

Estudo de gradientes de temperatura abaixo e acima do dossel na Floresta Amazônica em área florestal de Terra Firme

Autor(res)

Administrador Kroton

Categoria do Trabalho

Pesquisa

Instituição

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL

Introdução

A floresta amazônica é um dos ecossistemas mais complexos e importantes do planeta. Compreender os processos de troca de energia e de massa entre a floresta e a atmosfera é essencial para reduzir as incertezas nos modelos climáticos. A temperatura do ar é uma variável central nesse contexto, pois interfere na estabilidade atmosférica e na intensidade dos fluxos turbulentos. No entanto, medir gradientes térmicos com alta resolução espacial e temporal em florestas é um desafio significativo com instrumentação convencional. O Sensoriamento Distribuído de Temperatura por Fibra Óptica surge como uma alternativa inovadora para superar essa limitação, permitindo obter séries contínuas e densas de temperatura ao longo de cabos de fibra óptica com resolução espacial de centímetros a metros. Tal capacidade é especialmente relevante no contexto do Observatório de Torre Alta da Amazônia (ATTO), sítio experimental de referência para o estudo da interação floresta–atmosfera na Amazônia central.

Objetivo

Investigar os gradientes de temperatura verticais — desde o solo até acima do dossel — e horizontais — abaixo do dossel — em área de floresta de Terra Firme na Amazônia central, utilizando a técnica de Sensoriamento Distribuído de Temperatura por Fibra Óptica (FO-DTS), a fim de caracterizar a estrutura térmica e suas variações espaço-temporais.

Material e Métodos

O estudo foi realizado no sítio ATTO (Amazon Tall Tower Observatory), Amazônia central, durante campanha de campo de 11 a 22 de agosto de 2025. O sistema DTS Silixa XT-DTS foi operado com cabo de fibra óptica multimodo de 0,9 mm, calibrado por dois banhos térmicos (água aquecida e resfriada) com sensores Pt100 como referência. A resolução temporal foi de 1 minuto, a espacial de 0,25 m e a precisão de 0,01 °C. As medições foram realizadas em três configurações: (1) perfil vertical na Torre Alta até 50 m, com o cabo protegido contra radiação solar por coluna de tecido branco; (2) estrutura bidimensional (4 m × 2 m) dentro da floresta, com fileiras de cabo em diferentes alturas para capturar a heterogeneidade horizontal da temperatura abaixo do dossel; e (3) perfil vertical até 18 m próximo à Torre Alta, para caracterizar a transição solo–dossel.

Resultados e Discussão

Os perfis verticais de temperatura obtidos na Torre Alta revelaram a estrutura térmica da camada sub-doselar ao longo do ciclo diurno, evidenciando padrões de estratificação e mistura associados à variação da radiação e da atividade turbulenta. Os mapas de calor (heatmaps) das temperaturas ao longo do perfil indicaram o efeito de desacoplamento térmico noturno entre o ar acima e abaixo do dossel, fenômeno relevante para a compreensão do transporte de gases traço durante as horas de menor turbulência. A passagem de um evento de precipitação durante o período de medições permitiu observar a resposta rápida do perfil térmico à chuva, com resfriamento abrupto e redistribuição da estratificação. As medições bidimensionais dentro da floresta demonstraram a viabilidade da abordagem horizontal para capturar variações espaciais da temperatura em escala de metros, abrindo perspectivas para a identificação de heterogeneidades térmicas associadas à estrutura do dossel e ao microclima local.

Conclusão

A técnica FO-DTS demonstrou elevado potencial para o monitoramento contínuo e de alta resolução dos gradientes de temperatura em ambientes florestais complexos como a Amazônia. Os resultados obtidos durante a campanha de agosto de 2025 no sítio ATTO confirmam a capacidade da técnica para elucidar a estrutura térmica vertical e horizontal em alta resolução espaço-temporal.

Referências

Botía, S. et al. The Amazon Tall Tower Observatory (ATTO): overview of pilot measurements on ecosystem ecology, meteorology, trace gases, and aerosols. Atmospheric Chemistry and Physics, v. 20, p. 15791–15851, 2020.

Sigmund, A. et al. Quantitative analysis of the radiation error for aerial coiled-fiber-optic distributed temperature sensing deployments using reinforcing fabric as support structure. Atmospheric Measurement Techniques, v. 10, p. 2149–2162, 2017.

Thomas, C. K.; Selker, J. Optical Fiber-Based Distributed Sensing Methods. In: Foken, T. (Ed.). Springer Handbook of Atmospheric Measurements. Cham: Springer, 2021. p. 609–631.

Thomas, C. K. et al. High-Resolution Fibre-Optic Temperature Sensing: A New Tool to Study the Two-Dimensional Structure of Atmospheric Surface-Layer Flow. Boundary-Layer Meteorology, v. 142, p. 177–192, 2012.