



Revista de Ciencias Ambientales (Trop J Environ Sci). EISSN: 2215-3896.

1994. Vol 11(1): 73-86.

DOI: <http://dx.doi.org/10.15359/rca.11-1.7>

URL: www.revistas.una.ac.cr/ambientales

EMAIL: revista.ambientales@una.cr

María del Rosario Alfaro

Revista de CIENCIAS AMBIENTALES Tropical Journal of Environmental Sciences



Contaminación del aire en oficinas, hospitales y restaurantes de Costa Rica

Air pollution in offices, hospitals and restaurants in Costa Rica

María del Rosario Alfaro, José J. Rodríguez



Los artículos publicados se distribuyen bajo una Creative Commons Reconocimiento al autor-No comercial-Compartir igual 4.0 Internacional (CC BY NC SA 4.0 Internacional) basada en una obra en <http://www.revistas.una.ac.cr/ambientales>, lo que implica la posibilidad de que los lectores puedan de forma gratuita descargar, almacenar, copiar y distribuir la versión final aprobada y publicada (*post print*) del artículo, siempre y cuando se realice sin fines comerciales y se mencione la fuente y autoría de la obra.

CONTAMINACION DEL AIRE EN OFICINAS, HOSPITALES Y RESTAURANTES DE COSTA RICA (Estudio Piloto)¹

(Recepción del artículo-09 Diciembre 1993)

M. del Rosario Alfaro G.²
José J. Rodríguez Z.²

ABSTRACT

The topic of indoor air pollution has received little attention in Latin American countries. Little is known about the factors that influence the quality of the air in office buildings. And today, this should be considered carefully since poor indoor air quality can effect the health of building occupants, and has a direct relation with worker productivity.

A total of nine buildings in Costa Rica were subject of detailed indoor air quality investigation during 1993. These it is the first study related with indoor pollution in the region, so it is the first contribution to a database designed to determine whether there is a correlation between worplace air quality, air conditionig system maintenance, and urban outdoor air quality. Additional studies in Costa Rica, Guatemala, El Salvador, Nicaragua, Honduras and Panama would permit an overall evaluation of the indoor workplace environment in the region.

RESUMEN

El tema de la contaminación en espacios intradomiciliarios ha recibido muy poca atención en los países de América Latina. Muy poco se conoce de los factores que influyen en la calidad del aire de las oficinas. Hoy día, esto es algo que debe ser considerado en forma cuidadosa ya que las deficiencias en la calidad del aire de los edificios tienen directa relación con la salud de los ocupantes y la productividad de éstos.

Un total de nueve edificios fueron sujeto de estudio durante 1993. Este es el primer estudio sobre el tema en la región, de manera que es la primera contribución que permitirá documentar con datos locales que faciliten determinar si hay una correlación entre la calidad del aire en sitios de trabajo, el mantenimiento de los sistemas de aire acondicionado y la contaminación del aire exterior. Estudios adicionales en Costa Rica, Guatemala, El Salvador, Nicaragua, Honduras y Panamá permitirán una evaluación más precisa de la calidad del aire en espacios intradomiciliarios.

¹ Proyecto financiado por el Centro de Investigaciones del Aire Interno, USA y la Universidad Nacional.

² Investigadores Escuela de Ciencias Ambientales, Universidad Nacional, Costa Rica.

INTRODUCCION

Las preocupaciones sobre los efectos a la salud de los contaminantes han sido tradicionalmente enfocados a los componentes del aire externo. Esta práctica esta apoyada básicamente en la visibilidad de la contaminación externa la identificación clara de las fuentes que la generan.

En la mayoría de los países latinoamericanos, el automóvil, las emisiones industriales y el carbón (cuando es usado en la calefacción) son los principales elementos que alteran la química del aire.

Recientemente, en particular en Norte América y en Europa Occidental, la atención de aquellos que se preocupan de la protección de la calidad del aire ha empezado a abarcar la contaminación del aire interno. Esta nueva conducta ha sido el resultado, en parte, de una creciente evidencia de que las personas que trabajan y viven en ciudades pasan la mayor parte de su tiempo dentro de los edificios y que una gran gama de actividades y factores de esos sitios pueden provocar desde incomodidad hasta riesgos agudos y crónicos para la salud.

Las frases "síndrome del edificio enfermo" y "enfermedades relacionadas con edificios" son parte de la conciencia popular en ciertos países de Norte América y Europa Occidental, como parte de la creciente sensibilidad sobre la importancia que tiene la calidad del aire interno con la salud y el bienestar humano.

Pese a lo anterior, para los países en desarrollo este tema ni siquiera es considerado de interés. En países como Costa Rica, para dar un ejemplo, no se han desarrollado investigaciones sistemáticas tendientes a determinar la calidad del aire interno de los edificios.

Costa Rica, reúne condiciones particulares que le permiten ser un excelente laboratorio para este tipo de estudios. Es un país que presenta un creciente proceso de urbanización e industrialización, además de su condición climática particular.

Recientemente, culminamos un proyecto piloto de muestreo del aire interno en Costa Rica, como parte del Programa Centroamericano de Monitoreo de la Calidad del Aire Interno.

El objetivo fue el de adquirir información sobre los niveles de una variedad de sustancias transportadas en el aire en oficinas, hospitales y restaurantes. Aunque no se hizo un esfuerzo para escoger sitios al azar, se cree que las facilidades investigadas sean ampliamente representativas de oficinas, hospitales y restaurantes, que se encuentran principalmente en el Area Metropolitana.

Las fases subsiguientes del Proyecto Centro Americano de Monitoreo de la Calidad del Aire Interno se desarrollarán en edificios adicionales en San José, Heredia y Alajuela en Costa Rica. Posteriormente, se monitoreará la calidad del aire

interno en un número más pequeño de edificios representativos de Guatemala, Panamá, El Salvador, Nicaragua y Honduras.

SITIOS DE MUESTREO

Un total de nueve edificios fue incluido para el proyecto piloto. Los edificios estaban dispersos por cada una de las tres ciudades en las que se realizó el muestreo, con el objetivo de minimizar los posibles efectos perjudiciosos de la contaminación de carreteras atípicas y fuentes industriales de contaminación.

De los edificios muestreados, ocho dependen de la ventilación natural y no mecánica. Este hecho siempre distingue los edificios de este estudio con la mayoría de los estudios en otros países, la cual es un reflejo del clima templado de Costa Rica.

Otros aspectos a considerar son que los edificios varían en altura, desde una sola planta hasta ocho pisos, pero la mayoría tenía dos pisos. Información adicional sobre la ubicación y las características de los edificios incluidos en el proyecto está provista en la tabla 1.

Con antelación se obtuvo aprobación para el monitoreo, en la mayor parte de los sitios, notificándose con antelación el momento en que se tomarían las muestras. Pese a lo anterior, se solicitó que no se tomaran medidas ni acciones que en cierto modo podrían afectar la calidad del aire a la cual los ocupantes de los edificios están típicamente expuestos. Creemos que tales solicitudes fueron atendidas por los administradores de los edificios.

Solamente, en dos de los restaurantes, el estudio se condujo sin notificación previa.

PROCEDIMIENTOS DE MUESTREO

Previo al inicio del muestreo, se obtuvo información sobre los patrones de actividad en cada uno de los edificios incluidos en el estudio.

Las áreas de libre acceso, áreas restringidas y con condiciones climatológicas especialmente controladas (debido a la presencia de equipo sensible de oficina en otro), fueron seleccionadas previamente.

En las oficinas y restaurantes, el equipo de muestreo se colocó cerca del centro del área muestreada. En los hospitales, se tomaron muestras en las salas de emergencia y las áreas de cirugía. Todas las muestras de oficina se realizaron durante las horas normales de trabajo. En los restaurantes, se condujo el muestreo durante las horas del almuerzo (12:00 a 14:00) o la comida (18:00 a 21:00). En los hospitales, se conducía el muestreo solamente cuando la sala en la que se tomaban

Tabla 1. Características de Sitio.

UBICACION	OFICINAS			HOSPITALES			RESTAURANTES		
	01 Heredia	02 San José	03 San José	H1 San José	H2 San José	H3 Alajuela	R1 Heredia	R3 Heredia	R4 Heredia
Edificio	Concreto /Madera	Concreto /Madera	Concreto /Madera	Concreto /Madera	Concreto	Concreto /Madera	Concreto	Concreto	Concreto
Descripción	2 pisos	7 pisos	8 pisos	5 pisos	1 piso	1 piso	1 piso	2 pisos	2 piso
Nivel de piso	1ro.	3ro.	1ro y 3ro (Atrio en el Lobby)	1ro	1ro	1ro	1ro	1ro	1ro
Material del piso	Carpet tile	Loseta	Loseta	Azulejo de cerámica	Carpet tile	Carpet tile	Azulejo de cerámica	Carpet tile	Carpet tile
Material del cielo raso	Pintura	Pintura	Láminas de aglomerado	Láminas de aglomerado	Láminas de aglomerado	Láminas de aglomerado	Láminas de aglomerado	Láminas de aglomerado	Pintura
No. de ventanas	10 (pequeña)	4 (sin uso)	4 (sin uso)	0	4	4 (pequeña)	2 (pequeña)	1 (sin uso)	1
No. de puertas	1 (+1 sin uso)	1	1	1	1	1	1	1	1
Ventilación	Natural	Natural	Natural	Natural	Natural	Natural	Natural	Mecanica	Natural
No. de ocupantes	60 (25 permanentes)	10	22	22	10	10	16	27	32
Nivel de actividad	Alta	Moderada	Moderada	Alta	Alta	Alta	Moderada	Alta	Alta
Se permite fumar	No	Sí	Sí	No	No	No	Sí	Sí	Sí
Actividad del fumar (cigarrillos=fumados durante período de muestreo de dos horas)	Nada	Uno(cerca del tocador de muestras)	Nada fumado directamente afuera	Nada	Nada	Nada cigarrillos extinguidos en la puerta	<4	1	2

las muestras fue autorizado. Las muestras pilotos se tomaron de agosto a octubre de 1993.

En conjunto con las actividades de muestreo, el grupo de muestreo recogió información sobre el número de personas ocupando el sitio en el cual el muestreo ocurría, el número de fumadores y el número de cigarrillos que se estaban fumando. Además, en un estudio aparte, se les pidió a los ocupantes que llenaran un cuestionario que enfocaba ciertos parámetros de salud y confort.

Estudio del Aire Externo:

Mientras que el muestreo interno se conducía, un equipo de investigadores, dirigido por M. del Rosario Alfaro, también estaba tomando muestras de la calidad del aire externo en la vecindad de ocho de los nueve edificios incluidos en el estudio piloto. El muestreo externo ocurrió durante un plazo de ocho meses, empezando en mayo y terminando en diciembre de 1993. El muestreo externo se enfocó sobre las partículas en suspensión, el monóxido de carbono, el dióxido de carbono, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el plomo. Actualmente se están preparando los resultados para su publicación.

Estudio de entrevistas a los ocupantes de las oficinas:

Con anticipación al muestreo, se seleccionaron ocho edificios para un estudio separado de la percepción de los ocupantes del ambiente interno. Los tres edificios de oficinas donde se realizó el muestreo de aire como parte del estudio piloto fueron incluidos en este estudio de entrevistas. Un entrevistador pidió respuestas de cada ocupante de acuerdo a un formulario de cuestionario estandarizado. Un total de 150 ocupantes fueron entrevistados en los ocho edificios, entrevistando entre 14 a 31 ocupantes en cada edificio.

La mayoría de los edificios eran de varios pisos y se hicieron esfuerzos para recoger información de una variedad de pisos. Además, los ocupantes fueron entrevistados en una variedad de ambientes, incluyendo áreas de acceso público, áreas de trabajo de oficina y áreas de uso especial (e.g. salas de computadora). Los pisos en renovación fueron excluidos.

Los resultados de estas entrevistas están resumidos en la tabla 2. Como se entrevistaron a números diferentes de personas en cada edificio, los resultados están expresados como porcentajes.

METODOLOGIA DE ANALISIS DE LAS MUESTRAS

Los equipos de recolección y medición que se utilizaron se colocaron en maletines típicos equipados con orificios de muestreo, a través de las cuales se permite el ingreso de volúmenes específicos de aire. Para la mayoría de los componentes analizados, el tiempo de muestreo fue dos horas por sitio. Todas las bombas y los analizadores de gases fueron calibrados con anticipación a la toma de

Tabla 2. Estudio de Entrevista de Ocupantes.

PORCENTAJE DE QUEJAS REPORTADO POR 150 OCUPANTES DE OFICINAS EN 8 EDIFICIOS	
QUEJA	PORCENTAJE
Temperatura incómoda	69
Ruido	57
Ojos y garganta secos	47
Somnolencia	43
Dolor de cabeza	40
Mala ventilación	40
Olores	39
Resfriados frecuentes	39
Irritación respiratoria	32
Iluminación	22
Enfermo los lunes	21
Otros	9

muestra en el campo. Los detalles de la unidad del maletín de muestreo y de los métodos utilizados para determinar los niveles de los varios componentes analizados incluidos en el estudio han sido descritos por McConnel, et al (1987).

Brevemente, los componentes analizados y los métodos de análisis se describen a continuación:

Monóxido de Carbono y Dióxido de Carbono: Una valija fue equipada con un monitor electro-químico de CO vinculado con un registro de información se utilizó para medir la concentración de monóxido de carbono. El aire se halaba por medio de una pequeña bomba a la cara del monitor. El CO₂ se medía utilizando un sensor manual directo conocido como tubo Dräger.

Nicotina: La nicotina se recogía halando el aire a un litro por minuto a través de tubos de vidrio que contenían una resina XAD-4 (SKC Inc). Después de la recolección, la resina se extraía en acetato de etilo conteniendo 0.01 por ciento de trietilamine. El análisis utilizó un Shimadzu GC-9A con un detector NPD y una columna capilar (SE-54, 15 m x 0.53 x 1.2 μm Econocap, Alltech) con detección específica para nitrógeno. El límite más bajo de detección se determinó como 0.05 μg de nicotina.

Partículas Respirables en Suspensión: RSP fue medido por tasación gravimétrica de material recogido al tomar el aire a través de un ciclón de corte de 3.5 μm y un filtro de teflón. Se pesaron los filtros antes y después bajo condiciones de temperaturas y humedad estandarizadas, utilizando fuentes radio-activas para limitar la electricidad estática.

Partículas Ultra-Violetas Respirables en Suspensión: Después de pesar los filtros de teflón (Millipore, Tipo FA, tamaño 1.0 μm), de cada uno fue extraído con alcuota de metanol y el extracto fue analizado para absorción a 325 nm. La absorción fue comparada con la de soluciones de 2.2, 4.4 de tetrahydroxybenzofenon para proveer un estimado de los límites más altos de la aportación del humo ambiental de tabaco ("ETS") al total de RSP.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los datos específicos obtenidos en este estudio piloto están resumidos en tabla 3 por categoría de sitio.

Oficinas:

Las tres áreas de oficinas que se investigaron dependen en gran parte de ventilación natural y no mecánica, con unidades de ventana de aire acondicionado siendo reservados para el personal gerencial. Además, se observó un sustancial hacinamiento, en todas estas áreas, con entre diez y 60 personas (incluyendo

Tabla 3. Concentraciones de Contaminantes en lugares cerrados en Oficinas, Hospitales, Restaurantes en Costa Rica.

SITIO:	RSP $\mu\text{g}/\text{m}^3$	UV-RSP $\mu\text{g}/\text{m}^3$	CO ppm	CO ₂ ppm	NICOTINA $\mu\text{g}/\text{m}^3$	TEMPERATURA ° C.
01	85.9	nd	10.4	1000	nd	27.5
02	155.1	2.9	18.0	400	1.0	25.5
03	119.0	2.4	11.0	800	0.5	25.5
H1	50.0	nd	11.09	800	nd	24.5
H2	85.9	9.7	12.5	900	nd	25.0
H3	42.7	nd	10.3	2000	nd	27.9
R1	72.4	3.5	4.77	800	0.81	24.5
R2	70.2	nd	15.5	1500	nd	26.9
R3	202.9	6.8	4.8	400	0.60	26.3

visitantes) obligadas a compartir un espacio originalmente planeado para un número sustancialmente menor de personas. Cada una de las oficinas sí está ubicada en caminos principales de gran tránsito automotor.

Como consecuencia de los factores anteriormente descritos, las ventanas en las oficinas investigadas se mantienen cerradas durante todo el día o gran parte del día. El estudio de aire externo mencionado anteriormente (Alfaro, 1993) reportó totales promedios de partículas en suspensión en el aire externo acerca de las oficinas de $253 \mu\text{g}/\text{m}^3$, que es sustancialmente más alto que los estándares aplicables (U.S.E.P.A., 1986). Un valor de $361.71 \mu\text{g}/\text{m}^3$ se registró cerca de una oficina durante el período de actividad vehicular más grande. Así, la práctica de cerrar las ventanas para proteger los ocupantes de los efectos de la contaminación externa (y el ruido generado por el tránsito intenso) es completamente comprensible. Al mismo tiempo, el cerrar las ventanas resultó en un aumento de la contaminación generada internamente.

A raíz de la necesidad de tener las ventanas cerradas, la temperatura dentro de las oficinas tiende a ser muy alta (20°C mínimo, 28.5°C máximo). Este solo hecho causa sustancial incomodidad tanto a los ocupantes como a los visitantes. El hacinamiento que se observaba solo agravaba la situación, contribuyendo a la temperatura elevada y añadiendo a la contaminación interna, en particular durante las horas de alta actividad en las oficinas.

Varios investigadores han recomendado que en ambientes cerrados no se debe permitir que el RSP exceda 100 a 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (WHO 1987); Geurin (1993); Robertson (1992); ASHRAE (1989); Romiev et al. (1990). Los niveles de RSP medidos en dos de los tres edificios incluidos en el estudio piloto estaban cerca de o ligeramente arriba de ese máximo recomendado (119.0 y 155 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Si las ventanas de las oficinas se hubieran dejado abiertas, los niveles internos de RSP habrían sido aún más altos, dados los altos resultados TSP encontrados en el aire externo (Alfaro, 1993).

Los niveles de monóxido de carbono dentro de los tres edificios también excedían el límite recomendado (9 ppm), variando desde un nivel bajo de 10.4 ppm hasta 18.0 ppm. El estudio externo (Alfaro, 1993) registró niveles promedios de CO de solamente 5.7 ppm en el momento en que ocurría el muestreo interno, mientras alcanzaba hasta un máximo de 11.4 ppm. Los niveles comparativamente bajos de CO dan una indicación de las deficiencias de ventilación en las oficinas. La oficina que tenía el nivel más alto de CO, por ejemplo, estaba equipada con una cocina para preparar y/o calentar comida. A causa de la ventilación extremadamente pobre, mucho del CO producido por el cocinamiento/calentamiento de la comida se quedó atrapado en el área de la oficina, sitio del muestreo.

El nivel de dióxido de carbono en algunos de los edificios incluidos en el estudio piloto también fue alto. Ciertos investigadores y organismos que fijan estándares, han recomendado que no se permita que los niveles de CO_2 excedan 800 ppm a 1000 ppm en áreas ocupadas (Robertson, 1992; ASHRAE, 1989). Dos de las tres oficinas estaban al o cerca del máximo recomendado, confirmando la conclusión que la ventilación era deficiente en estos edificios.

Se observó que el fumar era poco en las tres oficinas, y esto fue reflejado en los resultados de nicotina y UV-RSP. Así el fumar, como actualmente practicado en estos edificios nuestros, no pareció tener un impacto importante en la calidad del aire interno. Los niveles de UV-RSP y nicotina en la oficina 01, donde no se permitía el fumar, estaban bajo los niveles de detección. El nivel de esas sustancias también estaba muy bajo en las otras oficinas, donde se observó directamente el fumar (02) o se vió en la acera fuera del edificio (03), con niveles de UV-RSP variando desde 2.4 hasta 2.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y los niveles de nicotina variando desde 0.5 hasta 1.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

El promedio aceptado por tiempo (8 horas) (TWA) para nicotina establecido por la Administración para Seguridad y Salud Ocupacional de los EE.UU. (U.S. Occupational Safety and Health Administration) ("OSHA") es 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, mientras que ASHRAE recomienda que se utilice 1/10 de TLVs en ambientes internos (ASHRAE, 1989). Esto daría un resultado con un valor de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, como un valor aceptable para nicotina. Los valores de nicotina registrados aquí estaban entre 1/500 y 1/1000 de la TWA de OSHA, estos se ubican entre 1/50 y 1/100 de los límites mucho más estrictos que los sugeridos por ASHRAE. Mientras que la nicotina presente subestima los niveles de ETS (Guerin, 1993), los valores de UV-RSP, que proveen una indicación de la aportación máxima del fumar, alcanzaron solamente un dos por ciento del total de RSP.

Aunque no se estudió el nivel de químicos orgánicos volátiles (VOCs), el grupo de muestreo apuntó que materiales adhesivos y agentes de limpieza ricos en emisiones de VOCs se estaban usando extensamente en las oficinas. Materiales que contenían asbesto también se observaron en las tres oficinas. Como el asbesto presenta un riesgo bien documentado para la salud humana y los VOCs han sido vinculados al "síndrome de edificio enfermo", la presencia de asbesto y VOCs en los edificios en Costa Rica merece investigación futura.

Hospitales:

Las muestras de los hospitales se tomaron tanto en áreas de cirugía menor como en salas de emergencia. Los tres hospitales al momento del muestreo dependían de ventilación natural. Los hospitales H1 y H2 están provistos de sistemas de ventilación artificial pero los sistemas se usan poco o nunca. El hospital H3 es un edificio viejo, que sufrió serios daños durante el terremoto de 1990. Como resultado, la mayoría de los servicios ofrecidos en el hospital H3 se dan en espacios improvisados. La temperatura interna promedio en el día en que se tomaban muestras variaban entre 24.5 hasta 29.5°C. Temperaturas tan altas favorecen el desarrollo de microorganismos que presentan un riesgo a la salud de los trabajadores del hospital tanto como a los pacientes.

Los niveles de RSP en los sitios muestreados dentro de los hospitales variaban desde 42.7 hasta 85.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Aunque estos niveles son inferiores a los encontrados en las oficinas, y están dentro del máximo de 100 a 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ que se ha sugerido para áreas de oficinas, se estima que son altos cuando se comparan con otros valores de RSP para hospitales que se han reportado. Meisner et al (1989), por ejemplo, han reportado niveles de RSP en hospitales de los Estados Unidos de 17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ promedio y que alcanzaban hasta 36 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en áreas donde se permite el fumar. Los niveles promedios de RSP para hospitales encontrados aquí excedían, por un factor de dos por lo menos, el máximo reportado por Meisner et al (1989).

Los niveles de RSP relativamente altos medidos en los tres hospitales incluidos en el estudio piloto no se pueden atribuir al fumar. En ninguno de los hospitales ni áreas de hospitales incluidos en el estudio piloto está permitido fumar. Como consecuencia, la nicotina no fue detectable en ninguno de los hospitales. Los niveles de UV-RSP, que representan un estimado de los límites superiores de RSP aportados por el fumar, fueron inferiores a los límites de detección en dos de los tres hospitales. En el tercero (H2), un nivel de UV-RSP de 9.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ se encontró, aparentemente atribuible al tránsito automotor y al hecho de que puestos públicos de comida (que producen cantidades sustanciales de humo) están ubicados muy cerca del edificio.

Los valores del monóxido de carbono (CO) y dióxido de carbono (CO₂) en los tres hospitales estaban dentro o excedían los límites establecidos. Niveles de CO₂ y registrados se marcaban entre 800 y 2000 ppm, siendo éste último nivel extremadamente alto para cualquier edificio ocupado, por lo tanto debe ser preocupación especialmente grave en un ambiente de hospital.

Los niveles de CO y CO₂ encontrados en los hospitales excedían los niveles encontrados afuera en el caso de los dos hospitales para los cuales mediciones externas estaban disponibles. Mediciones externas para CO y CO₂ no fueron tomados para el hospital H3.

Los altos niveles de CO₂ confirman el estado precario de la ventilación en los tres hospitales incluidos en el estudio piloto. En el hospital H3, habían quejas persistentes entre el personal sobre las temperaturas altas, aún en relación a la sala de neonatos y los cuartos de aislamiento y recuperación. Varios de los médicos del hospital entrevistados declararon que, en su opinión, las malas condiciones de la calidad del aire -- especialmente la temperatura alta y el "estancamiento" del aire -- en la recuperación de los pacientes en el hospital H3.

Restaurantes:

Niveles relativamente altos de RSP se encontraron en uno de los tres restaurantes incluidos en el estudio piloto. En el restaurante R3, el nivel promedio de RSP fue 202.9 µg/m³. Sin embargo, los restaurantes tienen niveles de actividad apreciablemente más altos y más fuentes de generación de partículas que las oficinas y, podemos esperar que los niveles de RSP sean más altos en estos ambientes. Los niveles encontrados aquí son similares a aquellos encontrados por otros trabajadores que han medido RSP en ambientes de restaurantes (Crouse y Carson, 1989; Oldaker et al, 1990).

El único ingreso de aire en el restaurante R3 es por la puerta principal del edificio que da directamente a una calle muy transitada. El sector de preparación de alimentos en el restaurante R3 está ubicado inmediatamente al lado del área pequeña de servicio al público. En ese espacio el aire es una mezcla de los gases, vapores, y olores que emanan de la cocina. La situación en restaurante R3 se agrava con el uso de desodorantes ambientales en un intento de cubrir los humos de la cocina así como las emisiones de automóviles y el humo del tabaco. El impacto más importante de los desodorantes, sin embargo, es simplemente el aumento de la carga química en el aire, sin una mejora perceptible de la calidad del aire desde una perspectiva olfatoria. Sería útil realizar un estudio adicional para evaluar la contribución de VOC (compuestos orgánicos volátiles) asociada con el uso de desodorantes del aire y otros productos similares.

Los niveles de nicotina detectados eran bajos (o no registrables) dentro de los restaurantes, indicando nuevamente que el fumar no presenta problemas significantes. Notablemente, el nivel más alto de CO₂ (1500 ppm promedio) se detectó en el único restaurante (R2) equipado con ventilación mecánica. Se encontró que las tomas de aire en ese restaurante estaban cerradas, así que el sistema estaba operando casi exclusivamente con aire recirculado. Los niveles de monóxido de carbono medidos para restaurante R2 también estaban muy altos (15.5 ppm promedio), estando muy arriba de los niveles máximos recomendados.

CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio piloto revelan una cantidad de deficiencias significantes en la calidad del aire interno en oficinas, hospitales, y restaurantes en Costa Rica. Entre otros, los resultados confirman la conveniencia de esfuerzos concertados para reducir la contaminación en áreas urbanas en Costa Rica, con el objetivo de mejorar el ambiente externo tanto como el reducir el impacto que el aire externo, de mala calidad tiene sobre el aire interno.

Debe resaltarse, en ese respecto, que los resultados de monitoreo de la calidad del aire externo que corresponden a las mediciones internas reportadas aquí se tomaron durante la época lluviosa de Costa Rica. Las lluvias fuertes tienden a suprimir la contaminación externa, lo que sugiere que los niveles de contaminación externa durante la época seca serían aún más altos que los reportados aquí. Los esfuerzos para mejorar la calidad del aire interno en ciudades costarricenses necesariamente deben empezar con esfuerzos para mejorar la calidad del aire externo, por lo menos mientras los edificios en Costa Rica continúen dependiendo mayormente de la ventilación natural y no mecánica.

Como se notó, el ruido de los vehículos motorizados junto con la mala calidad del aire en las principales ciudades costarricenses han resultado en una práctica muy difundida de cerrar ventanas y puertas durante gran parte del día, así atrapando internamente la contaminación generada afuera y causando que la contaminación interna se acumule a niveles inaceptables. La mala ventilación, combinada con el hacinamiento, también tiende a resultar en temperaturas muy por encima de los niveles de confort en los espacios cerrados.

Se encontró que la mala calidad del aire interno registrada en el estudio piloto, sin que cause sorpresa, tenía influencia directa sobre el número y tipo de quejas relacionadas con el aire registrados por los ocupantes de los edificios. La tabla 2, demuestra que una de las quejas más frecuentes era la irritación de los ojos, probablemente causado por los niveles relativamente altos de RSP registrados en varios de los edificios. Además, niveles elevados de CO se han relacionado con mareos, somnolencia y jaquecas, todos los cuales fueron reportados por los ocupantes de los edificios en el estudio piloto. Niveles de CO₂ mayores de 800 ppm a 1000 ppm se encontraron en tres de los edificios incluidos en el estudio piloto. Como un indicador de mala ventilación, que permite que todos los contaminantes lleguen a niveles incómodos, CO₂ a estos niveles puede introducir síntomas similares a los de CO en ocupantes de edificios.

A pesar de la mala ventilación encontrada en todos los edificios incluidos en este estudio piloto, el fumar a los niveles bajos encontrados aquí no presentaba problemas significantes. Los niveles de nicotina transportada en el aire que se midieron fueron uniformemente bajos así como lo fueron los niveles de UV-RSP, que proporciona un estimado de los límites superiores de la aportación del fumar a los niveles de RSP. En particular muchos restaurantes estaban situados cerca de calles muy transitadas y estaban influenciados por los procesos de frituras o cocimiento de

alimentos. Ambos factores -- en particular cuando se vinculen con mala ventilación - pueden contribuir al componente de partículas de UV-RSP.

Un programa para mejorar la calidad del aire interno en Costa Rica debe tomar en cuenta y basarse en la situación que realmente existe en climas templados. Esto significa, entre otras cosas, que los pasos para mejorar la calidad del aire interno en Norte América y Europa no necesariamente mejorarían la situación en Costa Rica de una manera significativa. Lo que se necesita en Costa Rica es estudio adicional para documentar los problema que existen aquí y definir las soluciones que respondan a dichos problemas y no a los problemas que existen en otros sitios.

RECONOCIMIENTOS

El Proyecto Centro Americano del Monitoreo de la Calidad de Aire Interno está patrocinado por el Centro para Investigaciones del Aire Interno en Linthicum, Maryland. Los resultados del monitoreo de la calidad del aire externo informados en este artículos fueron recogidos como parte de un proyecto patrocinado por la Fundación Suiza y la Universidad Nacional, Costa Rica.

REFERENCIAS

- Alfaro, M. del R. 1993. Calidad del Aire en el Area Metropolitana de Costa Rica. Informe de Diciembre (Análisis del Período). INFORME TECNICO No. 7. Swiss Contact Project, Universidad Nacional de Costa Rica.
- ASHRAE, 1989. ANSI/ASHRAE Standard 62-1989, Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality. Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.
- Crouse, W.E., Carson, J.R. Surveys of environmental tobacco smoke (ETS) in Washington, D.C. offices and restaurants. 43rd Tobacco Chemists Research Conference, Richmond VA (1989).
- Guerin M. 1993. Environmental Tobacco Smoke Assessment. In: Environmental Tobacco Smoke. H. Kasuga Editor. Springer Verlag, Heidelberg - London.
- McConnell, B.C., Perfetti, P.F., Walsh, R.F., Oldaker, G.B., III, Conrad, F.W., Jr., Heavner, D.L., Conner, J.M., Ingebretsen, B.J., Eudy, L.W., Ogden, M.W., & Stancill, M.W. 1987. Development and evaluation of portable air sampling system (PASS) for environmental tobacco smoke (ETS). 41st Tobacco Chemists' Research Conference, Greensboro, N.C.
- Miesner, E.A., Rudnick, S.H., Hu, F-C, Spengler, J.D. Preller, L. Ozkaynak, H., & Nelson, W. 1989. Particulate and nicotine sampling in public facilities and offices. JAPCA, 39(12), In: Guerin et al, in: The Chemistry of Environmental Tobacco Smoke: Composition and Measurement. Lewis, Chelsea MI.
- Oldaker, G.B., Ogden, M.W., Maiolo, K.C., Conner, J.M., Conrad, F.W., Stancill, M.W., DeLuca, P.O. Results from surveys of environmental tobacco smoke in restaurants in Winston-Salem, North Carolina. Proceedings of the 5th International Conference on Indoor Air Quality and Climate, Vol.2, Toronto, pp. 281-285, 1990.
- Robertson, G. 1992. Indoor Air Quality Guidelines for Europe. In: Quality of the Indoor Environment. Eds. J.N. Lester, R. Perry & G.L. Reynolds. Sciper Ltd. London.
- Romiev, I., H. Weitzenfeld & J. Finkelman. 1990. Urban Air Pollution in Latin America and the Caribbean: Health Perspectives. Wld. Hlth. Stat. Quart., 43.
- U.S. Environmental Protection Agency, Code of Federal Regulations, Title 40, Part 50 (current national ambient air quality standards) July 1, 1986.

