries. *Int. J. Biometeo.*, 49, 197-204.
- Panagiotis, N. y Matzarakis, A. (2006). Weather Impacts on Respiratory Infections in Athenas, Greec. *Int. J. Biometeorol.* 50, 358-369.
- Panagiotis, N. y Matzarakis, A. (2012). The Effect of Air Temperature and Human Thermal Indices on Mortality in Athens, Greece. *Theor. Appl. Climatol.*, 108, 591-599.
- Petersdorf, R. (1991). Hypothermia e Hyperthermia. En J. Wilson et al. *Principios de medicina interna* (pp. 2549-2556). Madrid: McGraw-Hill Interamericana da Espanha.
- Tromp, S. (1980). *Biometeorology: The Impact of the Weather and Climate on Humans and their Environment (Animals and Plants)*. Londres: Heiden.
- Zanotti, M., Goncalves, F., Latorre, M. (2010). Statistical Analysis Aiming at Predicting Respiratory Tract Disease Hospital Admission from Environmental Variables in the City of Sao Paulo. *Journal of Environmental and Public Health*.