

## DESENVOLVIMENTO DE VEÍCULO DE SUPERFÍCIE NÃO-TRIPULADO (USV) PARA MONITORAMENTO AMBIENTAL AQUÁTICO

José Eduardo das Neves da Fonseca<sup>1</sup>; Felipe Ávila Silva<sup>2</sup>; Leonardo Contreira Pereira<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – [fonseca.jose@ufpel.edu.br](mailto:fonseca.jose@ufpel.edu.br)

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – [fasilva@inf.ufpel.edu.br](mailto:fasilva@inf.ufpel.edu.br)

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas – [leonardo.contreira@ufpel.edu.br](mailto:leonardo.contreira@ufpel.edu.br)

### 1. INTRODUÇÃO

Com o avanço dos veículos autônomos em diversas áreas da ciência, foi vista a oportunidade da implementação desta tecnologia, para o auxílio de desenvolvimento de novos sensores e coleta de dados remotos, em um ambiente aquático.

A coleta de dados aquáticos geralmente é feita com a utilização de embarcações ou junto às margens ou estruturas nos corpos aquáticos. Esta estratégia limita o número e qualidade dos dados necessários à correta avaliação dos ambientes, principalmente quando não é possível a obtenção de dados contínuos ou o acesso é dificultado pela distância ou tempo de deslocamento. A aplicação de plataformas flutuantes permite a intermediação da coleta de parâmetros múltiplos com a transmissão em tempo real, ou o armazenamento dos dados coletados de forma contínua e autônoma, a grandes distâncias.

Neste trabalho foi concebido e montado um veículo de superfície não-tripulado (do inglês *Unmanned Surface Vehicle* – USV) para o monitoramento aquático, utilizando-se de materiais acessíveis e de baixo custo, assim como programas de código aberto para seu controle.

### 2. METODOLOGIA

Para a construção do veículo, o desenvolvimento foi dividido em 3 partes: Estrutura, potência e controle.

A estrutura foi feita na base de um caiaque de fibra de vidro, que possibilitou a rápida construção e alteração de elementos mecânicos, com resina de poliéster e fibra de vidro. O caiaque foi adaptado mecanicamente para receber um suporte de motor de popa, um servo para controle de guinada. Além disso, seu assento foi adaptado para a instalação dos sistemas eletrônicos e um painel solar.



Figura 1: Casco da plataforma

O motor escolhido para o sistema de propulsão foi um motor elétrico escovado de 12 volts e 17 libras de força, que consome aproximadamente 8 amperes de corrente. Para alimentar a demanda do motor, foi escolhida uma bateria de 80Ah, que proporciona um número teórico de 10 horas de uso contínuo para atividades autônomas, sem fatorar o consumo dos eletrônicos de controle. Este consumo, contudo, é amortecido pelo painel solar, que em dias de máxima incidência solar, proporciona uma geração de 4Ah na bateria.



Figura 2: Módulo de potência

Em um primeiro momento, o controle de todos os sistemas a bordo do caiaque foi realizado via rádio com frequência de 2.4GHz. Na versão atual, foi implementada uma controladora de bordo APM (Ardupilot), que possui várias interfaces de controle, além de GPS para a implementação do piloto automático. Para controlar o motor foi selecionado um ESC (Electronic Speed Controller) de 120A com reversão para controle total do motor. Por fim, o controle de guinada é feito com um motor servo de 20Kg/cm, que muda o ângulo de propulsão do motor através de um rolamento axial. Ambos ESC e servo são controlados pela APM através de modulação por largura de pulso (PWM).

Para a implementação do piloto automático se fez necessário implementar controle com telemetria através de comunicação Wi-Fi. A comunicação de telemetria é feita através de um computador com o Software de Ground Station (GSC) Mission Planner (Osborne) através do protocolo MAVLink (MAVLink Developer Guide) que é reconhecido como o melhor protocolo para veículos autônomos. O caiaque se utiliza de um controlador proporcional integral derivativo (PID) e um filtro de Kalman estendido (EKF) para fazer os ajustes de rota do GPS, quando em modo de piloto automático.

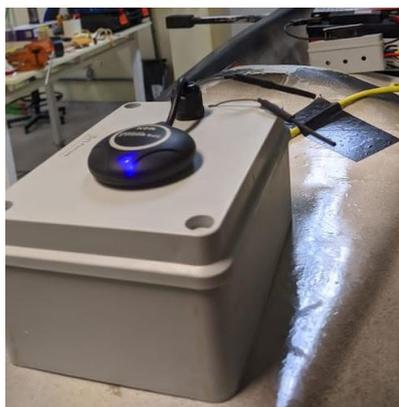


Figura 3: Módulo de controle

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Até o presente momento, o sistema de piloto automático já foi implementado, fazendo assim do caiaque um veículo autônomo com um tempo de operação contínuo de 10h. O veículo pode ser facilmente programado para traçar rotas e segui-las relativamente bem. Contudo, algumas configurações nos parâmetros do controlador PID ainda precisam ser mais rigorosamente testadas em condições mais adversas, assim como o estabelecimento dos limites de operação.

Foram realizados dois testes em campo com a plataforma, ambos no canal São Gonçalo. Em um primeiro teste, em condições climáticas amenas e com velocidade mínima de corrente no canal, o veículo se comportou perfeitamente. Foram observados apenas problemas como o sobreaquecimento do ESC, fazendo-se necessário utilizar uma solução de resfriamento ativo com ventilador.

No segundo teste, a velocidade de corrente no canal estava em torno de 1m/s, o que pode ser considerado uma condição severa. Nestas condições, o veículo se comportou de forma errática e o piloto automático teve dificuldade em seguir sua rota programada, quando acelerado no sentido da correnteza. Ainda mais, notou-se que a telemetria em comunicação Wi-Fi perdia constantemente seu sinal, devido às grandes distâncias da estação de controle, e como a APM não possui log de dados interno, não há como coletar os dados dos sensores de controle. Ainda sim, em modo manual com um rádio, a plataforma ainda podia ser controlada, mas com dificuldade.



Figura 4: Plataforma de monitoramento ambiental aquático

### 4. CONCLUSÕES

O veículo de monitoramento ambiental aquático desenvolvido, cumpriu seu objetivo como um sistema autônomo capaz de ajudar no desenvolvimento de novos sensores e medições remotas.

A comunicação Wi-Fi não é suficiente para a transmissão em tempo real em maiores distâncias, por isso é necessário implementar telemetria via rádio de 915MHz.

Para águas com velocidade de corrente acima de 1m/s será necessário implementar um motor com maior potência.

A controladora APM não consegue salvar seus dados internos, com isso, talvez seja necessário utilizar uma controladora mais sofisticada, como a Pixhawk(Ardupilot)

Trabalhos futuros contemplarão a sua capacidade de utilização em conjunto com um sonar para a realização de uma sessão de batimetria no canal São Gonçalo.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

OBORNE, Michael. **Mission Planner**. Ardupilot, 2021. Acessado em 21 abr. 2022. Online. Disponível em: <https://ardupilot.org/planner/>

**MAVLink**. MAVLink Developer Guide, 2022. Acessado em 11 jun. 2022. Online. Disponível em: <https://mavlink.io/en/>

**APM Overview**. Ardupilot, 2021. Acessado em 22 abr. 2022. Online. Disponível em: <https://ardupilot.org/copter/docs/common-apm25-and-26-overview.html>

**Pixhawk Overview**. Ardupilot, 2021. Acessado em 26 abr. 2022. Online. Disponível em: <https://ardupilot.org/copter/docs/common-pixhawk-overview.html>