

Tabela 01 - Informações para o comitê organizador

<b>Título em português</b>	Fluxo de isopreno acima do dossel de uma floresta primária na região do Tapajós, Amazônia, Brasil
<b>Nome completo dos autores</b>	Sarah Batalha <sup>1</sup> , Eliane Alves <sup>2</sup> , Jeong-Hoo Park <sup>3</sup> , Roger Seco <sup>4</sup> , Julio Tóta <sup>5</sup> , Raoni Santana <sup>6</sup> , Alex Guenther <sup>7</sup> , Saewung Kim <sup>8</sup> , James Smith <sup>9</sup> , Ana Carla Gomes <sup>10</sup> , Rodrigo Souza <sup>11</sup> , Jose Oscar Vega Bustillos <sup>12</sup>
<b>e-mail</b>	ssa.batalha@gmail.com <sup>1</sup> , elianegomes.alves@gmail.com <sup>2</sup> , jeonghoo@korea.kr <sup>3</sup> , atzukac@gmail.com <sup>4</sup> , totaju@gmail.com <sup>5</sup> , raoniass@gmail.com <sup>6</sup> , alex.guenther@pnnl.gov <sup>7</sup> , saewungk@uci.edu <sup>8</sup> , jimsmith@ucar.edu <sup>9</sup> , anacarlsg02@gmail.com <sup>10</sup> , souzaraf@gmail.com <sup>11</sup> , ovega@ipen.br <sup>12</sup>
<b>Apresentador</b>	Sarah Suely Alves Batalha
<b>Forma de Apresentação</b>	Poster ( X ) Oral ( )
<b>Área Temática</b>	Número da área: 4

# Fluxo de isopreno acima do dossel de uma floresta primária na região do Tapajós, Amazônia, Brasil

Fluxes of isoprene above canopy of a primary forest in the Tapajos region, Amazon, Brazil

Sarah Batalha<sup>1</sup>, Eliane Alves<sup>2</sup>, Jeong-Hoo Park<sup>3</sup>, Roger Seco<sup>4</sup>, Julio Tóta<sup>5</sup>, Raoni Santana<sup>6</sup>, Alex Guenther<sup>7</sup>, Saewung Kim<sup>4</sup>, James Smith<sup>8</sup>, Ana Carla Gomes<sup>5</sup>, Rodrigo Souza<sup>9</sup>, Jose Oscar Vega Bustillos<sup>10</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-graduação Doutorado em Sociedade, Natureza e Desenvolvimento (UFOPA), <sup>2</sup>Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), <sup>3</sup>National Institute of Environmental Research Republic of Korea (NIER), <sup>4</sup>University of California at Irvine (UCI), <sup>5</sup>Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), <sup>6</sup>Programa de Pós-graduação em Clima e Ambiente (INPA/UEA), <sup>7</sup>Pacific Northwest National Laboratory (PNNL), <sup>8</sup>National Center for Atmospheric Research (NCAR), <sup>9</sup>Universidade do Estado do Amazonas (UEA), <sup>10</sup>Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (USP),

## Resumo

*Florestas tropicais são grandes fontes de Compostos Orgânicos Voláteis Biogênicos (COVBs). A nível atmosférico estes compostos exercem um importante papel, influenciando desde a formação de aerossóis orgânicos secundários – responsáveis pela formação do Núcleo de Condensação de Nuvens (NCN) – até a interferência na capacidade oxidativa a nível troposférico. Cerca de metade da emissão global de COVBs para a atmosfera é de isopreno. Sendo assim, tendo a região amazônica detentora da maior floresta tropical do mundo, objetivou-se avaliar o fluxo de isopreno acima do dossel de uma floresta primária, na Amazônia central. Para isso foram aplicadas medidas do fluxo de vórtices turbulentos (Eddy Covariance) de compostos orgânicos voláteis na Floresta Nacional do Tapajós. Para determinação das concentrações de COVBs utilizou-se um instrumento de detecção iônica (PTR-TOF-MS: Proton Transfer Reaction – Time of Flight – Mass Spectrometer) com limite de detecção baixo e alta sensibilidade, ideal para determinação de gases traços. Os resultados para cinco dias contínuos de coleta evidenciaram um ciclo circadiano de emissão que acompanha os fluxos de isopreno, calor sensível e temperatura. Espera-se que os resultados desta pesquisa contribuam para o melhoramento e integração de modelos regionais e globais de COVBs na bacia amazônica.*

**Palavras-chave:** COVBs, Isopreno, Vórtices Turbulentos, Bacia Amazônica.

## Abstract

*Rainforests are great sources of biogenic volatile organic compounds (BVOCs). To atmospheric level these compounds play an important role influencing since the formation of secondary organic aerosols - responsible for the formation of Cloud Condensation Nucleus (NCN) - to the interference in the oxidative capacity in tropospheric level. About half of the global emission COVBs into the atmosphere is isoprene. Thus, having the Amazon region holds the largest rainforest in the world, aimed to evaluate the isoprene flux above the canopy of a primary forest in central Amazonia. For that measures have been implemented in the eddy flow (Eddy Covariance) of volatile organic compounds in the Tapajós National Forest. To determine the concentrations COVBs used an ion detection means (PTR-TOF-MS: Proton Transfer Reaction - Time of Flight - Mass Spectrometer) with a low detection limit and high sensitivity, suitable for determination of trace gas. The results for five days continuous collection showed a circadian cycle emission accompanying isoprene flows, sensible heat and temperature. It is expected that the results of this research contribute to the improvement and integration of regional and global models COVBs in the Amazon basin.*

**Keywords:** BVOCs, Isoprene Eddy Covariance, Amazon Basin.

## 1 Introdução

A mitigação das mudanças climáticas pode ocorrer a partir da combinação de fatores, como: a melhoria da produtividade agrícola; implementação da bioenergia; plantações florestais em áreas de terras degradadas; e aumento efetivo do número de áreas protegidas (ALKEMADE et al., 2009). Neste contexto, estudos que envolvam a interação entre floresta e suas respostas na atmosfera podem contribuir desde a avaliação do avanço do desflorestamento, bem como o papel da floresta na dinâmica biosfera-atmosfera, apontando indicadores e limiares de sustentabilidade.

Com relação ao ciclo hidrológico, por exemplo, estima-se que na região amazônica cerca de 20% a 30% das chuvas sejam provenientes de processos complexos de interação floresta-atmosfera (TAVARES, 2012). A sua retirada ou qualquer alteração quanto ao uso pode causar impactos em nível local e global.

Os trabalhos de Pöschl et al. (2010) e Martin et al. (2010) relacionam a formação de nuvens na Amazônia com os aerossóis orgânicos formados pela alta reatividade dos Compostos Orgânicos Voláteis Biogênicos (COVBs). Segundo os autores, esses compostos podem ser convertidos a compostos secundários menos reativos, que por sua vez contribuem para a formação de aerossóis orgânicos secundários; esses aerossóis formam Núcleos de Condensação de Nuvens (NCN), os quais atraem moléculas de água formando densas gotas de chuva que precipitam rapidamente sobre a região.

De acordo com Fowler et al. (2009), os COVBs são emitidos por quase todas as plantas, sendo que nas plantas superiores, as emissões variam de zero a 10-20% do carbono fixado pela fotossíntese.

Quando liberados para a atmosfera, os BVOCs ficam sujeitos a reações de oxidação. Embora ainda existam incertezas quanto ao mecanismo, é fato essas reações afetam a capacidade oxidativa a nível troposférico, consequentemente influenciando na formação e

concentração de outros gases traços (LAOTHAWORNKITKUL et al., 2009)

Guenther et al. (1995; 1999) estimaram que anualmente sejam emitidos 1,8 Gt de Compostos Orgânicos Voláteis (COVs) para a atmosfera, dos quais a emissão dos compostos de origem biogênica é sete vezes maior do que os de fontes antropogênicas. Os autores ainda identificaram as florestas tropicais como as principais e maiores fontes de COVBs. Assim, considera-se que em escala global, os trópicos são a região que mais contribuem para a emissão desses compostos (GUENTHER et al. 1995; 1999; 2012; 2013), dentre os quais, destaca-se o isopreno (LEVIS et al., 2003), correspondendo cerca de metade do fluxo global de COVBs (GUENTHER et al. 2000; 2006).

Dada a importância destes compostos para a dinâmica da química atmosférica e nos ciclos biogênicos, o objetivo deste trabalho foi avaliar o fluxo de isopreno acima do dossel de uma floresta primária, na Amazônia central. Para isso foram aplicadas medidas do fluxo de vórtices turbulentos (*Eddy Covariance - EC*) de compostos orgânicos voláteis acima da FLONA Tapajós (Floresta Nacional do Tapajós).

## 2 Materiais e métodos

A área em estudo localiza-se na Floresta Nacional do Tapajós (02° 51' S, 54°58' W) a aproximadamente 6 km de distância, em linha reta, da rodovia BR-163 (Figura 1). O ecossistema é predominante de floresta primária tropical úmida com dossel fechado (~40 m) e número significativo de árvores emergentes (~55 m).

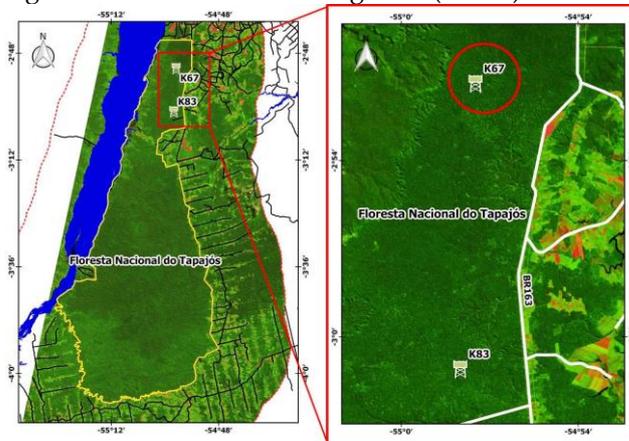


Figura 1: Localização do sítio experimental com acesso pela rodovia BR-163.

Os dados apresentados neste trabalho são do período de 1 a 5 de Junho de 2014, correspondente ao início do período de menor oferta pluvial na região. As ações de pesquisa apresentadas neste trabalho integram atividades no âmbito do projeto TUFFS (*Tapajós Upwind Forest Flux Study*) e GOAmazon (*Green Ocean Amazon*).

As amostras de ar passaram por um tubo de Teflon com entrada no alto de uma torre triangular (~ 60 m), na estrada havia um filtro com suporte de PFA e membrana de PTFE, com tamanho de poro de 2 µm. A taxa de transferência foi de 40 L.min<sup>-1</sup>. Para as medidas foi utilizado o sistema *Proton Transfer Reaction – Time of Flight – Mass Spectrometer* (PTR-TOF-MS), que de acordo com Graus et al. (2010) as limitações instrumentais e técnicas de metodologias precedentes. O PTR-TOF-MS foi instalado em um abrigo dentro no sítio experimental. Junto à entrada das amostras na torre foi instalado um Anemômetro Sônico 3D para determinação de velocidade e temperatura do vento, variáveis necessárias ao cálculo de fluxo.

Para determinação do fluxo *Eddy Covariance* (EC) dos COVBs utilizou-se medidas a uma alta resolução de temporal (10 Hz). Dabberdt et al. (1993) justificam o uso do método de correlação dos vórtices turbulentos devido as flutuações de concentração que são por natureza irregulares e desordenadas causadas pelo transporte turbulento.

Nos dados gerados no instrumento de detecção PTR-TOF-MS foi identificado o pico de massa do isopreno (m/z 69) e separados junto aos dados de vento de 10 Hz em períodos de 0-30 minutos em cada hora.

No cálculo de fluxo EC (Equação 1) utilizou-se o fluxo vertical de isopreno determinado pela covariância significativa entre os desvios da velocidade vertical do vento e a taxa de mistura de isopreno para cada período de 30 minutos.

$$F_{wc} = \frac{\sigma}{N} \sum_{i=1}^N (w_i - \bar{w}) \cdot (c_i - \bar{c}) = \frac{\sigma}{N} \sum_{i=1}^N w'_i \cdot c'_i \quad (1)$$

Onde,  $\sigma$  é a densidade do ar (mol m<sup>-3</sup>),  $N$  é o número de dados medidos a cada 30 minutos,  $w_i$

–  $\bar{w}$  ou  $w'_i$  é o desvio instantâneo da velocidade do vento vertical a partir da sua média, e  $c_i - \bar{c}$  ou  $c'_i$  é o desvio instantâneo da taxa de mistura de isopreno a partir da sua média.

### 3 Resultados e discussão

As concentrações e fluxos para a m/z 69 (isopreno; C<sub>5</sub>H<sub>8</sub>-H<sup>+</sup>) mostraram um evidente ciclo circadiano (Figura 2), com alta emissão durante o dia e baixa emissão a noite, o que sugere que as emissões desses compostos são dependentes de luz e temperatura. Pacífico et al. (2009) evidenciam a forte relação da emissão de isoprenos com fatores ambientais, como por exemplo a temperatura.

Ainda na Figura 2, o gráfico de fluxo de isopreno e os gráficos do fluxo de calor sensível e temperatura acompanham esse ciclo diário, porém percebe-se que a velocidade de fricção do vento, embora acompanhe um ciclo semelhante, não apresenta tanta proximidade quanto as duas anteriores.

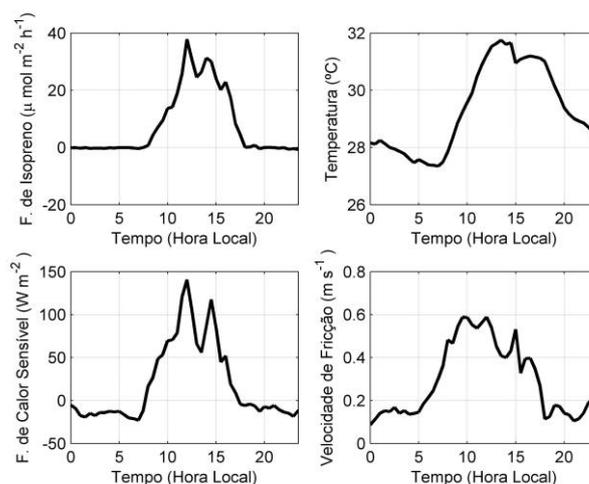


Figura 2: Produtos dos cálculos de fluxo EC de isopreno.

Os maiores valores para o fluxo EC de isopreno também foram observados nos dias em que média diária de temperatura registrada pelo anemômetro sônico foi maior: nos dias 2, 3 e 5 de Junho, com médias diárias de temperatura de 29,8 °C, 29,4 °C e 29,6 °C, respectivamente.

## 4 Conclusões

Embora sejam extremamente necessários para a compreensão da dinâmica de interação floresta-atmosfera, os estudos que envolvem a caracterização de COVBs exigem não só a sua quantificação total, mas também a determinação dos compostos para melhor compreensão dos mecanismos oxidativos exercidos pelos mesmos na complexa mistura atmosférica.

Esta é a primeira vez em que se aplica medida de fluxo EC na FLONA do Tapajós utilizando um PTR-TOF-MS. Portanto, esta pesquisa fornece a possibilidade de melhoramento das estimativas regionais e globais de COVBs, uma vez que existem variações sobre as emissões, quando se comparam diferentes ambientes da enorme bacia amazônica.

## Agradecimentos

Os autores expressam seus agradecimentos à Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas do Pará (FAPESPA) pela bolsa de doutorado da primeira autora; à Universidade Federal do Oeste do Pará e ao Programa de Doutorado Sociedade, Natureza e Desenvolvimento; ao escritório do INPA de Santarém-Pa pelo apoio técnico e logístico; ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) de Santarém e à todos os pesquisadores, técnicos e profissionais envolvidos nos projetos TUFFS e GoAmazon.

## Referências

- Alkemade, R.; Van Oorschot, M.; Milles, L.; Nellemann, C.; Bakkenes, M. Ten Brink, B. GLOBIO3: A framework to investigate options for reducing global terrestrial biodiversity loss. *Ecosystems* 12:374-390. February, 2009.
- Dabberdt, W. F., Lenschow, D. H., Horst, T. W., Zimmerman, P. R., Oncley, S. P., and Delany, A. C.: Atmosphere-Surface Exchange Measurements, *Science*, 260, 1472–1481, 1993.
- Fowler, D., Pilegaard, K., Sutton, M. A., Ambus, P., Raivonen, M., Duyzer, J., Simpson, D., Fagerli, H., Fuzzi, S., Schjoerring, J. K., Granier, C, Neftel, A., Isaksen, I.S.A., Laj, P., Maione, M., Monks, P.S., Burkhardt, J., Daemmgen, U, Neiryneck, J. , Personne, J., Wichink-Kruit, R., Butterbach-Bahl, K., Flechard, C., Tuovinen, J.P., Coyle, M. , Gerosa, G., Loubet, B., Altimir , N., Gruenhage, L., Ammannl, C., Cieslik, S., Paoletti, E., Mikkelsen, T.N., Ro-Poulsen, H., Cellier, P., Cape, J.N., Horva' th, L. F., Loreto, Niinemets, U., Palmer, P.I., Rinne, J., Misztal, P., Nemitz, E., Nilsson, D., Pryor, S., Gallagher, M.W., Vesala, T., Skiba, U., Brüggemann, N., Zechmeister-Boltenstern, S., Williams, J., O'Dowd, C., Facchini, M.C., Leeuw, G., Flossman, A., Chaumerliac, N., Erisman, J.W., Atmospheric composition change: Ecosystems–Atmosphere interactions. *Atmospheric Environment* 43 (2009) 5193–5267.
- Graus, M. Graus, Müller, M., Hansela, A. High Resolution PTR-TOF: Quantification and Formula Confirmation of VOC in Real Time. *J Am Soc Mass Spectrom* 2010, 21, 1037–1044.
- Guenther, A. Biological and Chemical Diversity of Biogenic Volatile Organic Emissions into the Atmosphere. *International Scholarly Research Notices: Atmospheric Sciences*, Volume 2013 (2013).
- Guenther, A. B., Jiang, X., Heald, C. L., Sakulyanontvittaya, T., Duhl, T., Emmons, L. K. and Wang, X.: The Model of Emissions of Gases and Aerosols from Nature version 2.1 (MEGAN2.1): an extended and updated framework for modeling biogenic emissions, *Geosci. Model Dev. Discuss.*, 5(2), 1503–1560, doi:10.5194/gmdd-5-1503-2012, 2012.

- Guenther, A., Karl, T., Harley, P., Wiedinmyer, C., Palmer, P. I. and Geron, C.: Estimates of global terrestrial isoprene emissions using MEGAN (Model of Emissions of Gases and Aerosols from Nature), *Atmos. Chem. Phys.*, 6(1), 3181–3210, doi:10.5194/acpd-6-107-2006, 2006.
- Guenther, A., Geron, C., Pierce, T., Lamb, B., Harley, P., Fall, R., 2000. Natural emissions of non-methane volatile organic compounds, carbon monoxide, and oxides of nitrogen from North America. *Atmospheric Environment* 34, 2205–2230.
- Guenther, A.; Baugh, B.; Brasseur, G.; Greenberg, J.; Harley, P.; Klinger, L.; Serca, D.; Vierling, L. 1999. Isoprene emission estimates and uncertainties for the Central African EXPRESSO study domain. *Journal of Geophysical Research*, 104: 30625–30639.
- Guenther, A., Hewitt, C. N., Erickson, D., Fall, R., Geron, C., Graedel, T., Harley, P., Klinger, L., Lerdau, M., McKay, W. A., Pierce, T., Scholes, B., Steinbrecher, R., Tallamraju, R., Taylor, J., Zimmerman, P. 1995. A global model of natural volatile organic compounds emissions. *Journal of Geophysical Research*, 100: 8873–8892.
- Laothawornkitkul, J., Taylor, J. E., Paul, N. D. and Hewitt, C. N.: Biogenic volatile organic compounds in the Earth system., *New Phytol.*, 183(1), 27–51, 2009.
- Levis, S., Wiedinmyer, C., Bonan, G.B., Guenther, A., 2003. Simulating biogenic volatile organic compound emissions in the Community Climate System Model. *Journal of Geophysical Research* 108 (D21), 4659.
- Martin, S. T., Andreae, M. O., Artaxo, P., Baumgardner, D., Chen, Q., Goldstein, A. H., Guenther, A., Heald, C. L., Mayol-Bracero, O. L., McMurry, P. H., Pauliquevis, T., Poschl, U., Prather, K. A., Roberts, G. C., Saleska, S. R., Dias, M. A. S., Spracklen, D. V., Swietlicki, E., Trebs, I., Bracero, O. L. M. and Pöschl, U.: Sources and properties of amazonian aerosol particles, *Rev. Geophys.*, 48(2008), doi:Rg2002 10.1029/2008rg000280, 2010.
- Pacifico, F., Harrison, S. P. P., Jones, C. D. D. and Sitch, S.: Isoprene emissions and climate, *Atmos. Environ.*, 43(39), 6121–6135, doi:10.1016/j.atmosenv.2009.09.002, 2009.
- Poschl, U., Martin, S. T., Sinha, B., Chen, Q., Gunthe, S. S., Huffman, J. A., Borrmann, S., Farmer, D. K., Garland, R. M., Helas, G., Jimenez, J. L., King, S. M., Manzi, A., Mikhailov, E., Pauliquevis, T., Petters, M. D., Prenni, A. J., Roldin, P., Rose, D., Schneider, J., Su, H., Zorn, S. R., Artaxo, P. and Andreae, M. O.: Rainforest Aerosols as Biogenic Nuclei of Clouds and Precipitation in the Amazon, *Science* (80-. ), 329(5998), 1513–1516.
- Tavares, J. P. N. Interação entre a vegetação e a atmosfera para formação de nuvens e chuva na Amazônica: uma revisão. *Estudos Avançados*. n 26, v. 74, 2012.