

**Universidade Federal de São Carlos**  
**Pró-Reitoria de Pesquisa**  
**Coordenadoria de Iniciação Científica e Tecnológica**

**Título do Projeto de Pesquisa:**  
**VANT SEMIAUTÔNOMO UTILIZANDO ARDUINO**

**Nome do Aluno:**  
**CAIO CESAR ALMEIDA PEGORARO**

**Nome do Curso de Graduação:**  
**ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO**

**Nome do Orientador:**  
**EDILSON REIS RODRIGUES KATO**

**Departamento/Centro:**  
**DEPARTAMENTO DE COMPUTAÇÃO**

**São Carlos / 2015**

## 1 Introdução ao problema

---

Os veículos aéreos não tripulados vêm se tornando cada vez mais versáteis e funcionais, podendo ser utilizados em diversas aplicações (monitoramento remoto, vigilância, captura e processamento de imagens, entre outro), o uso de uma aeronave não tripulada gera um custo operacional consideravelmente inferior ao uso de uma unidade tripulada [5], no Brasil o campo para essa modalidade de veículo está em expansão (já são utilizados em pesquisas acadêmicas, no acompanhamento de grandes obras como usinas hidroelétricas, no mapeamento de áreas de deslizamentos de terra e inundações, etc.).

A proposta é a construção de um VANT (veículo aéreo não tripulado) semiautônomo controlado remotamente, definido formalmente como um RPA (*Remotely-Piloted Aircraft*) [6], utilizando como base um micro controlador de baixo custo (Arduino) [4] com foco na utilização em atividades civis, acompanhado de uma comunicação entre a aeronave e uma base fixa (para recebimento de dados dos diversos sensores em tempo real).

A execução completa envolve uma série de conhecimentos multidisciplinares (computação, física e engenharia) desde as etapas iniciais de projeção até a implementação, tudo deve ser medido e calculado com precisão para garantir uma aeronave estável, confiável e funcional.

## 2 Objetivos

---

Nesse trabalho de Iniciação Científica o objetivo está em projetar e construir um VANT equipado com diversos sensores e equipamentos, com recursos para monitoramento e envio de informações a uma base fixa; Consequentemente está o desenvolvimento de um algoritmo para controle autônomo da estabilidade e medições dos sensores, assim como para a comunicação entre a aeronave e o controlador remoto. Espera-se obter um protótipo de baixo custo e consumo de energia (essencial

para qualquer aplicação desse tipo, já que o tempo de voo depende diretamente da energia carregada nas baterias) que desempenhe de forma satisfatória as ações de monitoramento realizadas.

### 3 Metodologia

---

O projeto é composto por várias aplicações (unindo hardware e software); Para desenvolvimento do algoritmo principal (que controla as ações e comunicação no micro controlador do VANT) será utilizado o *Arduino IDE* (ferramenta oficial de desenvolvimento para Arduino); A base que receberá os dados será operada por um software desenvolvido em C# (utilizando Visual Studio [7]); O VANT será implementado utilizando o micro controlador Arduino Mega 2560 em conjunto com os demais sensores (receptor/emissor de radio frequência, controlador de estabilidade eletrônica, módulo bluetooth [8], giroscópio, acelerômetro, barômetro, magnetômetro e um sensor de posicionamento global) e equipamentos (câmera para visão em primeira pessoa, motores de corrente contínua e baterias de lipo); O padrão de montagem vai utilizar o esquema de um quadricóptero (quatro hélices e um chassi).

Inicialmente o foco vai estar no levantamento de informações sobre os diversos tipos de sensores, partes móveis e motores necessários (no que diz respeito a potência, modelo, consumo de energia, peso e custo, para definir exatamente qual utilizar), o conjunto deve atender aos requisitos do projeto, isto é, os dados lidos (principalmente no que diz respeito ao posicionamento no espaço em três dimensões) devem ser suficientes para que o micro controlador realize ações para garantir a estabilidade autônoma durante o voo; Da mesma maneira que os motores devem fornecer potência suficiente para carregar todos os dispositivos integrados. Essa validação teórica prévia extremamente é necessária para minimizar o custo sem comprometer a eficiência pretendida.

Com a base teórica formada o próximo passo será iniciar a parte prática, como nesse caso o projeto envolve uma quantidade grande de sensores e motores a construção do algoritmo principal será feita em paralelo com a do VANT, inicialmente trabalhando com as partes isoladas (com cada sensor e funcionalidade) e gradativamente integrando para formar o resultado final, a ideia é aplicar técnicas de abstração de métodos e orientação a objetos para que o resultado seja interpretável e reproduzível para todos; A partir dos resultados parciais (ao final de cada etapa individual de construção) será necessário avaliar se as expectativas foram atingidas e somente assim seguir para a próxima etapa do projeto, isto é, se os sensores estão funcionando adequadamente afim de que o VANT seja capaz de tomar as decisões que precisa de maneira correta e se o controlador remoto está sendo capaz de controlá-lo com garantia precisa de resposta máxima.

Por fim é necessária a produção da documentação completa contendo todos os levantamentos e análises realizados durante o desenvolvimento.

## **4 Resultados Esperados**

---

É esperado um VANT controlável remotamente capaz de executar atividades de monitoramento de forma segura e confiável (com uma série de ações autônomas a fim de garantir a melhor estabilidade possível durante as operações), além de produzir dados de saída para uma base fixa (valores confiáveis de leitura feitos pelos sensores). A integração de uma câmera FPV [9] (*First Person View*) torna possível utilizar o VANT para mapeamento visual de uma grande extensão territorial (como uma área de construção ou uma plantação).

A intenção de utilizar componentes de baixo custo tem por objetivo atingir uma faixa maior de pessoas e entidades que possam vir a utilizar o equipamento, além de que a abstração no controle torna muito mais simples operar o VANT até mesmo para quem não possui experiência com esse tipo de equipamento.

## **5 Forma de Análise dos Resultados**

---

A análise de resultados será realizada com base nos testes de campo, verificando se o funcionamento do conjunto (micro controlador, baterias, sensores e motores) é adequado para um veículo aéreo (em nível de estabilidade, confiabilidade e tempo de resposta); Também será comparado com outros VANTs já existentes (questão de custo, tamanho, peso e autonomia de energia). Por meio dos resultados pretende-se apresentar os resultados obtidos a um congresso à área do projeto desenvolvido.

## **6 Cronograma de Trabalho**

---

Todo projeto é envolvido por uma série de etapas, desde a projeção inicial até a implementação final; As atividades são as seguintes:

#### A1. Levantamento bibliográfico e planejamento

Etapa destinada ao levantamento de informações técnicas (para formalizar os requisitos funcionais) assim como os elementos que devem ser considerados no desenvolvimento (fatores importantes como peso, consumo e capacidade de cada componente, questões legais para os testes impostas pela ANAC [10] e métodos para reduzir os custos gerais do equipamento), é uma atividade contínua devido à natureza do projeto, muitas partes dependem de outras e isso requer um planejamento contínuo e adaptável a cada etapa da aplicação.

#### A2. Seleção de componentes a serem utilizados

É necessário definir cada modelo de componente que será necessário (modelo exato, com as especificações definidas para adequação ao projeto); existem muitas variações que influenciam no resultado final, para que o custo seja mínimo e ainda sim seja um VANT com tecnologia avançada é necessário analisar o que realmente é preciso, sem excessos ou faltas (por exemplo, qual bateria utilizar, um modelo de maior capacidade pode ser pesado de mais para o conjunto de motores selecionado, é necessário equalizar as propriedades de cada um antes de decidir).

#### A3. Desenvolvimento do algoritmo do micro controlador

É uma parte essencial para o projeto, ocorre em paralelo à arquitetura física do VANT, lida com uma sequência de ações desde leitura dos sensores, operações sobre os motores e atividades de entrada e saída de dados; Como se trata de uma aplicação em tempo real a garantia de resposta aos comandos deve ser uma prioridade, sendo necessário desenvolver todos os métodos escalonados de forma que tudo seja abrangido harmonicamente (sem que uma tarefa interfira

negativamente em outra). É algo em constante mudança e aprimoramento, além da constante adição de componentes existe a otimização de código feita periodicamente para economizar recursos de processamento e memória.

#### A4. Implementação da interface de comunicação com a base receptora

Como o intuito é um VANT capaz de fornecer dados remotamente, é necessário tratar a comunicação com uma base fixa, os dados enviados em um ambiente *WIRELESS* [11] via radiofrequência serão exibidos para em tempo real, permitindo uma análise prévia antes do retorno da aeronave.

#### A5. Estabelecimento da comunicação entre o VANT e o controlador remoto

É necessário estabelecer uma comunicação direta entre um rádio controle e o VANT, uma vez que um veículo aéreo não tripulado sem intervenção externa durante o voo é terminantemente proibido pela defesa aérea brasileira [6], desse modo toda ação de deslocamento pelo espaço será enviada por um controlador humano remotamente.

#### A6. Desenvolvimento da arquitetura física do VANT

Uma das atividades mais abrangentes do projeto, pois é a própria representação física de tudo que foi planejado, envolve a integração de todos os componentes (motores, micro controlador, baterias, sensores, etc.), além de nesse caso levar em consideração a disposição de cada um (para maximizar a organização das inúmeras conexões existentes e garantir um maior equilíbrio de peso).

#### A7. Testes de campo

São planejados pequenos testes para avaliar o funcionamento de cada componente isoladamente, tal como a qualidade da comunicação entre

os emissores e receptores, além de testes mais abrangentes em ambientes abertos (nesse caso precisando de uma autorização de uso do equipamento junto à ANAC [10]).

## A8. Análise dos resultados

Com os testes planeja-se avaliar o nível de cumprimento das expectativas criadas e assim, se necessário, fazer as devidas alterações e aprimoramentos para adequar o projeto ao estado desejado.

## A9. Elaboração da documentação final

Tudo que foi decidido durante o desenvolvimento deverá ser descrito em um relatório final, isso envolve as medições, cálculos e decisões durante todas as etapas anteriores.

[illegible]

## 7 Referências Bibliográficas

---

- [1] MARGOLIS, Michael. **Arduino Cookbook**.ed. O'Reilly Media, 2011.
- [2] McROBERTS, Michel, **Arduino Básico**, Ed. Novatec, 2011.
- [3] MONK, Simon. **Programação com Arduino: Começando com Sketches**, Ed. Bookan, 2012.
- [4] Arduino, <<http://www.arduino.cc/>>, acesso em acesso em 25 de Abril de 2015.
- [5] “Veículos aéreos não tripulados prometem revolucionar mercado de geotecnologia”, Massa Cinzenta, <<http://www.cimentoitambe.com.br/veiculos-aereos-nao-tripulados-prometem-revolucionar-mercado-de-geotecnologia/>>, acesso em 26 de Abril de 2015.
- [6] VANTs e RPA, <<http://www.ebc.com.br/tecnologia/2015/02/drones-vants-ou-rpas-entenda-mais-sobre-essas-aeronaves-nao-tripuladas#1>>, acesso em 26 de Abril de 2015.
- [7] Visual Studio, <<https://www.visualstudio.com/>>, acessado em 26 de Abril de 2015.
- [8] Bluetooth, <<http://www.bluetooth.com/Pages/Bluetooth-Home.aspx>>, acessado em 26 de Abril de 2015.
- [9] FPV, <<http://fpvbrasil.com.br/page/o-que-e>>, acessado em 26 de Abril de 2015.
- [10] ANAC, <<http://www.anac.gov.br/>>, acessado em 27 de Abril de 2015.
- [11] WIRELESS, <[http://pt.wikipedia.org/wiki/Rede\\_sem\\_fio](http://pt.wikipedia.org/wiki/Rede_sem_fio)>, acessado em 27 de Abril de 2015.