

X-021 - ESTIMATIVAS DIÁRIAS DE EMISSÕES DE MONÓXIDO DE CARBONO PARA AS REGIÕES SUDESTE E CENTRO-OESTE DO BRASIL, A PARTIR DO MODELO CATT-BRAMS – CPTEC-INPE

Ynara Oliveira de Sousa

Estudante de Engenharia Ambiental e Sanitária pela Universidade Federal de Lavras.

Sílvia de Nazaré Monteiro Yanagi

Meteorologista pela Universidade Federal do Pará. Professora Doutora na área de controle de Poluição do ar da Universidade Federal de Lavras.

Fátima Resende Luiz Fia

Engenheira Agrícola pela Universidade Federal de Lavras. Professora Doutora na área de saneamento básico e ambiental da Universidade Federal de Lavras.

Luiz Fernando Coutinho de Oliveira

Engenheiro Agrícola pela Universidade Federal de Lavras. Professor Doutor na área de saneamento básico e ambiental da Universidade Federal de Lavras.

Ronaldo Fia

Engenheiro Agrícola e Ambiental pela Universidade Federal de Viçosa. Professor Doutor na área de saneamento básico e ambiental da Universidade Federal de Lavras.

Endereço: Campus Universitário, Caixa Postal 3037 - Lavras – Minas Gerais - CEP: 37200-000 - Brasil - Tel: +55 (35) 3829-1122 - e-mail: ynaraos@hotmail.com.

RESUMO

As emissões de queimadas possuem vários efeitos importantes no equilíbrio climático e biogeoquímico do planeta Terra. A queima de biomassa emite para atmosfera grande quantidade de material particulado e alguns gases, como vapor d'água, dióxido de carbono (CO_2), monóxido de carbono (CO), metano (CH_4), óxido de nitrogênio (NO_x) e compostos orgânicos voláteis (COV). Estes poluentes, por sua vez, podem ser transportados para regiões distantes da fonte de emissão, provocando impacto no balanço de radiação e na concentração destes gases ou partículas, o que também contribuem para intensificação do efeito estufa na atmosfera. Objetivou-se com este trabalho caracterizar as emissões de CO decorrentes das queimadas e fontes urbano/industrial, ocorridas no mês de agosto de 2012 nas regiões Sudeste e Centro-Oeste. Para a realização das simulações da concentração e do transporte do poluente, foi utilizado o modelo atmosférico CATT-BRAMS (Coupled Aerosol and Tracers Transport model to the Brazilian Regional Atmospheric Modeling System). Os resultados parciais indicam que as estimativas médias diárias de 1.426 e 875 toneladas de CO foram emitidas por queimadas no mês de agosto para os Estado de São Paulo e Minas Gerais, repectivamente.

PALAVRAS-CHAVE: Modelagem numérica, Qualidade do Ar, Poluição Atmosférica.

INTRODUÇÃO

Durante centenas de anos os seres humanos vêm realizando atividades que modificaram a composição química da atmosfera. Um exemplo disso são os crescimentos desordenados dos processos de urbanizações e industrializações, que contribui de maneira contínua para a degradação da qualidade do ar nos principais centros urbanos. Outro problema e de grandes extensões a nível global são as queimadas naturais ou antropogênicas. Estima-se que aproximadamente 100 milhões de toneladas de aerossóis e gases traços derivados da fumaça são lançados na atmosfera, dos quais 80% ocorrem em regiões tropicais do globo (Freitas et al., 2005), afetando significativamente a qualidade do ar, a química troposférica e estratosférica, o balanço de radiação e a dinâmica e microfísica de nuvens (Hao e Liu, 2000).

No Brasil, o uso de queimadas antropogênicas, em áreas agrícolas e urbanas, tem sido uma prática bastante comum e, frequentemente encontrada na Amazônia e no Centro-Oeste brasileiro, especialmente nos meses de julho a outubro (estação seca) (Coutinho *et al.* 2002). Essa pratica gera a emissão de grandes quantidades de poluentes para a atmosfera, como dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O), hidrocarbonetos e, em especial, o monóxido de carbono (CO) (Freitas et al., 2005). O lançamento desses

poluentes ao meio causam diversas consequências no equilíbrio ambiental, tanto na qualidade de vida e na saúde da população, quanto aos animais e vegetais ou em materiais que estão presentes nessas regiões.

A poluição atmosférica tem destacado-se como um dos grandes problemas globais e atuais. A maioria das cidades brasileiras não possui nenhum controle ou monitoramento da qualidade do ar, seja por emissões de queimadas ou por fonte urbano-industriais.

Neste contexto, objetivou-se com este trabalho caracterizar as emissões de monóxido de Carbono (CO) decorrentes de emissões de queimadas e fontes urbano/industrial, ocorridas no mês de agosto de 2012, nas regiões centro-oeste e sudeste do Brasil. Para a realização das simulações numéricas de concentração e do transporte do poluente, foi utilizado o modelo atmosférico CATT-BRAMS (Coupled Aerosol and Tracers Transport model to the Brazilian Regional Atmospheric Modeling System) disponibilizado pelo site do CPTEC/INPE.

MATERIAL E MÉTODOS

Descrição da área de estudo e do modelo utilizado

A região Sudeste é a segunda menor região do país, ocupando cerca de 924 511,292 km² e densidade demográfica atingindo 84,21 hab. km². É composta por quatro Estados: São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais e Espírito Santo, onde se encontram as três metrópoles mais importantes do país, as cidades de São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte. A região destaca-se principalmente pelo desenvolvimento e intensa atividade industrial. No Sudeste, como em qualquer região, as condições climáticas são influenciadas pela posição geográfica (latitude, relevo, altitude e maritimidade) (Wikipédia, 2012). Destaca-se nessa região, uma forte poluição atmosférica associada às atividades urbano-industriais.

A região Centro-oeste é dividida em quatro unidades federativas: Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás e Distrito Federal, com uma área de 1.606.371,505 km². A região Centro-Oeste é um grande território, sendo a segunda maior região do Brasil em superfície territorial, e a menos populosa do país, com algumas concentrações urbanas e grandes vazios populacionais. Sua principal atividade é a pecuária, sendo o setor industrial pouco expressivo. O clima da região é tropical, quente e chuvoso, com verão chuvoso, entre os meses de outubro a março, e um inverno seco, entre os meses de abril a setembro (Wikipédia, 2012). Destaca-se nessa região, grandes incidências de queimadas no Estado do Mato Grosso associados diretamente a expansão agropecuária.

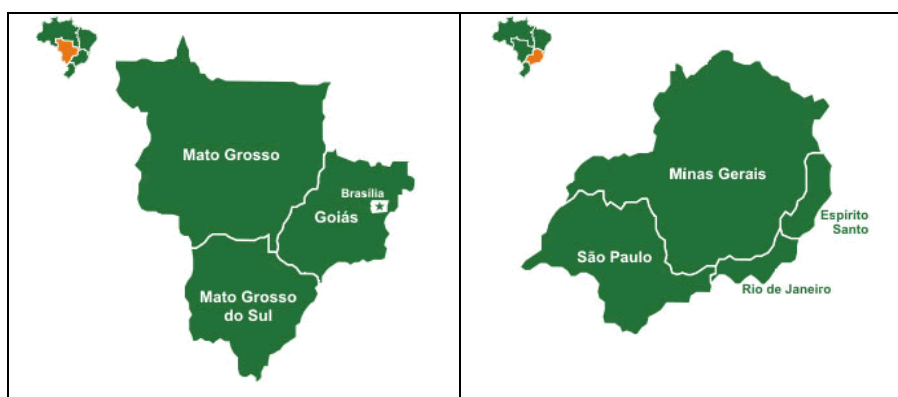


FIGURA 1. Localização das áreas de estudo.

Neste trabalho foram utilizadas simulações numéricas de concentração e do transporte do poluente, geradas pelo modelo atmosférico CATT-BRAMS - Coupled Aerosol and Tracers Transport model to the Brazilian Regional Atmospheric Modeling System, disponíveis no site: www.cptec.inpe.br/brams. O modelo tem acoplado em seu código um módulo de emissão e transporte de material particulado e gases (Freitas, 1999), além do modelo CARMA (Toon et al., 1988) que resolve os processos radiativos na atmosfera, incluindo a presença de aerossóis e também tem acoplado um modelo fotoquímico simplificado (Freitas et al., 2005). O BRAMS é um modelo 3D euleriano que prognostica a concentração de contaminantes atmosféricos de forma simultânea, e totalmente consistente com o estado atmosférico simulado pelo RAMS/BRAMS, possibilitando o estudo da interação ou da retro-alimentação entre o contaminante e a própria atmosfera (Ramos et al., 2010).

O modelo BRAMS é baseado no Regional Atmospheric Modeling System (RAMS, Walko et al., 2000), versão 6, com novas funcionalidades e parametrizações especializadas para trópicos e subtrópicos.

RESULTADOS OBTIDOS OU ESPERADOS

Na Figura 1 observa-se que as estimativas diárias de emissão de CO, devido às emissões de queimadas, são mais eminentes nos Estados de São Paulo e Minas Gerais, com médias no mês de agosto de aproximadamente 1.426 e 875 ton de CO, respectivamente. Em adição, quando se analisa a qualidade do ar, que considera as emissões de CO tanto por fontes urbano-industrial quanto por queimadas, verifica-se que os índices desse poluente na atmosfera sofrem grande aumento quando adicionados às fontes urbano/industriais. Essa afirmação pode ser evidenciada na Tabela 1, que apresenta os valores percentuais da estimativa total de emissões de CO por queimadas e fontes urbano-industriais, para o mês de agosto nas duas regiões brasileiras estudadas.

Tabela 1. Estimativa total de emissões de monóxido de carbono [ton] por queimadas e fontes urbano/industriais, no mês de agosto para as regiões Sudeste e Centro-oeste do Brasil.

	Emissões de queimadas	%	Emissões urbano/industriais	%
São Paulo	39.937	8	460.572	92
Espírito Santo	820	2	47.516	98
Rio de Janeiro	1.281	1	91.952	99
Minas Gerais	24.521	8	277.956	92
Goiás	37.045	33	74.676	67
Mato Grosso	1.940.666	98	38.780	2
Mato Grosso do Sul	276.863	85	49.700	15

Estimativas mostram que o Estado de São Paulo é o que apresenta os maiores níveis de emissão de CO, tanto por queimadas quanto por fontes urbano-industriais, com picos nos dias 4 e 17 de agosto, seguido pelo Estado de Minas Gerais (Figura 1). Essa variação da emissão de CO, tanto por queimadas quanto por fontes urbano/industrial pode estar associada aos baixos valores de precipitação ou ausência da mesma, principalmente no inverno, quando os níveis de precipitação são mais baixos, fazendo com que a atmosfera esteja mais carregada de poluentes. Outro fator meteorológico e de grande influência nos poluentes é a velocidade e direção do vento, pois contribuem para a dispersão de partículas na atmosfera.

Regiões poluídas, seja por fonte urbano-industrial ou por queimadas, por exemplo, podem ter seus poluentes transportados para regiões distantes, acarretando consequentemente, em variação na concentração medida ou estimada por estado. De acordo com Freitas et al.(2005) as emissões por queimadas de uma determinada região, podem deslocar-se através do transporte atmosférico e resultar uma distribuição espacial de fumaça sobre uma extensa área, em cerca de 4-5 milhões de km², superior a área onde estão concentradas as queimadas.

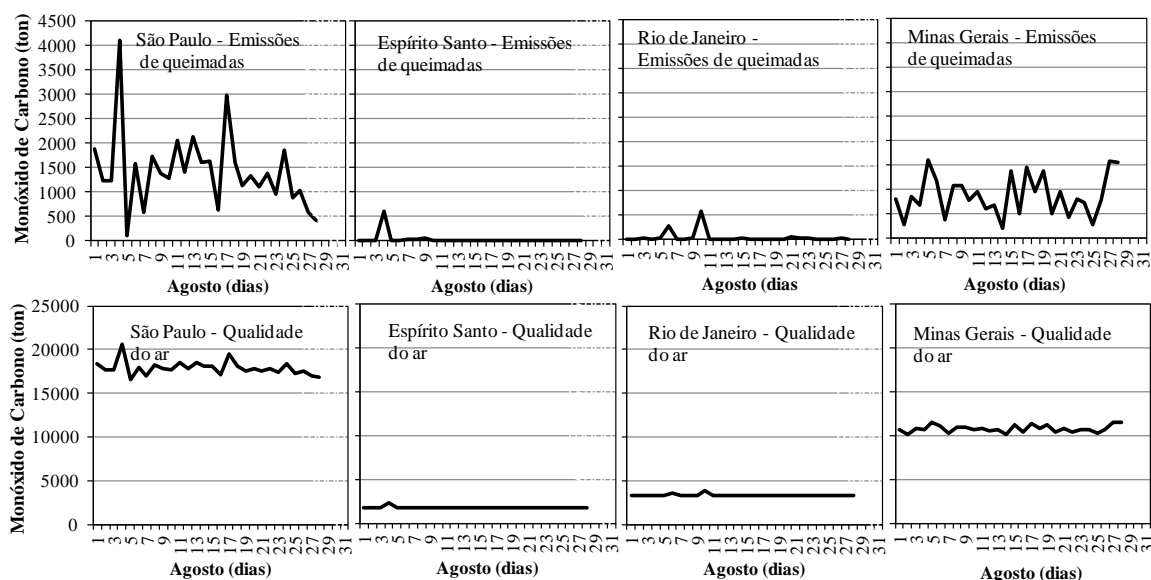


Figura 1. Estimativas diárias de emissões de monóxido de carbono [ton] por queimadas (superiores) e [ton] por queimadas e fontes urbano/industriais (qualidade do ar) (inferiores), no mês de agosto para a região Sudeste do Brasil.

Na Figura 2 verifica-se que as estimativas diárias de emissões de monóxido de carbono (CO) por queimadas no mês de agosto, foram mais evidenciadas no Estado do Mato Grosso, seguido do Mato Grosso do Sul, com total estimado pelo modelo CATT/BRAMS de 98% e 85%, respectivamente, como pode ser visto na Tabela 1. Em geral, observa-se que a qualidade do ar nessa região é praticamente influenciada pelas emissões de CO decorrentes de queimadas associadas diretamente a expansão agropecuária. A mesma observação não pode ser feita para a região Sudeste, que por sua vez, sofre grande influência de emissões urbano-industriais (Tabela 1), já que a mesma se encontra num estágio de industrialização mais avançado que a região Centro-oeste, assim como o forte crescimento de frota de veículos nos centros urbanos.

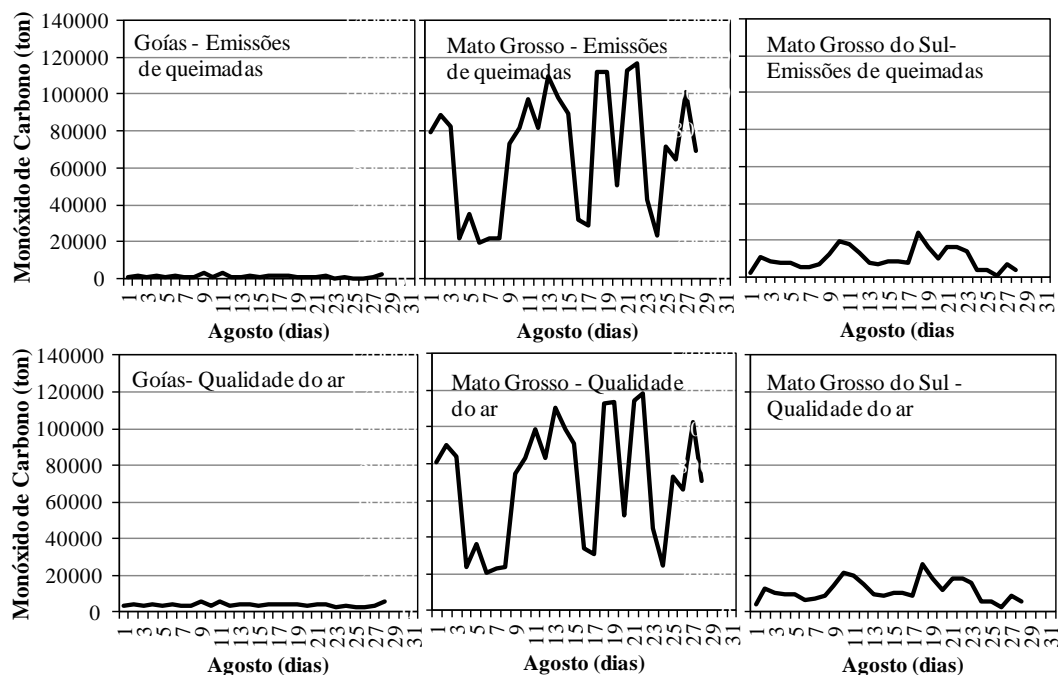


Figura 2. Estimativas diárias de emissões de monóxido de carbono [ton] por queimadas (superiores) e [ton] por queimadas e fontes urbano/industriais (qualidade do ar) (inferiores), no mês de agosto para a região Centro-oeste do Brasil.

CONCLUSÕES/RECOMENDAÇÕES

As estimativas apresentadas pelo modelo CATTS/BRAMS foram capazes de caracterizar a variação diária da concentração de monóxido de carbono para o mês de agosto nas regiões Sudeste e Centro-oeste do Brasil. Em geral, observou-se que a região Sudeste, por ser mais industrializada que a região Centro-oeste, tem seus valores de monóxido de carbono mais influenciados pelas fontes urbano/industriais que por queimadas. As variações de CO no mês de agosto, estação de inverno, podem estar associadas aos baixos valores ou mesmo ausência de chuva, assim como, aos fatores meteorológicos velocidade e direção do vento, que são grandes contribuintes para a dispersão de poluentes na atmosfera.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPEMIG, CNPq e ao CPTEC/INPE pelo apoio financeiro e o auxílio necessário ao desenvolvimento de pesquisas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Coutinho, L.M.; Miranda, H.S; Morais, H.C. O Bioma do Cerrado e o Fogo. Revista do Instituto de Estudos Avançados da USP, 50 pp., 2002.
2. Freitas, E. D.; Martins, L. D.; Silva Dias, P. L. ; Andrade, M. F. A simple photochemical module implemented in RAMS for tropospheric ozone concentration forecast in the Metropolitan Area of São Paulo - Brazil: Coupling and validation. *Atmospheric Environment*, Inglaterra, v. 39, n. 34, p.6352-6361, 2005.
3. Freitas, S. R. Modelagem numérica do transporte e das emissões de gases e aerossóis de queimadas no cerrado e floresta tropical na América do Sul. 1999, 204f. Tese de doutorado, Instituto de Física da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.
4. Freitas, S.R.; Longo, K.M.; Dias, M.A.F.S.; Dias, P.L.S.; Chatfield, R., Prins, E.; Artaxo, P.; Grell, G.A.; Recuero, F.S. Monitoring the transport of biomass burning emissions in South América. *Environmental Fluid Mechanics*, v. 5, p. 135-167, 2005.
5. Hao, W.M.; Liu, M.H. Spatial and temporal distribution of biomass burning. *Global Biogeochemical Cycles*, v.8, p. 495-503, 2000.
6. Ramos, A.; Conde, F.; Oliveira, M. G. R.; Ataíde, K. R. P.; Bezerra, W. A.; Ledo, I. M. D.; Lucas, E. M.; Santos, L. A. R.; Ferreira, D. B.; Salvador, M. A. Desenvolvimento de simulações numéricas para detecção e previsão do transporte de poluentes na região Amazônica: Análise do Transporte dos Poluentes. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 16, 2010, Belém-PA , Anais... Belém, SBMET, p.1-6, 2010.
7. Toon, O. B.; Turco, R. P.; Westphal, D.; Malone, R.; Liu, M. A multidimensional model for aerosols: Descriptions of computational analogs. *Journal Atmospheric Science*, v.45, p.2123-2143, 1988.
8. Walko R., Band L., Baron J., Kittel F., Lammers R., Lee T., Ojima D., Pielke R., Taylor C., Tague C., Tremback C., Vidale P. Coupled Atmosphere-Biophysics-Hydrology Models for Environmental Modeling. *Journal Applied Meteorology*, v.9, n.6, p.931-944, 2000.
9. Wikipédia. Desenvolvido pela Wikimedia Foundation. Apresenta conteúdo enciclopédico. Disponível em: < <http://pt.wikipedia.org/wiki/Brasil#Clima> >. Acesso em: 20 de Setembro 2012.