

## **Monitoramento do monóxido de carbono (CO) na atmosfera a partir de informações do sistema de sondagem AQUA: perfis verticais de CO**

Rodrigo Augusto Ferreira de Souza <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE/CPTEC/DSA  
Rodovia Presidente Dutra km 40, 12630-000, Cachoeira Paulista – SP, Brasil  
rodrigo@cptec.inpe.br

**Abstract.** This work presents the observations of tropospheric carbon monoxide (CO) by the Atmospheric Infrared Sounder (AIRS) onboard NASA's Aqua satellite. Tropospheric CO abundances are retrieved from AIRS 4.55  $\mu\text{m}$  spectral region using the full AIRS retrieval algorithm run in a research mode. The objective will be to quantify the quality of these retrievals over Brazil comparing then with other satellites measurements, and in situ aircraft and numerical models. Beyond the scientific interest, the better understanding of the CO emissions over Brazil is basic for orientation of public politics that will reduce forest fires and deforestations, our bigger source of emissions.

**Palavras-chave:** carbon monoxide, air quality, greenhouse effect, monóxido de carbono, qualidade do ar, efeito estufa.

### **1. Perfis verticais de monóxido de carbono**

Uma das grandes preocupações da comunidade científica na última década diz respeito às mudanças climáticas e suas conseqüências para a humanidade. A sensibilidade, a capacidade adaptativa, a vulnerabilidade do sistema natural e humano às mudanças climáticas, e o conseqüente potencial de mudanças climáticas são estudados por diversos grupos de pesquisadores. Mudanças observadas no clima e suas causas são avaliadas no terceiro relatório do IPCC – Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC, 2001). Segundo este relatório, a temperatura média global aumentou entre 0,3 e 0,6 °C desde o final do século passado, e pela escala dos diferentes cenários desenvolvidos pelo IPCC “*Special Report on Emission Scenarios*” (SRES) a média global da temperatura do ar, projetada por modelos numéricos, sofrerá uma elevação de 1,4 a 5,8 °C para 2100. É provável que a maior parte desse aquecimento seja decorrente da emissão, por atividades humanas, de gases que retêm radiação térmica. As moléculas de alguns gases que têm baixíssimas concentrações na atmosfera – dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), monóxido de carbono (CO), vapor de água (H<sub>2</sub>O), metano (CH<sub>4</sub>), ozônio (O<sub>3</sub>), entre outros – interagem com a radiação eletromagnética na faixa do espectro conhecida como infravermelho termal e com isso dificultam a perda para o espaço da radiação térmica, produzindo o aquecimento da superfície da Terra. É o chamado ‘efeito-estufa’. Esses gases são fundamentais para manter o equilíbrio climático e condições ambientais adequadas para a vida na Terra, isto é, temperaturas que permitam a existência de água nas formas líquida e gasosa essencial à vida e ao ciclo hidrológico, respectivamente.

Os três anos mais quentes da história da Terra aconteceram na última década. Atualmente, as análises sistemáticas do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC) levam a um razoável consenso de que o aquecimento global observado nos últimos 50 anos é explicado principalmente pelas emissões humanas de gases de efeito estufa e de aerossóis e não por eventual variabilidade natural do clima.

A menos que ações globais de controle das emissões de gases do efeito estufa sejam efetivadas nas próximas décadas, a demanda futura de energia, em especial nos países em desenvolvimento, ocasionará alterações climáticas significativas, como um conseqüente

aumento na temperatura da superfície da Terra, acompanhado de fortes e perturbadoras alterações no ciclo hidrológico em todo o planeta. Os países em desenvolvimento, historicamente menos capazes de responder à variação natural do clima, são os mais vulneráveis às futuras alterações climáticas. O Brasil pode ser duramente atingido já que sua economia é fortemente dependente de recursos naturais ligados diretamente ao clima, como na agricultura e na geração de energia hidroelétrica. Mudanças climáticas afetariam ainda vastas parcelas das populações de menor renda, como as do semi-árido nordestino ou as que vivem em área de risco de deslizamentos, enxurradas e inundações nos grandes centros urbanos.

No Brasil, as emissões de carbono na atmosfera concentram-se basicamente em dois setores: (1) na queima de combustíveis fósseis; (2) e na alteração dos usos da terra, principalmente a substituição de florestas e savanas por agricultura e pastagens, sendo este último, a principal causa das emissões brasileiras.

Importantes instrumentos para estudar a concentração de constituintes atmosféricos em grande escala são sondadores a bordo de satélites, pois auxiliam na localização de fontes e sumidouros desses componentes, bem como fornecem informações sobre os processos de transporte envolvidos. Atualmente, esforços têm se concentrado no desenvolvimento de sistemas de sondagem com alta resolução espectral. O “*Atmospheric Infrared Sounder – AIRS*” (com 2378 canais), lançado em maio de 2002 a bordo do satélite AQUA, é o primeiro sondador avançado de radiação infravermelha operacional com essa característica (Parkinson, 2003). A informação espectral incluída nos canais refere-se não apenas a perfis de temperatura e de umidade, mas também de outros gases minoritários presentes na atmosfera. A aproximação usual para a utilização desse conjunto de dados é a seleção de bandas estreitas com um número limitado de canais, de tal forma que cada banda selecionada corresponda a um constituinte atmosférico ou um parâmetro a ser inferido (Susskind, 2003).

Atualmente, a Divisão de Satélites e Sistemas Ambientais do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (DSA/CPTEC/INPE) recebe o fluxo de dados do sistema de sondagem do AQUA. Além disso, o modelo de inversão da NASA (Susskind et al., 2003) que faz inferência de perfis atmosféricos de temperatura, umidade e da concentração de alguns gases de efeito estufa também se encontra instalado na DSA. Essas estimativas podem ser encontradas no seguinte endereço eletrônico da Divisão: <http://satelite.cptec.inpe.br/saude.htm>. A **Figura 1** apresenta a concentração de monóxido de carbono integrado na coluna atmosférica, para o dia 21 de setembro de 2006. No entanto, essas estimativas da concentração de gases estão em fase de validação.

Assim, é de fundamental importância quantificar a qualidade das estimativas de monóxido de carbono obtidas a partir de informações do satélite AQUA comparando-as com medidas de campo, com dados obtidos por outros satélites, com instrumentos calibrados e reconhecidos como “verdade terrestre” pela comunidade científica, além da verificação de consistência interna pela comparação com resultados de modelos de qualidade do ar disponíveis no CPTEC. É importante observar que a qualidade das sondagens remotas depende de condições de contorno impostas (por exemplo, temperatura e umidade à superfície) assim como da escolha apropriada de canais do sistema sondador.

Além do interesse científico, deve-se ressaltar que o melhor conhecimento das emissões de CO sobre o Brasil é fundamental para adoção de políticas públicas que reduzam queimadas e desmatamentos, nossa maior fonte de emissões.

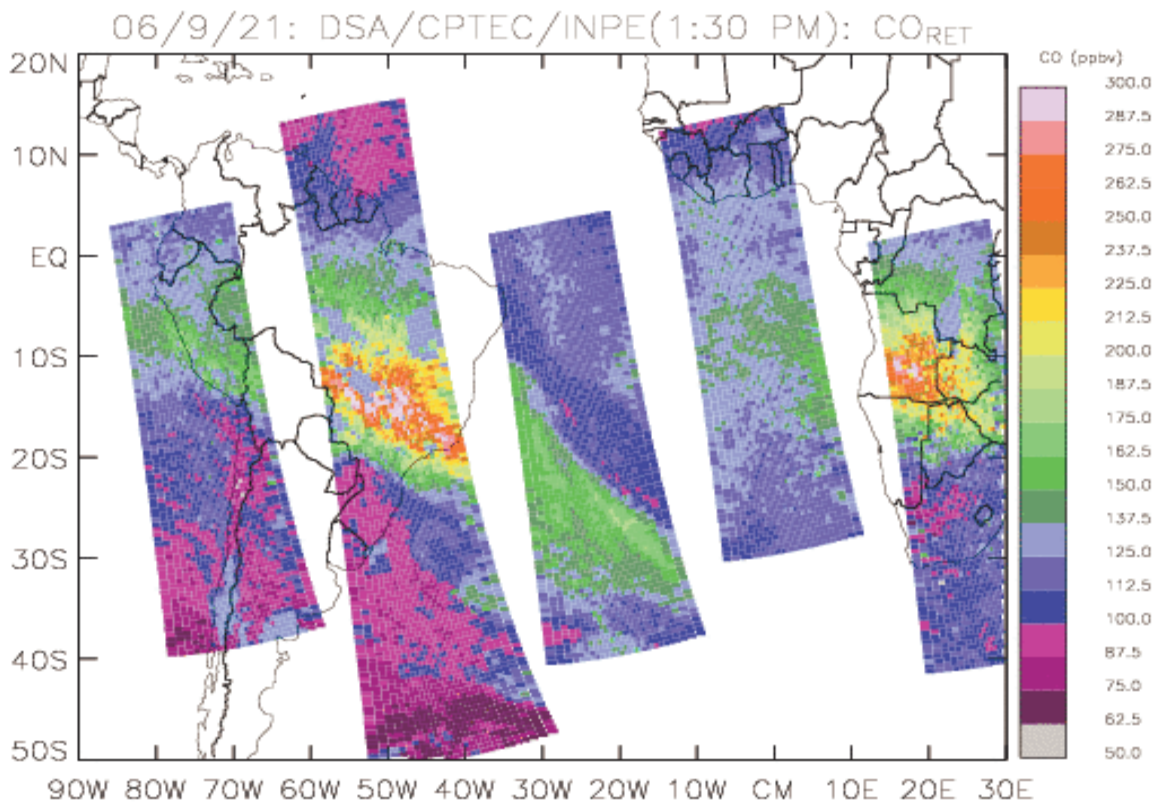


Figura 1 - Concentração de monóxido de carbono, integrado na coluna atmosférica, inferida a partir de informações do satélite AQUA para o dia 21 de setembro de 2006.

Neste contexto, com esse trabalho atualmente em desenvolvimento (projeto FAEPSP, 06/53277-6), pretende-se quantificar a qualidade dos perfis de CO estimados a partir de informações do satélite AQUA, buscando contribuir na seleção de canais AIRS que são úteis ao procedimento de inversão da NASA sob condições climáticas brasileiras, bem como no desenvolvimento de novas metodologias de inversão. Além disso, espera-se que os resultados desse projeto sejam úteis para fins operacionais no CPTEC, que incluem a assimilação das informações obtidas em modelos de qualidade do ar.

## 2. Referências Bibliográficas

- IPCC: **Impacts, Adaptation and Vulnerability**. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. [McCarthy, J. J.; Canziani O. F.; Leary, N. A.; Dokken, D. J.; White, K. S. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, 1033 pp, 2001.
- Parkinson, C. L. Aqua: an Earth-Observing satellite mission to examine water and other climate variables. **IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing**, v.41, n.2, p. 173-183, 2003.
- Susskind, J.; Barnet, C.; Blaisdell, J. Retrieval of atmospheric and surface parameters from AIRS/AMSU/HSB data in the presence of clouds. **IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing**, v.41, n.2, p. 390-409, 2003.
- Susskind, J. Early results from AIRS/AMSU/HSB. **SPIE Annual Meeting**, Conference on Remote Sensing and Space Technology, agosto, 2003.