CONTAMINACIÓN ACÚSTICA Y GASEOSA EN EL AEROPUERTO INTERNACIONAL DE GUARULHOS Y SU IMPACTO EN LA PLANIFICACIÓN DE USOS DEL SUELO

Alejandro Di Bernardi
cadibern@ing.unlp.edu.ar

Juan Ignacio D'Iorio
juanignacio.diorio@ing.unlp.edu.ar

Matías Julián Coppa
matias.coppa@ing.unlp.edu.ar

Juan Pedro Monteagudo Ahumada
juanpedro.monteagudo@ing.unlp.edu.ar

Nahuel Tomassini
tomassininahuel@gmail.com

Grupo de Transporte Aéreo GTA- Departamento de Aeronáutica, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata, Argentina
Calle 116 e/ 47 y 48, 1900 La Plata, Buenos Aires, Argentina; +54 (221) 423 6679;

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo presentar los resultados obtenidos del análisis de ruido y gases derivados de las operaciones en el Aeropuerto Internacional de Guarulhos y la afectación en su entorno. El estudio efectuado se encuentra encolumnado con los objetivos del Comité de Protección Ambiental Aeronáutica (CAEP) conformado por la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), particularmente con los del Grupo de Trabajo 1 (WG1) y 3 (WG). Se plantearon distintos escenarios operacionales para luego proceder a su simulación. De esta manera, se obtienen las curvas de ruido, permitiendo analizar su aporte dentro del predio aeroportuario y su entorno.

Palabras clave: aeropuertos, ruido, gases, contaminación, planificación.

1. INTRODUCCIÓN

La contaminación acústica y gaseosa derivada de la operación de aeronaves es una temática de particular interés, sobre todo en aquellos aeropuertos que se encuentran en entornos urbanos complejos. Si bien se han realizado esfuerzos sistemáticos por parte de la industria aeronáutica para reducir los valores generados, es de suma utilidad disponer de análisis de los entornos aeroportuarios para detectar zonas de afectación, proponer soluciones e implementarlas.

Existen diferentes formas de afrontar las problemáticas ambientales de las aeronaves: desde la fuente, mediante el manejo y la planificación de los usos del suelo, mediante procedimientos operacionales, y restricciones operativas.

Desde prácticamente los inicios de la actividad comercial, la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) ha tratado la reducción del ruido desde el punto de vista de las fuentes que lo generan. En ese sentido, las aeronaves que pretenden ser certificadas deben cumplir con los requisitos establecidos en el Anexo 16 – Protección del Medio Ambiente, Volumen I – Ruido de las Aeronaves y Volumen II - Emisiones de los motores de las aeronaves, siempre que el Estado fabricante sea miembro.

También existen requerimientos por parte de los organismos reguladores de la aviación civil de cada Estado. A través del tiempo, los niveles de ruido admitidos para la certificación han sido cada vez más restrictivos. OACI, a través del CAEP (Comitee on Aviation Environmental Protection), se encuentra en constante proceso de revisión de los requerimientos y métricas para la certificación de las nuevas aeronaves.

La planificación de los usos del suelo es una forma efectiva de asegurar que la actividad aérea sea compatible con el entorno. El principal objetivo de la misma es evitar la afectación sobre la población, principalmente a zonas extremadamente sensibles (escuelas, hospitales, etc.).

Adicionalmente, pueden realizarse procedimientos operacionales específicos con el fin de reducir las emisiones acústicas y gaseosas derivadas de las operaciones. Existen varios métodos que pueden ser utilizados, y a grandes rasgos se dividen en: selección de rutas y pistas preferentes, y procedimientos para el despegue, aproximación y aterrizaje. El diseño de los mismos dependerá principalmente de la disposición física del aeropuerto y su entorno, así como también de la gestión del espacio aéreo, ayudas a la navegación, entre otros considerandos.

El último, y más drástico, método para la reducción de emisiones es la restricción operativa, es decir, la prohibición de la operación de ciertas aeronaves o en ciertos intervalos de tiempo. La aplicación de este método puede tener consecuencias económicas y políticas considerables, ya que implica una modificación de la flota. De cualquier manera, las restricciones operativas son debatidas en el ámbito de la OACI entre los Estados miembros para llegar a una solución.

Conociendo que las proyecciones indican que la actividad aeroportuaria se incrementará significativamente en los próximos años (de 2,4 mil millones de pasajeros en 2010 a 16 mil millones en 2050, según IATA), es importante estudiar la problemática y buscar reducir los impactos que la actividad genera.

El objetivo de este trabajo es cuantificar y analizar, en el Aeropuerto Internacional de Guarulhos, el ruido y las emisiones gaseosas generadas por la operación de aeronaves en el mismo, así como también su impacto en el entorno.

2. DESARROLLO

El aeropuerto se encuentra ubicado geográficamente en el centro del municipio de Guarulhos, a 22 kilómetros al noreste del centro de la ciudad de Sao Paulo. En la Figura 1 se observa la ciudad y la posición relativa del aeropuerto en la misma.



Figura 1 - Ubicación del Aeropuerto con respecto a la ciudad

Las huellas de ruido fueron obtenidas mediante el uso del Integrated Noise Model 7.0d, utilizando la métrica especificada por la Federal Aviation Administration en la regulación FAR Parte 150 (Airport Noise Compatibility Planning). Esta métrica es la DNL (o Ldn, Day-night average sound level), nivel de ruido promedio día-noche anual. La regulación citada indica que para la certificación de un aeropuerto es requerida una huella anual promedio; para evitar realizar 365 casos y promediarlos, el software mencionado utiliza el concepto de "día promedio anual", que representa un día tipo con respecto al ruido; este método está avalado dentro de la misma normativa (150 Sec. A150.103).

La métrica mencionada fue desarrollada para obtener valores de medición de exposición al ruido de la población a largo plazo. Se realiza una integración del ruido acumulado durante todo el día, dividiendo el mismo en tres períodos: día (07:00 a 19:00), tarde (19:00 a 22:00) y noche (22:00 a 07:00), aplicando una corrección de 10 dB a aquellas operaciones realizadas en este último período, debido a que la población es más sensible en esa banda horaria por causa de la disminución del ruido ambiental.

Las emisiones gaseosas y su dispersión fueron obtenidas a partir de simulaciones utilizando un software específico. El proceso consiste en 3 etapas fundamentales. En primer lugar se realizó un pre-procesamiento de los datos meteorológicos haciendo uso del pro-grama AERMET. El propósito básico delmismo es usar datos de observaciones de la estación meteorológica correspondiente al aeropuerto en estudio, a fin de calcular ciertos parámetros de capa límite terrestre usados para estimar perfiles de viento, turbulencia y temperatura. Las variables meteorológicas a considerar para el estudio son: temperatura, dirección e intensidad del viento, presión, humedad relativa, porcentaje de nubosidad y altura de techo de nubes, precipitación horaria y radiación solar.

Una vez procesados los datos meteorológicos se modela la dispersión atmosférica a través del software "EDMS" (Emission and Disperssion Modeling System) y su módulo "AERMOD/View", que permite estimar los valores de concentración de contaminantes en la atmosfera. En última instancia se graficó la pluma contaminante utilizando los valores de concentración obtenidos anteriormente en el entorno aeroportuario.

Si bien el "EDMS" permite cuantificar una gran numero de contaminantes, para este análisis se consideraron únicamente aquellos solicitados por el anexo 16 de OACI para la certificación de los motores aeronáuticos, que

a su vez poseen una limitación en el valor de la concentración por parte de la Organización Mundial de la Salud (OMS). Dichos contaminantes son el monóxido de carbono (CO), los oxidos de nitrógeno (NO_X) y los hidrocarburos no quemados (THC).

La flota utilizada para el análisis se corresponde con la típica en este aeropuerto para el año 2014. Las operaciones fueron obtenidas diariamente de la página web de *Infraero (Empresa Brasileña de Infraestrutura aeroportuaria).*

Debido a la falta de datos correspondientes a aeronaves de aviación general y militar, sólo se tuvieron en cuenta para el estudio operaciones de aeronaves comerciales. La Tabla 1 incluye a la mezcla de tráfico y cantidad de operaciones consideradas.

Las siguientes hipótesis de trabajo fueron adoptadas para las simulaciones de ruido:

- Utilización de la métrica de ruido DNL (Day-night average sound level).
- Temperatura de referencia 29 ºC; 1 atm (1013,2 hPa) de presión.
- Elevación: 2461 ft.
- Viento de proa de 8 kt. Este valor es estándar para el cálculo de los coeficientes utilizados por el algoritmo del software.
- No se contemplaron las operaciones de aviación general o vuelos de tipo no regular.

El segundo paso fue definir los escenarios operativos. Si bien los mismos son diversos en función de la estrategia operativa de las pistas, de las condiciones meteorológicas y del uso del espacio aéreo, se asumieron como hipótesis dos escenarios: todas las operaciones por las pistas 09L y 09R en un caso (60% del total por la 09L y 40% por la 09R), y todas las operaciones por las pistas 27L y 27R en el otro (60% del total por la 27R y 40% por la 27L). Se eligieron estas configuraciones debido a que representan una condición intermedia de utilización de pistas. En la Figura 2 se muestra la configuración de pistas del aeroupuerto en estudio; las Figuras 3 y 4 muestran los resultados obtenidos del estudio de ruido.

Tabla 1. Mezcla de tráfico analizada

Aeronave	***Arribos***			***Partidas***		
	Día	Tarde	Noche	Día	Tarde	Noche
Boeing 737-800	52	13	24	54	13	21
Airbus A320-200	46	19	16	59	9	13
Airbus A321	12	6	8	16	3	7
Airbus A330-200	1	3	5	2	0	4
Embraer 190	9	3	3	10	3	3



Figura 2 – Configuración de pistas en el Aeropuerto Internacional de Guarulhos

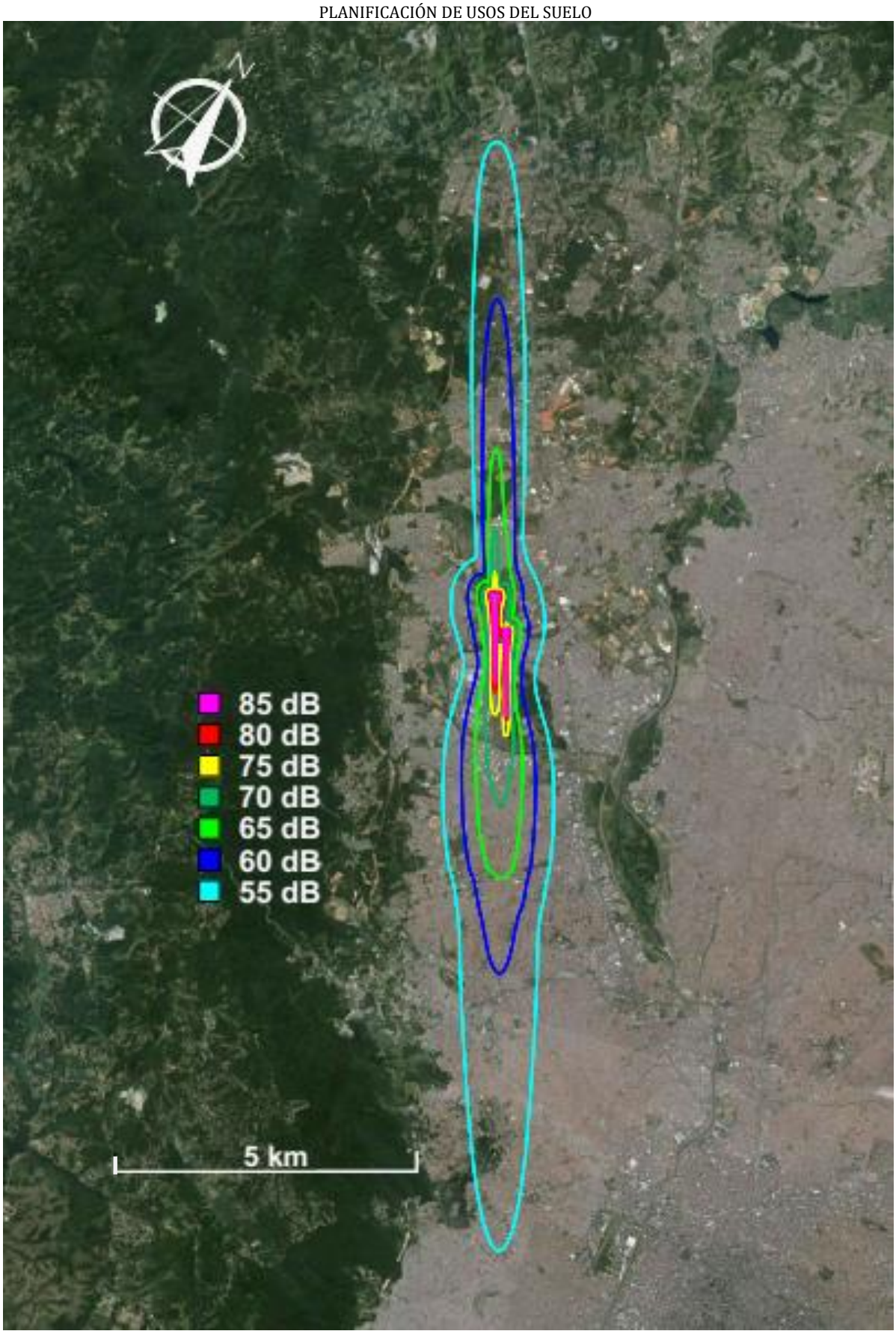


Figura 3 - Huellas de ruido considerando operaciones por pista 09L y 09R.

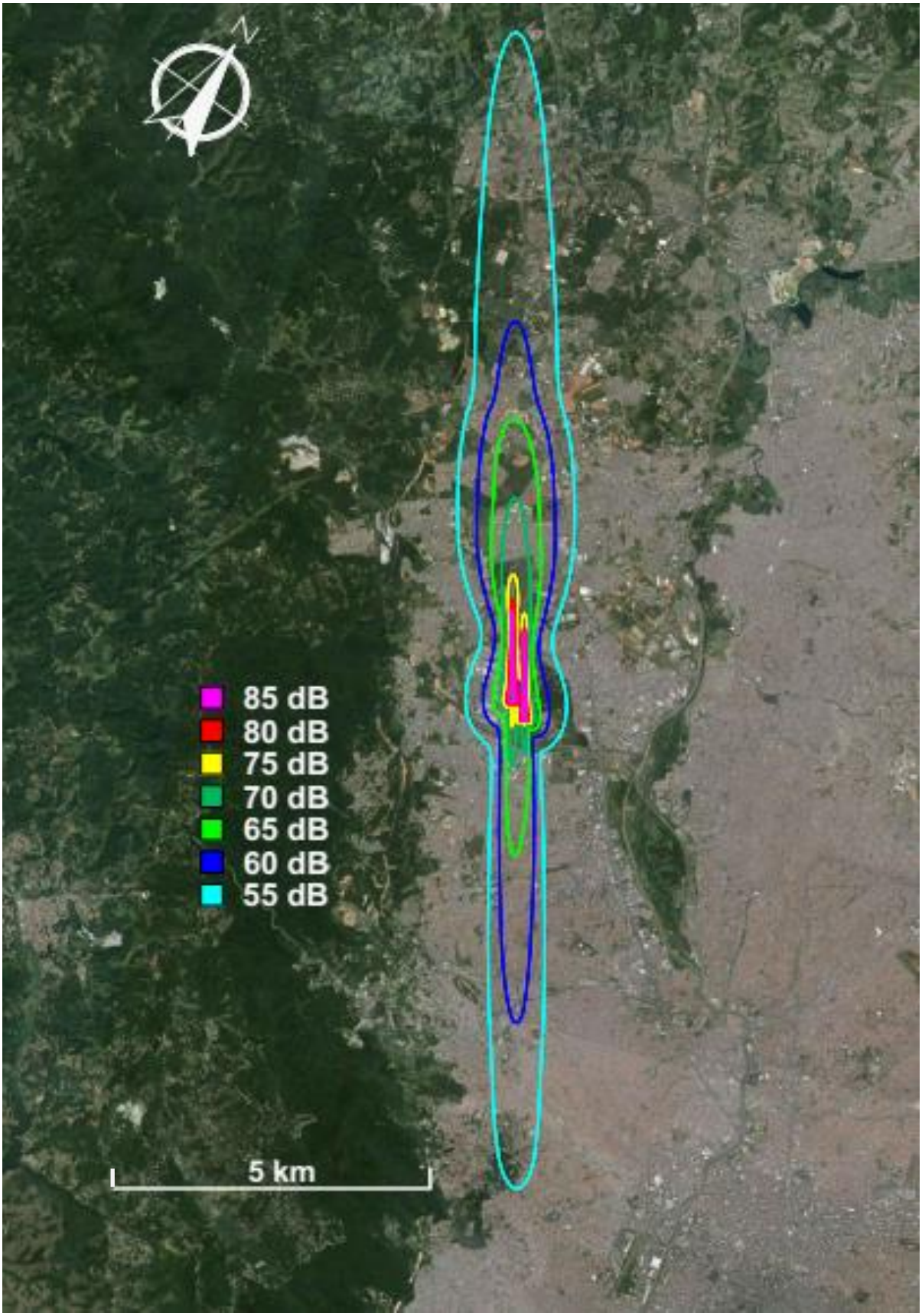


Figura 4 - Huellas de ruido considerando operaciones por pista 27L y 27R.

Con respecto a la dispersión de gases, se utilizaron las siguientes hipótesis:

- Se consideran válidos los datos provistos por el INMET (Instituto Nacional de Meteorología de Brasil).
- Se utilizó la misma mezcla y cantidad de operaciones (anualizadas) que para la simulación de ruido.
- Se utilizaron los datos de performance de aeronaves, APUs, vehículos de asistencia y emisiones asignados por el software.
- Si bien los escenarios son diversos en función de la estrategia operativa de las pistas, de las condiciones meteorológicas y el uso del espacio aéreo circundante, se seleccionaron los siguientes: despegues y aterrizajes por las pistas 27 cuando la resultante de viento se encuentra comprendida entre los 180° y los 360°, y despegues y aterrizajes por las pistas 09 cuando la resultante de viento se encuentra comprendida entre los 360° y los 180°.
- Con respecto a los procedimientos, se asumió que las operaciones de aproximación se realizan en tramos rectos de 10 millas náuticas anteriores al umbral de pista, y las de despegue en tramos rectos de igual longitud a partir de la cabecera de pista.
- No se contemplaron los efectos producidos por la orografía propia del terreno.
- No se contemplaron las operaciones de aviación general o vuelos de tipo no regular.

Los resultados obtenidos para los 3 contaminantes considerados, es decir monóxido de carbono (CO), los oxidos de nitrógeno (NO_X) y los hidrocarburos no quemados (THC), se presentan en las Figuras 5, 6 y 7 respectivamente.

Como puede apreciarse en las imágenes, tanto las huellas de ruido como las de concentración de contaminantes afectan grandes áreas de la población. Esta situación se debe principalmente a que el aeropuerto se encuentra emplazado, si bien en una zona límite, dentro de la ciudad, con edificaciones rodeando el predio.

Para el caso particular de ruido, hasta las curvas de 75 dB afectan al entorno aeroportuario, requiriendo por ello inmediatas acciones para reducir esos niveles.

En el caso de los contaminantes, si bien las áreas de afectación son considerables, los valores de concentración son relativamente bajos.

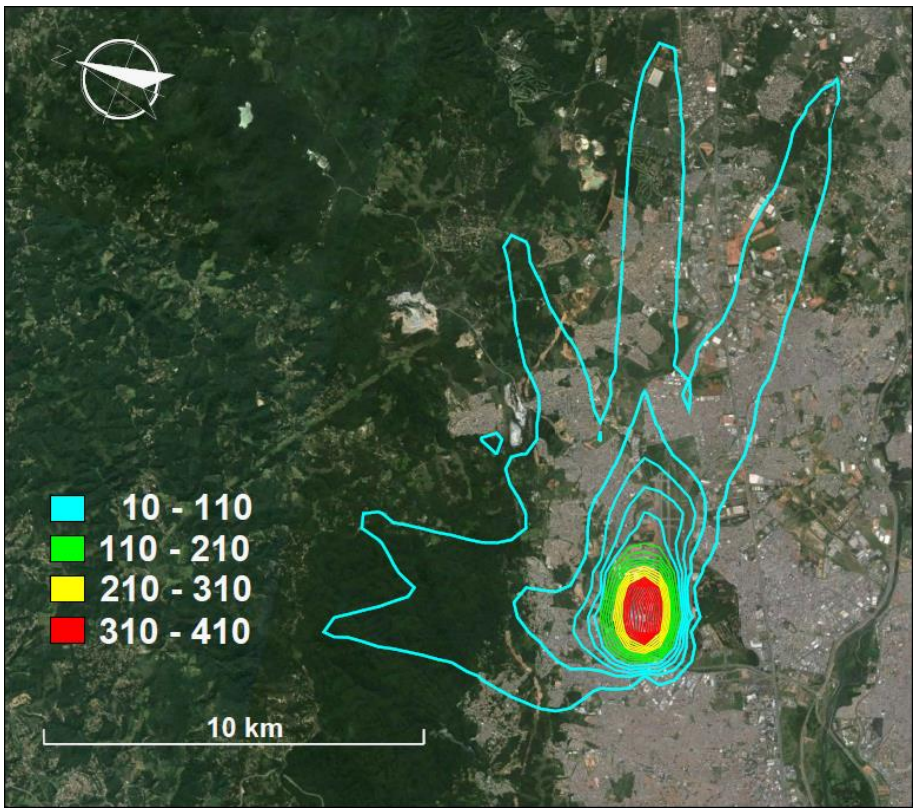


Figura 5 - Curvas de concentración de CO en µg/m^3.

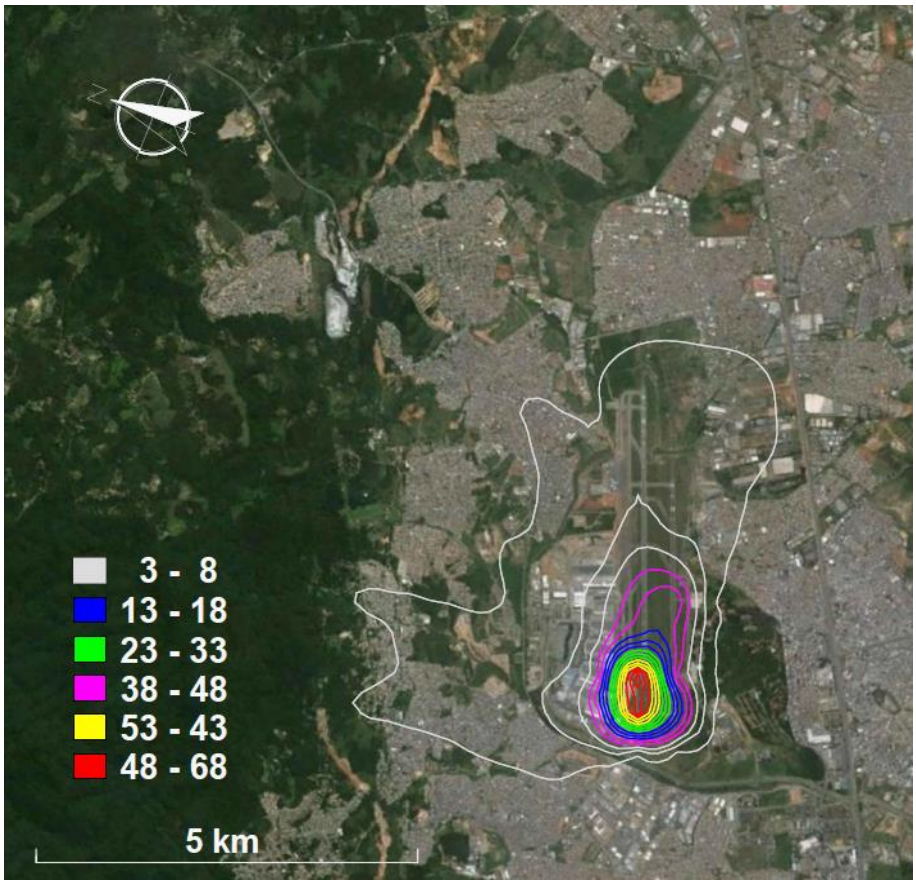


Figura 6 - Curvas de concentración de NO_X en µg/m^3.

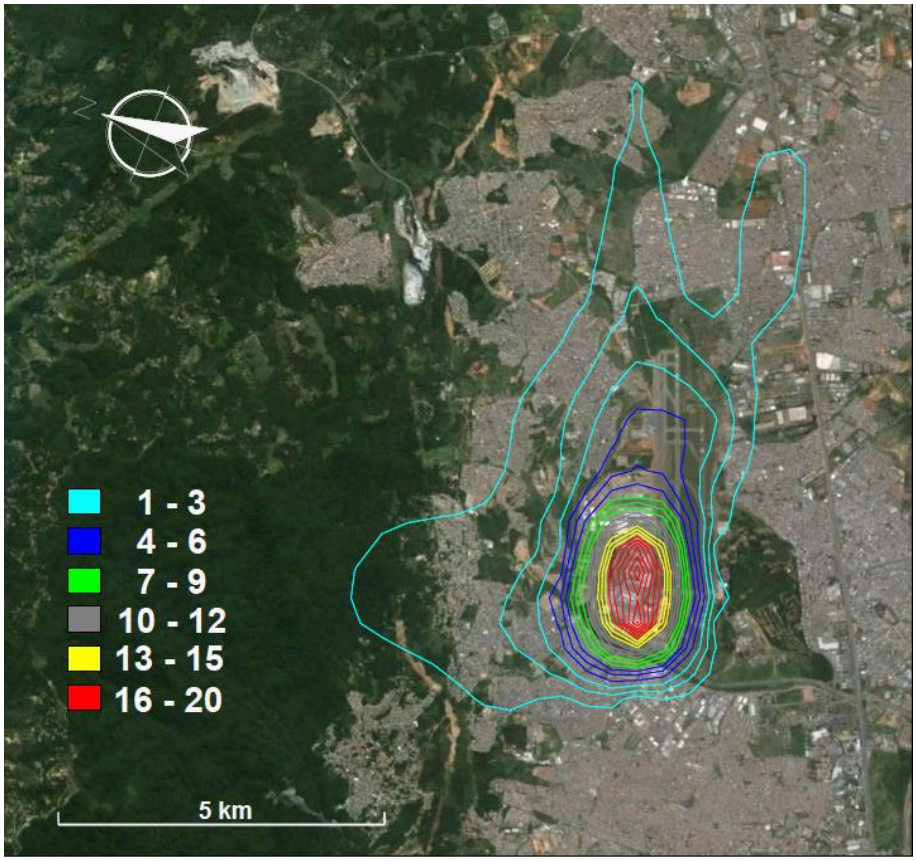


Figura 7 - Curvas de concentración de THC en µg/m^3.

Los resultados obtenidos mediante estudios similares deben ser contemplados e incluídos en las normativas correspondientes a los usos del suelo, en los códigos urbanos locales, junto con los análisis de ruido, para evitar el crecimiento sin control de las manchas urbanas y eventualmente su afectación por ambos tipos de contaminación. De todas formas, es indispensable tomar medidas tendientes a la reducción progresiva de las fuentes de contaminación gaseosa derivadas de la operación de aeronaves.

Otro aspecto importante a tener en cuenta es que este es un análisis aislado, es decir, simplemente por la operación de una flota asociada a un aeropuerto. Es recomendable incluir estudios similares de aporte por la actividad terrestre, comercial, industrial, etc. para poder de esa manera cuantificar porcentualmente el nivel de la actividad aeronáutica frente al nivel total de contaminación.

3. REFERENCIAS

OACI. Anexo 16 – Protección del Medio Ambiente, Volumen I – Ruido de las Aeronaves (6ta edición, 2011) y Volumen II - Emisiones de los motores de las aeronaves (3ra edición, 2008).

CFR. 14 Part 140: Airport noise compatibility planning. Disponible en <http://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=42e48825f681d0f23ae3c12156f68e1f&node=pt14.3.150&rgn=div5>. 2014.

FAA. Advisory Circular 150/5020-1, “Noise Control and Compatibility Planning for Airports”. 1983.

FAA. Report No. FAA-EE-85-2 “Aviation Noise Effects”. 1985.

PEARSONS, Karl; BENNETT, Ricarda. “Handbook of Noise Ratings”. 1974.