

NAVEGANDO PELOS RIOS AEREOS: O USO DE MINISSATELITES NO MONITORAMENTO DOS FLUXOS DE VAPOR D'ÁGUA

Estudantes: **Gabriela Z. Miranda e Tarsila S. Assolini**
Orientador: **Luís Gustavo Cordeiro Alves**



INTRODUÇÃO



Os rios voadores são fluxos atmosféricos essenciais para o transporte de umidade e a distribuição de chuvas no Brasil, com papel central no equilíbrio ambiental, na agricultura e na vida humana. Entretanto, ações antrópicas, como queimadas e desmatamento, vêm comprometendo esse fenômeno. As queimadas liberam partículas que se misturam ao vapor d'água, transformando os rios voadores em vetores de poluição. O desmatamento, por sua vez, reduz a evapotranspiração, prejudica a absorção de água pelo solo e enfraquece o regime hídrico, contribuindo para a escassez de chuvas, a degradação ambiental e a perda da segurança hídrica.

Diante desse contexto, o projeto propõe o desenvolvimento de um minissatélite destinado ao monitoramento dos rios voadores. O equipamento será capaz de coletar dados ambientais, como temperatura, umidade, pressão atmosférica, qualidade do ar e imagens de áreas desmatadas, transmitindo essas informações para um sistema online. Nesse ambiente, os dados serão processados e analisados por inteligência artificial, permitindo identificar alterações no comportamento dos rios voadores, prever períodos de seca e compreender com maior precisão os impactos das intervenções humanas.

Os resultados esperados visam subsidiar políticas públicas de preservação da floresta amazônica, estratégias de mitigação das queimadas e do desmatamento, além de apoiar ações voltadas à segurança hídrica e à saúde da população, integrando ciência, tecnologia e inteligência artificial no monitoramento ambiental.

MÉTODOS



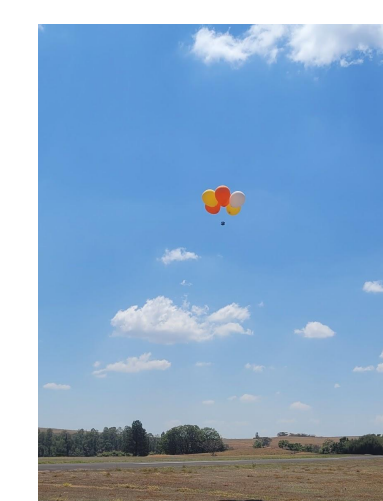
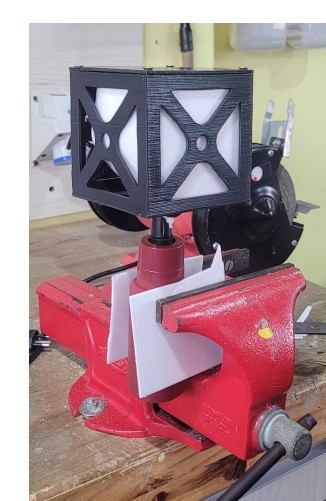
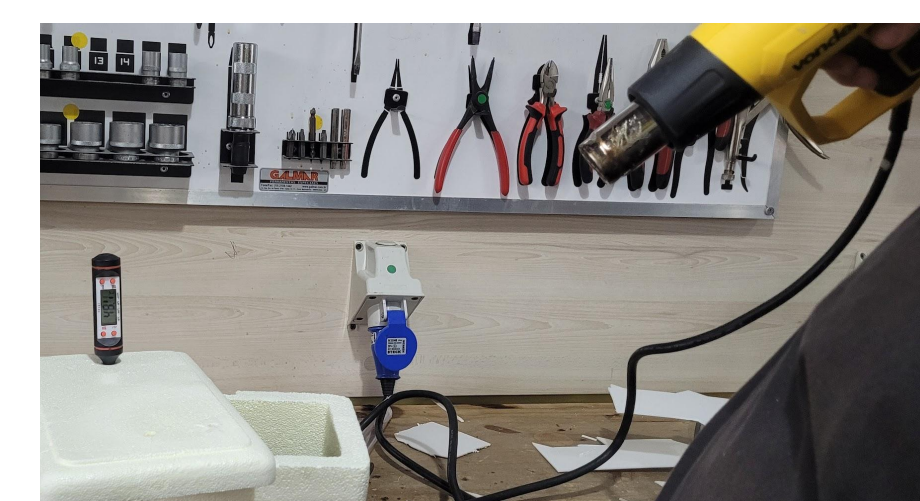
O minissatélite foi projetado para monitorar a qualidade do ar, temperatura, umidade relativa e pressão atmosférica, utilizando sensores específicos para cada parâmetro. O sistema elétrico foi dividido em duas partes: um sistema principal e um subsistema. O sistema principal utiliza a placa BlackBoard Edge H com ESP32 e acelerômetro de três eixos, responsável pela coleta e transmissão de dados em tempo real via Wi-Fi, além de contar com sensores de temperatura e umidade (HTU21D), pressão atmosférica (DPS310) e qualidade do ar (MQ-07), módulo MicroSD para armazenamento de dados e RTC DS3231 para controle preciso do tempo. O subsistema é composto por uma ESP32-CAM associada a um módulo GPS, dedicada à captura e ao registro de imagens com informações de geolocalização. Essa integração permite o armazenamento de fotografias georreferenciadas, possibilitando comparações espaciais e temporais para a análise de áreas de desmatamento ou degradação ambiental ao longo do tempo. Ambos os sistemas são alimentados por baterias 18650 e protegidos por uma estrutura com isolamento mecânico e térmico. A estrutura do satélite segue o padrão CubeSat, com aresta de 10 cm, fabricada por impressão 3D.



DESENVOLVIMENTO



O projeto passou por testes de bancada em ambiente escolar e testes de campo em Espírito Santo do Pinhal, nos quais o minissatélite apresentou desempenho estável, sem falhas na coleta e no armazenamento de dados. Os sensores de temperatura e umidade demonstraram precisão e robustez adequadas, confirmando a confiabilidade do protótipo para o monitoramento de parâmetros atmosféricos relacionados aos rios voadores.



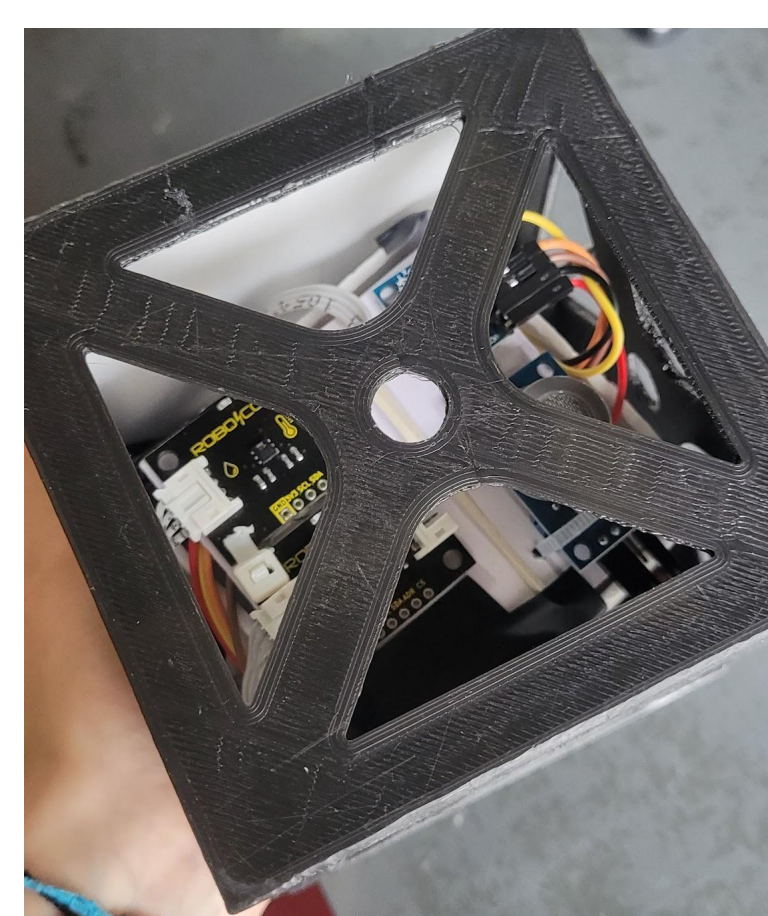
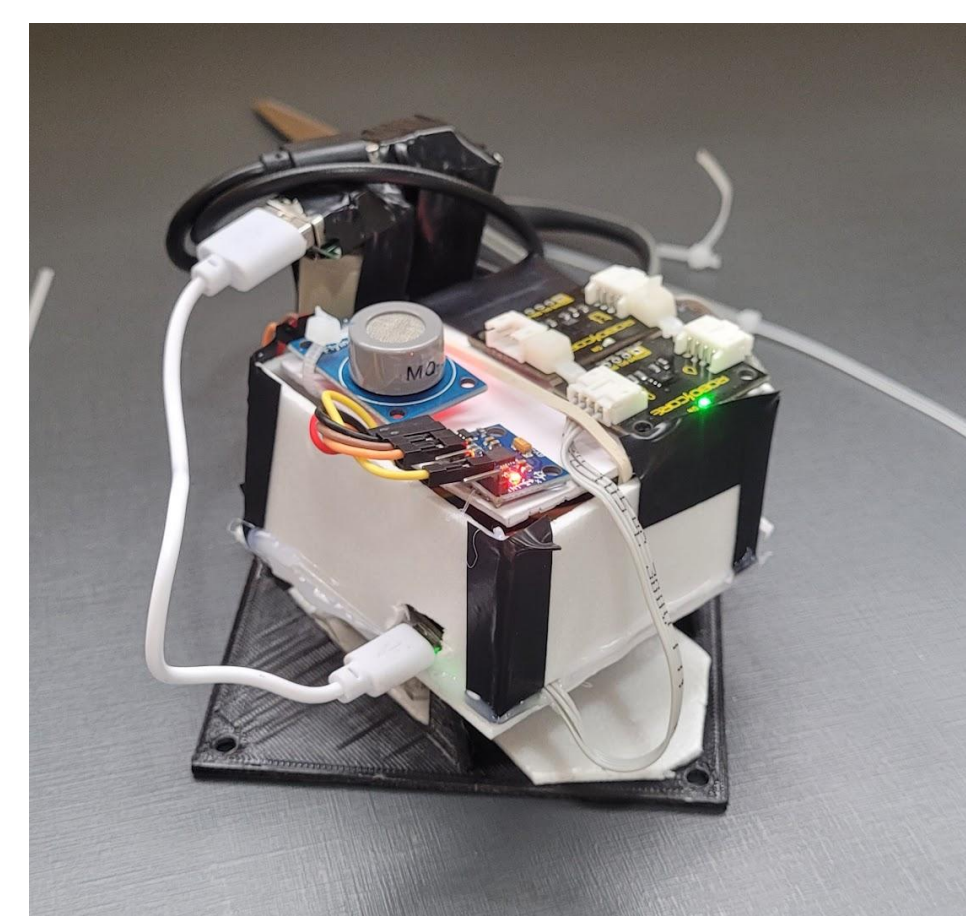
RESULTADOS E CONCLUSÕES



Vídeo
do projeto



Os resultados obtidos até o momento indicam que o minissatélite possui potencial para cumprir seu objetivo de monitorar os rios voadores e coletar dados relevantes sobre os impactos das queimadas e do desmatamento. Os sensores de temperatura, umidade e pressão apresentaram precisão e robustez adequadas, assim como os sistemas de armazenamento e transmissão de dados. A coleta contínua de informações ambientais permite uma compreensão mais aprofundada desses fenômenos, e a integração dos dados com inteligência artificial possibilitará diagnósticos mais confiáveis, previsão de períodos de seca e apoio à formulação de políticas de preservação ambiental e segurança hídrica, unindo inovação tecnológica e relevância social.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS



Peña-Claros, M.; Nobre, C. A regional approach to save the Amazon. Science, v. 381, n. 6664, p. 1261, 22 set. 2023. Disponível em: <https://www.science.org/doi/full/10.1126/science.adk8794>. Acesso em: 13 jul. 2025.

Rios voadores e a água de São Paulo 4: As razões da seca de 2014-2015. 2015. Disponível em: https://philip.inpa.gov.br/publ_livres/2015/Rios_voadores-4-A5/5s_razoas_da_seca_de_2014-2015.pdf. Acesso em: 19 jul. 2025.

MAAP #232: O ponto de inflexão da Amazônia – Importância dos rios voadores conectando a Amazônia. 2025. Disponível em: https://www.maaprogram.org/ftr_country/colombia/. Acesso em: 21 jun. 2025.