

## **Equipe: AQUA VERITAS**

### **Drone Aquático para Monitoramento da Vegetação Ripária Integrado à Análise da Qualidade da Água**

Markiane Bezerra Araújo<sup>1</sup>; Victor Gabriel Oliveira Sousa<sup>1</sup>; Breno Augusto Tamanini<sup>1</sup>; Sofia Sousa Castro<sup>1</sup>; Nicolly Kiemberling Silva Takabaiashi<sup>1</sup>; Reysi Jhayne Pegorini<sup>2</sup>

<sup>1</sup> - Discente do 2º ano de Informática Integrado – IFMA – Campus Grajaú - markianebezerra@acad.ifma.edu.br

<sup>1</sup> - Discente do 2º ano de Informática Integrado – IFMA – Campus Grajaú – sousa.oliveira1@acad.ifma.edu.br

<sup>1</sup> - Discente do 2º ano de Informática Integrado – IFMA – Campus Grajaú – tamaninib@acad.ifma.edu.br

<sup>1</sup> - Discente do 2º ano de Informática Integrado – IFMA – Campus Grajaú – sofiacastro@acad.ifma.edu.br

<sup>1</sup> - Discente do 2º ano de Informática Integrado – IFMA – Campus Grajaú - takabaiashi.k@acad.ifma.edu.br

<sup>2</sup> - Servidora Responsável pela equipe – IFMA – Campus Grajaú – reysi.pegorini@ifma.edu.br

## **RESUMO**

O Maranhão, situado na transição entre Amazônia, Cerrado e litoral atlântico, vive um cenário de elevada vulnerabilidade socioambiental. Nos últimos anos, o avanço do desmatamento colocou o estado entre os que mais perdem cobertura vegetal na Amazônia Legal. Essa pressão afeta diretamente as Áreas de Preservação Permanente (APPs), responsáveis por resguardar margens de rios, nascentes e encostas, essenciais à estabilidade ecológica e à qualidade da água. Contudo, a expansão agropecuária, a especulação imobiliária e a ocupação irregular vêm fragilizando esses ecossistemas, trazendo consequências que repercutem tanto em áreas urbanas quanto rurais.

A degradação da vegetação ciliar desencadeia múltiplos impactos: aumento da radiação solar sobre os cursos d'água, intensificação da evaporação, elevação da temperatura, erosão do solo com conseqüente assoreamento, maior turbidez, redução da biodiversidade e poluição por sedimentos e agroquímicos. Esses processos comprometem a vida aquática, o abastecimento de água potável e a pesca artesanal, atividade de subsistência para inúmeras comunidades.

Apesar de a legislação brasileira assegurar proteção às APPs, a fiscalização no Maranhão enfrenta sérias limitações. Equipes reduzidas, orçamento escasso e dificuldade de acesso a áreas remotas restringem a ação dos órgãos ambientais. As inspeções presenciais, além de onerosas e lentas, cobrem apenas uma fração do território. Ferramentas como imagens de satélite e drones aéreos trouxeram avanços, mas permanecem insuficientes: muitas vezes a resolução não detecta pequenos focos de degradação, os voos são de curta duração e, sobretudo, não há coleta de parâmetros físico-químicos da água em tempo real. Esse hiato entre observação visual e monitoramento direto fragiliza a tomada de decisão.

Para superar essas barreiras, propõe-se o desenvolvimento de um drone aquático multifuncional voltado à fiscalização e ao monitoramento ambiental em APPs do Maranhão (Figura 1). A embarcação, não tripulada, de baixo custo e fácil aplicabilidade, será capaz de navegar em rios, lagos e igarapés, reunindo três frentes de atuação: captura de imagens, análise digital e medição de indicadores da qualidade da água.

Figura 1 – Protótipo do Drone “AQUA VERITAS” criado a partir de inteligência artificial.



O primeiro eixo contempla o registro fotográfico das margens e encostas por meio de uma câmera de alta resolução. As imagens, processadas em softwares livres como o ImageJ, permitirão estimar a incidência de radiação solar sobre as áreas mapeadas. Regiões com maior luminosidade indicarão perda de cobertura vegetal, sinalizando florestas antropizadas. Além disso, poderá ser desenvolvido um código de programação baseado em técnicas de inteligência artificial, capaz de automatizar a análise dessas imagens,

identificar padrões de degradação e gerar relatórios preditivos. Esse recurso amplia a precisão diagnóstica, reduz a dependência de análises manuais e possibilita a criação de um sistema de alerta precoce para áreas em processo de antropização.

O segundo eixo abrange sensores ambientais embarcados. Inicialmente, a configuração prevê medições de temperatura, condutividade elétrica e pH, já consolidados como indicadores de impacto. Para ampliar a precisão, serão adicionados sensores de oxigênio dissolvido e turbidez, parâmetros cruciais para avaliação da saúde dos corpos hídricos. O oxigênio dissolvido reflete o equilíbrio ecológico e permite identificar situações de poluição orgânica, enquanto a turbidez aponta processos erosivos e assoreamento, típicos de margens degradadas. A integração desses dados permitirá relacionar causas do desmatamento com efeitos na qualidade da água.

O terceiro eixo diz respeito à organização e disseminação das informações. Com GPS embarcado, cada coleta será georreferenciada, possibilitando análises comparativas ao longo do tempo. Os dados poderão ser apresentados em relatórios e mapas simplificados, acessíveis a gestores, técnicos e à sociedade civil. Esses produtos servirão tanto ao planejamento de políticas públicas quanto a ações de fiscalização e responsabilização de infratores.

O diferencial da proposta reside na combinação de múltiplas funções em um só equipamento. Enquanto satélites e drones aéreos fornecem apenas imagens, o drone aquático une visão detalhada do ambiente, análise automatizada com inteligência artificial e monitoramento físico-químico em tempo real. Trata-se de uma inovação ainda rara no Brasil e inédita no Maranhão, com grande potencial de replicação em outros biomas.

Outro ponto forte é a viabilidade econômica. O protótipo poderá ser desenvolvido com microcontroladores Arduino, carcaça impressa em 3D e sensores de baixo custo, favorecendo sua adoção por municípios pequenos e instituições de ensino. Além de atender gestores ambientais, a tecnologia pode ser incorporada em atividades pedagógicas, capacitando estudantes e técnicos locais e ampliando o alcance do projeto.

O alinhamento com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável é evidente. Em relação ao ODS 6 (Água potável e saneamento), a iniciativa contribui para as metas 6.3 (melhoria da qualidade da água) e 6.6 (proteção de ecossistemas aquáticos). No âmbito do ODS 14 (Vida na água), conecta-se às metas 14.1 (redução da poluição aquática) e 14.2 (gestão sustentável dos ecossistemas). Assim, a proposta fortalece a relação entre ciência, tecnologia e preservação ambiental, em escala local e regional.

O impacto esperado ocorre em diferentes horizontes. No curto prazo, a construção do protótipo permitirá gerar informações inéditas sobre áreas críticas. Em médio prazo, a meta é expandir a tecnologia para ao menos dez municípios até 2030, ampliando a fiscalização das APPs. A longo prazo, espera-se reduzir o desmatamento em margens de rios, melhorar a qualidade da água e consolidar novas práticas de governança ambiental. Os indicadores de avaliação incluem quilometragem de margens monitoradas, quantidade de análises de água realizadas, identificação de novos focos de degradação, variação nos níveis de oxigênio dissolvido e turbidez em áreas-piloto, além da redução percentual de áreas antropizadas em séries históricas.

Entre os beneficiários diretos estão gestores ambientais, que ganharão uma ferramenta inovadora, e as comunidades que dependem dos mananciais. De forma indireta, pescadores artesanais, agricultores familiares e a sociedade em geral serão favorecidos por melhores condições ambientais. Instituições de ensino e pesquisa também terão ganhos, utilizando o drone em atividades formativas.

Do ponto de vista social, fortalece a governança ambiental e estimula a participação cidadã, já que relatórios simplificados permitirão à população acompanhar o estado de conservação das APPs. A replicabilidade em diferentes municípios amplia o alcance e o impacto nacional.

Ao combinar captura de imagens, análise digital com inteligência artificial e sensores de múltiplos parâmetros, a tecnologia oferece diagnósticos rápidos e confiáveis, fortalece a fiscalização, democratiza o acesso a dados ambientais e contribui para o cumprimento das metas globais de sustentabilidade. Mais do que um protótipo, é uma ferramenta estratégica para transformar a gestão ambiental e assegurar um futuro equilibrado para as próximas gerações.