

Variabilidade da concentração do metano troposférico sobre o reservatório da hidrelétrica Balbina a partir de informações do satélite ambiental AQUA

Patrícia dos Santos Costa¹
Rodrigo Augusto Ferreira de Souza²
Rita Valéria Andreoli de Souza³
Elizabeth Ferreira Cartaxo⁴

^{1,2,3}Universidade do Estado do Amazonas, Escola Superior de Tecnologia (EST-UEA),
Av. Darcy Vargas, 1200, Parque 10, 69065-020, Manaus, AM, Brasil
patriciacosta.uea@gmail.com; souzaraf@gmail.com; andreolirv@gmail.com.

⁴Universidade Federal do Estado do Amazonas, Núcleo Interdisciplinar de Energia, Meio Ambiente e Água (NIEMA), Av. Rodrigo Octávio Jordão, 3000, Coroado, 69077-000, Manaus, AM, Brasil. ecartaxo@ufam.edu.br

Abstract. The major concern of the scientific community over the past decade is the climate change and its consequences for mankind. The Brazil could have serious problems since its economy is heavily dependent on natural resources are directly linked to climate, such as agriculture and hydropower generation. Furthermore, the occurrence of extreme weather events resulting from climate change affects even large sectors of the population. In this context, some studies have shown that the hydroelectric dams result in emissions of greenhouse gases when constructed in forested areas in the tropics. Emissions of gases include the methane from the decomposition of aquatic vegetation (on the lake bottom). With the up-and-down of water level, flooding and exposing large areas around, the dams release into the atmosphere large quantities of methane. Important tools to study the concentration of greenhouse gases in the atmosphere are the environmental satellites information. In this context, this paper aims to study the variability of methane in the atmosphere over the hydroelectric of Balbina, in the Amazon, based on seven years of data from the AQUA sounding system (environmental satellite), relating to the variability of precipitation and reservoir level. The results suggest the possibility of using the AQUA satellite information to monitoring the variability of the methane concentration on large wetlands.

Palavras-chave: Amazônia, metano, efeito-estufa, hidrelétrica, satélite AQUA.

1. Introdução

Uma das grandes preocupações da comunidade científica na última década diz respeito às mudanças climáticas e suas conseqüências para a humanidade. O Brasil pode ser duramente atingido já que sua economia é fortemente dependente de recursos naturais ligados diretamente ao clima, como a agricultura e a geração de energia em hidrelétricas. Nesse sentido, alguns estudos têm buscado entender o impacto ambiental da construção de barragens na Amazônia. Estes estudos têm mostrado que as barragens de usinas hidrelétricas resultam em emissões de gases de efeito estufa quando construídas em áreas florestadas nos trópicos (Rosa et al. (1994), Fearnside (2002 e 2008), Santos et al. (2002), Santos (2000), entre outros). As emissões de gases incluem o gás carbônico formado pela decomposição acima da superfície da água das árvores deixadas em pé, e o metano resultante da decomposição da vegetação subaquática. Com o sobe-e-desce do nível de água, inundando e expondo grandes áreas de terra ao redor da margem, as represas lançam na atmosfera grandes quantidades de metano. No entanto, devido existência de regiões remotas, como a Amazônia, e a escassez de medidas contínuas de concentração de gases sobre os reservatórios de hidrelétricas as sondagens remotas surgem como uma alternativa para minimizar esse problema.

Importantes instrumentos para estudar a concentração de gases de efeito estufa na atmosfera são sondadores a bordo de satélites ambientais. Estudos como os de Susskind et al. (2003), Aumann et al. (2003) e Xiong et al. (2008) mostram a possibilidade e a vantagem de se utilizar o sensor AIRS para inferir e monitorar a concentração de gases na coluna atmosférica. Assim, a utilização dessa ferramenta para monitorar a concentração de gases, particularmente o metano, poderá auxiliar a adoção de políticas, que auxiliem a gestão da bacia hidrográfica e dos reservatórios dessa bacia em vários âmbitos (ambiental, social e econômico), uma vez que, o conhecimento sobre o comportamento médio e sua variabilidade na atmosfera, é necessário para entender melhor as relações entre a concentração de metano e variáveis meteorológicas com as alterações no nível dos reservatórios de hidrelétricas na região Amazônica. Dentro desse contexto, este trabalho tem como objetivo estudar a variabilidade do metano (CH_4) na atmosfera sobre o reservatório de Balbina (Amazônia), baseando-se em sete anos de dados do sistema de sondagem do satélite ambiental AQUA, relacionando com as variabilidades da precipitação e do nível do reservatório.

2. Dados e metodologia

Os dados utilizados no presente trabalho foram as concentrações médias semanais (8 dias) de CH_4 na atmosfera estimadas pelo sistema de sondagem AQUA, período de 2003 a 2009, e precipitação média mensal, para o período de 1986 a 2009, do “Global Precipitation Climatology Center” - GPCC (Rudolf e Rubel, 2005). Estes dados estão numa resolução espacial de 1 por 1 grau. Além disso, foram utilizadas médias semanais do nível do reservatório da hidrelétrica de Balbina para o período de 2003 a 2008.

Inicialmente, foram calculadas médias espaciais da concentração de CH_4 sobre a região delimitada em 1°S , 3°S , 59°W e 61°W (Figura 1) para três níveis atmosféricos (200, 300 e 400 mb), a fim de avaliar sua variabilidade temporal em função da altitude sobre a região da hidrelétrica de Balbina. Em seguida, anomalias semanais destas concentrações foram calculadas removendo-se o ciclo anual usando como base a climatologia semanal do período de 2003 a 2009. Com intuito de avaliar flutuações de baixa frequência (variabilidade interanual), aplicou-se uma média móvel nas séries temporais de anomalia de CH_4 (considerando um intervalo de 7 meses), para os três níveis atmosféricos. O mesmo procedimento foi realizado para série de nível do reservatório, exceto que nesse caso a climatologia refere-se ao período de 2003 a 2008. Para a análise das séries de precipitação, as anomalias mensais foram calculadas com base na climatologia mensal de 1986-2009. A partir dessas análises foi possível avaliar qualitativamente a variabilidade temporal da concentração de CH_4 e sua relação com variabilidade de precipitação e nível do reservatório sobre Balbina.

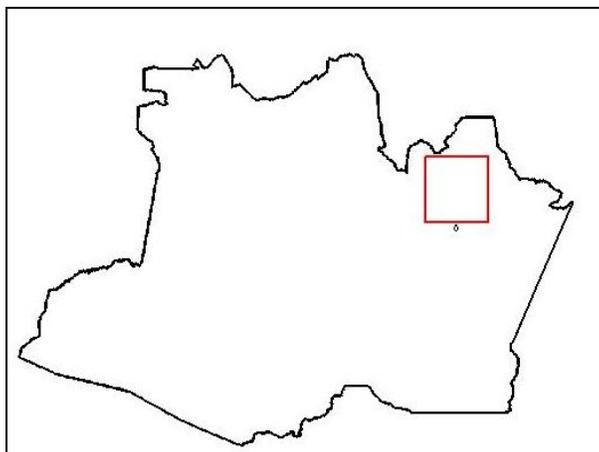


Figura 1 – Estado do Amazonas com a localização da área de estudo destacada em vermelho: Hidrelétrica de Balbina.

3. Resultados

As concentrações médias de 8 dias do metano para três diferentes níveis de pressão atmosférica estão apresentadas na Figura 2. Observa-se nesta figura que existe uma sazonalidade bem definida para todos os níveis de pressão, com máximos valores ocorrendo na estação seca (julho a setembro) e mínimos valores predominando na estação chuvosa (janeiro a abril). O comportamento sazonal é semelhante em todos os níveis de pressão, com maiores concentrações observadas no nível de 400mb.

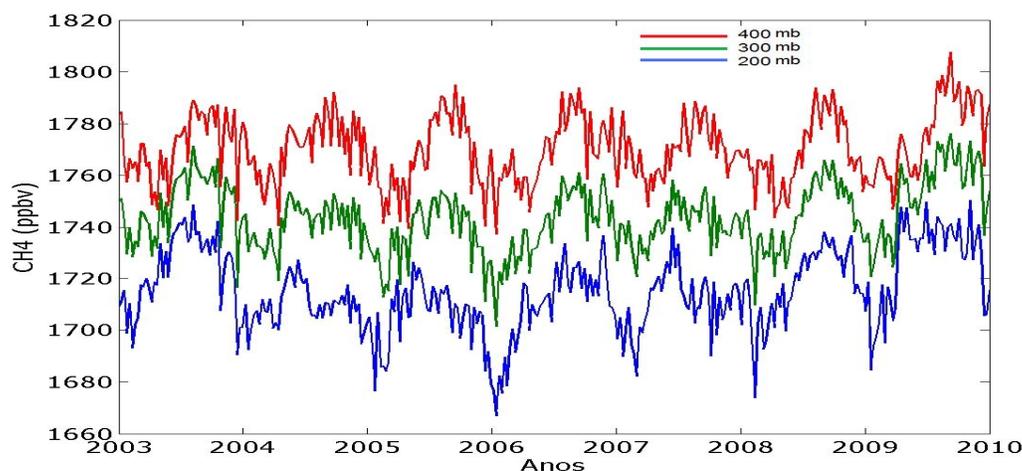


Figura 2 – Série temporal da concentração média de CH₄ sobre o reservatório de Balbina em três diferentes níveis de pressão atmosférica.

A Figura 3 apresenta as anomalias da concentração de CH₄ para o nível de 300 mb. Comportamento similar foi observado nos demais níveis. Observa-se nesta figura a predominância de anomalias negativas entre os anos de 2004 e 2008. Por outro lado, anomalias positivas ocorreram nos anos de 2003 e 2009, sendo mais acentuada em 2009.

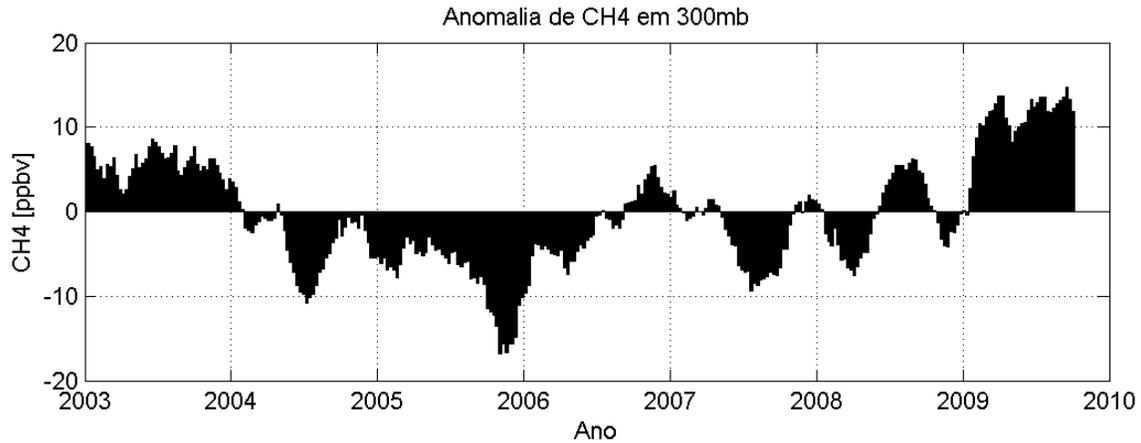


Figura 3 – Anomalias na concentração de CH₄ para o nível de 300 mb, sobre o reservatório de Balbina.

Com o objetivo de relacionar a variabilidade da concentração de metano sobre o reservatório de Balbina com a variabilidade da precipitação sobre a região e com o nível (ou cota) do reservatório foram calculadas as anomalias destas duas variáveis. As Figuras 4 e 5 apresentam a série temporal das anomalias da precipitação média mensal e as anomalias do nível do reservatório, respectivamente.

Na Figura 4 observa-se uma predominância de anomalias negativas ou próxima da média climatológica na precipitação nos 4 primeiros anos da série, com uma mudança de sinal a partir do primeiro semestre de 2007. Essas anomalias positivas persistem durante praticamente todo o ano de 2008. Nas anomalias de cota do reservatório observam-se basicamente dois períodos bem distintos: o primeiro com anomalias negativas entre 2003 e 2005 e o segundo com anomalias positivas a partir do segundo semestre de 2007.

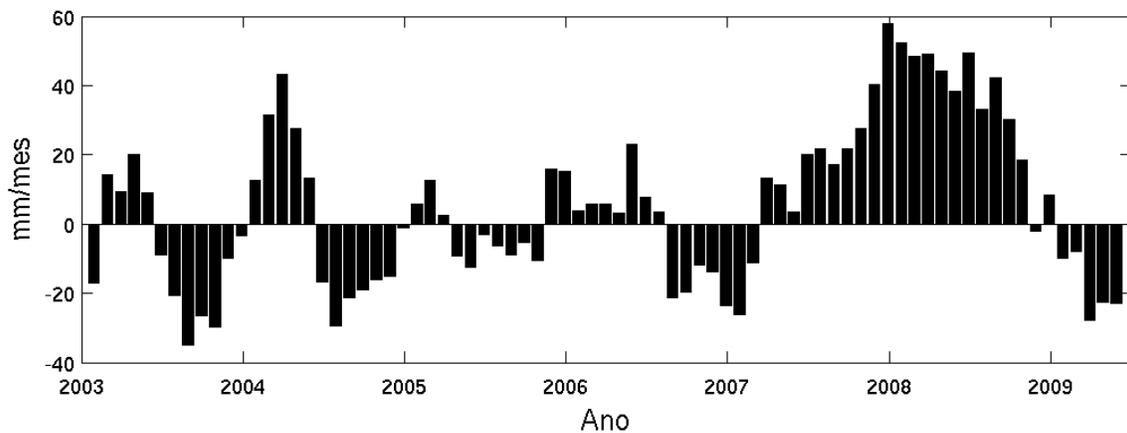


Figura 4 – Anomalia da precipitação média mensal sobre o reservatório de Balbina.

De maneira geral, há uma concordância entre as anomalias de precipitação e de cota do reservatório, com uma predominância de anomalia negativa nos primeiros anos da série e uma inversão deste sinal no ano de 2007, praticamente em fase, persistindo durante o ano de 2008.

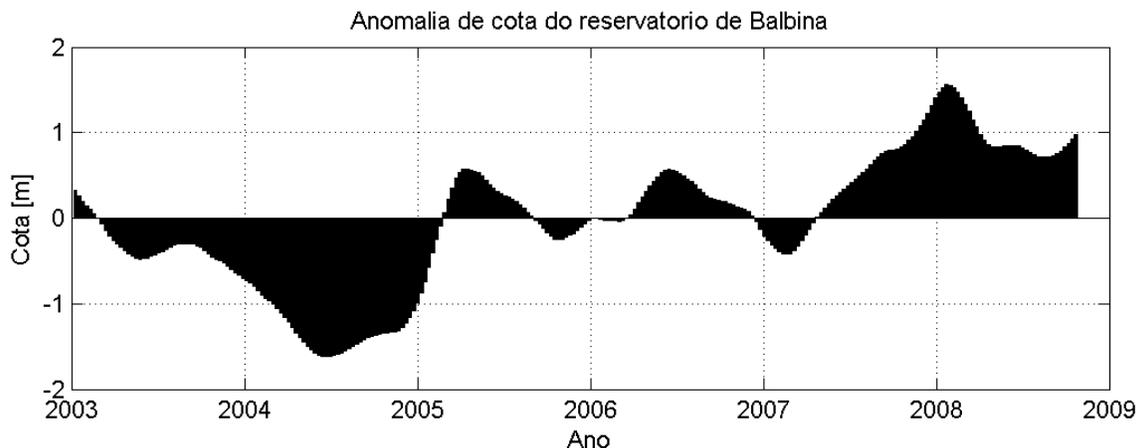


Figura 5 – Anomalia do nível do reservatório de Balbina (cota).

Comparando os resultados apresentados nas Figuras 4 e 5 com as anomalias na concentração de metano (Figura 3), ressaltam-se a predominância de anomalias negativas de metano no mesmo período onde houve precipitação abaixo da média, consistente com anomalia negativa de cota do reservatório, e a predominância de anomalias positivas de metano a partir do segundo semestre de 2008, resultado do aumento significativo da precipitação na região, que também produziu um impacto no nível do reservatório.

4. Conclusões

As observações feitas pelo sistema de sondagem AQUA indicam que existe uma relação entre as condições climáticas (precipitação), nível do reservatório e concentração de metano na atmosfera. O padrão sazonal na concentração de metano é consistente com o padrão de chuva e, por conseguinte, níveis dos reservatórios, de maneira que, maiores (menores) concentrações de CH₄ ocorrem na estação seca (chuvosa). Ressalta-se ainda que as variações na concentração de CH₄ podem ser moduladas pelos eventos climáticos extremos. É possível notar que as concentrações de CH₄ sobre o reservatório de Balbina foram abaixo (acima) do normal durante períodos precipitação abaixo (acima) da média sobre a região. Esse fato, está associado com o aumento (diminuição) de áreas alagadas, durante eventos extremos, proporcionando uma maior (menor) quantidade de biomassa em decomposição e, conseqüentemente, com a chegada do período de vazantes, com maior (menor) emissão de CH₄ para a atmosfera. Finalmente, estas análises preliminares sugerem a possibilidade de se utilizar as informações remotas no monitoramento da variabilidade da concentração do metano sobre grandes áreas alagadas.

5. Agradecimentos

Ao conselho Nacional de Desenvolvimento Científico Tecnológico (CNPQ), à Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) e aos projetos PIRAHIBA (Planejamento Integrado de Recursos Aplicado as Hidroelétricas da Bacia Amazônica) e REMCLAM (Rede de Mudanças Climáticas da Amazônia), pela concessão da bolsa de estudo de Iniciação Científica, auxílios financeiros recebidos e suporte.

6. Referências bibliográficas

- Aumann, H. H.; Chahine, M. T.; Gautier, C.; Goldberg, M. D.; Kalnay, E.; McMillin, L. M.; Revercomb, H.; Rosenkranz, P. W.; Smith, W. L.; Staelin, D. H.; Strow, L. L.; Susskind, J. AIRS/AMSU/HSB on the Aqua mission: design, science objectives, data products and processing systems. **IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing**, v.41, n.2, p. 253-264, 2003.
- Berger, L. Influência de alguns fatores ambientais sobre a emissão de CO₂ e CH₄ em áreas alagáveis interfluviais do médio rio Negro, 2007. 323p. Tese de Doutorado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, INPA, Manaus. 2007.
- Fearnside, P.M. Impactos ambientais da barragem de Tucuruí: Lições ainda não aprendidas para o desenvolvimento hidrelétrico na Amazônia. **Environmental Management**, 2-3, 2002.
- Fearnside, P.M. Hidrelétricas como “fábricas de metano”: o papel dos reservatórios em áreas de floresta tropical na emissão de gases de efeito estufa. **Oecol. Bras.**, 12 (1): 100-115, 2008.
- Rosa, L. P., Schaeffer, R., 1994. Greenhouse Gas Emissions from Hydroelectric Reservoirs. **Ambio**, v. 23, n. 2, pp.164-165.
- Rudolf, B., Rubel, F. Global **Precipitation. Chapter 11 in Hantel**. Observed Global Climate, Landolt-Börnstein (Numerical Data and Functional Relationships), Springer-Verlag. Springer Berlin Heidelberg New York, 11-22, 2005.
- Santos, E.O; Rosa, L.P; Santos, M.A. Técnicas de medida e análise de gases de efeito estufa em reservatórios hidrelétricos brasileiros. XII Congresso Brasileiro de Meteorologia, Foz de Iguaçu-PR, 1-2, 2002.
- Santos, M. A. Inventário das Emissões de Gases de Efeito Estufa Derivadas de Hidrelétricas, 2000. 256p. Tese de Doutorado, PPE/COPPE-UFRJ, Rio de Janeiro. 2000.
- 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.
- Xiong, X., C. Barnet, E. Maddy, C. Sweeney, X. Liu, L. Zhou, and M. Goldberg, Characterization and validation of methane products from the Atmospheric Infrared Sounder (AIRS), **Journal of Geophysical Research**, 113, G00A01, 2008.