

PRODUCCIÓN DE AEROSOLES PRIMARIOS, SECUNDARIOS Y OZONO EN LA REGIÓN METROPOLITANA DE RÍO DE JANEIRO ENFOCADO EN EMISIONES VEHICULARES, UN ESTUDIO NUMÉRICO CON WRF-CHEM

Wilmer Díaz^{1,2} y Henrique M. J. Barbosa¹

¹Instituto de Física, - Universidad de São Paulo - ²wjdiaza@if.usp.br

RESUMEN: En este trabajo describimos como estudiaremos el impacto de la selección del combustible en la polución del aire en la ciudad de Rio de Janeiro. Inicialmente serán realizadas simulaciones con el modelo WRF-Chem para determinar la resolución. Posteriormente serán modificados los factores de emisión vehicular, donde serán variadas las particiones de etanol, gasolina y diesel en la flota urbana.

RESUMO: Neste trabalho descrevemos como iremos estudar o impacto da escolha do combustível na poluição do ar na cidade do Rio de Janeiro. Inicialmente serão realizadas simulações com o modelo WRF-Chem para avaliar a resolução. Posteriormente serão modificados os fatores de emissão veicular, onde serão variadas as partições entre etanol, gasolina e diesel na frota urbana.

ABSTRACT: In this paper we describe and study the impact of fuel selection in air pollution in the city of Rio de Janeiro. Initially be carried out simulations with WRF-Chem model to determine the resolution. Subsequently be modified vehicular emission factors, which will vary the partitions of ethanol, gasoline and diesel in the city fleet.

INTRODUCCIÓN

Las emisiones vehiculares e industriales son las principales responsables de los poluentes en grandes áreas urbanas (como Rio de Janeiro), ya que varios procesos químicos entre dichas emisiones contribuyen a la formación, deposición y reactividad de gases y partículas en la atmósfera (Molina et al., 2004). Cuantificar la contribución de las fuentes en la creación de gases y de material particulado, dificulta el estudio de la calidad del aire. La complejidad del asunto surge, porque es necesario llevar en cuenta la especiación en los tipos de flota (vehículos livianos y pesado) y de combustible (etanol, gasolina y diesel). Los poluentes pueden tener su origen a través de emisiones directas de las fuentes o pueden ser formados secundariamente en la atmósfera. La cuantificación detallada de estos procesos permite subsidiar técnicamente políticas públicas más eficientes para la reducción de concentración de poluentes atmosféricos y por consiguiente la reducción de los efectos en el medio ambiente y en la salud humana, mejorando la calidad de vida de la población en tales centros urbanos y reduciendo gastos en salud.

Los vehículos automotores son las principales fuentes emisoras de gases precursores que forman material particulado (MP) y secundario que reaccionan para formar ozono. Las emisiones vehiculares son también responsables por una porción significativa de MP, a través de procesos que implican compuestos orgánicos e inorgánicos como sulfato e nitrato de amonio. Alteraciones en la estructura de las fuentes de poluentes cambian el equilibrio químico entre los compuestos orgánicos, azufre, nitrógeno e amoníaco, además de alterar significativamente la tasa de producción de ozono.

La calidad del aire en Rio de Janeiro posee una característica relevante que es la quema de etanol en vehículos flex y en la mezcla con la gasolina brasileña. Los vehículos movidos a etanol hidratado representan cerca de 15 % de la flota y los movidos a gasolina (mezcla de 22 % de etanol y 78 % de gasolina) representan 70 %. Los vehículos de tipo flexfuel corresponden a 1 % (CETESB, 2003). Emisiones significativas de compuestos orgánicos, en particular formaldehído e acetaldehído ocurren en la combustión de etanol. Sin embargo, la falta de trazadores (tales como el plomo en la década del 70) que puedan actuar como marcadores de emisiones vehiculares dificultan su cuantificación y la estructuración de políticas de control de polución que puedan ser implantadas con eficiencia.

Para buscar comprender la importancia de las emisiones vehiculares en las ciudades brasileñas se está desarrollando el proyecto “*Quantificação das fontes de poluentes atmosféricos nas cidades de São Paulo e Rio de Janeiro e a importância das fontes veiculares*”, financiado por la Petrobras y coordinado por los profesores José Marcus Godoy (PUC-Rio) y Paulo Artaxo (IF-USP). El proyecto está dividido en tres componentes:

1. La caracterización de las emisiones vehiculares.
2. Monitoreo de las propiedades de aerosoles atmosféricos
3. Modelaje numérico de la calidad del aire en áreas urbanas

y este artículo hace una descripción de los estudios de modelaje numérico de la contaminación del aire en la ciudad de Rio de Janeiro que nosotros iremos realizar.

METODOLOGÍA

La herramienta usada será el modelo regional químico-dinámico WRF-Chem (Weather and Research Forecasting with Chemistry, Grell et al. (2005)). Del inventario de emisiones de Rio de Janeiro y de las fuentes medidas por la componente 1 del proyecto PETRO, serán simuladas las concentraciones de PM_{2.5} y de ozono para toda la región metropolitana de Rio de Janeiro. Las medidas in-situ, iniciadas en el primer semestre de 2011, por la componente 2, y los factores de

emisión de la componente 1 serán usado para la validación y condiciones de frontera. Posteriormente, se producirán escenario simulados en la flota y el combustible con el fin de estudiar sus efectos sobre la composición de la atmósfera. Este paso se centra en el control de las emisiones de compuestos orgánicos volátiles, óxidos de nitrógeno, azufre y material particulado.

RESULTADOS ESPERADOS

En Tie et al. (2010) estudian la sensibilidad de la producción de los poluentes de aire y de ozono fotoquímico para diferentes tipos de resoluciones del WRF-Chem en la ciudad de México. La figura 1 muestra la concentración de CO para tres simulaciones de 48hs donde los paineles muestran las 24hs finales. La grija mas fina tienen 6 km de resolución, pero la de abajo utilizo uno mapa de emisiones con resolucion de 24 km. De pronto si puede perceber que las intensidades mayores no se reproducen. En el painel de la derecha si muestra la simulacion con 24 km y el resultado es todavia peor. Ni la distribuicion espacial, tanpoco la intensidad del maximo son capturados.

La figura 2 mostra lo mismo pero para el ozono. Ademas de las dos simulaciones con 6 km y de la con 24 km, tambien es apresentada una con 3 km. En este caso, como el ozone es producido a partir del CO e del NOx, la diferencia entre las dos simulaciones con 6 km (donde se hay cambiado apenas la resolucion de las emisiones) no es muy grande. Todavia, como la producción de O3 es local, la simulacion con 3 km produce maximo todavia mas intensos pues la distribuicion de CO e NOx son mejor simuladas.

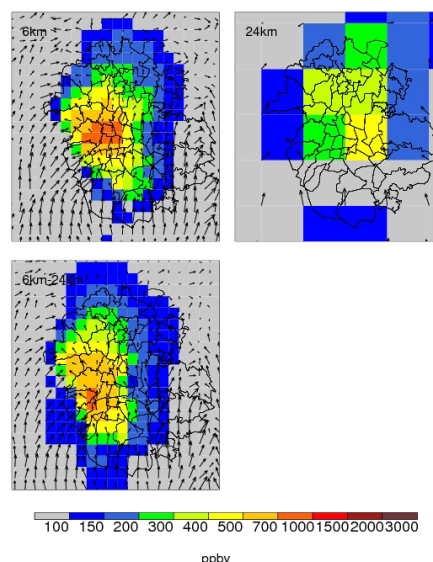


Figura 1: Distribución superficial calculada de la razón de mezcla de CO (ppbv) en la ciudad de México con patrones de vientos a diferentes resoluciones. corrida-2 corresponde a 6km de resolución, corrida-4 a 24 km de resolución, y corrida-5 a 6km de resolución con una resolución de emisión de 24. Gráfico tomado de Tie et al. (2010).

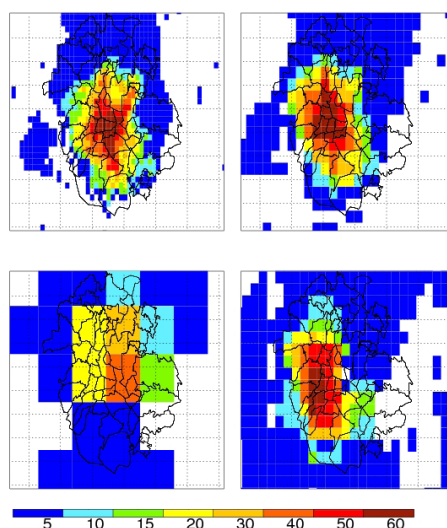


Figura 2: Distribución superficial calculada de la tasa de producción de O_3 en la ciudad de México de la corrida-1 (3km de resolución), corrida-2 (6km de resolución), corrida-4 (24km de resolución) y corrida-5 (6km de resolución con una resolución de emisión de 24). Gráfico tomado de Tie et al. (2010).

Tie et al. (2010) concluyen que 6 km es la resolución óptima donde hay un equilibrio entre las concentraciones simuladas y el tiempo de computación necesario para obtenerlas. Así como la ciudad de México, Rio de Janeiro tiene una topografía compleja. Además, las emisiones están distribuidas no homogénea y por lo tanto esperamos también ser necesario una alta resolución del modelo para capturar las concentraciones observadas.

ETAPAS FUTURAS

Este estudio de modelagem ha empezado en julio de 2012 y debe ser concluido en julio de 2013. Las etapas principales serán enumeradas abajo.

1. Evaluar los datos del monitoreo ambiental y caracterizar los ciclos diurnos, semanales y estacionales.
2. Preparar los datos del inventario de emisiones para la entrada al módulo WRF-Chem.
3. Realizar la simulación para los periodos relacionados en 1 usando las emisiones actuales.
4. Evaluar la sensibilidad de los resultados de la variación en la resolución.
5. Hacer simulaciones con escenarios diferentes para la emisión vehicular.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al financiamiento de la Petrobras para el proyecto Fontes. El primer autor agradece ao “Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)” pela bolsa de mestrado.

REFERENCIAS

- CETESB, 2003: Relatório de qualidade do ar no estado de são paulo. Série Relatórios ISSN-0103-4103, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, SÃ£o Paulo, Brasil.
- Grell, G. et al., 2005: Fully coupled “online” chemistry within the wrf model. *Atmos. Env.*, **39**, 6957–6975.
- Molina, L. T. et al., 2004: Critical review: Air quality in selected megacities. *J. Air Waste Manage.*, on line supplement.
- Tie, X., G. Brasseur, and Z. Ying, 2010: Impact of model resolution on chemical ozone formation in mexico city: application of the wrf-chem model. *ACP*, **10**, 8983–8995.