

MONITORAMENTO DE FUMAÇA EM TEMPO REAL MEDIANTE SENSORES DE BAIXO CUSTO INSTALADOS NA AMAZÔNIA SUL-OCIDENTAL

I. Foster Brown¹, Alejandro Fonseca Duarte², Marta Torres³, Cesar Ascorra⁴, Juan Fernando Reyes⁵, Guillermo Rioja-Ballivián⁶, Vera Reis⁷, Willian Flores de Melo⁸, Sonaira Silva⁹ e Carmen Acho¹⁰

¹Woods Hole Research Center, Falmouth, MA, EUA, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, Acre, Brasil fbrown@uol.com.br; ² Universidade Federal do Acre, Rio Branco, Acre, fd.alejandror@gmail.com; ³Cincia, Puerto Maldonado, Peru, torresmi@wfu.edu; ⁴Cincia, Puerto Maldonado, Peru, ascorrcf@wfu.edu; ⁵Herencia, Cobija, Bolívia, jfr@herencia.org.bo; ⁶Ecominga, Cobija, Bolívia, guillermorioja@gmail.com; ⁷SEMA, Rio Branco, Acre, Brasil, vlreis.reis21@gmail.com; ⁸Universidade Federal do Acre-Floresta, Cruzeiro do Sul, Acre, Brasil, willianflores@gmail.com; ⁹Universidade Federal do Acre-Floresta, Cruzeiro do Sul, Acre, Brasil, sonairasilva@gmail.com; ¹⁰Cincia, Puerto Maldonado, Peru, achocj@wfu.edu.

INTRODUÇÃO

Duas tendências globais -- a alteração acelerada do funcionamento da biosfera e a revolução tecnológica -- forçam e facilitam a tomada de decisões sobre como cuidar do planeta e da sociedade humana. Na escala regional, a Amazônia sofre modificações antropogênicas alterando a integridade do bioma.

Uma das alterações mais marcantes na Amazônia é a presença de fumaça oriunda da queima de biomassa durante 3 a 5 meses por ano (Figura 1). Esta fumaça tem implicações para a saúde humana e dos ecossistemas, as chuvas e as secas.

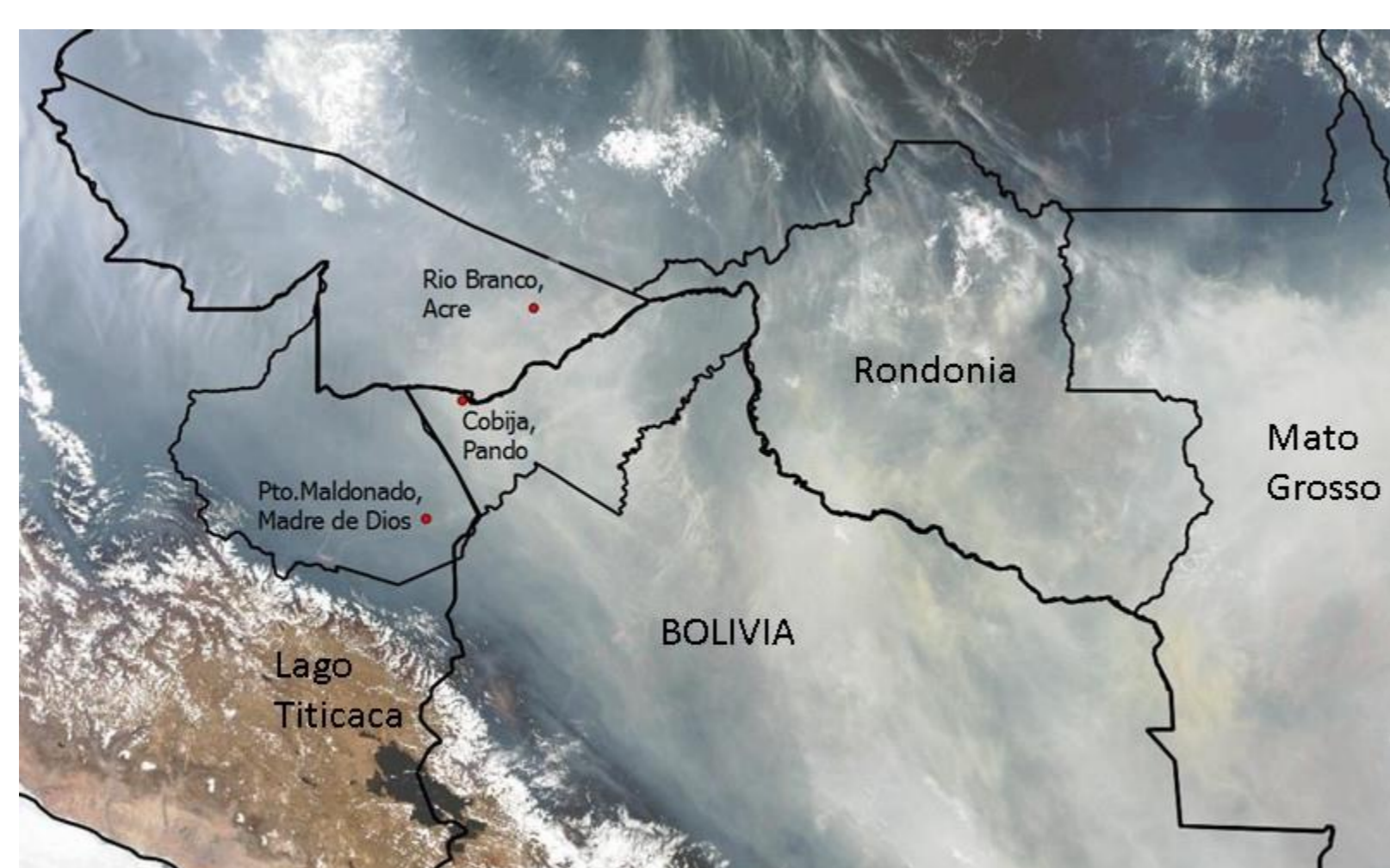
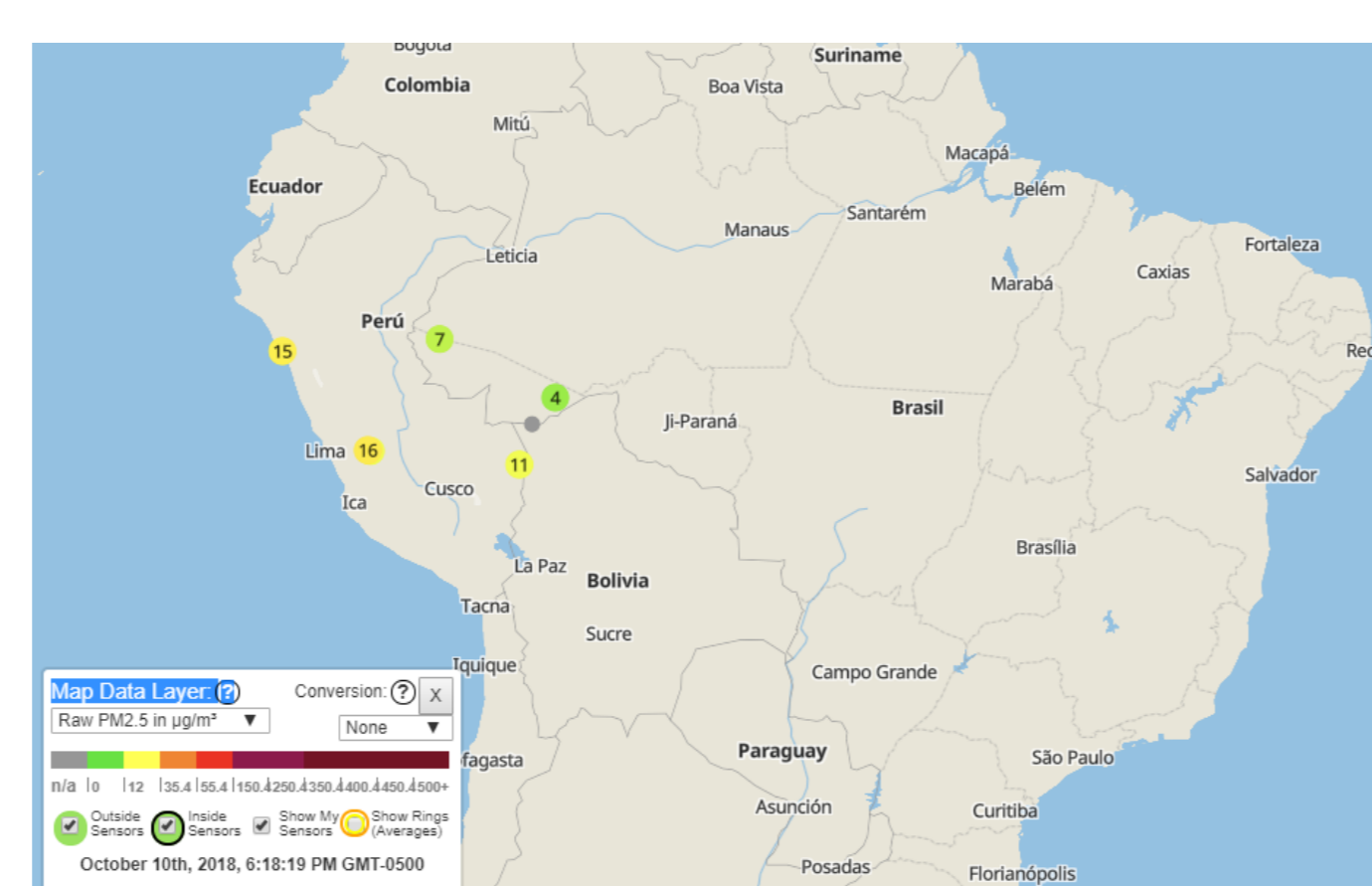


Figura 1. Imagem MODIS do dia 21set2005 fornecida por Dr. Alberto Setzer/Inpe. Fumaça está espalhada por centenas de milhares de quilômetros quadrados na Amazonia Sul-occidental. A Região MAP se encontra norte dos Andes e Lago Titicaca.

OBJETIVO

Este artigo visa apresentar uma iniciativa para utilizar a Internet das Coisas (Internet of Things, IoT) para o monitoramento *in situ* de material particulado na região Amazônica trinacional de Madre de Dios (Peru), Acre (Brasil) e Pando (Bolívia), conhecida pela sigla MAP (Figure 1). O resultado do monitoramento é disponibilizado em tempo real à sociedade no mapa da rede Purple Air (Figura 2, www.purpleair.com) e no seu banco de dados (www.purpleair.com/sensorlist).

Figura 2. Localização dos primeiros sensores da rede Purple Air na Amazônia Sul-occidental, em 10out18.



MATERIAL E MÉTODOS

Quatro unidades do sensor PA-II SD do Purpleair.com foram instaladas: Universidade Federal do Acre (Ufac), campi Rio Branco e Cruzeiro do Sul, Acre, Brasil; Centro de Inovación Científica Amazonica (Cincia), Puerto Maldonado, Madre de Dios, Peru; e na sede da ONG Herencia, Cobija, Pando, Bolívia (Figura 3).



Figura 3. Sensor na Ufac em Rio Branco. Alunos e professores peruanos visitando a Feira Viver Ciência para conhecer o sistema de monitoramento. 29ago18.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em Rio Branco entre 13nov17 e 1out18 foram 323 dias de 332.603 registros de dados e nove dias sem medições (3%). Cerca de 54 dias tiveram médias diárias (dados brutos) de MP2.5 acima de 25 $\mu\text{g m}^{-3}$ e 183 dias com médias abaixo de 10 $\mu\text{g m}^{-3}$ (Figura 4). O nível 25 $\mu\text{g m}^{-3}$ é o limite diário estipulado pela Organização Mundial de Saúde (OMS).

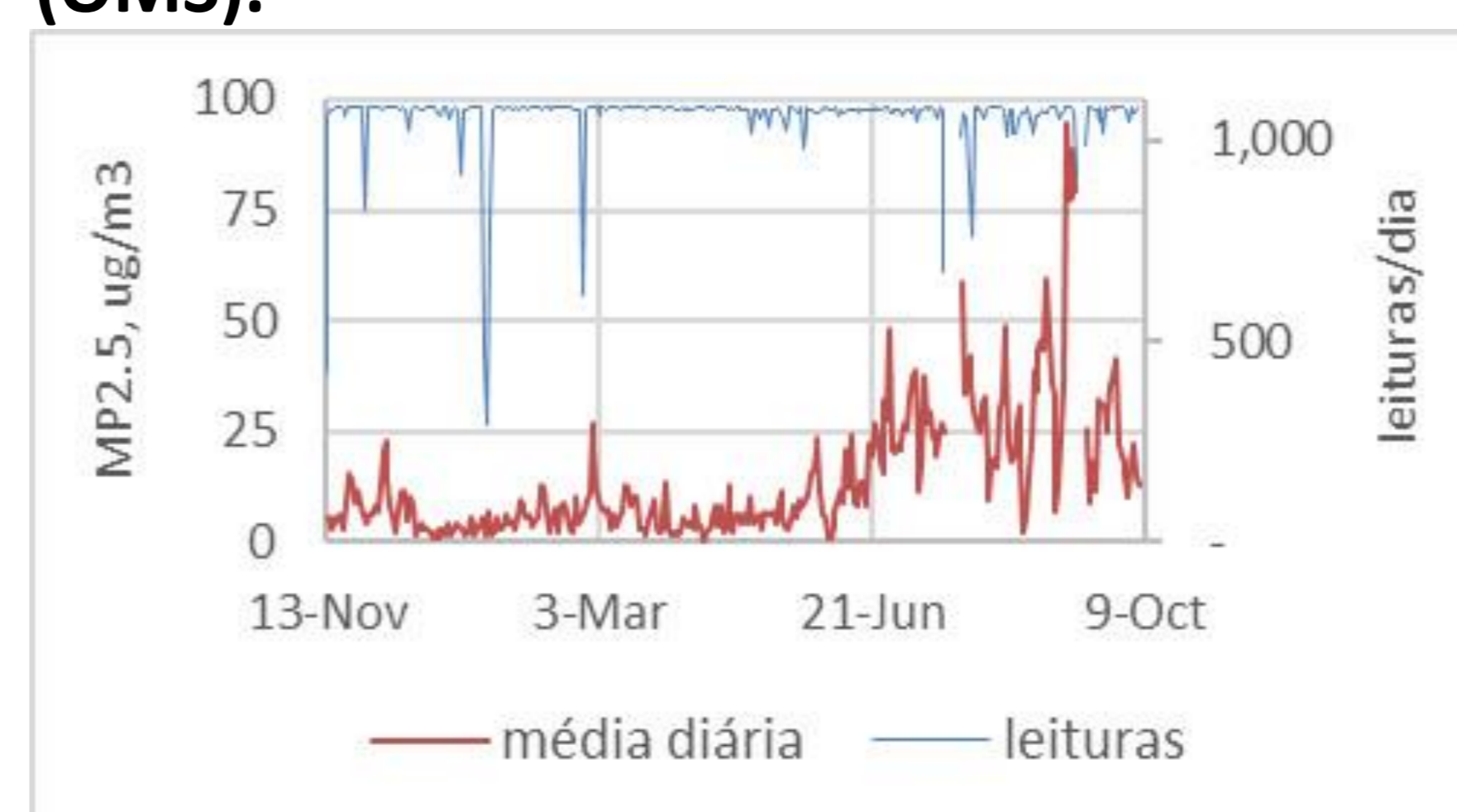


Figura 4. Dados de concentração média diária de material particulado PM2.5 e leituras diárias, em AcreBioClima - Ufac de 13nov17 a 1out18. Rio Branco, Acre, Brasil.

O sensor de Puerto Maldonado foi instalado em 30jun18 e até 1out18 registrou 91.303 leituras durante 93 dias consecutivos. Destes 27 dias (29%) tiveram valores entre 162 e 1000 registros por dia. Por cerca de 50 dias as médias diárias de PM2.5 ficaram acima de 25 $\mu\text{g m}^{-3}$ e oito dias tiveram médias abaixo de 10 $\mu\text{g m}^{-3}$ (Figura 5).

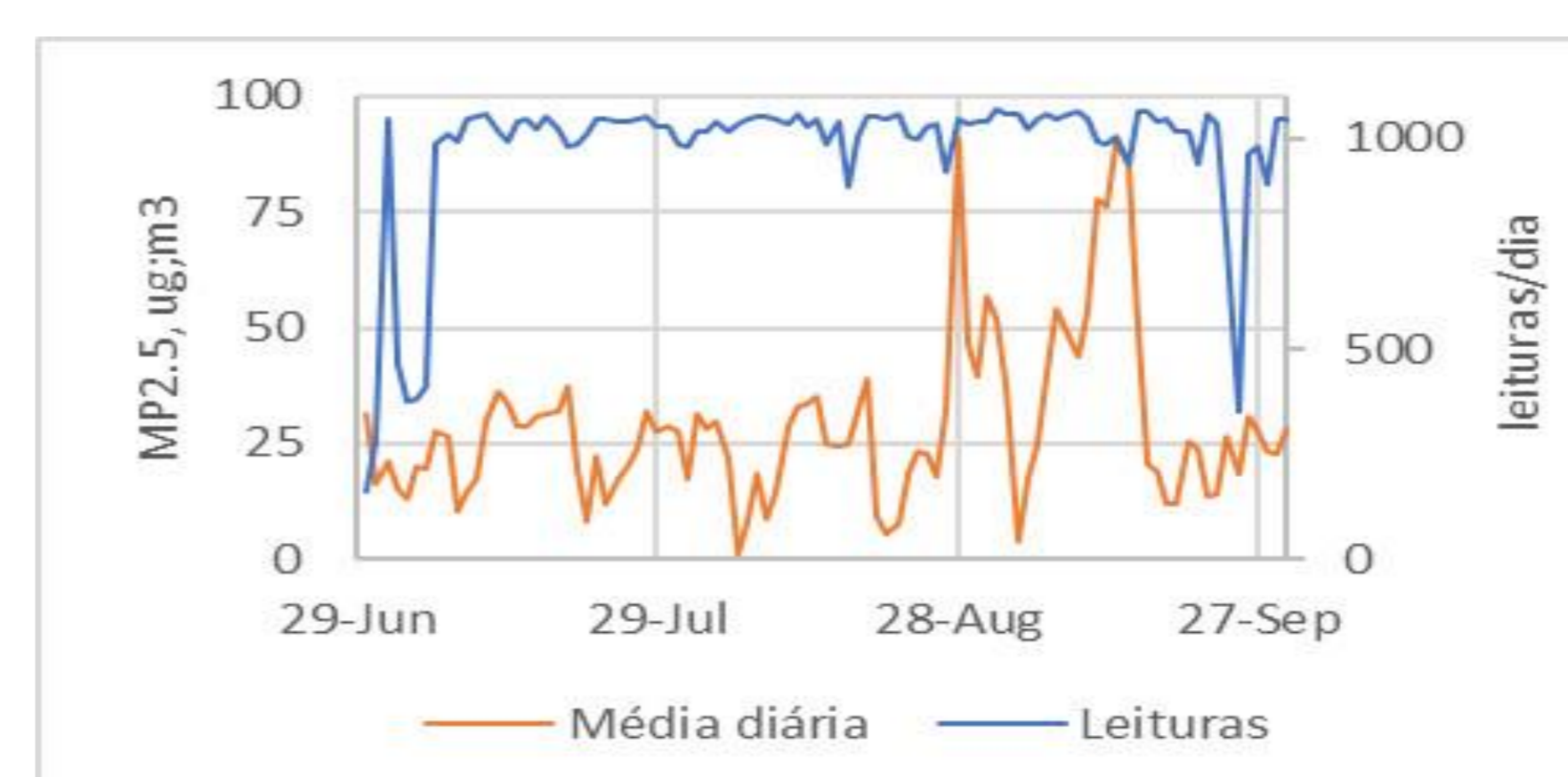
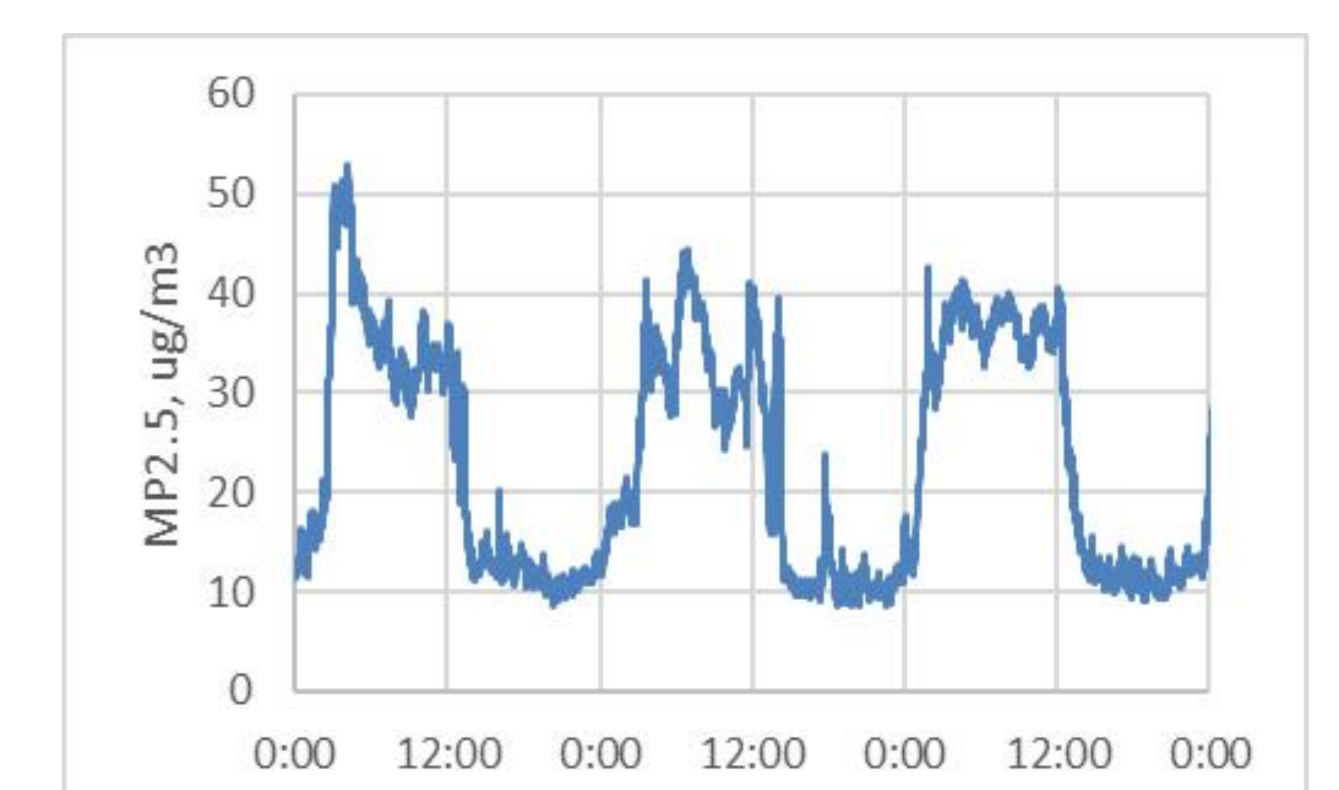


Figura 5. Dados de concentração média diária de material particulado PM2.5 e leituras diárias, na CINCIA de 30jun18 a 1out18. Puerto Maldonado, Madre de Dios, Peru.

A alta resolução temporal (80 s) facilitou a detecção de fenômenos como o ciclo diurno de fumaça (Figura 6).

Figura 6. Ciclo diário da concentração de material particulado na Ufac, Rio Branco, Acre, Brasil. Exemplo do aumento noturno da concentração de MP2.5 das 00:00 1jul18 às 00:00 4jul18, horário UTC. Horário local é UTC-5.



CONCLUSÕES

Na Amazonia sensores de baixo custo podem fornecer dados relevantes de qualidade do ar em tempo real. Em dois lugares da Amazonia Sul-occidental as concentrações de material particulado superou 25 $\mu\text{g m}^{-3}$ por mais de 50 dias durante 2018. A acurácia destas medidas precisa ser avaliada, mas estudos relevantes sugerem que os valores estejam dentro de um fator de dois do valor padrão.

Este ano o Ministério Público do Acre planeja instalar mais de vinte sensores no estado do Acre a partir do seu programa de controle de queimadas, desmatamento e fumaça.

AGRADECIMENTOS

À Fundação MacArthur pelo apoio financeiro na elaboração desta rede, parte do projeto MAP-Resiliencia. Ao Projeto MAP-Fire pela oportunidade de avançar com estas ideias.