

## **DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA DE NAVEGAÇÃO AUTÔNOMO PARA TRANSPORTE DE PEQUENAS CARGAS**

**José Espínola da Silva Júnior**  
joseespinalajr@uol.com.br

**Bruno Santos Nascimento**  
brunosantosfla@gmail.com

**Andrea oliveira almeida**  
dedea-15@hotmail.com

**Resumo** – O barateamento dos componentes e dispositivos eletrônicos possibilitou a criação de inúmeros novos setores no mercado global, um dos mercados beneficiados foi o da robótica, esse fato possibilitou a construção de projetos com baixo custo que antes eram restritos ao setor militar ou aeroespacial. Com isso, foi possível levar tecnologias para setores que antes eram desconsiderados em qualquer tipo de inovação ou busca por melhoria, como a agricultura e avanços para as regiões remotas.

O presente trabalho buscou realizar um estudo dos métodos de construção, vantagens e problemas encontrados no decorrer do desenvolvimento dos protótipos.

Durante o desenvolvimento buscou-se utilizar bibliotecas open-source para a navegação autônoma, com intuito de evitar cometer erros já conhecidos e direcionar o projeto para os objetivos desejados.

Como protótipo desenvolveu-se um hexacoptero utilizando a controladora Naza Lite e um robô do tipo carro sendo controlado pelo Arduino Nano.

Os resultados forneceram inúmeras informações que servirão como base para futuros projetos, melhorando a assertividade e minimizando os erros nas futuras construções.

**Palavras-Chave:** Drone, Robótica, Eletrônica, Arduino, Robôs.

### **INTRODUÇÃO**

Atualmente o transporte de pequenas cargas é realizado por veículos com pesos que vão de centenas a milhares de vezes o peso da

carga. A eficiência, muitas vezes, é baixa, pois é necessária a existência de toda uma plataforma para realizar o transporte da carga, como por exemplo: licenças, combustível, etc.

O problema com os transportes atuais estendem-se nos mais diversos setores. O transporte de pessoas e mercadorias sempre esteve associado à geração de alguma forma de poluição, seja ela atmosférica, sonora ou pela intrusão visual nos centros urbanos, independentemente do modal predominante. (Carlos Henrique,2011)

Os danos causados pelos veículos são inúmeros, além disso a mobilidade da maioria dos veículos terrestres é bastante limitada, o acesso para as regiões remotas não se tornatrivial e em situações de emergência vidas podem ser perdidas por falta de material, medicamento ou instrumento necessário. Em situações como essas drones podem atuar de maneira direta no salvamento de vidas, por sua agilidade e eficiência no transporte.

De maneira similar a agricultura utiliza-se de grandes máquinas para realizar plantações e na aplicação de fertilizantes ou agrotóxicos, o que para muitos não é eficiente e tem um altíssimo custo. Frotas com pequenos robôs elétricos e autônomos poderiam desempenhar tarefas semelhantes, agredindo menos o ambiente e com um custo mais acessível.

Portanto, o presente estudo buscou métodos para desenvolver soluções que auxiliem na resolução dos problemas supracitados, utilizando tecnologias acessíveis e soluções objetivas, como drones e robôs.

### **MATERIAL E MÉTODOS**

Durante o projeto desenvolveu-se dois protótipos funcionais: um hexacóptero e um robô do tipo carro. O objetivo seria validar as hipóteses sugeridas para resolução dos problemas supracitados.

### **Drone - Hexacoptero**

O desenvolvimento de um drone é minucioso, a presença de inúmeras peças tornam o trabalho lento, pois todos os processos precisam ser desempenhados com atenção para garantir a segurança e estabilidade do voo.

Antes do desenvolvimento é necessário escolher alguns itens básicos que servirão como base para o drone, como frame, conjunto de motores, tipo de hélice e o mais importante: a controladora.

O modelo escolhido para desenvolvimento do drone foi o F550, por ser um modelo robusto e com ampla documentação disponível. O F550 é um hexacoptero, utilizando seis motores sem escova com 920kV da readytosky. Cada motor tem um empuxo de aproximadamente 900g ou 5.4 kg / 52.92 N de empuxo de maneira geral. Os motores eram controlados por ESCS de 30A.

Um critério que precisa ser levado em consideração no desenvolvimento de qualquer drone é a escolha da bateria. Com a ampla gama de modelos disponíveis, o desafio é encontrar um modelo que satisfaça a autonomia desejada e suporte os picos de corrente do motor e do sistema de maneira geral.

No projeto utilizou-se uma bateria de 11.1v com uma capacidade de armazenamento de 4200mAh, ou seja, em condições ideais essa bateria pode fornecer 4.2A durante uma hora. Durante o funcionamento do drone existem picos de corrente, que podem chegar a 50A, diminuindo assim a autonomia da bateria, uma vez que o consumo não será constante e dependerá do uso.

A controladora escolhida foi a Naza Lite. O objetivo seria utilizar a ArduPilot por causa da sua navegação por setpoints, mas no momento

de aquisição dos materiais não foi encontrado nenhum modelo disponível para venda.

A montagem, apesar de trabalhosa, ocorreu bem e foi possível levar o drone para voo em local rural, afastado da cidade e da população. Nos testes foi mantida a altura máxima de 15m a um perímetro máximo de 100m, mantendo o drone na linha de visão para que fosse possível ter o controle do drone no caso de um comportamento inesperado. O peso tinha um peso de aproximadamente 3.4kg.

O desenvolvimento do compartimento de carga foi feito com uma placa EPS, mas não chegou a ser acoplado ao drone. A ativação seria feita utilizando um canal disponível no radio controle, que giraria o eixo de um servomotor, abrindo assim o compartimento e liberando a carga.

### **Robô**

O desenvolvimento do robô foi baseado em um pequeno veículo quadrado com 50 x 50 cm, o robô teve propulsão elétrica nas quatro rodas para aumentar a capacidade de carga.

Cada motor possuía torque de aproximadamente 0,80 Kgf/cm ou 0.078 N.m e RPM de aproximadamente 200 em sua tensão de operação nominal, 6V.

O chassi foi desenvolvido utilizando um material conhecido por ACM (Material de Alumínio Composto) por conta da sua rigidez e resistência.

Para navegação utilizou-se sensores ultrassônicos e a laser, além do GPS Ublox Neo-6m.

Para controlar os motores seria necessário uma Ponte H, pois como os eixos eram fixos, o robô seria guiado utilizando a diferença de velocidade entre as rodas. A Ponte H escolhida foi a que utiliza o driver L298N, um modelo comum é de fácil manipulação.

A alimentação foi fornecida por um pack com células 18650 recicladas de antigos Notebooks, as células 18650 conseguem armazenar altas

capacidades de energia e são pequenas e leves. O pack utilizado foi um com 3 células em série, fornecendo aproximadamente 12.6V.

Por fim, para controlar todo o circuito utilizou-se um Arduino Nano, pois o mesmo tem baixo custo, é pequeno e dispõe de inúmeras portas de saída que podem ser utilizadas para conectar sensores, motores e outros dispositivos.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os resultados obtidos foram satisfatórios, pois além de todo o conhecimento adquirido no decorrer das pesquisas, o desenvolvimento dos protótipos forneceu um know-how muito prático em relação aos temas pesquisados.

O desenvolvimento de novas tecnologias sempre terá o encontro de problemas nunca antes solucionados, desse modo a persistência e disciplina do pesquisador farão a diferença no resultado final.

Nos dois primeiros testes o drone conseguiu alcançar velocidades próximas a 20m/s ou 72km/h. É importante também destacar que a velocidade não era a máxima.

O drone em seu terceiro vôo caiu repentinamente no chão, danificando de maneira permanente inúmeras partes do sistema.

A queda, provavelmente, aconteceu por causa de algum pequeno objeto no interior de um dos motores, pois os mesmos são abertos e não são selados, o que pode prejudicar o uso em locais com muita poeira ou partículas suspensas no ar.

O pequeno objeto provavelmente travou o giro de algum estator, ocasionando o superaquecimento, seguido da queima do motor e queda do drone.

Os danos causados foram a quebra do frame, quebra de três hélices, queima do motor e do ESC.

Desse modo a utilização de algum método para selar ou proteger o motor será necessária, pois a utilização não será comprometida em nenhum tipo de ambiente.

A utilização de dutos em conjunto com o

selamento dos motores pode ser uma solução adequada, pois os motores terão dupla proteção e funcionarão de maneira regular nos mais diversos ambientes de operação, além disso as hélices não ficarão expostas, o que também pode causar acidentes perigosos com animais ou pessoas. Um sistema com paraquedas e alarmes sonoros também poderia ser utilizado, pois em momentos de queda o drone teria sua descida amortecida e percebida, evitando o ocasionamento de acidentes.

Para o robô terrestre, o desenvolvimento aconteceu de maneira satisfatória. Apesar de ser apenas um protótipo, o modelo conseguiu desempenhar algumas tarefas que com melhorias podem ajudar em inúmeros segmentos.

A navegação por GPS, por exemplo, poderá ser muito útil no campo, pois o mesmo terá grandes áreas para percorrer e não estará dentro de ambientes fechados, o que prejudica a recepção do sinal GPS.

Para aplicação prática no mundo real, a plataforma poderá ser desenvolvida utilizando alumínio estrutural, juntamente com placas de acrílico, tornando o robô leve e resistente para o transporte de cargas medianas.

As rodas e motores também deverão serem substituídas por outras com maiores resistência, desempenho e eficiência.



**Figura 1** – Hexacoptero e robô (acervo próprio)

## CONCLUSÕES

Portanto, foi mostrado que a utilização de drones para entregas de pequenas cargas é bastante promissora. Por ter alta velocidade, não enfrentar congestionamentos e ser um veículo elétrico, o método poderá ser bastante utilizado em um futuro não muito distante, entretanto, como o estudo mostrou, acidentes podem ocorrer do nada e gerar consequências mais graves. A falha de um ou mais motores inevitavelmente ocasionará a queda do drone, desse modo é ideal que o drone possua algum dispositivo que amortecia a queda, como paraquedas, além de alarmes sonoros para alertar o movimento de descida.

O robô terrestre mostrou-se extremamente eficaz e preciso. A navegação por GPS poderá ser utilizada para plantar sementes no solo ou aplicar fertilizantes e agrotóxicos, visto que a navegação será dada, na maioria das vezes, em linha reta, ou seja, ao selecionar o ponto final, o robô percorrerá o caminho lançando sementes ou outros materiais, o que não deixa de ser um tipo de carga.

Desse modo obteve-se informações de grande valor para futuros desenvolvimentos e projetos que poderão ajudar a sociedade.

## REFERÊNCIAS

EMISSÕES RELATIVAS DE POLUENTES DO TRANSPORTE URBANO. Disponível em: <[http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/5574/1/BRU\\_n05\\_emissões.pdf](http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/5574/1/BRU_n05_emissões.pdf)>. Acesso em 05 out. 2020.

David M. **Make: Drones**. O'Reilly, 2016.

Massimo Banzi, **Getting Started with Arduino**. Make, 2016.

Ty A. **Designing Purpose-Build Drones for Ardupilot Pixhawk 2.1**.