

LA CONTAMINACIÓN QUÍMICA DE AMBIENTES INTERIORES Y EL DETERIORO DEL PATRIMONIO DOCUMENTAL EN EL ARCHIVO NACIONAL DE LA REPÚBLICA DE CUBA.

Laboratorio de Conservación Preventiva. Archivo Nacional de la República de Cuba.

INTRODUCCIÓN

A pesar de los grandes esfuerzos llevados a cabo para controlar la contaminación del aire, ésta sigue siendo un importante motivo de preocupación ambiental en el mundo, tanto en los países desarrollados como en los de mayor atraso tecnológico. Algunos de los principales contaminantes atmosféricos son sustancias que se encuentran de forma natural en la atmósfera y que se consideran contaminantes cuando sus concentraciones son notablemente más elevadas que en la situación normal.

En Cuba, la contaminación del aire proviene de fuentes como el transporte automotor, las industrias, por el uso de combustibles domésticos, las prácticas agrícolas y hábitos como el de fumar. Es importante señalar que no todas las industrias cuentan con medidas de control para la disminución de la contaminación atmosférica y que en general los vehículos de automotor presentan un estado técnico insatisfactorio por el largo tiempo que llevan en circulación y por la falta de mantenimiento, lo cual genera un parque vehicular altamente contaminante, que aumenta potencialmente la contaminación atmosférica. Dicha contaminación no solo representa un peligro real para la población y el medio ambiente sino también para el Patrimonio Documental que se atesora en archivos y bibliotecas.

Estos contaminantes producen alteraciones y daños que pueden ser irreversibles o no, en los documentos. Provocan la hidrólisis ácida de la celulosa y ocasionan manchas, escurrimientos y la pérdida de la resistencia del papel así como la decoloración de los pigmentos. Al entrar en contacto con el material fotográfico, provocan hidrólisis de la gelatina y albúmina. Favorecen los procesos de oxidación de la plata y consigo la aparición del frecuente síntoma de deterioro "espejo de plata". Además las pequeñas partículas sólidas (polvo) tienen una composición muy diversa como esporas de microorganismos, carbón, fragmentos metálicos y sal en las zonas marítimas, que producen efectos abrasivos, catalizadores y de contaminación biológica sobre el papel. De ahí que las características de los ambientes interiores y su diagnóstico constituyen factores importantes en la conservación preventiva del patrimonio documental.

Nuestra institución atesora más de 27 km lineales de documentos y no está exenta de la contaminación ambiental, sobre todo porque se encuentra ubicada muy cerca del mar, de la terminal de ferrocarriles y de 2 importantes termoeléctricas, "Otto Parellada" (Tallapiedra) y "Antonio Maceo" (Regla). Sin embargo, no se han realizado estudios periódicos para determinar la presencia de estos contaminantes y su efecto sobre los diferentes soportes. Aunque es importante señalar que la tecnología que se emplea para determinar contaminantes gaseosos es altamente costosa lo que hace difícil su aplicación en este tipo de institución. A pesar de esto los objetivos de este estudio fueron:

1. Determinar la concentración de polvo total en 6 depósitos del Archivo Nacional y la concentración de los iones cloruros (Cl-) presente en dicho polvo.
2. Determinar las velocidades de deposición del dióxido de azufre y de cloruros en cada punto de muestreo.
3. Determinar la concentración de NO, NO₂ y amoníaco (NH₃) en el ambiente.

Métodos

Todas las determinaciones se realizaron en un período de tres meses (junio-septiembre) que coincidieron con la etapa lluviosa en Cuba.

La determinación de polvo se realizó empleando un método de sedimentación pasivo para muestrear 6 depósitos distribuidos en los tres niveles y a ambas alas (norte y sur) de la institución. Para caracterizar el polvo sedimentable se usó el método gravimétrico (Norma Cubana NC: 93-02-221, 1986). De esta forma se determinó la carga total de polvo acumulado, su higroscopicidad y el por ciento de sustancias solubles en agua.

La concentración total de iones clóruros (Cl^-) en las sustancias solubles en agua se determinó por la titulación con nitrato de plata en presencia de cromato de potasio como indicador del punto final.

Para la determinación de la velocidad de deposición de dióxido de azufre y cloruros (mg/m^2 día), en los depósitos, se empleó el método gravimétrico de monitoreo pasivo continuo de la filtrásita desarrollado por el Archivo General de la Nación de Colombia y el volumétrico de Scharles O. y Scharles SS., respectivamente. El tiempo de exposición fue igualmente de tres meses y se muestrearon 6 puntos distribuidos en los tres niveles del edificio.

La captación del NO_2 y NO se realizó en colaboración con el Instituto de Meteorología de La Habana. Para ello se utilizó el procedimiento de los tubos de absorción, [Volberg, 1982, y WMO, 1986], donde los gases muestreados se obtienen del aire mediante una columna de gránulos de vidrio recubiertos por una solución absorbedora. El amoníaco (NH_3) fue muestreado utilizando un burbujeador portador de la solución de absorción específica para ese gas, aplicando uno de los métodos recomendados por la Organización Meteorológica Mundial.

Resultados y Discusión

Polvo ambiental total y su composición.

El polvo ambiental tiene una composición compleja y variable. La variación cualitativa y cuantitativa del polvo se da de acuerdo al local estudiado, época y estación del año. Entre sus componentes figuran: microorganismos, fibras naturales y sintéticas, fragmentos de pelos, tierra y muchos otros elementos como alas de insectos, huevos, larvas, excrementos, etc. (Figura 1); que constituyen un verdadero arsenal químico con innumerables posibilidades de provocar daños en las colecciones de documentos.

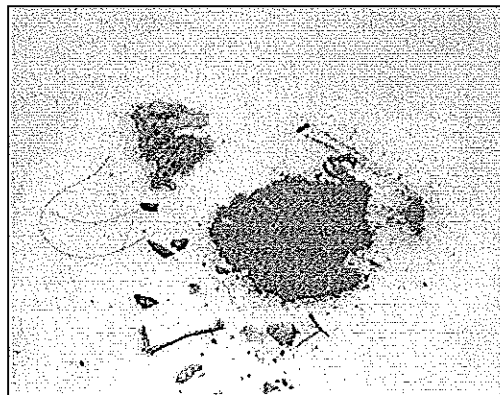


Figura 1. Composición visual del polvo acumulado en los depósitos del Archivo Nacional de la República de Cuba. El mismo fue captado con aspiradora de los conductos de ventilación natural de todos los depósitos.

Los valores obtenidos de carga total de polvo sedimentado, su higroscopicidad y el por ciento de sustancias solubles en agua presente en dicho polvo se resumen en la tabla 1.

Tabla 1. Caracterización del polvo presente en 6 depósitos del Archivo Nacional de la República de Cuba

Depósito	Ubicación	Posición geográfica	Carga de polvo (mg/m ² día)	Higroscopicidad (%)	Sustancias solubles en agua (%)
4	Sótano	SUR	19,12	20,56	38,0
8		NORTE	9,39	71,42	40,8
14	1 ^{er} Piso	SUR	22,79	8,22	35,8
20		NORTE	4,37	65,40	34,0
24	2 ^{do} Piso	SUR	3,90	34,37	39,4
28		NORTE	13,71	69,62	27,2
Promedios			19,59	26,84	36,3

Teniendo en cuenta los resultados se puede decir que la cantidad de polvo que se acumula en los depósitos estudiados es realmente baja. Sin embargo al comparar la higroscopicidad del polvo con la reportada en un estudio realizado por de la Paz en el 2004, de 5.95% como valor promedio, se aprecia un aumento de la cantidad de agua absorbida. Esta diferencia puede estar dada por la composición del polvo y por los valores elevados de Humedad Relativa durante los meses estudiados. La figura 2 muestra el comportamiento de la temperatura y la humedad relativa mensual que abarcó desde febrero y hasta octubre de 2009 y como se puede apreciar los meses estudiados (junio a septiembre) fueron los que mostraron mayor humedad relativa.

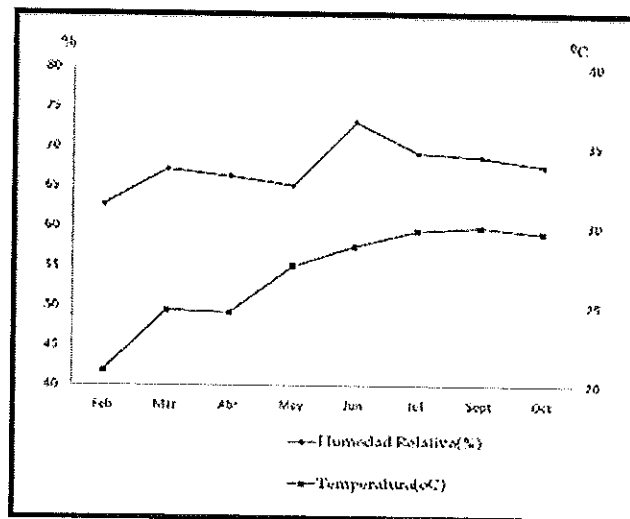


Figura 2. Comportamiento de la Temperatura y la Humedad Relativa en los depósitos del Archivo Nacional de la República de Cuba

Los iones cloruros, provenientes de las sales marinas, juegan un papel importante en el deterioro de los documentos ya que en presencia de agua forman ácido clorhídrico y provocan hidrólisis ácida de la celulosa del papel. Además la deposición de sales directamente sobre los documentos también origina secuelas desfavorables desde el punto de vista estético. Sin embargo los valores obtenidos de concentración total de iones cloruros (Cl⁻) presente en las sustancias solubles en agua (tabla 2) son inferiores que el valor promedio de 3.34% reportado por de la Paz (2004). Aunque se encontró una

tendencia al incremento de la concentración de cloruros con la altura, ésta no fue significativa (tabla 2).

Tabla 2. Concentración de cloruros presente en las sustancias solubles en agua del polvo.

Depósito	Ubicación	Posición geográfica	Sustancias solubles en agua (%)	Cloruros (%) del total de sustancias solubles en agua
4	Sótano	SUR	38,0	1,7
8		NORTE	40,8	1,3
14	1 ^{er} Piso	SUR	35,8	2,3
20		NORTE	34,0	2,8
24	2 ^{do} Piso	SUR	39,4	3,3
28		NORTE	27,2	5,7
Promedios			36,3	2,8

Velocidades de deposición del dióxido de azufre y de cloruros en los puntos de muestreo.

La tabla 3 resume las velocidades de deposición de dióxido de azufre y cloruros, en mg/m² día, en cada punto al final del monitoreo.

Según los resultados encontrados podemos plantear que la velocidad de deposición de dióxido de azufre y cloruros es "relativamente baja" dentro de los depósitos del Archivo Nacional. No obstante esto no debe ser analizado de forma aislada. Hay que tener en cuenta además temperatura, humedad relativa, iluminación y otros contaminantes gaseosos y sólidos. Pues una interacción de todos propicia el deterioro acelerado del soporte.

Aunque se encontró una tendencia al incremento de la deposición de SO₂ con la altura esta no fue significativa.

Tabla 3. Velocidad de deposición de dióxido de azufre y cloruros en los puntos muestreados

Depósito	Ubicación	Posición geográfica	mg/m ² día	
			DIÓXIDO DE AZUFRE	CLORUROS
4	Sótano	SUR	0.17	0.42
8		NORTE	0.17	0.52
14	1 ^o Nivel	SUR	0.55	0.44
20		NORTE	0.46	0.44
24	2 ^o Nivel	SUR	1.77	0.44
28		NORTE	1.86	0.63
Promedios			0.83	0.48

Resultados similares fueron encontrados por Etymezian V. (1998) cuando midió el gradiente de deposición de este contaminante en el edificio que ocupa la Catedral de Learning en Pittsburgh, Pennsylvania, EE. UU.

Por su parte Salgado y Cepero (2004), en un estudio realizado en el museo "La Casa de los Árabes", sitio ubicado también en la Habana Vieja, alertan sobre el progresivo deterioro de la calidad del aire

en la Ciudad de La Habana y los efectos negativos que trae esto para la perdurabilidad del patrimonio cultural de la nación. Aunque encontraron valores mínimos de estas sustancias en el interior del inmueble (cloruros 0.51 y SO_2 2.02, mg/m^2 día). Similares hallazgos fueron informados por Gil en un museo de la Provincia de Cienfuegos (cloruros 0.69 y SO_2 0.27, mg/m^2 día).

Concentración de NO , NO_2 y amoníaco (NH_3) en el ambiente.

La figura 3 muestra el comportamiento de estos contaminantes durante los meses de Mayo y Octubre. Estas determinaciones sólo se realizaron en el 2º nivel del edificio, que es el más alto.. Como se puede apreciar las concentraciones obtenidas son bajas. Asimismo, par el caso de NO se observa una disminución marcada en Septiembre como consecuencia del aumento de las lluvias lo que hace que reacciones rápidamente con ella y se transforme en ácido, ya que en forma de monóxido tiene un bajo tiempo de vida media. De forma general, se observa un incremento de los tres gases con la disminución de las lluvias. Este comportamiento es de esperarse, pues las lluvias lavan la atmósfera y con ellos disminuyen los contaminantes ambientales.

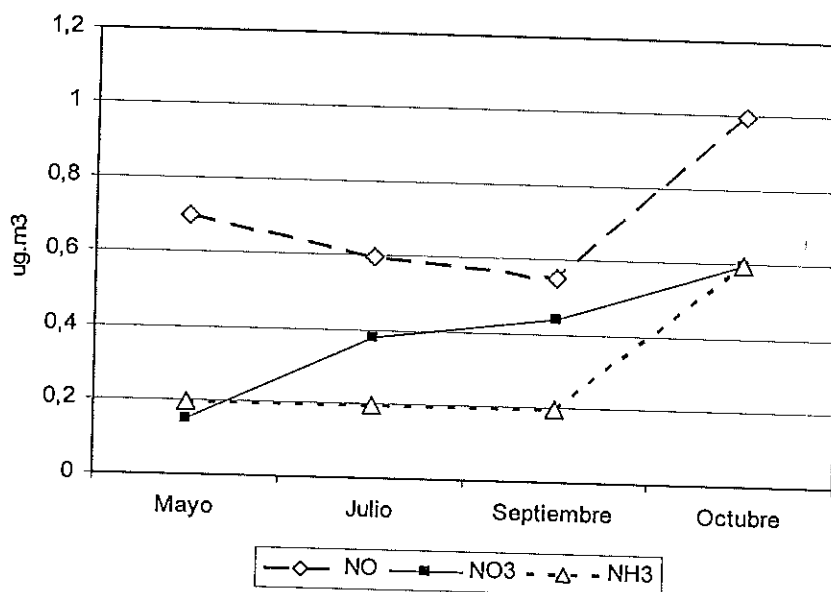


Figura 3. Comportamiento de los gases monóxido de nitrógeno (NO), trióxido de nitrógeno (NO_3) y amoníaco (NH_3).

Conclusiones

- La velocidad de deposición promedio del polvo en los 6 depósitos estudiados fue $17,59 \text{ mg}/\text{m}^2$ día.
- La higroscopicidad promedio de dicho polvo fue 26,84 %.
- El valor promedio de sustancias solubles en agua del polvo depositado fue 36,3%.
- La concentración promedio de iones cloruros presente en las sustancias solubles en agua del polvo fue 2,8%.
- La velocidad de deposición de dióxido de azufre y cloruros en los depósitos del Archivo Nacional de la República de Cuba es de 0.83 y $0.48 \text{ mg}/\text{m}^2$ día respectivamente.
- Los valores promedios obtenidos de monóxido de nitrógeno (NO), trióxido de nitrógeno (NO_3) y amoníaco (NH_3) fueron: $\text{NO} = 0,7125 \text{ } \mu\text{g}.\text{m}^3$, $\text{NO}_3 = 0,3925 \text{ } \mu\text{g}.\text{m}^3$, $\text{NH}_3 = 0,3 \text{ } \mu\text{g}.\text{m}^3$

Referencias

- Albright GE. Almacenamiento y manipulación de fotografías. *Ciencias de la Información* 1998; 28 (4).
- Bhanarkar A.D., Goyal S.K., Sivacoumar R., Chalapati Rao C.V. Assessment of contribution of SO₂ and NO₂ from different sources in Jamshedpur region India. *Atmospheric Environment* 2005; 39.
- Cuba AD., Molina E. Concentraciones diarias de dióxido de azufre y hollín atmosférico. Centro Habana, 1994 – 2000. Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología. 2003.
- Charles M. Protection of archival materials from pollutants: diffusion of sulfurdioxide through boxboard. *JAIC* 1993; 32 (1).
- de la Paz J. Características físico - químicas del polvo ambiental presente en el Archivo Nacional de la República de Cuba. *Boletín Patrimonio y Desarrollo*. 2004 (10).
- Díaz R., Díaz A. Programa de mejoramiento de la calidad del aire en Cuba, 1998. *RESUMED* 1999; 12(3).
- Etymezian V. Vertical gradients of pollutant concentrations and deposition fluxes on a tall limestone building. *JAIC* 1998; 37 (2).
- Fernández MO. Contaminación ambiental. *CONTACTO Archivo General de la Nación de Colombia*, 1995 (2).
- NC: 93-02-221. *Determinación gravimétrica del polvo en suspensión*. 1986.
- Salgado I., Cepero A. Influencia de la contaminación ambiental en el deterioro de objetos metálicos. *Boletín Patrimonio y Desarrollo*. 2004 (10): 2 – 3.