

Projeto Trainee 2025.1

EDRA



Brasília,
27 de maio de 2025.

Sumário

1	Introdução	2
2	Projeto Geral	3
2.1	Especificações Detalhadas do Ambiente e Elementos de Missão	4
3	Controle & Sistemas Embarcados (C&SE):	7
4	Design Aeronáutico	10
5	Eletrônica	13
6	Referências	16

1 Introdução

A elaboração deste projeto tem como objetivo proporcionar um aprendizado abrangente sobre diversos temas relacionados ao campo de processamento de imagens, utilização de drones multicópteros e tecnologias associadas através do envolvimento dos participantes com assuntos e situações reais da equipe. O documento será elaborado ao longo de nove semanas, a partir da data de 15/05/2025 e entregue até 21/07/2025. Após essa etapa, ocorrerá uma apresentação deste documento para uma banca avaliadora. O resultado será divulgado até dia 23/07/2025 e a efetivação acontecerá na Reunião Geral, juntamente com a equipe, no dia 26/07/2025.

Dessa forma, deverá ser produzido um projeto teórico validado real de um quadricóptero. Ao final do projeto, um relatório técnico geral deverá ser apresentado, com até 50 páginas, detalhando as ideias, mecanismos, lógicas, estratégias, componentes, dentre outras contribuições que os candidatos considerarem importante de serem abordados em cada área.

Os líderes das áreas, apresentados no grupo geral do processo no Whastapp estarão disponíveis e dispostos a ajudar e colaborar com dúvidas que os candidatos possam ter durante a elaboração do projeto, porém os líderes tem autonomia de não responderem determinadas perguntas que não acharem pertinente de resposta. Ademais, cada área deve ter **OBRIGATORIAMENTE** um líder de área, e o projeto deve ter **OBRIGATORIAMENTE** um gerente de projeto, no qual será decidido pelos candidatos. Encorajamos a comunicação e a troca de conhecimentos para garantir a qualidade e a precisão das análises realizadas. Ademais, visando desfrutar de uma bom aprendizado, recomendamos um ponderamento na utilização de inteligências artificiais, visto que caso seja perceptível que o candidato utilizou de forma demasiada tal ferramenta e não consiga explicar seus mecanismos e funcionalidades, o candidato estará sujeito a expulsão do processo seletivo.

A avaliação acontecerá a partir da escrita do relatório, da apresentação do projeto e das avaliações feitas pelos líderes de área sobre os candidatos ao longo de todo o processo, ficando a cargo do líderes de cada área e aos capitães decidirem o resultado de cada candidato.

2 Projeto Geral

O Projeto Geral consistirá em um drone quadricóptero que deverá cumprir uma missão, assim como feito pela equipe em suas competições. O drone não será construído de fato, ele deve ser imaginado e simulado, para garantir o cumprimento de todas as etapas do projeto. A missão do Projeto Trainee EDRA 2025.1 é:

- **Entrega Aérea de Suporte Humanitário com Reconhecimento de Base por QR Code**

Objetivo geral:

Executar uma missão autônoma com um drone que decola de uma base inicial, realiza navegação guiada por visão computacional, identifica um ponto de apoio através de QR code e realiza a entrega de um suporte humanitário, pousando com segurança ao final da missão.

– **Etapas detalhadas da missão:**

1. Posicionamento inicial:

- * O drone estará inicialmente pousado sobre uma pequena plataforma ou caixa elevada, que deve ser segurada manualmente ou fixada no local de partida.
- * O drone estará carregando um pacote representando suporte humanitário, que pode simbolizar água, medicamentos ou mantimentos.

2. Decolagem:

- * O drone deve realizar uma decolagem vertical estável e segura, atingindo uma altura pré-definida (ex: 1,5 metros) para iniciar a missão.

3. Navegação até o ponto de reconhecimento:

- * No chão haverá uma linha azul contínua **com 20 cm de largura**, que poderá servir como rota visual de navegação.
- * **O drone deverá alcançar o ponto ao final do trajeto dessa linha azul para realizar a próxima etapa da missão, para isso poderá utilizar visão computacional para detectar e segui-la.**

4. Leitura do QR Code de missão:

- * Ao final da linha azul, haverá um QR code visível contendo um número de 1 a 3, que indica qual base deve receber o suporte humanitário.
- * O drone deve parar, ler o QR code, interpretar corretamente o número da base-alvo e armazenar essa informação para a próxima etapa.

5. Identificação das bases:

- * À frente do ponto de leitura estarão posicionadas três bases **cada uma na sua zona distinta (tal que alguma específica será apontada como certa pelo QR Code)**, cada uma com um padrão distinto visualmente identificável.
- * **O drone deve identificar visualmente a base apontada como certa e se posicionar de forma precisa sobre ela, cujo código corresponde ao do QR code lido anteriormente.**

6. Entrega do suporte humanitário:

- * Estando posicionado sobre a base correta, o drone deve realizar a liberação controlada do pacote de suporte humanitário diretamente sobre o alvo.
- * A liberação deve ocorrer com o drone estabilizado e dentro da zona de entrega, simulando uma entrega precisa em um cenário de assistência real.

7. Pouso:

- * Após a entrega, o drone deve se deslocar até uma área de pouso segura, que pode ser o ponto inicial ou um local previamente definido.
- * O drone então realiza um pouso controlado e seguro, encerrando a missão.

– Objetivos avaliados na missão:

- * Decolagem e pouso seguros e controlados
- * Navegação visual por linha de referência
- * Leitura correta do QR code e comportamento correspondente ao indicado pelo número lido
- * Identificação e posicionamento preciso sobre a base correta
- * Liberação eficaz da carga de suporte humanitário
- * Autonomia na execução da missão com base em dados extraídos durante o voo

• Propriedades da caixa:

- Massa: 400 (g)
- Dimensões: 20x20x20 (cm)

Ademais, conforme dito na introdução, deverá ser produzido um relatório técnico final. Dessa forma é recomendável a leitura do livro Introduction to Multicopter Design and Control, de Quan Quan, além de outras fontes, citadas no final desse documento.

2.1 Especificações Detalhadas do Ambiente e Elementos de Missão

O ambiente da missão é um espaço externo plano, quadrado, com dimensões de 30 metros por 30 metros e altura máxima operacional de 10 metros. O solo é de grama baixa, sem obstáculos, oferecendo textura visual, mas sem referências adicionais além dos elementos da missão descritos a seguir:

- **Linha de Navegação:** Uma linha azul contínua, com largura de 20 cm, está desenhada no chão. Ela serve como referência visual para navegação do drone, podendo apresentar curvas suaves, mas sem ângulos retos ou loops. O comprimento da linha varia entre 5 e 15 metros.

- **QR Code:** Ao final da linha azul, há um QR Code de 100 cm de lado, posicionado no chão. O código contém um número de 1 a 3, indicando qual base de entrega deve ser selecionada pelo drone. O drone deve parar, ler e interpretar corretamente o QR Code para determinar a base-alvo.
- **Bases de Entrega:** Existem três bases de entrega, cada uma posicionada em uma zona (quadradas com 3 metros de lado) específica em relação ao QR Code:
 - Zona 1: Centralizada 3 metros ao norte e 4 metros a oeste do QR Code
 - Zona 2: Centralizada 5 metros ao norte do QR Code
 - Zona 3: Centralizada 3 metros ao norte e 4 metros a leste do QR Code

Cada base possui uma figura geométrica regular e uma cor distinta (ver imagem abaixo), inscrita em uma circunferência de 80 cm de diâmetro, dentro de uma base quadrada de 80 cm de lado. As cores são especificadas em RGB (Hexadecimal) e as formas são regulares e facilmente distinguíveis por visão computacional.

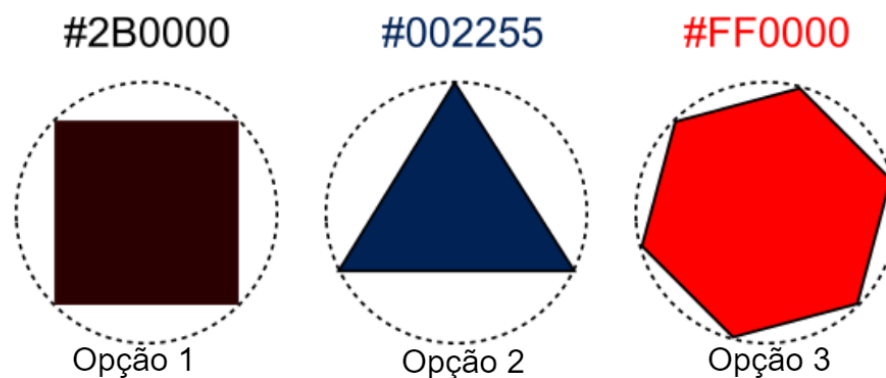


Figura 1: Opções de bases de entrega: cada base possui uma cor e forma geométrica distinta, conforme especificado.

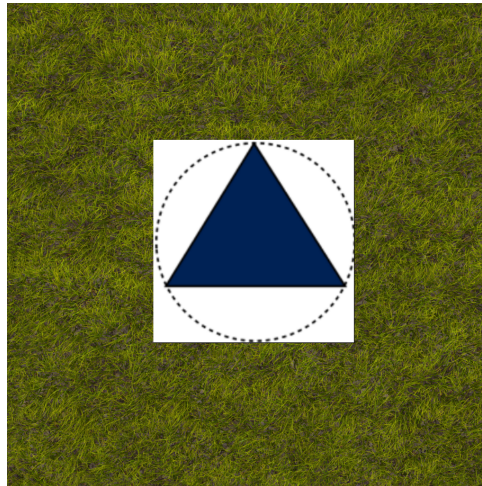


Figura 2: Exemplo de base posicionada sobre o solo de grama. O círculo pontilhado é apenas referência para reprodução e não faz parte da base real.

O ambiente não possui obstáculos móveis ou fixos além dos elementos descritos, o chão de grama oferece textura visual, mas sem referências adicionais.

3 Controle & Sistemas Embarcados (C&SE):

A área de controle e sistemas embarcados é responsável por transformar o drone desenvolvido pela equipe em um sistema, de fato, autônomo, a área concentra a essência das características robóticas ao possibilitar reatividade e tomada de decisões de acordo com o ambiente percebido. Somos responsáveis por compreender as características do sistema implantado pelas outras áreas e, com isso, configurar parâmetros de controle, codificar e projetar as soluções que permitam o sistema cumprir as missões de maneira autônoma, confiável e segura. Isso inclui o estudo de soluções de visão computacional, estratégias de controle e de lógica computacional para execução confiável das missões, tal que tudo isso se junta e valida em simulações baseadas em física que testam a implementação codificada de maneira similar à que é feita no ambiente real.

Além do projeto, codificação e testes das soluções autônomas a área de controle e sistemas embarcados é responsável pelo levantamento e comunicação dos requisitos de sistema para a implementação das soluções propostas. Para isso a área interage constantemente com as outras para conhecer as limitações impostas tanto pelo hardware e software disponíveis, quanto pelas soluções mecânicas e eletrônicas possíveis para um drone, buscando manter as soluções propostas viáveis para o nosso contexto de uma equipe de competição estudantil.

Objetivo

Esta parte do projeto tem como objetivo introduzir os trainees na área de C&SE a algumas das tecnologias utilizadas dentro da área, com destaque ao código usado para controlar o drone, às estratégias para estabelecer interações com o ambiente e às possíveis maneiras de obter e processar informações dele. O intuito desse projeto é que os candidatos tenham a oportunidade de conhecer e ganhar experiência com essas tecnologias essenciais para essa área na EDRA.

Etapas do Projeto

Para a organização e melhor entendimento do projeto, as seguintes etapas devem ser seguidas:

Etapas 1 – Pesquisa e implementação das partes separadas

Nesta etapa inicial, o foco é conhecer as tecnologias utilizadas na área de C&SE e validar os conceitos da estratégia escolhida para a solução. É interessante conseguir, mesmo nessa etapa inicial, fazer os testes básicos, já com algum código, mesmo que em partes separadas, que indiquem se: a forma de perceber o ambiente, estratégia de controle e lógica de missão escolhidas são viáveis para solucionar a missão.

Partes da solução:

- Percepção do ambiente (Visão computacional e sensores)
- Estratégia básica de controle (Como comandar velocidade, posição e orientação para o drone)

- Lógica de missão (Partes da missão, estrutura do código e estratégias para executar a missão)

Etapa 2 – Implementação prática da solução e início de testes de integração

Com as partes separadas e preliminarmente testadas, o próximo passo é integrá-las e testar a solução como um todo, validando integração dos códigos de visão computacional com a lógica de missão e controle. Nessa etapa deve-se começar a conhecer o ambiente de simulações do Gazebo mas ainda será uma etapa principalmente para observar *inputs* e *outputs* de cada uma das partes do sistema e como elas se comunicam entre si.

Pode ser usada a câmera de um telefone mesmo, por exemplo, para validar a visão computacional nessa etapa, e observar como isso seria usado para partes diferentes da missão, além de como as informações são passadas para o código de controle do drone, código de controle para o qual devem definir quais bibliotecas, SDKs, APIs ou afins serão usadas na interação com o controle de baixo nível do drone.

Etapa 3 – Simulação no Gazebo e entrega da missão funcional

Nessa última etapa prática a ideia é finalizar os códigos para a implementação da missão, assim como garantir o funcionamento das integrações como um todo para, aí sim, ter um conjunto funcional possível de ser testado num ambiente de simulação. O Gazebo é um simulador de robôs que permite testar o drone em um ambiente virtual com alta compatibilidade com o ambiente físico real de uma missão, então uma validação lá é essencial enquanto último passo antes da execução da missão no mundo real.

Relatório

Tanto durante o desenvolvimento das etapas, quanto ao final dos testes, é essencial registrar cada pesquisa, escolha e resultado de forma clara e objetiva. O relatório final deve compilar todas as etapas anteriores e esclarecer os pontos da lista a seguir:

O que documentar:

- Lista das tecnologias e estratégias pesquisadas: nome, aplicações comuns, funcionalidades que implementam, princípio teórico de funcionamento, vantagens e desvantagens, possíveis integrações e alternativas.
- Escolhas e suas justificativas: Em sequência aos assuntos documentados no requisito do tópico anterior devem ser listadas as tecnologias e estratégias escolhidas para a implementação da missão, assim como as justificativas para cada uma delas e o método com que foi feita a escolha.
- Diagrama de blocos: Diagrama que represente a solução como um todo, com as partes separadas e como elas se conectam entre si. Esse diagrama é uma forma interessante de comunicarem como integraram as diferentes partes da solução.
- Testes e resultados: Explicações de como foram feitos os testes, quais foram os resultados, como se relacionaram às expectativas iniciais, como foram usados para

validar as escolhas feitas e se algum teste motivou, em algum momento, a mudança de alguma escolha feita anteriormente (isso pode e deve ser feito se for o caso).

- Dificuldades e soluções: problemas enfrentados na pesquisa, execução ou testes, como foram resolvidos ou se não foram resolvidos como foram contornados, e o que pode ser feito para evitar esses problemas no futuro.
- Conclusões: O que foi aprendido com o projeto, como isso pode ser aplicado no futuro e como isso se relaciona com a área de C&SE.

Recomendações:

- Será disponibilizado um manual com fundamentos teóricos e indicações da documentação de várias das tecnologias que são boas opções para implementar a missão, esse documento é um bom ponto de partida para a leitura.
- Tenham e documentem objetivos concretos e metas de vocês para cada uma das etapas, mostrar como isso foi organizado e onde foram possíveis falhas e pontos de trava será tanto importante para a estratégia e aprendizado de vocês, quanto para esclarecimentos relevantes para a avaliação que será feita do trabalho.

4 Design Aeronáutico

A área de Design Aeronáutico desempenha um papel fundamental na equipe, sendo responsável por analisar, selecionar e integrar os componentes propulsivos, estruturais e energéticos. Isso engloba o estudo de motores, hélices, baterias, análises estruturais e controladores de velocidade eletrônicos, garantindo que todos os sistemas funcionem em sincronia, visando o maior desempenho possível.

Objetivo

O projeto consiste na construção de um drone teórico, com base na missão previamente apresentada. Será necessário selecionar os componentes a partir de parâmetros definidos, apresentando justificativas técnicas para as escolhas e análises que confirmem sua viabilidade. A proposta exige uma avaliação criteriosa dos parâmetros de cada componente, a fim de determinar a melhor escolha para o cenário proposto.

A escolha dos componentes será dividida em três categorias principais:

1. Frame da Aeronave
2. Componentes Propulsivos
3. Bateria

Frame da Aeronave

O frame deverá ser modelado utilizando um software de CAD, como CATIA, SolidWorks, Fusion 360 ou similares. É necessário realizar análises estruturais teóricas e simulações em softwares apropriados. Em termos dimensionais, o frame deve possuir entre 150 mm e 500 mm de distância entre eixos, o que geralmente corresponde à distância entre os centros de motores opostos, com braços dispostos a 90° entre si, conforme a ilustração a seguir:



A estrutura do frame deve ser composta por quatro partes principais:

- Hastes
- Trens de pouso
- Placa central superior
- Placa central inferior

Componentes Propulsivos

Nesta seção serão analisados os motores e hélices necessários para alcançar o desempenho desejado.

Motores:

- A aeronave deve possuir 4 rotores idênticos do tipo *brushless*, com faixa de operação entre 700KV e 2000KV.
- Devem ser avaliadas propriedades físicas, características de desempenho e documentação técnica dos fabricantes.

Hélices:

- Avaliar o diâmetro e o passo das hélices, considerando sua influência no desempenho, empuxo e consumo energético.
- Justificar a escolha com base em gráficos de desempenho e eficiência.

Bateria

A bateria é um dos principais elementos do sistema energético do drone, influenciando diretamente no tempo de voo e na operação dos sistemas embarcados.

- Avaliar parâmetros como capacidade, tensão, peso, eficiência energética e compatibilidade com os demais componentes.
- A bateria escolhida deve fornecer autonomia de pelo menos 15 minutos em voo estacionário (*hover*).

Etapa Final – Relatório

Durante o desenvolvimento do projeto, é indispensável documentar todas as etapas com clareza e organização. A justificativa técnica para cada escolha deve ser bem fundamentada com base em dados, análises e simulações.

O relatório final deve conter:

- Justificativas técnicas para cada componente selecionado
- Comparativos e análises entre diferentes opções

- Cálculos e parâmetros relevantes utilizados na seleção
- Diagramas, imagens ou tabelas que ajudem a ilustrar as decisões tomadas
- Conclusões sobre a viabilidade do projeto em relação à missão proposta

5 Eletrônica

A área de eletrônica na equipe é fundamental. Somos responsáveis por entender, selecionar e conectar os componentes eletrônicos de forma segura e eficiente. Isso inclui o estudo de controladoras de voo, ESCs, sensores, baterias, entre outros, garantindo que todos os sistemas estejam funcionando em conjunto.

Além da integração dos sistemas, a eletrônica também é essencial para a implementação de novas ideias, como a automação de decisões do drone com o uso de sensores adicionais. Nossa atuação também abrange a manutenção preventiva e corretiva dos componentes eletrônicos, bem como projetos paralelos que, embora não estejam diretamente ligados ao drone, contribuem de forma indireta para sua operação.

Objetivo

Estudar, compreender e representar o sistema eletrônico completo de um drone. A proposta envolve pesquisar os principais componentes, entender seu funcionamento e montar um esquema de conexão com base nesses estudos. A montagem e a escolha dos componentes devem considerar não apenas a capacidade do drone de voar, mas também sua eficácia na execução da missão proposta no início deste relatório.

Etapas do Projeto

Para a organização e melhor entendimento do projeto, as seguintes etapas devem ser seguidas:

Etapas do Projeto

Etapas do Projeto

Nesta etapa inicial, o foco é projetar um drone funcional. Os candidatos devem pesquisar todos os principais componentes necessários para o funcionamento do sistema, considerando suas conexões, alimentação e demais requisitos técnicos.

Componentes obrigatórios:

- Controladora de voo (Flight Controller)
- **Placa Processadora.**
- ESCs (Electronic Speed Controllers)
- Motores (Brushless DC)
- Bateria (LiPo)
- Hélices
- GPS
- Sistema de rádio (receptor/transmissor)
- Módulo de telemetria

- Um sensor adicional que auxilie na missão

Etapla 2 – Pesquisa Detalhada de Cada Componente

Entender o funcionamento de cada componente eletrônico é essencial. Conhecer suas características técnicas e funções auxilia nas decisões do projeto. Para cada componente escolhido, devem ser levantadas as seguintes informações:

- Nome completo e modelo (quando aplicável)
- Função no sistema
- Tensão e corrente de operação
- Conexões (pinos, interfaces: PWM, UART, I2C etc.)
- Comunicação com a controladora de voo
- Dados relevantes do *datasheet*
- Requisitos de alimentação
- Cuidados de operação ou limitações

Etapla 3 – Elaboração do Diagrama de Conexões

Com os componentes definidos e compreendidos, deve-se elaborar um diagrama representando como todos os módulos se conectam eletricamente. Isso inclui fios, sinais transmitidos e origens da alimentação.

Recomendações:

- Utilizar softwares como Fritzing, KiCad, Lucidchart, Draw.io, EasyEDA etc.
- Identificar claramente as linhas de alimentação, sinal e terra (GND)
- Adicionar legendas e setas indicando a direção dos sinais e da energia

Etapla 4 – Relatório Final

Durante o desenvolvimento, é essencial registrar cada etapa de forma clara e objetiva. O relatório final deve compilar todas as etapas anteriores.

O que documentar:

- Lista dos componentes pesquisados: nome, função, tensão de operação, corrente típica e interfaces
- Justificativa de escolha: motivos da seleção de cada componente (custo, compatibilidade, desempenho), acompanhada de uma tabela de valores
- Diagrama esquemático das conexões: pode ser digital ou feito à mão, desde que legível e tecnicamente correto

- Anotações técnicas: tensões, pinos usados, tipos de sinais (digital, analógico, PWM, UART etc.)
- Dificuldades e soluções: problemas enfrentados na pesquisa ou montagem e como foram resolvidos

6 Referências

1. Reddit (/r/Multicopter, /r/drones):
 - Multicopter: <https://www.reddit.com/r/Multicopter>
 - Drones: <https://www.reddit.com/r/drones>
2. RCGroups: <https://www.rcgroups.com/>
3. Propwashed: <https://www.propwashed.com/>
4. Oscar Liang: <https://oscarliang.com/>
5. T-Motor: <https://store-en.tmotor.com/>
6. EMAX: <https://emaxmodel.com/>
7. HQProp: <https://www.hqprop.com/>
8. Turnigy: <https://hobbyking.com/>
9. RotorBuilds: <https://rotorbuilds.com/>
10. GetFPV: <https://www.getfpv.com/>
11. DroneDJ: <https://dronedj.com/>
12. Drone Flyers: <https://droneflyers.com/>
13. Multirotor Guide: <https://www.multirotorguide.com/>
14. FPV Know-It-All: <https://www.fpvknowitall.com/>
15. Livro: Callister, William D. *Ciência e Engenharia de Materiais: Uma Introdução*.
16. PX4: https://docs.px4.io/main/en/getting_started/px4_basic_concepts.html
17. ROS 2: <https://www.youtube.com/playlist?list=PLRE44FoOoKf7NzWwxt3W2taZ7BiWyfhC>
18. Quanquan: <https://drive.google.com/file/d/1Yo2m9KmowUweXfQ0A1vXadVpMsmQLWdO/view?usp=sharing>
19. Referência de linguagem Arduino: IDE: <https://docs.arduino.cc/language-reference>
20. Eletrônica básica: IDE: <https://www.youtube.com/@FunBots>
21. Orientações sobre Arduino ou ESP32: IDE: <https://randomnerdtutorials.com/>