

# USO DE PERFIS VERTICAIS PARA DETERMINAÇÃO DO FLUXO DE N<sub>2</sub>O SOBRE A BACIA AMAZÔNICA PARA O DE 2010

Caio S.C. CORREIA<sup>1</sup>; Luciana V. GATTI<sup>1</sup>; Luana S. BASSO<sup>1</sup>; Lucas G. DOMINGUES<sup>1</sup>;  
Alexandre MARTINEWSKI<sup>1</sup>; Viviane F. BORGES<sup>1</sup>; Emanuel U. GLOOR<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Laboratório de Química Atmosférica, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN, São Paulo, Brasil;

<sup>2</sup>Universidade de Leeds, Leeds, Reino Unido. [caiocorreia@outlook.com](mailto:caiocorreia@outlook.com)

**RESUMO:** O fluxo de emissão/absorção de N<sub>2</sub>O na Bacia Amazônica foi quantificado por meio da realização de 80 perfis verticais durante o ano de 2010, empregando aviões de pequeno porte, em 4 locais, formando um quadrante abrangente da bacia Amazônica Brasileira, sendo: Santarém, Pará (SAN); Tabatinga, Amazonas (TAB); Rio Branco, Acre (RBA) e Alta Floresta, Mato Grosso (ALF). Para a determinação do fluxo regional da Bacia Amazônica foi utilizado o método de integração de coluna nos perfis verticais realizados. Os fluxos médios anuais de emissão de N<sub>2</sub>O observados na Bacia Amazônica foram entre a costa e: SAN (2,12 mgN<sub>2</sub>O.m<sup>-2</sup>.dia<sup>-1</sup>), ALF (1,65 mgN<sub>2</sub>O.m<sup>-2</sup>.dia<sup>-1</sup>), RBA (1,43 mgN<sub>2</sub>O.m<sup>-2</sup>.dia<sup>-1</sup>) e TAB (1,05 mgN<sub>2</sub>O.m<sup>-2</sup>.dia<sup>-1</sup>).

**ABSTRACT:** The sink/source Amazon Basin N<sub>2</sub>O flux was quantified by realizing 80 vertical profiles during the 2010 year, using small aircraft in four regions forming a quadrant comprehending the basin: Santarém, Pará (SAN); Tabatinga, Amazonas (TAB); Rio Branco, Acre (RBA) and Alta Floresta, Mato Grosso (ALF). For determinate the Amazon Basin regional flux the vertical profiles column integration method was performed. The observed annual mean emission fluxes between the coast and the Amazon Basin were: SAN (2,12 mgN<sub>2</sub>O.m<sup>-2</sup>.dia<sup>-1</sup>), ALF (1,65 mgN<sub>2</sub>O.m<sup>-2</sup>.dia<sup>-1</sup>), RBA (1,43 mgN<sub>2</sub>O.m<sup>-2</sup>.dia<sup>-1</sup>) e TAB (1,05 mgN<sub>2</sub>O.m<sup>-2</sup>.dia<sup>-1</sup>).

## 1 - INTRODUÇÃO

O Óxido Nitroso (N<sub>2</sub>O) é o terceiro gás de efeito estufa mais importante devido ao seu potencial de aquecimento global ser 310 vezes maior que o CO<sub>2</sub> e sua concentração atual na atmosfera. As principais fontes de emissão de N<sub>2</sub>O são os processos de nitrificação e desnitrificação nos solos promovidos pelos microrganismos, além de ser emitido pelos oceanos, queima de biomassa, uso anestésico e diversos processos industriais. Cerca de 40% de suas emissões são de origem antropogênica, dois terços das emissões do solo ocorrem nos trópicos e aproximadamente 20% é originado em ecossistemas de florestas tropicais, assim como a floresta amazônica. (WMO, 2009 e

2010). A Floresta Amazônica possui uma área total de cerca de 8 milhões de km<sup>2</sup>, dos quais 5 milhões de km<sup>2</sup> em território brasileiro (58,74% da área total do Brasil) e abriga um quarto da biodiversidade global (Malhi e Phillips, 2005). É uma das principais florestas tropicais do mundo, correspondendo a 50% do total deste bioma do globo, entretanto, o interesse extrativista do homem pela Amazônia tem destruído boa parte da floresta através de atividades madeireiras, conversão de florestas, agricultura e pecuária, além de outras formas de exploração dos recursos. A maior parte da emissão de gases de efeito estufa (GEE) no Brasil é oriunda da queima de biomassa e mudança do uso do solo, o que influencia diretamente na emissão de N<sub>2</sub>O proveniente da agricultura na fertilização com compostos derivados de nitrogênio.

## **2 - METODOLOGIA**

Durante o ano de 2010, foram realizados 80 perfis verticais com avião de pequeno porte, na bacia amazônica em 4 pontos de coleta pré estabelecidos (Figura 1): Santarém - PA (SAN- 2.8°S, 54.9°W), Alta Floresta - MT (ALF- 8.8°S, 56.7°W), Tabatinga - AM (TAB- 5.9°S, 70.1°W) e Rio Branco – AC (RBA- 9.4°S, 67.6°W). Os perfis foram realizados no formato helicoidal descendente, por meio de fretamento de aviões de pequeno porte, realizando coletas de ar entre altitudes de 4400 a 300 m. Na aeronave foi instalado um tubo coletor, um sensor de temperatura e umidade relativa, além de GPS (Global Positioning System) para registrar o posicionamento de cada ponto de coleta. O local de coleta e as altitudes são pré-programadas na preparação dos equipamentos de coleta. Tal sistema é composto por duas unidades. Uma unidade contendo dois compressores e baterias recarregáveis que permanece no local de amostragem e outra contendo 17 frascos de vidro em SAN e 12 frascos nas demais localidades de amostragem. As amostragens foram realizadas entre 12:00 e 13:00 horas, horário local, período de maior estabilidade dentro da troposfera, e portanto com maior repetitividade de condição atmosférica. As análises foram realizadas no Laboratório de Química Atmosférica (LQA) do IPEN, utilizando a técnica cromatográfica com detector de captura eletrônica. Para determinar o fluxo de N<sub>2</sub>O, foi utilizado o método de integração de coluna publicado em Miller et al. (2007), que necessita das informações da concentração de N<sub>2</sub>O na entrada do continente (background) e do tempo de trajetória entre a costa e o local de amostragem.

## **3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Para determinar as concentrações de “background” foram utilizadas as frações de ar que chegam ao continente, na costa, entre as ilhas de Ascension (ASC 8°S, 14°W) e Barbados (RPB 14°N, 59°W), relativa ao trajeto das massas de ar até os locais onde foram realizados os voos. Para o cálculo destas frações, foram utilizadas concentrações do gás SF<sub>6</sub>, gás sintético utilizado como isolante

elétrico. O SF<sub>6</sub> utilizado como é um traçador de massas de ar. Considerando-se que sua concentração no perfil é a mesma quando da entrada no continente, a razão deste gás em relação a ASC e RPB fornecerá a fração relativa da mistura das massas de ar entre estas duas estações, que entram no continente e seguem para a Bacia Amazônica. Esta fração foi utilizada para calcular a concentração do N<sub>2</sub>O, utilizando-se as concentrações deste gás em ambas estações globais. O tempo de trajetória que a massa de ar leva entre a costa brasileira e o local de estudo foi calculado pelo modelo Hysplit, utilizando trajetórias retrocedentes, para cada perfil, a cada 500m de altitude, descrito por Draxler et al. (2003) (Figura 1). Foram calculados os fluxos para cada perfil realizado e depois calculada a média mensal durante o ano de 2010. Os fluxos de N<sub>2</sub>O encontrados para cada local estudado, refletem a resultante de toda emissão/absorção relativa a região entre a costa brasileira e cada local de estudo (Figura 1). Observando a sazonalidade das emissões de N<sub>2</sub>O, verifica-se que a maior emissão ocorre durante a estação chuvosa (Figura 2). Nesta estação, além do aumento da emissão por processos naturais, ocorre o enriquecimento do solo em nitrogênio devido ao uso de fertilizantes. O ano de 2010 foi mais seco que a média dos últimos 10 anos, no entanto, como pode ser observado na Figura 3, choveu menos na estação chuvosa. Analisando mais detalhadamente, observa-se que fevereiro e março choveu menos, sendo que março foi bastante seco e em abril o mês foi mais chuvoso do que a média dos últimos 10 anos. Na Figura 2 pode-se observar que março apresentou uma emissão reduzida, enquanto que em Abril a emissão foi maior, acompanhando o mesmo comportamento da pluviometria. Pode-se ainda observar que a maior emissão encontrada foi na região nordeste da bacia Amazônica SAN, com fluxo médio anual de N<sub>2</sub>O de 2,12 mgN<sub>2</sub>O.m<sup>-2</sup>.dia<sup>-1</sup>. Esta região é a mais impactada da bacia e o ar que chega nesta localidade é oriundo também de regiões de produção agropecuária e urbanas do norte/nordeste brasileiro. Os demais locais apresentaram um resultado semelhante, onde em RBA (oeste) e ALF (centro-sul da região estudada), apresentaram, respectivamente, 1,43 e 1,65 mgN<sub>2</sub>O.m<sup>-2</sup>.dia<sup>-1</sup> e TAB, representando a região noroeste, apresentou 1,05 mgN<sub>2</sub>O.m<sup>-2</sup>.dia<sup>-1</sup>. Observa-se ainda que a região representada por TAB é a região mais preservada da Bacia Amazônica e a emissão observada nesta região reflete melhor a emissão natural da Floresta Amazônica.

#### **4 - CONCLUSÕES**

O maior fluxo de emissão na bacia amazônica foi observado na região entre a costa e SAN (2,12 mgN<sub>2</sub>O.m<sup>-2</sup>.dia<sup>-1</sup>), um local com bastante influencia de atividade humana, sobretudo agropecuária, enquanto os demais locais apresentaram um fluxo menor, sendo ALF 1,65 mgN<sub>2</sub>O.m<sup>-2</sup>.dia<sup>-1</sup>, RBA 1,43 mgN<sub>2</sub>O.m<sup>-2</sup>.dia<sup>-1</sup> e TAB 1,05 mgN<sub>2</sub>O.m<sup>-2</sup>.dia<sup>-1</sup>. Extrapolando-se os resultados encontrados em Tabatinga e Rio Branco para a área da Bacia Amazônica (5milhões km<sup>2</sup>), obteve-se um fluxo de

emissão variando entre 1,14 e 2,49 TgN<sub>2</sub>O/ano, respectivamente. A maior emissão ocorre na estação chuvosa devido a emissão natural e fertilização na agricultura, resíduos de atividades de pecuária e outros processos que envolvem principalmente a degradação de compostos nitrogenados.

**AGRADECIMENTOS:** CNEN, NERC, FAPESP e NOAA.



Figura 1. Trajetórias das massas de ar calculadas pelo programa Hysplit para Tabatinga (a), para Santarém (b), para Rio Branco (c) e para Alta Floresta (d) (esq.). Imagem de satélite da América do Sul destacando a área de representatividade de cada um dos quatro locais de estudo escolhidos no Brasil, ALF, RBA, SAN e TAB (dir.).

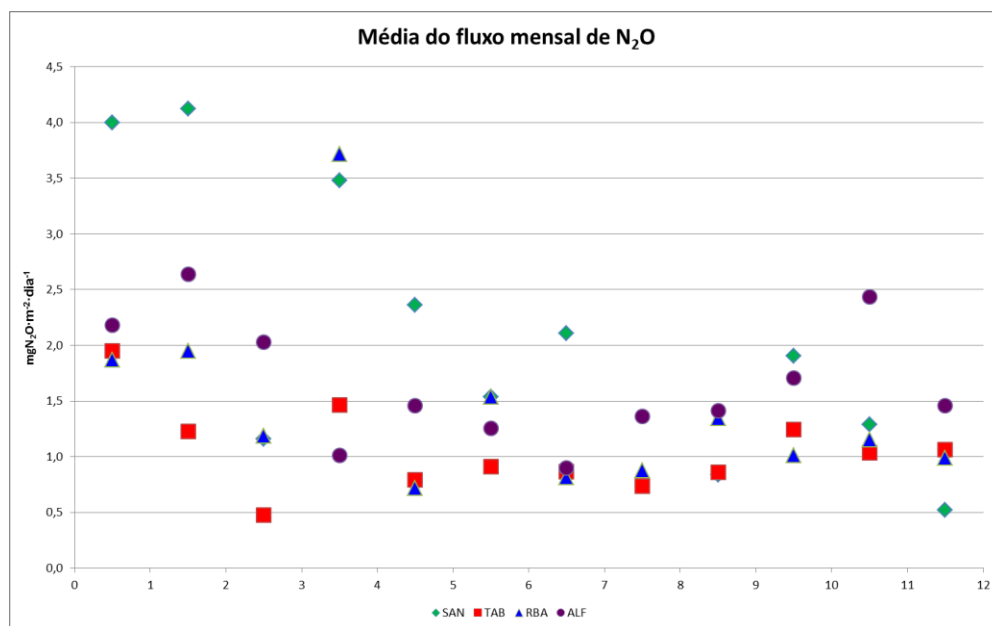


Figura 2. Fluxo médio mensal de N<sub>2</sub>O (mgN<sub>2</sub>O.m<sup>-2</sup>.dia<sup>-1</sup>) obtidos nos quatro locais de amostragem na Bacia Amazônica, ALF, RBA, SAN e TAB.

### Comparação da pluviometria mensal média para cada site

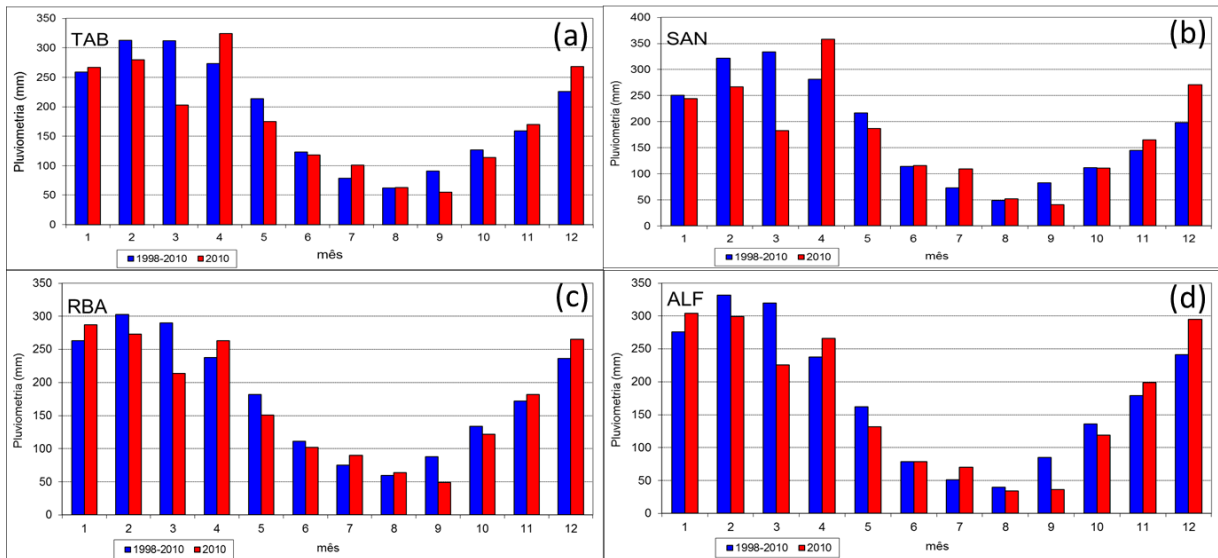


Figura 3. Comparação entre a pluviometria mensal média histórica (de 1998 a 2010) e o ano de 2010.

### REFERÊNCIAS

DRAXLER, R.R. and ROLPH, G.D. HYSPLIT (HYbrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory). 2011. NOAA Air Resources Laboratory, Silver Spring, MD. Model access via NOAA ARL READY Website, disponível em: (<http://ready.arl.noaa.gov/HYSPLIT.Php>).

MALHI, Y.; PHILLIPS, O. Tropical forests and global atmospheric change. Nova York, EUA: Oxford University Press, 2005.

MILLER, J.B.; GATTI, L.V.; D'AMELIO, M.T.S.; CROTWELL, A.M.; DLUGOCKENCKY, E.J.; BAKWIN, P.; ARTAXO, P.; TANS, P.P. 2007. Airborne measurements indicate large methane emissions from the eastern Amazon basin. *Journal of Geophysical Research Letters*, 34. L10809, 5p.

WMO Greenhouse Gas Bulletin 2009, 2010.