

AVALIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE MATERIAL PARTICULADO PM₁₀ PARA A REGIÃO METROPOLITANA DA GRANDE VITÓRIA UTILIZANDO O ARRANJO WRF-SMOKE-CMAQ

Arthur Lúcido Cotta Weyll¹; Davidson Martins Moreira² Erick Giovani Sperandio Nascimento²

¹ Bolsista; FAPESB; arthurlcw@gmail.com

² Centro Universitário SENAI CIMATEC; Salvador-BA; erick.sperandio@fieb.org.br

RESUMO

Com o objetivo de analisar o comportamento das concentrações de material particulado PM₁₀ (partículas inaláveis) na Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV), este estudo preliminar aplica o modelo de qualidade do ar CMAQ (*Community Multiscale Air Quality*) e faz um comparativo entre os resultados obtidos com dados reais de uma das 9 estações de monitoramento automático (RAMQAr) presentes na região. Os dados reais utilizados são disponibilizados pelo Instituto Estadual de Meio Ambiente (IEMA), que acompanha a situação real e as tendências de alteração da qualidade do ar. O modelo foi executado com base num domínio de 160 x 160 km² centrado nas coordenadas 20.12° S, -40.085° W com de 1 km de resolução espacial. Os resultados mostram bom desempenho do modelo e reforçam a utilidade da aplicação de modelos numéricos para pesquisas de qualidade do ar.

PALAVRAS-CHAVE: CMAQ, Qualidade do Ar, RMGV.

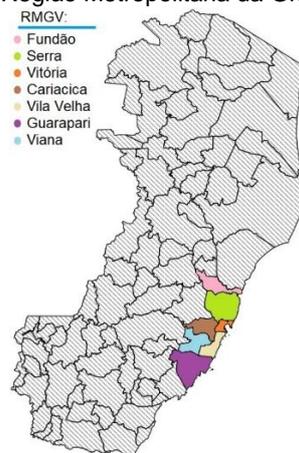
1. INTRODUÇÃO

Áreas metropolitanas são caracterizadas pelo grande crescimento dos setores urbanos, de transporte e industriais e também pelo alto fluxo e quantidade de veículos e de pessoas. ¹ Devido a isso, essas regiões despertam um grande interesse por parte dos pesquisadores em analisar a qualidade do ar, pois nesses locais existem inúmeras fontes de poluentes que em altas concentrações criam uma balança desfavorável à vida e à saúde humana. ²

Em dados divulgados pela Organização Mundial da Saúde (OMS), 92% da população mundial está exposta a concentrações de poluentes superiores ao que é indicado pelas diretrizes de referência de qualidade do ar e ainda que três milhões de pessoas morrem por ano em todo o globo por exposição à poluição do ar em ambientes externos (OMS, 2016).

A RMGV, está localizada no estado do Espírito Santo, na zona tropical (entre os paralelos de 10° e 23°26'S) e abrange os municípios de Cariacica, Fundão, Guarapari, Serra, Viana, Vila Velha e Vitória. Seu território possui uma área urbana de 675,57 km² (IJSN, 2011). Como aspecto sociodemográfico, a região possuía, em 2010, 1.687.704 habitantes, que representam 48,01% da população do Espírito Santo, sendo que 98,3% dessa população vivia em área Urbana. ³ A Figura 1 mostra a RMGV.

Figura 1: Região Metropolitana da Grande Vitória



Tratando-se de estudos e pesquisas e também na parte operacional da área de modelagem atmosférica, os modelos numéricos de qualidade do ar são ferramentas de alto desempenho e são largamente utilizadas. Neste trabalho o arranjo integrado entre condições meteorológicas, emissões atmosféricas e qualidade do ar WRF-SMOKE-CMAQ será utilizado.

O WRF (*Weather Research and Forecasting Model*) é um modelo numérico de precisão climática e modelagem atmosférica projetado para pesquisa e aplicações operacionais. O modelo atende uma ampla gama de aplicações meteorológicas em escalas de dezenas de metros a milhares de quilômetros. ⁴

O SMOKE (*Sparse Matrix Operator Kernel Emissions*) é um sistema modular de processamento de inventário de emissões atmosféricas capaz de aplicar especiação química, variação temporal e espacial nas emissões (matrizes de dados) para aplicação em modelos de qualidade do AR.⁵

O CMAQ é um modelo de qualidade do ar que simula as emissões, a química, e a física da atmosfera e estima a concentração e deposição de gases e partículas. O processo de modelagem utilizado neste trabalho vem sendo largamente aplicado na literatura. Em¹ os autores discutiram sobre a influência das condições de contorno laterais (CCL) analisando o material particulado e ozônio na Região Metropolitana da Grande Vitória utilizando o arranjo WRF-SMOKE-CMAQ e aplicando quatro diferentes condições de contorno para o mês de agosto de 2010. Em², os autores realizaram uma adaptação no inventário de emissões da RMGV para o ano de 2010 para serem pré processados pelo SMOKE e utilizados no modelo de qualidade de ar CMAQ e obtiveram resultados condizentes com os níveis de concentrações dos poluentes monitorados na RMGV.

O objetivo deste estudo foi avaliar a eficiência do arranjo WRF-SMOKE-CMAQ para a RMGV investigando a concentração do material particulado PM10 no ar, confrontando os dados do modelo com os dados reais da estação Enseada do Suá, localizada em (-20.31° S, -40°29 W).

2. METODOLOGIA

A qualidade do ar da RMGV é afetada pela emissão de poluentes com origem nos veículos automotores, grandes empreendimentos industriais, do setor de logística (pois possui um complexo portuário e aeroporto) e outras.³ Devido a sua localização, a RMGV sofre com o transporte das emissões de outras áreas metropolitanas, como Belo Horizonte, São Paulo e Rio de Janeiro, que vão agir diretamente na qualidade do ar local.

A parte meteorológica foi realizada utilizando o WRF versão 4.1.5, com três domínios aninhados usando tamanho de grade de 27-9-3 km² com 61 níveis verticais durante todo o ano de 2015. O domínio D03, utilizado para a análise do trabalho possui 1 km de espaçamento de grade e 160 por 160 linhas e colunas e a RMGV está inteiramente contida nele. Os quatro domínios estão centrados no ponto de (-20.25° S, -40.28° W). Os dados FNL com resolução de 1 grau foram usados para as condições iniciais e de contorno.

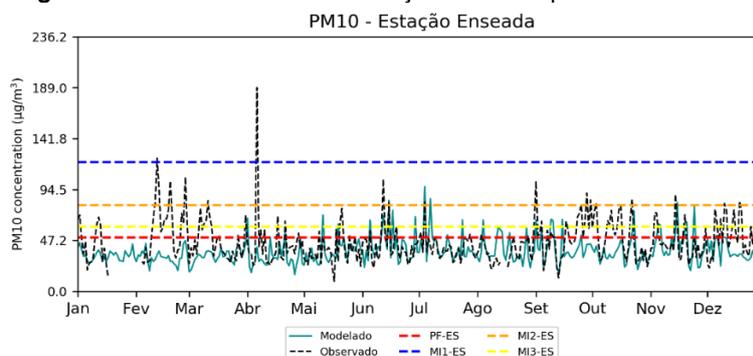
As emissões foram extraídas do inventário de emissões atmosféricas oficial da Região da Grande Vitória, feito pelo Instituto de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA).³ O inventário utilizado possui diversos tipos de fontes de emissão, como: industriais, residenciais e comerciais, depósitos, transporte, venda de combustível, portos e aeroportos.

O SMOKE, versão 4.7, foi utilizado para preparar as emissões para o modelo de qualidade do ar (CMAQ). As emissões biogênicas foram geradas pelo MEGAN (*Model of Emissions of Gases and Aerosols from Nature*) versão 2.1. As simulações de qualidade do ar foram realizadas com o CMAQ utilizando a versão 5.3.2 no D03.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 mostra o gráfico de evolução temporal da máxima média móvel diária de PM10 na estação Enseada do Suá da RMGV para o ano de 2015, sendo em preto os valores reais medidos nas estações e em ciano escuro o resultado do arranjo WRF-SMOKE-CMAQ. As linhas coloridas PF-ES, MI1-ES, MI2-ES, MI3-ES definem as metas e padrões Estaduais Intermediárias definidos como padrões finais (PF) e intermediárias (MI) de valores da concentração do PM10 na atmosfera introduzidas como metas no Decreto número 3.463-R/2013.

Figura 2: Média diária da concentração de PM10 para o ano de 2015

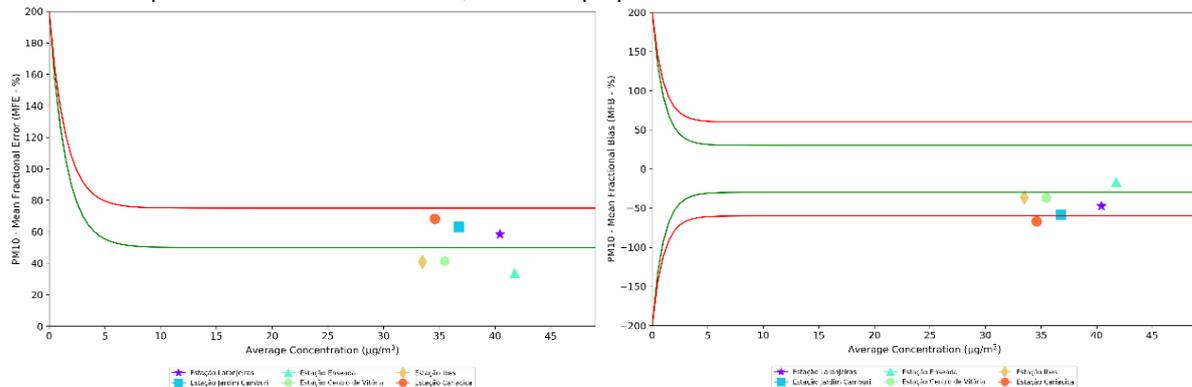


Da Figura 2, pode-se observar que há falta de dados observados entre os meses de janeiro e fevereiro, o que explica a descontinuidade da curva. Um aspecto importante a ser destacado na curva dos dados observados

é o alto valor de concentrações de material particulado PM₁₀, o que é um indicativo de preocupação para a saúde humana.

A Figura 3 apresenta os gráficos de MFE e MFB para PM₁₀, para o ano de 2015, em todas as estações da RMGV que medem a concentração do poluente, incluindo a comparação com os limites propostos na literatura.⁸

Figura3: Métricas a partir do *Bugle Plots*: (a) MFE e (b) MFB, as linhas verdes representam os valores *alvo* e as linhas vermelhas representam os valores *critério*, conforme proposto na literatura.⁶



Pode-se observar que no MFE as estações de Jardim Camburi, Cariacica e Laranjeiras ficaram entre o limite *alvo* e *critério*, mostrando um desempenho dentro dos critérios estabelecidos do modelo em representar este poluente nas estações da RAMQAR. As estações Vitória Centro, Enseada e Vila Velha Ibes ficaram dentro do valor limite *alvo*, apresentando os melhores resultados obtidos nesta simulação. No MFB, a estação Enseada mostrou o melhor desempenho e a estação Cariacica o pior dentre os critérios estabelecidos.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho teve como meta avaliar o desempenho do arranjo WRF-SMOKE-CMAQ observando a concentração do material particulado PM₁₀ para a região RMGV na estação Enseada do Suá durante o ano de 2015. Os resultados mostraram alta concentração do material particulado durante todo o ano, o que reforça a necessidade de adoção de medidas mais restritivas na elaboração do Plano Estratégico de Qualidade do Ar visando definir diretrizes para alcançar as metas e padrões estaduais definidos, agindo pelo bem da saúde da população.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Centro de Supercomputação e Inovação Industrial (CIMATEC) pelo fornecimento da infraestrutura computacional necessária para a execução dos modelos e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) pelo apoio financeiro.

5. REFERÊNCIAS

- PEDRUZZI, Rizzieri, et al. **Performance evaluation of a photochemical model using different boundary conditions over the urban and industrialized metropolitan area of Vitória, Brazil**. Environmental Science and Pollution Research, v. 26, p. 16125-16144, 2019.
- LORIATO, Ayres Geraldo et al. **Inventário de emissões com alta resolução para a região da grande Vitória utilizando o Sistema de Modelagem Integrada WRF-SMOKE-CMAQ**. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 33, n. 3, p. 521-536, 2018.
- IEMA (2020) **Relatório Da Qualidade Do Ar Grande Vitória 2019**. Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA). Relatório Técnico. Cariacica.
- SKAMAROCK, William C. et al. **A description of the advanced research WRF model version 4**. National Center for Atmospheric Research: Boulder, CO, USA, p. 145, 2019.
- LORIATO, Ayres Geraldo et al. **Inventário de emissões com alta resolução para a região da grande Vitória utilizando o Sistema de Modelagem Integrada WRF-SMOKE-CMAQ**. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 33, n. 3, p. 521-536, 2018.
- Boylan, J. W., Russell, A. G., **PM and light extinction model performance metrics, goals, and criteria for three-dimensional air quality models**, Atmospheric Environment 40, 4946–4959, 2006.