

Título em português	Validação de resultados da simulação de poluentes químicos para a Região Metropolitana de Santiago usando o modelo WRF/Chem
Nome completo dos autores	Bruno Rafael Guimanrães Jatobá, Rosiberto Salustiano da Silva Junior, Heliofabio Barros Gomes, Rodrigo Lins da Rocha Junior, Thays Paes de Oliveira, Lucia Yola Costa Fernando, Hugo Carvalho de Almeida
e-mail	bruno.jatoba@icat.ufal.br , rosibertojr@gmail.com , heliofab@hotmail.com , rrodrigo.junior@hotmail.com , thaysoliveira13@gmail.com , volafernando7@gmail.com , hugo_carvalho_al@hotmail.com
Apresentador	Bruno Rafael Guimarães Jatobá
Forma de Apresentação	Poster () Oral (x)
Área Temática	Número da área: 6

Validação de resultados da simulação de poluentes químicos para a Região Metropolitana de Santiago usando o modelo WRF/Chem

Validation results of simulation of chemical pollutants to the Metropolitan Region of Santiago using the WRF/Chem model

Jatobá, B.R.G.¹, Silva Junior, R.S.², Gomes, H.B.², Rocha Junior, R.L.¹, Oliveira, T.P.¹, Fernando, L.Y.C.¹, Almeida, H.C.¹

¹Estudante de graduação, Instituto de Ciências Atmosféricas, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, Brasil

²Prof.Dr, Instituto de Ciências Atmosféricas, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, Brasil

Resumo

A poluição atmosférica é um dos principais desafios enfrentados pelas grandes metrópoles globais e acompanhada diariamente por órgãos ambientais. A verificação do grau de estabilidade atmosférica, CLP, velocidade do vento e topografia da região de estudo é indispensável para observar a quantidade emitida e concentrada. Foi feita uma simulação de poluentes químicos através do modelo WRF/Chem para os dias 26/05/2008 a 29/05/2008 com início e término as 0Z com o propósito de verificar a concentração máxima e mínima de CO e PM, comparando com a altura da CLP. A concentração de CO foi inversamente proporcional com a CLP enquanto para o PM foi diretamente proporcional. Os maiores valores para CO e PM foram, respectivamente, as 8Z e 19Z enquanto os menores as 16Z e 1Z.

Palavras-chave: Concentração e dispersão de poluentes, Altura da CLP, CO, PM, WRF/Chem.

Abstract

Air pollution is a main challenge faced by major world towns and monitored daily by environmental agencies. The verification of the degree of atmospheric stability, PBL, wind speed and topography of the region under study is necessary to observe the amount of emitted and concentrated. A simulation of chemical pollutants was performed using the WRF/Chem model for the days 26/05/2008 to 29/05/2008 with start and finish the 0 Z in order to check the maximum and minimum concentration of CO and MP, comparing with height of the PBL. The concentration of CO was inversely proportional to the CLP while for MP was directly proportional. The highest values for CO and PM were respectively the 8 Z and 19 Z while the smaller the 16Z and 1 Z.

Keywords: Dispersion and concentration of pollutants, Height of PBL, CO,MP, WRF/Chem

1 Introdução

A poluição atmosférica, nos grandes centros urbanos, é um fator preocupante que afeta a qualidade de vida da população devido a influência dos poluentes químicos na origem de diversas doenças (MELO LISBOA, 2007) por conta do alto poder de propagação após serem lançados na atmosfera (SILVA JUNIOR, 2009) por meio da atividade industrial e veicular. O aumento do número de automóveis colabora para o aumento da concentração que em determinados períodos ultrapassa o nível máximo tolerável, definidos por órgãos ambientais, sendo necessário o monitoramento diário, a cada hora, desses valores como forma de prevenção aos altos índices que causam efeitos adversos a saúde.

O Monóxido de Carbono (CO) é um poluente lançado para atmosfera através da queima de combustíveis fósseis tendo como principal e maior fonte o intenso tráfego de veículos e suas consequências a saúde são problemas no sistema cardiovascular e nervoso (GERMANO, 2014). O Material Particulado (PM) é uma espécie química composta por átomos de carbono associado a sulfatos, nitratos e material orgânico (VARA VELA, 2013), são divididos em PM 10, diâmetros por partícula maior que 2,5 µm ou igual a 10 µm, e PM 2,5, com diâmetro menor ou igual a 2,5 µm, cuja principal fonte é através de emissão veicular (1º INVENTARIO DE EMISSÕES ATMOSFÉRICAS POR VEÍCULOS AUTOMOTORES RODOVIÁRIOS, 2011) influenciando, após serem absorvidas, na ocorrência de problemas respiratórios como a asma (GERMANO, 2014). A análise do CO é de grande importância por ser um indicativo da intensidade do trânsito (SILVA JUNIOR e ANDRADE, 2013) enquanto o PM para classificar o grau da quantidade emitida pelos canos de escape dos veículos, através da observação da cor da fumaça (MELO LISBOA, 2007). Os valores mais críticos para CO e PM são respectivamente acima de 4 ppm e 150 µgm⁻³ (Saide et.al, 2011).

O aumento da quantidade de poluentes é associado a uma atmosfera estável (MELO

LISBOA, 2007), que ocorre durante a noite devido à redução da dispersão neste horário (SILVA JUNIOR, 2009), pela diminuição da altura da Camada Limite Planetária (CLP) e através da redução da velocidade do vento tornando a dispersão em um processo lento que ocorre nas grandes cidades por existir edifícios que servem como barreiras físicas (GERMANO, 2014). Nos estudos de Saide et.al (2011), na cidade de Santiago (Chile), os maiores valores de concentração ocorreram durante a noite que foi associado a má ventilação e mistura na vertical em um terreno complexo (Cordilheira dos Andes) onde o autor ressalta a necessidade de uma previsão de, no mínimo, 48h para ser um representativo dos episódios de concentração.

O uso de modelagem computacional, para simular o estado da atmosfera, é uma ferramenta muito útil na área de poluição atmosférica, quantificando diversas espécies químicas como também observar o espalhamento com a direção e velocidade do vento. O modelo utilizado neste artigo foi o WRF/Chem que inclui um módulo químico acoplado, de forma "online" com a parte meteorológica, permitindo a análise de concentração e dispersão dos poluentes. A desvantagem do uso de modelos consiste na dificuldade na descrição da variação da emissão diária em uma região com uma topografia complexa devido a imprecisão nas condições meteorológicas e de contorno da superfície (Saide et.al, 2011)

O presente trabalho tem como objetivo validar as concentrações de Monóxido de Carbono e Material Particulado para a cidade de Santiago utilizando o modelo WRF/Chem entre os dias 26/05/2008 a 29/05/2006.

2. Metodologia

2.1 Caracterização da área de estudo

A área do presente estudo foi a Região Metropolitana de Santiago (RMS), localizada na costa oeste da América do Sul a 500m de altitude sobre a planície central da cordilheira dos Andes entre as coordenadas (33°27'S, 70°38'W) e possui uma população de 6.300.000 de habitantes (2012).

Saide et.al(2011) comenta que a capital chilena sofre constantemente com a poluição gerada pela emissão de materiais particulados (PM) principalmente durante o inverno colaborado pela fraca ventilação que faz aumentar a concentração o que piora durante o período noturno. É uma das regiões mais poluídas do mundo que nos últimos anos vem melhorando a qualidade do ar (RYAN, R.O.; LARRAGUIBIEL, L., 2000). As altas concentrações nesta região podem ser justificadas pela dificuldade de ocorrer uma maior dissipação dos poluentes por estar cercada por montanhas.

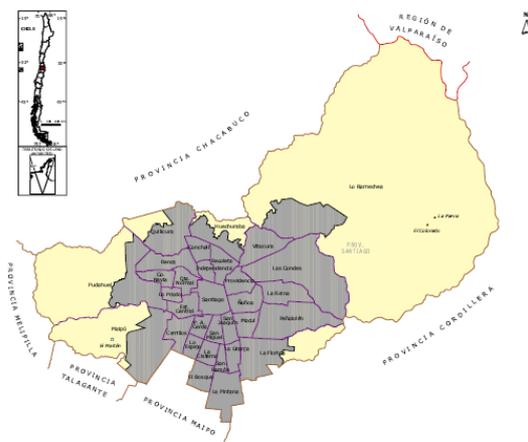


Figura 1: Área de estudo – Região Metropolitana de Santiago. Fonte: Instituto Nacional de Estadísticas 2005(CHILE).

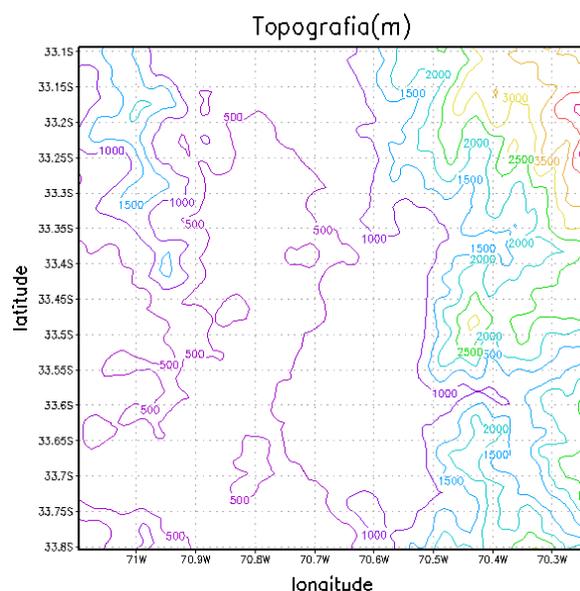


Figura 2: Topografia de Santiago. Fonte: Autor

2.2 Modelo WRF/Chem

O WRF/Chem (Weather Research and Forecast/Chemistry) é um modelo meteorológico acrescido de um módulo que simula a química da atmosfera (SILVA JUNIOR e ANDRADE, 2013) realizando testes da dispersão de poluentes (MOLMANN JUNIOR ET.AL, 2013) para quantificar a concentração e emissão (GERMANO, 2014). É descrito como um modelo do tipo euleriano não-hidrostático (CUCHIARA ET AL, 2011) por utilizar a equação de conservação de massa para um ponto fixo de referência (MELO LISBOA, 2007).

2.3 GraDS

Utilizado para visualizar os resultados das simulações em pontos de grade, tendo como referência a variação espacial, coordenadas geográficas (latitude e longitude) e altitude, e a variação temporal (GERMANO,2014) sendo utilizado para gerar as figuras da concentração e emissão de poluentes gerados pelo modelo WRF/Chem a cada 1 hora. Na geração das imagens foi plotado uma imagem de Santiago obtida a partir do Google Earth.

2.4 Caracterização da simulação do modelo

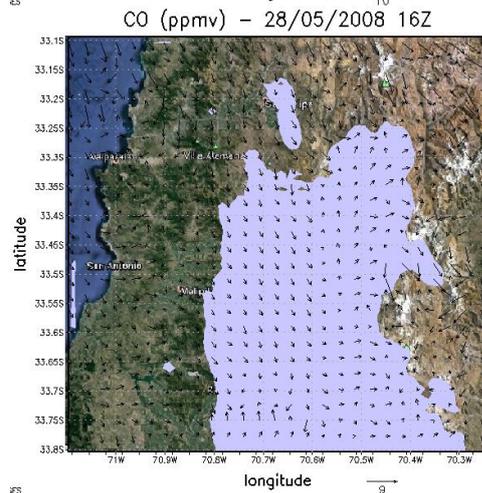
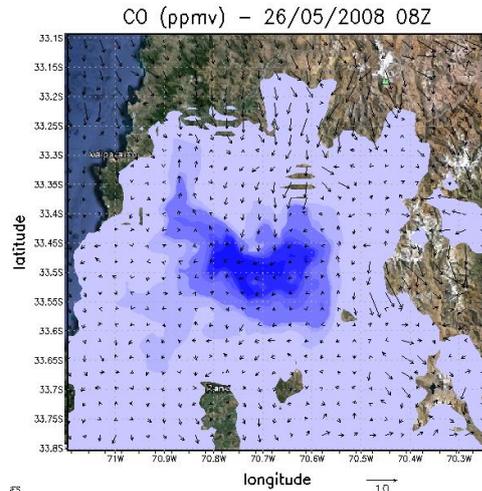
O período de estudo escolhido, para verificar a quantidade de poluentes concentrada próximo a superfície, foi entre os dias 26/05/2008 a 29/05/2008 com início e término as 0 Z. As variáveis escolhidas foram os poluentes (CO, PM 2,5 e PM 10) e CLP rodando a cada 6 segundos no primeiro domínio. Como entrada foi inserida a quantidade de emissão de monóxido de carbono (8282,58 mol km⁻² dia⁻¹) e material particulado (247854,08 mol km⁻² dia⁻¹) usando a opção química número 2, que desconsidera a parte de aerossóis.

3 Resultados

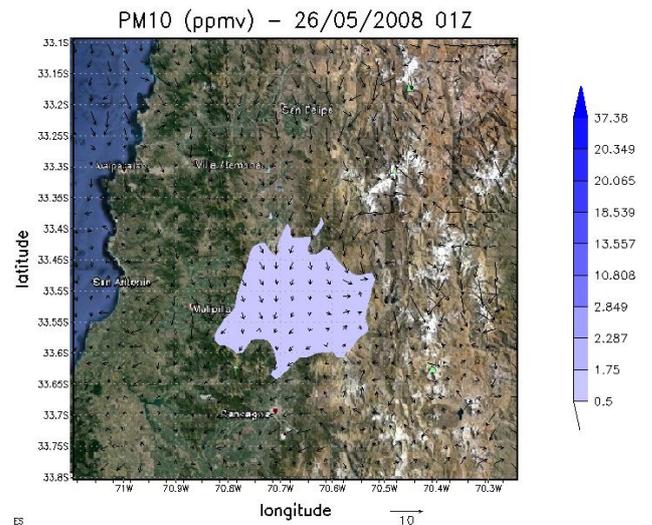
3.1 Concentração de Monóxido de Carbono (CO).

A simulação do modelo WRF/Chem, para os horários 0Z, 8Z e 16Z, descreveu a variação, em relação ao espaço e tempo, da concentração dos

poluentes. Para o CO foi observado que os valores máximos estiveram às 8Z enquanto os menores às 16Z. O maior e menor valor foram respectivamente 0.658 ppm (26/05) e 0.097 ppm (28/05).



A



B

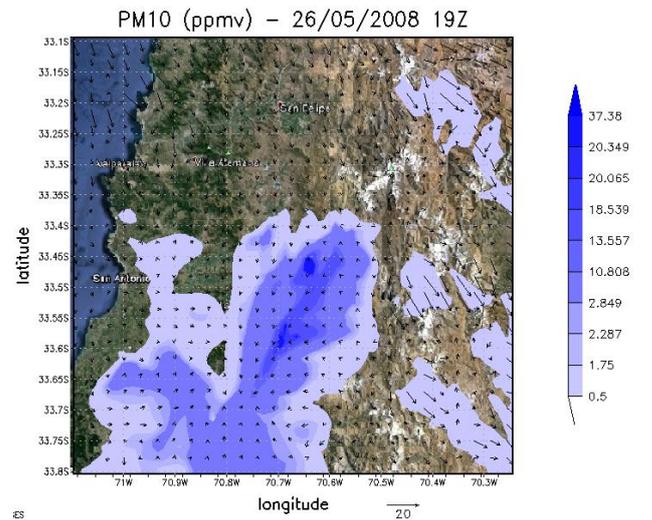
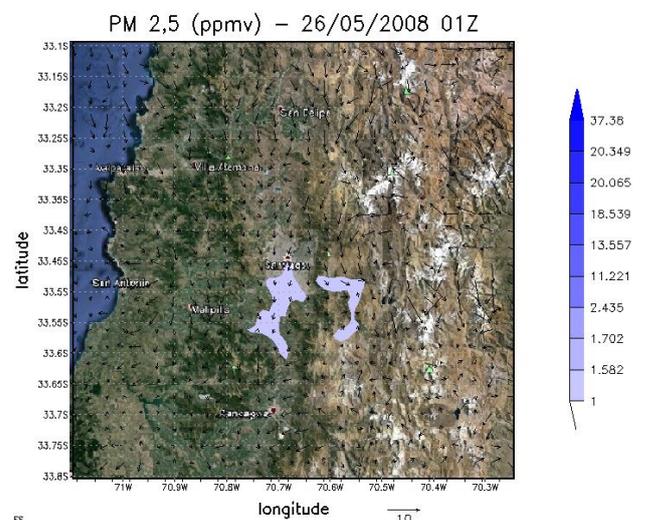


Figura 3: Maior e menor concentração de CO respectivamente as 08Z do dia 26/05 e as 16Z no dia 28/05.

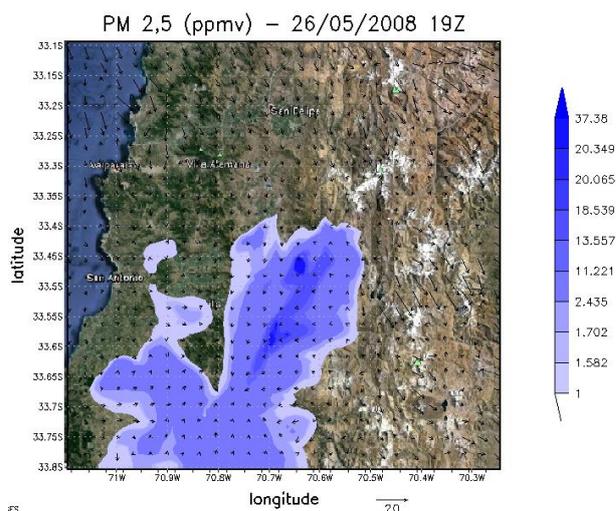
3.2 Concentração de Material Particulado (PM)

Para o Material Particulado foi utilizado os horários 1Z, 10Z e 19Z onde observou-se que as maiores concentrações de PM foram as 19Z enquanto os menores as 1Z. Para o PM 10, os maiores e menores valores foram: 37,380 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (26/05) e 1,750 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (26/05) enquanto para o PM 2,5 os valores foram respectivamente: 37,380 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (26/05) e 1,582 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (26/05)

C



D



A

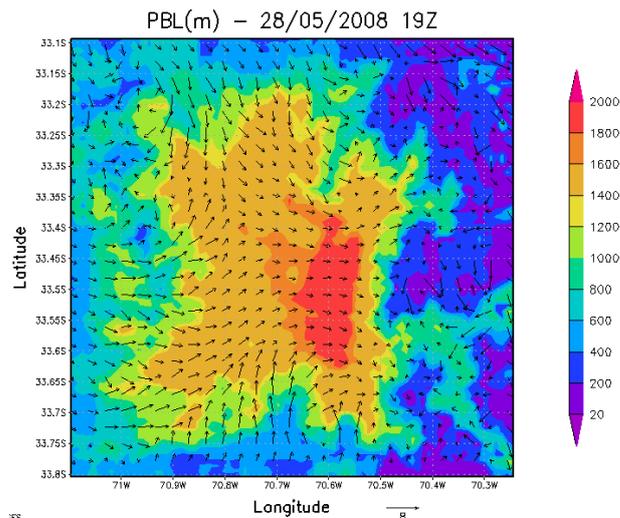
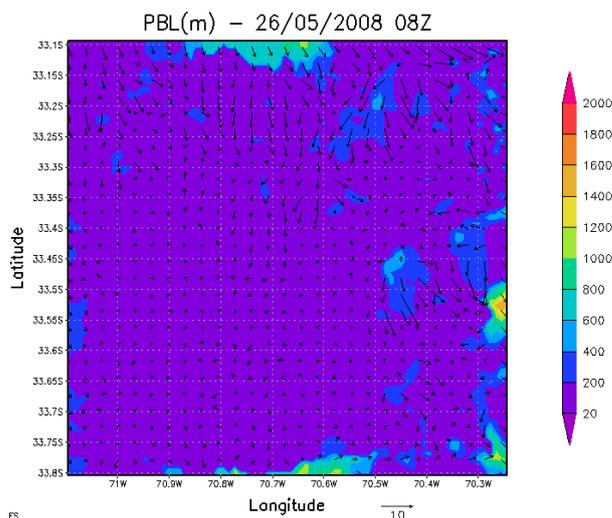


Figura 4: Concentrações de PM 10 as 1Z(A) e 19Z(B) e PM 2,5 as 1Z(C) e 19Z(D) respectivamente no dia 26/05

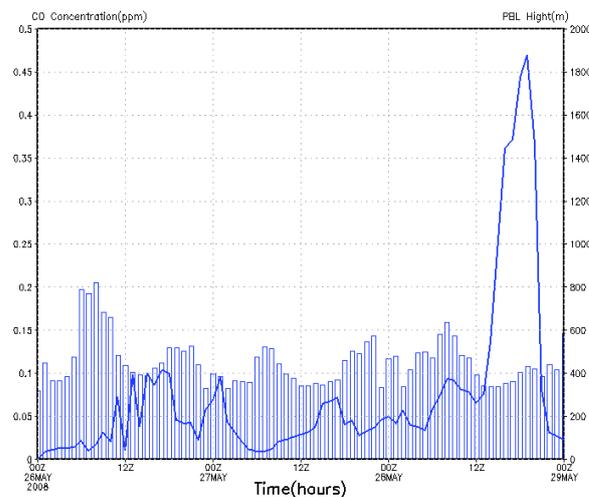
3.3 Camada Limite Planetária (CLP)

Utilizada para verificar a relação com a quantidade concentrada dos poluentes onde ficou comprovado que os maiores valores da CLP ocorrem as 8Z e os menores as 19Z. As figuras 5.a e 5.b mostram, respectivamente, que o pico máximo da CLP esteve entre 1800-2000m enquanto os mínimos entre 20-200 m. Na figura 5.c 5.d e 5.e apresentam a variação da concentração com a altura da CLP. O maior valor da CLP foi 1842,66 m as 8Z no dia 28/05 enquanto o menor foi 40m as 19Z no dia 26/05 não tendo o mínimo e máximo de concentrações respectivamente do período estudado isso significa que outras variáveis estão influenciando também na diminuição das concentrações como a velocidade e direção do vento, reações químicas como também a topografia do terreno que condiciona em maior ou menor concentração.

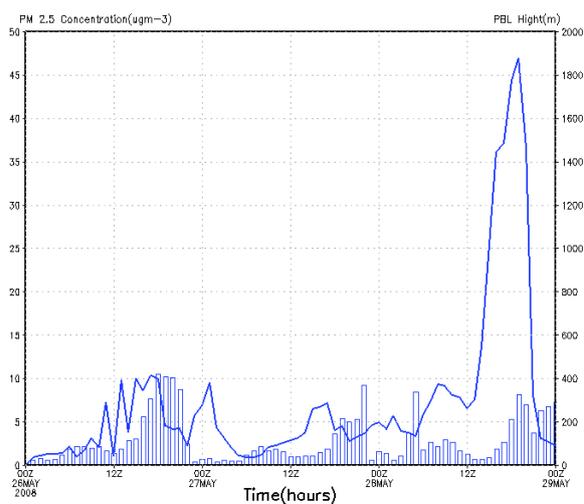
B



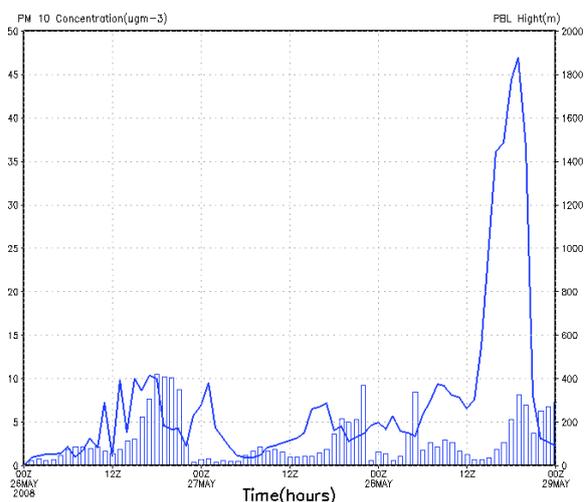
C



D



E



4 Conclusões

O presente artigo mostrou que o modelo WRF/Chem foi objetivo em descrever as variações das concentrações das espécies químicas CO, PM 2,5 e PM 10, representando-as em decorrência da dispersão dos poluentes (altura da CLP, velocidade e direção do vento, topografia). Entre os dias 26/05/2008 a 29/05/2008, na RMS, os maiores valores da concentração de CO foram às 8Z enquanto para os Materiais Particulados às 19Z. O motivo disso foi a oscilação vertical da camada limite ao longo do dia onde as alturas maiores são durante o período diurno fazendo com o que haja uma maior dispersão dos poluentes, reduzindo a concentração enquanto a noite, a camada limite

vai diminuindo de altura e desfavorecendo a dispersão e conseqüentemente aumentando a concentração. A topografia na Região Metropolitana de Santiago desfavoreceu o processo de espalhamento dos poluentes, devido que em altitudes maiores a CLP é menor fazendo aumentar a concentração, que é intensificada durante a noite.

Observou-se que a relação entre CO e CLP é inversamente proporcional, e entre MP e CLP é diretamente proporcional.

Vale ressaltar que a estabilidade atmosférica é preponderante para verificar a tendência do poluente se concentrar próximo a superfície e a velocidade do vento que é influenciada pela existência de barreiras que o tornam o processo de dissipação lento

Referências

- Cuchiara, G.C.; Rodrigues, B.; Carvalho, J.C. Modelagem da poluição fotoquímica na Região Metropolitana de Porto Alegre, IV Encontro Sul-Brasileiro de Meteorologia, 2011.
- Germano, A.S. Estimativa da concentração de poluentes (CO, NO e NO₂) de origem veicular na cidade de Maceió, utilizando o modelo WRF/CHEM. TCC de Graduação, UFAL, 2014
- Melo Lisboa, H. (2007). Efeitos causados pela poluição atmosférica. Cap.3, Montreal.
- Melo Lisboa, H. (2007). Monitoramento. Cap.4, Montreal.
- Melo Lisboa, H., Kawano, M., (2007). Dispersão Atmosférica, Cap.8, Montreal.
- Molmann Junior, R.A.; Silva Junior, R.S.; Gomes, H.B; Moura, M.A.L. Estudo da dispersão de monóxido de carbono (CO) emitido, através da queima de cana de açúcar, no estado de Alagoas, Revista Brasileira de Geografia Física, v.06, n.03, pag 488-499, 2013.
- Ryan, R.O.; Larraguibel, L. Contaminacion del aire en Santiago: Estado actual y soluciones, Facultad de Ciencias Fisicas y Matematicas, Universidade de Chile, 2000.
- Saide, P.E et al. Forecast urban PM 10 and PM 2.5 pollution episodes in very stable nocturnal

conditions and complex terrain using WRF-Chem CO tracer model, Journal Atmospheric Environment n 45, 2769-2780, 2011

Silva Junior, R.S., Sensibilidade na estimativa de concentração de poluentes fotoquímicos com a aplicação de diferentes parametrizações de Camada Limite Planetária utilizando o modelo de qualidade do ar WRF/Chem, Tese de Doutorado, USP, 2009

Silva Junior, R. S.; Andrade, M.F. Validação de poluentes fotoquímicos e inclusão do inventario de emissões no modelo de qualidade do ar WRF/CHEM, para a Região Metropolitana de São Paulo, Revista Brasileira de Meteorologia, v.28, n.1, 2013.

Vara Vela, A.L. Avaliação do impacto da mudança dos fatores de emissão veicular na formação de ozônio troposférico na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP). Dissertação de Mestrado, USP, 2013.

1º Inventario de Emissões Atmosféricas por veículos automotores rodoviários. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental, Departamento de Mudanças Climáticas, Gerencia de Qualidade do Ar, 2011.

~~~~~