

## 2. PROPOSTA DE TCC

### TÍTULO DO PROJETO

**Projeto de Controle de um Drone Quadricóptero: Implementação de controles para voos autônomos.**

### OBJETO DE ESTUDO

- 1 – Drones.
- 2 – Quadricópteros.
- 3 – Arduino.
- 4 – Sensores.
- 5 – Posicionamentos.

### DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

01 No panorama da aviação, surgiram diversos modelos aeronáuticos para atenderem  
02 necessidades específicas do homem, contudo, havia sempre a presença concreta de  
03 um piloto em tais aparelhos. Com a evolução tecnológica, sistemas mais elaborados  
04 puderam ser criados, de forma que as aeronaves vieram a funcionar fisicamente  
05 distantes de quem os controlava, ou de forma autônoma. Surge, então, Drone, ou  
06 Zangão, na sua tradução do inglês, é o nome popular adotado por qualquer tipo de  
07 Veículo Aéreo Não Tripulado (ou VANT), uma aeronave que não necessita de pilotos  
08 embarcados, quando controlados sob a supervisão de um piloto em terra, esses aviões  
09 são chamados também de SARP, sigla para sistema aéreo remotamente pilotado. Os  
10 VANT's, no geral, são munidos de elevado número de sensores e mecanismos capazes  
11 de realizarem diversas tarefas. Na atualidade, o desenvolvimento de robôs aéreos  
12 autônomos vem enriquecendo a área de pesquisa em robótica.

13 Planejado inicialmente com objetivos militares, os primeiros Drones foram concebidos  
14 para serem usados em missões que eram prejudiciais para humanos, em que a  
15 aeronave carregava explosivos para serem lançados em locais específicos, sem  
16 colocar em risco a vida do piloto. Este tipo de aeronave também eram fabricadas para  
17 uso em inteligência militar, apoio aéreo e controle de tiro de artilharia, como também  
18 para outras operações como patrulhamento urbano, ambiental e de fronteiras,  
19 atividades de busca e resgate, entre outros.

20 Hoje as pesquisas estão voltadas para a tentativa de se produzir aeronaves de combate  
21 que tenham condições de agir de forma autônoma, com a intuição próxima de um ser  
22 humano, visando à substituição de pilotos de caças de guerra. O que não se sabe é se  
23 isso vai acontecer em um futuro próximo, já que a substituição do homem pela máquina  
24 é um fator enigmático, e existem inúmeras implicações e consequências envolvendo  
25 sua operação, como a autoridade do comando de uma aeronave e a responsabilização  
26 por todos os acontecimentos sucedidos durante a realização do voo (AUSTIN, 2010).

27 Este tipo de veículo pode ser usado em aplicações voltadas às áreas de vigilância,  
28 inspeção, filmagem, fotografia e diversão, e em situações, como por exemplo, em  
29 missões militares, onde a vigilância por aeronave tripulada não pode ser realizada por  
30 conta de riscos, custos e outros fatores. O uso de veículos aéreos não tripulados - UAV  
31 (do inglês, Unmanned Aerial Vehicle), tem se difundido pelo mundo pela possibilidade  
32 de uso em aplicações diversas e pelo relativo baixo custo. Avanços tecnológicos e  
33 miniaturização permitem embarcar vários dispositivos em pequenos UAVs, aumentando  
34 suas funcionalidades (STROJNY, 2009).

35 Nos últimos anos vem se tornando uma aérea atrativa de pesquisa devido à

36 possibilidade de substituição do homem em várias atividades, dentro destes tipos de  
37 aeronaves, os quadrirotos vêm ganhando destaque em estudos voltados para aérea  
38 de modelagem dinâmica e desenvolvimento de métodos de controle automático para  
39 estabilização e regulação de voo devido à complexidade de controle (SÁ, 2012).  
40 Embora este conceito de aeronave não seja novo, a dificuldade de estabilização e o  
41 desempenho ruim dos primeiros protótipos limitaram seu desenvolvimento. Atualmente,  
42 este tipo de estrutura tem sido muito utilizado em robótica, na criação de Drones.  
43 Considerando que uma das características específica das aeronaves que tem  
44 configuração de quadrirotor é a capacidade de realização de grandes movimentações  
45 em voos verticais e horizontais em baixas velocidades, e é preferível que este tenha o  
46 menor tamanho possível com intuito de minimizar o peso, afim de realizar manobras e  
47 tarefas não executadas por outras aeronaves inclusive as tripuladas (SÁ, 2012).  
48 Nesse contexto, além de aplicar diversos conhecimentos teóricos adquiridos durante a  
49 formação, o presente projeto propõe o desenvolvimento de um algoritmo de controle  
50 capaz de interpretar os sensores de geolocalização, de altitude, de campos magnéticos,  
51 de aceleração e sensores de mudança de direção. Todos acoplados a um protótipo de  
52 Drone do tipo quadricóptero, que utiliza de quatro motores para decolar.  
53 O controle de movimento da aeronave será realizado variando-se a velocidade relativa  
54 de cada rotor para alterar o empuxo e o torque produzido por cada um. E necessária  
55 uma devida organização na forma com que os dados irão trafegar como por exemplo, a  
56 mudança gradual da velocidade dos motores para que o pouso possa ser realizado de  
57 forma suave. O grande desafio é sincronizar o controle deste dispositivos utilizando os  
58 sensores para dar uma maior estabilidade ao voo. Portanto, é necessária uma unidade  
59 de controle responsável pelos procedimentos de navegabilidade e estabilidade da  
60 aeronave.  
61 O software será desenvolvido sob a plataforma arduino, o hardware arduino possui uma  
62 boa capacidade de processamento, permitindo a aplicação de técnicas avançadas de  
63 controle em tempo real, um controle com um alto grau de autonomia e robustez que  
64 realize os procedimentos necessários para manter a aeronave na trajetória e altitude  
65 desejada. A alimentação do sistema utilizara apenas energia elétrica vinda de uma  
66 bateria, pois hoje em dia existem tecnologias suficientes para desenvolvermos um  
67 produto totalmente eletrônico, que não utiliza de combustíveis fosseis. O único meio de  
68 comunicação com um veículo aéreo em pleno voo é sem fio. Será utilizado um módulo  
69 de rádio com um bom alcance, adequado ao projeto para transmissão das coordenadas  
70 destino, por meio de uma unidade de controle em terra(microcomputador). O Drone do  
71 projeto em questão deve apresentar capacidade para executar missões de voo com  
72 pontos pré-determinados, saindo do ponto de início até rota programada, além de  
73 transmitir ou guardar as informações coletadas para que possa efetuar o retorno à base  
74 em segurança.

## OBJETIVO GERAL

Este trabalho tem por objetivo realizar estudos e implementar o projeto para controle autônomo de um veículo não tripulado(Drone).

Utilizando-se de um processo de desenvolvimento de sistemas, para permitir que o Drone seja capaz de tomar decisões, realizando partes de uma missão de forma autônoma, efetuando deslocamento geográfico premeditado a partir de coordenadas.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Realizar pesquisa sobre os projetos existentes para a montagem de um quadricóptero de custo mais acessível.
2. Providenciar os materiais que serão utilizados na montagem do quadricóptero.
3. Desenvolver protótipo de hardware com Arduino.
4. Desenvolver protótipo de software para o controle do hardware Arduino.
5. Implementar um software capaz de efetuar a leitura dos diversos sensores do sistema, a fim de controlar a estabilidade em um voo de forma autônoma.
6. Realizar testes do projeto de forma consolidada.

## JUSTIFICATIVA

01	Um dos maiores desafios os para o homem sempre foi a façanha de poder voar, desde
02	os tempos mais remotos a humanidade observa na natureza variados seres que tem
03	essa capacidade e utilizam-se disto como um instrumento de sobrevivência. O seres
04	humanos utilizaram de muitas formas para alcançar este feito, e assim aplicaram isto
05	para os transportes bélicos, acadêmicos e até de diversão. Com todas essas
06	aplicabilidades para o voo, muitos veem tentando aperfeiçoá-los de diversas formas
07	com o passar do tempo, chegando hoje a era dos estudos com voos não tripulados
08	(Unmanned Air Vehicles-UAVs) e também de veículos voadores menores (Micro Air
09	Vehicle - MAV) (VALENTI et al, 2004).
10	O uso de veículos aéreos não tripulados (Vant's) ou Drones não é necessariamente
11	novo, contudo, só recentemente, com o avanço na tecnologia de processamento de
12	dados, desenvolvimento de software, materiais cada vez mais leves, equipamentos de
13	navegação global, como GPS e sensores de posição e a miniaturização de
14	componentes, assim como muitas outras das tecnologias existentes hoje, como por
15	exemplo, satélites, laser, computadores e a internet, esse tipo de tecnologia se
16	expandiu e reforçam a capacidade de desenvolvimento de projetos nessas áreas.
17	Também existem as necessidades bélicas, com a finalidade de sobrevoar em regiões
18	consideradas hostis ou de difícil acesso sem oferecer riscos a seus tripulantes, como
19	aplicações militares.
20	Existe um crescente investimento por parte de governos, empresas e universidades
21	visando o desenvolvimento dos Drones e com isso o mercado em volta dessa
22	tecnologia também é aquecido, exigindo cada vez mais profissionais e pesquisadores
23	para atuar na área. Atualmente, o desenvolvimento de robôs aéreos autônomos vem
24	incrementando a área de pesquisa em robótica. Tais veículos tem um potencial
25	comercial elevado, principalmente em aplicações de inspeção de infraestruturas como
26	pontes e hidrelétricas, e supervisão de instalações industriais.
27	Ainda há uma infinidade de outros usos para os Drone. Na área militar, é possível vigiar
28	todos os 24253 quilômetros de fronteiras com apenas 19 voos de um Drone. Incêndios
29	florestais, invasões de terras indígenas, desmatamento ilegal, conflitos agrários ou
30	mineração ilegal seriam assim descobertos em tempo real (INFO, 2014).
31	O Drone também poderia ajudar em operações táticas, dando informações para uma
32	ataque preciso a pistas clandestinas de voo, utilizadas para o tráfico de drogas. Na
33	agricultura, o Drone conseguiria encontrar falhas nas plantações, aéreas com excesso
34	ou falhas e pontos onde é preciso utilizar agrotóxicos.
35	Atualmente devido ao avanço tecnológico, vem sendo bastante utilizadas também para
36	fins civis. Entre outras aplicações temos, utilização em fotos aéreas, medições de
37	grandes áreas, vistoriar e acompanhar obras públicas como rodovias, elaboração de
38	mapas e relatórios, inspeção para verificar levantamento de pragas na agricultura,
39	detalhamento topográfico. Os chamados Drones, veículos aéreos que devem ser
40	equipados com uma instrumentação tal que esta possa captar dados e informações
41	relevantes do ambiente para que possam auxiliar na realização da missão para quais

42 foram construídos.

43 Outra situação prática para o uso dos Drones seria em uma situação de desastre, como

44 o do avião Air France em 2009. Seus sensores poderiam encontrar o material da

45 fuselagem da aeronave, economizando milhões de dólares gastos nas longas

46 operações de busca no meio do oceano. E toda a operação do avião-robô poderia ser

47 feita automaticamente, da decolagem ao pouso (HYLTON, 2011).

48 Essa ideia, esse sucesso das aeronaves autônomas, pode transformar empresas

49 pioneiras na construção de Drones em importantes polos de pesquisa e

50 desenvolvimento, esse será o pontapé inicial que movimentará o mercado pelos

51 próximos dez anos (TEAL GROUP, 2014).

52 É notável o crescimento do uso de Drones ou VANT's, principalmente, no

53 reconhecimento de áreas que possam ou não apresentarem risco à vida humana.

54 Assim, com a grande disponibilidade de Drones no mercado para o público em geral, a

55 preços mais acessíveis, os quadricópteros têm sido popularizados para diversas

56 funcionalidades, uma vez que ele não exige campos abertos para pouso e decolagem

57 podendo realiza-los verticalmente. Além disso, ele possui características interessantes

58 como capacidade de pairar no ar, ser menos sensível a turbulências e voar em baixa

59 velocidade. Essas particularidades agregadas ao baixo custo de aquisição e

60 manutenção em comparação com outros tipos de VANT's fazem do dirigível aéreo uma

61 opção bastante viável para o desenvolvimento desse projeto.

62 Nesse contexto, este trabalho irá apresentar uma solução software para controle

63 autônomo de um veículo não tripulado (Drone), utilizando de um modelo quadrirotor

64 afim de ter maiores níveis de eficiência e controle. A preferência pelo estudo deste tipo

65 de Drone se dá em decorrência do conhecimento que se tem a respeito da

66 complexidade em mantê-lo estável e apto para o voo e sabendo da importância dessa

67 aérea de atuação no projeto de aeronaves.

68 O Drone hoje nada mais é do que uma evolução do armamento pesquisado e utilizado

69 desde o século 19, essa tecnologia sonhada a décadas é mais barata, segura e

70 confiável. Pesquisadores e relatórios governamentais apontam que, no futuro, múltiplos

71 robôs voadores serão capazes de atuar, até sob a forma de enxames,

72 cooperativamente e de modo autônomo (UAS Center of Excellence, 2010), funcionando

73 como uma rede coordenada de sensores que cumprirão missões complexas sem

74 nenhuma intervenção humana (VACHTSEVANOS, 2004). Assim os robôs voadores

75 entrarão de vez no imaginário popular da América, levando desde a criação de um

76 Drone-motoboy de uma loja virtual para efetuar entregas, à aeronaves complexas com

77 uma infinidade de funções e uma autonomia impressionante. "Oportunidades não

78 faltam. A hora para os Drones é agora." (FANTON, 2014).

## FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

1. Drones.
  - 1.1. Definição.
  - 1.2. A história dos Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT's).
  - 1.3. Classificação dos VANT's
  - 1.4. Configurações de estruturas de VANT's
  - 1.5. A utilidade dos VANT's
  - 1.6. Regulamentação para o uso dos VANT's.
2. Quadrirotores.
  - 2.1. O princípio da História dos Quadrirotores.
  - 2.2. Princípio de funcionamento.
  - 2.3. Tipos de estruturas existentes.
  - 2.4. Motor Brushless.
  - 2.5. Eletronic Speed Control.
  - 2.6. Bateria.
  - 2.7. Hélice propulsora.
3. Microcontrolador.

- 3.1. Arduino.
- 4. Sensores.
  - 4.1. Acelerômetros.
  - 4.2. Giroscópios.
  - 4.3. Magnetômetros.
  - 4.4. Altímetro.
- 5. Posicionamentos.
  - 5.1. GPS.
  - 5.2. Sistema de coordenadas.
- 6. Comunicação sem fio de longo alcance.
- 7. Trabalhos correlatos.
- 8. Desenvolvimento do Projeto.
- 9. Testes e Conclusão do projeto.

## **METODOLOGIA**

1. Realizar o levantamento bibliográfico.
2. Levantamento de requisitos de software e hardware.
3. Estudo sobre os princípios de funcionamento dos quadrirotores.
4. Estudo dos conceitos de aerodinâmica.
5. Estudo dos conceitos de automação e eletrônica.
6. Estudo sobre o funcionamento e aplicações dos sensores envolvidos no projeto.
7. Estudo dos conceitos do Sistema de posicionamento global (GPS).
8. Início redação do trabalho.
9. Aquisição de peças, materiais e equipamentos.
10. Instalação do SDK ambiente open-source Arduino.
11. Início do desenvolvimento do software de controle.
12. Construção de um protótipo do sistema de comunicação.
13. Integrar comunicação entre Arduino e Sensores.
14. Montagem do protótipo.
15. Execução de testes aplicados.
16. Redação do TCC Final.
17. Elaboração da apresentação para defesa pública.

## **RECURSOS NECESSÁRIOS**

- 1. Hardware**
  - 1.1. Computador Notebook, 4GB RAM, 350 Gb HD, processador Core i3, com 4 portas USB e sistema operacional Windows 7 64bits.
  - 1.2. Magnetômetro.
  - 1.3. Acelerômetro.
  - 1.4. Giroscópio.
  - 1.5. Altímetro.
  - 1.6. Módulo GPS ME-1000Rw, com antena patch embutida e duas saídas seriais LVTTTL/RS232.
  - 1.7. Arduino Mega 2560.
  - 1.8. 3DR Radio telemetria com antena.
- 2. Software**
  - 2.1. SDK Open-Source Arduino.
  - 2.2. NetBeans IDE8.0.
- 3. Frame quadricóptero**
  - 3.1. HJ 450 Kit de 4 Eixos de Quadro.

## DISPONIBILIDADE DOS RECURSOS CITADOS

Para as atividades de desenvolvimento de hardware, será necessário um laboratório que disponha de instrumentos como multímetro, estação de solda fria, além de placas de prototipação de circuitos e componentes de eletrônica diversos, computador com softwares de simulação e kit de programação para Arduino. Outros componentes não presentes no laboratório como sensores, módulos de comunicação, antenas, baterias, motores também serão necessários. Todos os recursos de softwares estão disponibilizados em ferramentas Open-Source. Os recursos de hardware foram adquiridos com recursos próprios do acadêmico.

## CRONOGRAMA

[illegible]

---

## BIBLIOGRAFIA

BRANCATELLI, Rodrigo. O Drone brasileiro. **Info**, São Paulo, Ed.337, p.62-63, janeiro 2014.

TEAL GROUP. **World unmanned aerial vehicle systems - 2014 market profile and Forecast: Technical report**. Fairfax, EUA, 2014.

MELO, Alexandre de Secchin. **Implementação de um Quadrotor como Plataforma de Desenvolvimento para Algoritmos de Controle**. 2010. 114f. Dissertação (Mestrado em engenharia elétrica) – Centro Tecnológico da Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória ES, Brasil.

STROJNY, B. A. **Integration of conformal GPS and VHF/UHF communication antennas for small UAV applications**. *Antennas and Propagation*. 3<sup>rd</sup>. EuCAP 2009. European Conference, 2014.

COSTA, Sérgio Eduardo Aurélio Pereira da. **Controlo e Simulação de um Quadrirotor Convencional**. 2008. 103f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Aeroespacial) – Instituto superior técnico da Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, Portugal.

SÁ, Regiane Cavalcante. **Construção, Modelagem Dinâmica e Controle PID para Estabilidade de Um Veículo Aéreo Não Tripulado do Tipo Quadrirotor**. 2012. 94f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Teleinformática) – Universidade do Ceara, Fortaleza CE, Brasil.

FANTON, Rodrigo. Os Robôs aéreos estão revolucionando o combate militar ao permitir que pessoas vejam – e matem – a milhares de quilômetros de distância. **Exame info: O Drone brasileiro**, São Paulo, Ed.337, p.62-63, janeiro 2014.

DatasheetME-1000RW. (2009). Technical Data Sheet ME-1000RW. Versão 1.2.

PEREIRA, Fábio. **Microcontroladores PIC: Programação em C**. 4<sup>a</sup> ed. São Paulo: Érica, 2005.

SANCA, Armando. S. et al. **Hexarotor Micro-Aerial Vehicle: Modeling, Backstepping Control with Nonlinear Inputs and Sensor Fusion**, XVII International Congress of Electronic, Electrical and Systems Engineering – Intercon

LEISHMAN, J. Gordon. **A History of Helicopter Flight**. University of Maryland. [S.l.]:[s.n.].2000. Disponível em: <<http://terpconnect.umd.edu/~leishman/Aero/history.html>>. Acesso em: 20 de Agosto de 2014.

RODRIGUES, L.E.M.J. Fundamentos da Engenharia Aeronáutica: **Aplicações ao Projeto SAE-Aero Design**. 1.ed. vol.2. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo. São Paulo: Edição do Autor, 2011.

VALENTI, M.; SCHOUWENAARSY, T.; KUWATAZ, Y.; FERONX, E.; HOW, J. **Implementation of a Manned Vehicle - UAV Mission System** - Massachusetts Institute of Technology. 2004;

---

---

AUSTIN, Reg. ***Unmanned Aircraft Systems: UAVs design, development and deployment.*** Wiltshire: John Wiley & Sons Ltd, 2010. 332 p.

CANTWELL, Houston R. ***Os operadores de sistemas de aeronaves não tripuladas na Força Aérea: Como romper os paradigmas.*** In: Air and Space Power Journal, Montgomery, v. 23, n. 1, p. 50-61, jan. 2011.

INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION. ***Unmanned Aircraft Systems (UAS) – Circular n. 328.*** Canada: ICAO, 2011.

MUNÔZ, Miguel. E. P. **Modelagem Matemática e Controle de um Quadrimotor**, 2012. 121f. Dissertação (Mestrado em Sistemas Mecatrônicos) - Universidade de Brasília, Brasília DF, Brasil.

UAS Center of Excellence (2010). **U.S. army roadmap for unmanned aircraft systems 2010-2035.** Technical report, Fort Rucker, Alabama.

CANZIAN, Edmur. **MINICURSO Comunicação serial RS – 232.** CNZ Engenharia e informática Ltda. São Paulo. Disponível em <<http://www.professores.aedb.br/arlei/AEDB/Arquivos/rs232.pdf>>. Acesso em 23 de Agosto de 2014.

SANTOS, Ricardo Di Lucia. **Redes GSM, GPRS, EDGE e UMTS.** Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2008. Disponível em <[http://www.gta.ufrj.br/ensino/eel879/trabalhos\\_vf\\_2008\\_2/ricardo/2\\_1.html#ms](http://www.gta.ufrj.br/ensino/eel879/trabalhos_vf_2008_2/ricardo/2_1.html#ms)>. Acesso em 23 de Agosto de 2014.

SVERZUT, José Umberto. **Redes GSM, GPRS, EDGE e UMTS – Evolução a caminho da quarta geração.** 2ª Edição. São Paulo: Editora Érica, 2008.

HYLTON, Wil S. **What Happened to Air France Flight 447?** The New York Times, New York, Maio, 2011. Disponível em: <[http://www.nytimes.com/2011/05/08/magazine/mag-08Plane-t.html?\\_r=0](http://www.nytimes.com/2011/05/08/magazine/mag-08Plane-t.html?_r=0)> Acesso em: 30 de Agosto de 2014.

STOCHERO, Tahiane. **Polêmicos e revolucionários, mais de 200 ‘drones’ voam no país sem regra.** G1, São Paulo, Março. 2013. Disponível em: <<http://g1.globo.com/brasil/noticia/2013/03/polemicos-e-revolucionarios-mais-de-200-drones-voam-no-brasil-sem-regra.html>> Acesso em: 30 de Agosto de 2014.

VACHTSEVANOS, G.; TANG, L.; REIMANN, J. (2004). **An intelligent approach to coordi-nated control of multiple unmanned aerial vehicles.** In American Helicopter Society In-ternational, I., editor, *In Presented at the American Helicopter Society 60th Annual Fo-rum*, Baltimore, MD.

---



---

### 3. ASSINATURAS

ALUNO:	DATA:
PROFESSOR ORIENTADOR:	DATA:
PROFESSOR CO - ORIENTADOR:	DATA:

---