

**CENTRO PAULA SOUZA
FATEC SANTO ANDRÉ
TECNOLOGIA EM MECATRONICA INDUSTRIAL
GEOVANNI DIAS PRATES
OTÁVIO GOLVEIA ESPERANÇA**

ACOPLAMENTO PARA DRONE AUTOMATIZADO ORIENTADO

**SANTO ANDRÉ
2023**

**GEOVANNI DIAS PRATES
OTÁVIO GOLVEIA ESPERANÇA**

ACOPLAMENTO PARA DRONE AUTOMATIZADO ORIENTADO

Trabalho de Conclusão de Curso realizado na instituição de ensino Fatec Santo André, tecnólogo em Mecatrônica Industrial, como requisito parcial concluir a disciplina de para obtenção do título de tecnólogo em Mecatrônica, orientado pelo Professor Mestre Eliel Wellington Marcelino.

**SANTO ANDRÉ
2023**

FICHA CATALOGRÁFICA

P912a

Prates, Geovanni Dias

Acoplamento para drone automatizado orientado / Geovanni Dias Prates, Otávio Gouveia Esperança. - Santo André, 2023. – 70f: il.

Trabalho de Conclusão de Curso – FATEC Santo André.
Curso de Tecnologia em Mecatrônica Industrial, 2023.

Orientador: Prof. Me Eliel Wellington Marcelino

1. Mecatrônica. 2. Drone. 3. Lançador. 4. Esferas extintoras. 5. Tecnologia. 6. Incêndios. 7. Drone bombeiro. 8. Combate. 9. Desenvolvimento. 10. Projeto. 11. Automação. I. Esperança, Otávio Gouveia. II. Acoplamento para drone automatizado orientado.

629.892

LISTA DE PRESENÇA

Santo André, 23 DE JUNHO DE 2023.

LISTA DE PRESENÇA REFERENTE À APRESENTAÇÃO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO COM O TEMA: "ACOPLAMENTO PARA DRONE AUTOMATIZADO ORIENTADO" DOS ALUNOS DO 6º SEMESTRE DESTA U.E.

BANCA

PRESIDENTE:

PROFº ELIEL WELLINGTON MARCELINO

MEMBROS:

PROF. PAULO TETSUO HOASHI

PROF. FERNANDO GARUP DALBO

ALUNOS:

GEOVANNI DIAS PRATES

OTAVIO GOLVEIA ESPERANÇA

Esse trabalho é dedicado aos nossos familiares, professores e colegas presentes na construção desse trabalho de conclusão de curso com muita honra ao mérito, esse projeto é para cada um de nós nos lembrarmos que conseguimos ultrapassar nossos próprios limites e conseguimos observar a nossa evolução durante a execução desse TCC.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao nosso professor orientador Eliel Wellington Marcelino, ao orientador de Trabalho de Conclusão de Curso professor Fernando Garup Dalbo, ao professor Flavio Augusto Barrella, Luiz Vasco Puglia, Pedro Adolfo Galani e os alunos Euller Felix e Daniel Fernandes Viana, por todo o suporte durante a confecção do trabalho, incluindo códigos e sugestões para melhoria mecânica e por toda a base estrutural para a realização desse projeto, todo auxílio que precisávamos foram atendidas com excelência de ambas as partes durante essa caminhada.

“- O que realmente importa na vida é o que se faz com o tempo que nos é dado.” - Gandalf, O Senhor dos Anéis.

RESUMO

Os Drones surgiram por volta de 1960, mas foi durante os anos 80 que começaram a chamar atenção, por conta de seus usos militares. A tecnologia UAV melhorou durante a Segunda Guerra Mundial (que contribuiu para diversos avanços tecnológicos) e também na Guerra Fria (EUA contra URSS). O objetivo do desenvolvimento do projeto é trazer para o Brasil o benefício do auxílio que deve ser usado pelos bombeiros do país, fáceis de comandar, relativamente leves e instalados na parte interna do carro de bombeiros, “o drone bombeiro” é acoplado com um lançador de esferas extintoras de tamanho semelhante com uma bola de handball, os drones apagam o incêndio em lugares de difícil acesso e árduos como a parte de cima de um prédio, favelas, além de serem mais rápidos comparados aos humano e serem extremamente mais acessíveis, ele impede que o fogo se espalhe, tendo um alcance bem maior, contribuindo assim para o combate direto às chamas, salvando vidas e buscando amenizar ao máximo qualquer tipo de desastres ecológicos.

Palavras-chave: drone. Esfera. Incêndio. acoplamento.

ABSTRACT

Drones lived around the 1960s, but it was during the 1980s that they drew attention due to their military uses. UAV technology improved during World War II (which contributed to several technological advances) and also during the Cold War (USA against USSR). The objective of the development of the project is to bring to Brazil the benefit of the aid that must be used by the country's firefighters, easy to command, relatively light and installed inside the fire truck, "the firefighter drone" is coupled with a launcher fire extinguishing spheres of similar size with a handball ball, the drones put out the fire in hard to reach and hard places like the top of a building, slums, in addition to being faster compared to humans and being extremely more accessible, it prevent the fire from spreading, having a much greater range, thus confident to fight the flames directly, saving lives and seeking to minimize any type of ecological disaster.

Keywords: Drone. Sphere. Fire. Coupling.

TABELA DE FIGURAS

Figura 1 - Gráfico regiões do Brasil.....	23
Figura 2 - Saúde e bem-estar.....	24
Figura 3 - Industria, inovação e infraestrutura.....	24
Figura 4 - Cidades e comunidades sustentáveis.....	24
Figura 5 - Vida terrestre.	25
Figura 6 - Parcerias e meios de implementação.....	25
Figura 7 - Incêndio em Califórnia (LA).....	26
Figura 8 - Incêndio em Chernobyl.....	27
Figura 9 - Incêndio na favela Morro do Piolho.....	28
Figura 10 - modelo de acoplador.....	30
Figura 11 - Modelo novo de acoplamento.	30
Figura 12 - Tela de comunicação das variáveis.	34
Figura 13 - Tela de comando.	35
Figura 14 - Componentes do trabalho.....	36
Figura 15 - equipamentos de teste.....	37
Figura 16 - Acoplador em protótipo.....	37
Figura 17 - Acoplador em protótipo.....	38
Figura 18 – acoplador em protótipo.....	38
Figura 19 - ESP32.	39
Figura 20 - Mini Relé.....	39
Figura 21 - Micro Servo Motor.	40
Figura 22 - Mini Motor DC.	40
Figura 23 - Modelo drone HJmax com câmera HD.	41
Figura 24 - Esquema elétrico do acoplador real.....	42
Figura 25 - Esquema elétrico do acoplador protótipo.....	42
Figura 26 - Motor.....	43
Figura 27 - Hélices.....	44
Figura 28 - Controladora de voo.	44
Figura 29 - Módulo GPS.	45
Figura 30 - Controlador eletrônico de velocidade.	45
Figura 31 - Sensor de obstáculo.	46
Figura 32 - Câmera.	47

Figura 33 - Bateria.	47
Figura 34 - Hastes.....	48
Figura 35 - Sensor.	48
Figura 36 - LED.	49
Figura 37 - Placa central de controle.	49
Figura 38 - Símbolo periódico Alumínio.....	52
Figura 39 - Fibra de carbono	52
Figura 40 - Drone bombeiro com mangueira.....	53
Figura 41 - Modelo 3D em perspectiva.	54
Figura 42 - Modelo 3D lateral.....	54
Figura 43 - Regulador de tensão lm7812.....	55
Figura 44 - Roda de borracha.....	55
Figura 45 - Motor escravo com trava.....	56
Figura 46 - Motor DC escovado 63zytO1a.....	57
Figura 47 - Desenho ilustrativo bola extintora.....	62
Figura 48 - Funcionamento da bola extintora.....	63
Figura 49 - Fluxograma	64
Figura 50 - Fluxograma do protótipo.....	64

LISTA DE ABREVIACÕES E SIGLAS:

- VANT: Veículo aéreo não tripulado;
- ODS: Objetivos de desenvolvimento sustentável;
- ONU: Organização das Nações Unidas;
- KG: Quilo Grama;
- SDK: Software Development Kit / kit de desenvolvimento de software;
- APIs: Application Programming Interface / Interface de Programação de Aplicativos;
- UX/UI: User Experience, User Interface / Experiência de Usuário, Interface de Usuário;
- GIF: Graphics Interchange Format / Formato de Intercâmbio de Gráficos;
- NPM: Node Package Manager / Gerenciador de pacotes do node; □ IPAM: Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia;
- GPS: Global Positioning System / Sistema de Posicionamento Global;
- ESC: Electronic Speed Control / Controle Eletrônico de Velocidade;
- GLONASS: Global Navigational Satellite System / Sistema de Navegação Global por Satélite;
- ADAO: Acoplamento para Drone Automatizado Orientado;
- A: Alumínio.

LISTA DE TABELAS E QUADROS:

QUADRO 1 – O modelo do motor DC.....	52
QUADRO 2 - Tabela de valores comparativos.....	60
QUADRO 3 - Tabela do drone e acoplador finalizado.....	61
QUADRO 4 - Tabela de valores do protótipo.....	62

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
1.1. Objetivo	17
1.2. Motivação	17
1.3. Justificativa	17
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
2.1. Os drones salva-vidas.	18
2.2. O drone lavoura.	18
2.3 Drone utilizado para a segurança.	19
2.4 Drone para pulverização agrícola e de inseticidas	20
2.5 A inserção dos drones como monitoramento no combate ao dano ambiental	21
2.6 A inserção de drones na logística urbana	21
2.7 Corpo de Bombeiros pode utilizar drones em salvamentos no Espírito Santo	22
3. O QUE SÃO OS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEIS?	23
4. OS INCENDIOS EM AREAS RURAIS.	25
5. UM GRANDE INCENDIO EM FAVELA DE SÃO PAULO DEIXA 285 FAMILIAS DESABRIGADAS	27
6. A HISTÓRIA DO DRONE	28
6.1 O que é um drone?	28
7. METODOLOGIA	29
7.1 Modbus	35
7.2. Os testes do protótipo	35
7.3 componentes do protótipo	38
7.4 Problemas com componentes do projeto	41
8. O INTERIOR DE UM DRONE	43
8.1 O software escolhido	50
8.2. As razões que o software DJI terra foi escolhido	51
9. ACOPLAMENTO PARA DRONE AUTOMATIZADO ORIENTADO (ADAO)	51
9.1 Alumínio	51
9.2 A fibra de carbono	52

10. O FIRE FIGTHING	52
Figura 42 - Modelo 3D lateral.....	54
11. COMPONENTES UTILIZADOS NO DRONE REAL COM ACOPLADOR	54
12. CALCULO DA MASSA DA CARÇAÇA, CILINDRO E VOLUME DO FURO INTERNO.	58
12.1 A temperatura ideal para não comprometer os componentes do protótipo.....	59
12.2 Cálculos realizados	60
13. AS BOLAS EXTINTORAS	60
14. MAIS PERTO E MAIS BARATO QUE UM HELICÓPTERO	63
15. FLUXOGRAMA.....	63
16. TABELAS DE CUSTOS	65
18. BIBLIOGRAFIA.....	68

1. INTRODUÇÃO

O drone com acoplamento ADAO tem como objetivo apagar incêndios de maneira mais simples e segura, tanto para os bombeiros, quanto para as vítimas do local, visa a facilitação do seu manuseio para qualquer bombeiro treinado que o utiliza.

No ano de 2021, uma equipe de brigadistas encontrou dificuldades de acabar com um incêndio que destruiu a Chapada Diamantina e relataram sentimento de tristeza por tudo que o fogo possuiu, a força-tarefa para acabar com o fogo se estendeu por 16 dias, a equipe encontrou dificuldades por conta da alta temperatura do fogo e falta de chuva.

Esse aqui é um dos diversos relatos que são encontrados tanto na internet com portais informativos quanto em jornais, e não é a situação mais recente que se pode relatar, sendo assim, é viável para o Brasil iniciar a utilização de drones contra as queimadas florestais e urbanas.

De acordo com o site Mip Biomas, o Brasil queima uma área maior que a Inglaterra a cada ano, após analisar as imagens dos satélites de 1985 a 2020, pode-se observar o impacto do fogo sobre o território nacional. De acordo com o site IPAM, o Amazonas é a área com maior porcentagem de queimadas do Brasil, de acordo com a Figura 1.

Partindo deste princípio, o projeto denominado ADAO propõe-se a resolver a seguinte pergunta: é possível existir uma missão dos bombeiros para apagar incêndios urbanos e florestais evitando colocar a vida dos profissionais e das vítimas em risco?

O projeto foi desenvolvido com o objetivo de facilitar a missão dos bombeiros, apagando incêndios de uma maneira mais rápida e segura. As esferas extintoras instaladas embaixo do dispositivo oferecem uma maneira mais rápida de acabar com as chamas de um incêndio com um dispositivo que lança essas bolas em direção ao fogo, possibilitando foco ao alvo.

1.1. Objetivo

O objetivo deste projeto é automatizar o acoplamento assegurando de uma forma controlada o combate a incêndios via meio robótico.

1.2. Motivação

As motivações envolvidas na realização deste trabalho são otimizar os meios de combates a incêndios nacionais que vem aumentando a cada ano, como demonstrado na Figura 1, e também a introdução extensiva da robótica nos meios urbanos e rurais para proteção civil e ambiental.

1.3. Justificativa

Segundo o site Marinha Mil, em meados do século XX, os drones ingressaram no mundo de forma expansiva e progressivamente inovada, sendo criado na área militar para reunir informações. Seu primeiro modelo com mecanismo de controle foi construído por volta dos anos 30. Com tais avanços, hoje, temos uma variedade de possibilidades e de aeronaves com diferentes formatos, funções e aplicações.

Recentemente, fora desenvolvida uma nova tecnologia no combate a incêndio, sendo a China desenvolvedora de uma forma eficaz e segura na erradicação de chamas, chamadas Bolas Extintoras.

É evidente que, os veículos aéreos não tripulados obtiveram grande destaque em setores urbanos, além da área militar. As últimas inovações provindas da indústria chinesa provaram que é possível utilizar drones para o combate ao incêndio, além disso, diversos avanços na parte de materiais propiciaram materiais cada vez mais leves, resistentes e que atendem melhor a necessidades divergentes.

O Brasil não fica de fora do aperfeiçoamento dessa tecnologia, a Universidade de Uberaba (MG) desenvolveu um drone de pulverização e inseticidas para o setor agrícola nacional.

Em vista disso, a estrutura do trabalho tem como base desenvolver uma nova aplicação do drone no setor de segurança civil para a contribuição de serviços que facilitem a profissão dos bombeiros e realize atividades do ramo de maneira mais efetiva e rápida para a preservação de áreas ambientais e urbanas.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Os drones salva-vidas.

De acordo com Cittadin, B. e Isaias, E. uma das atividades mais novas onde os drones estão sendo inseridos é o resgate de pessoas em risco de afogamento nas praias. Os drones salva-vidas levam a boia para a vítima que está se afogando através de um mecanismo localizado a baixo do equipamento, lança a boia, que infla em contato com a água, perto da pessoa. Os Bombeiros Militares de Santa Catarina desenvolveram um método de entrega mais eficaz, em que a boia somente se desprende do drone no momento que for puxada. Para implementar o método de entrega mais eficaz. O objetivo desta pesquisa é avaliar as características mecânicas dos mecanismos utilizados no drone salva-vidas assim como materiais alternativos.

Os resultados alcançados com o projeto tiveram como escopo a determinação das características mecânicas dos implementos usados em drone salva-vidas, além das limitações que os aeromodelos têm ao transportar uma carga. Os ensaios de flexão apresentaram algumas das características distintas para cada material, o acrílico branco apresentou ser mais frágil, pois teve uma menor resistência a força e rompeu com uma menor deformação. Os resultados obtidos com empuxo das boias, tiveram a diretriz de comparar o material que já é utilizada no sistema atual com uma boia comum utilizada no dia a dia nas piscinas. A boia de poliestireno teve um resultado superior, analisando que, as boias tipo Espaguete são para suportar um peso de 80 kg. Desta forma, a boia utilizada no momento suporta massas superiores a relacionada.

2.2. O drone lavoura.

Segundo Pereira da Silva, A. citando drones na agricultura, o projeto foi o monitoramento de safras a partir de imagens, que possibilita a aquisição de dados da área das lavouras, desde a fase a plantação até a fase da colheita. Esses dados são úteis para o monitoramento de safras, bem como na gestão e logística da produção. Os Drones na agricultura são utilizados em diversas situações como, por exemplo, para detecção e controle de invasores na plantação de milho. Uma grande vantagem desse tipo de uso, é que os Drones podem operar a altitudes mais baixas

e a captura de imagens com uma resolução espacial muito elevada, o que não seria viável com planos convencionais ou satélites.

Esse projeto utilizou três metodologias ordinais de apoio a tomada de decisão para ranquear modelos de Drones a serem utilizados na Agricultura 4.0 para obter alguns resultados ao final dele. Os três métodos: Borda, Condorcet e Copeland apresentaram resultados coerentes de acordo a pesquisa realizada. O trabalho atingiu o objetivo de demonstrar que através das ferramentas e dos métodos de apoio a decisão é possível realizar uma escolha mais assertiva, cabendo ao decisor optar pela alternativa de Drone que atende a produção nas colheitas e a cultura específica plantada, dentro da capacidade financeira para esse investimento e conquistar uma agricultura sustentável de precisão. A partir dos resultados gerados, foram observados, que, tanto o modelo de Drone Mavic 2 Pro quanto o Horus Verok se adequam a Agricultura 4.0. Salienta-se que a estrutura de apoio à tomada de decisão desenvolvida nessa pesquisa pode ser adaptada para atender a contextos organizacionais diversos, de acordo com os critérios estabelecidos e as alternativas disponíveis.

2.3 Drone utilizado para a segurança.

De acordo com Duarte (2019), o desenvolvimento de uma arquitetura de voo autônomo aplicada no modelo AR. Drone 2.0 da Parrot, e tem como objetivo gerenciar percursos de rotas pré-estabelecidas, visando aplicabilidade de vigilância aérea em espaços externos. Para a seleção do percurso e coleta das coordenadas foi utilizada biblioteca Leaflet e API do Google Maps. Os algoritmos permitem o cadastramento do percurso, acompanhamento das imagens em tempo real e inclui centro de comandos em tela única. As ferramentas e bibliotecas utilizadas se mostraram adequadas, abstraindo milhares de linhas de código e fórmulas matemáticas. O módulo GPS possui algumas limitações relacionadas a precisão da atual posição do drone, porém ao executar os testes obteve-se êxito em realizar a vigilância de espaços externos, devido ao adequado uso dos recursos técnicos da arquitetura e de hardware do AR.Drone. A arquitetura foi capaz de pilotar autonomamente o drone ao executar os percursos selecionados no mapa, ao final do trajeto trazendo-o de volta a base de origem, finalizando a vigilância.

O objetivo principal do trabalho foi o desenvolvimento de uma arquitetura que permitisse controlar o AR.Drone 2.0 de forma autônoma, utilizando uma interface web para cadastrar uma base e selecionar no mapa o percurso desejado para o drone realizar a vigilância do local. O cenário de aplicabilidade do estudo realizado foi identificar possíveis ameaças à segurança de locais externos, tal como universidades, escolas, empreendimentos, bancos etc. Estudar toda parte do hardware, kit de desenvolvimento de software e interface de programação de aplicativos, além de implementar e testar incansavelmente até atingir o resultado esperado de voo autônomo. No desenvolvimento as tecnologias web agregaram significativamente ao trabalho. Foi possível construir uma arquitetura simples e leve de ser executada, não necessitando de um hardware poderoso ou instalações de softwares pesados. A usabilidade da interface gerada pela arquitetura foi desenvolvida com inspiração no conceito amigável, utilizando técnicas de Experiência de Usuário, Interface de Usuário numa tela todo controle e gestão do voo. Opções disponíveis através de um click, sem obrigatoriedade de configurar parâmetros, monitoramento do drone através de um GIF com hélices giratórias e atualização em tempo real de respectiva localidade no mapa. Por fim, conclui-se que a escolha e aplicabilidade das diversas bibliotecas NPM presentes nesse trabalho mostraram-se devidamente apropriadas. Integradas numa única arquitetura, abstraindo milhares de linha de código e muitas horas de desenvolvimento, isso pensando se caso fosse necessário implementá-las. Principalmente a comunicação e troca de comandos entre arquitetura e AR.Drone, além dos cálculos de longitude e latitude para obter distância precisa, comportamento e funções matemáticas.

2.4 Drone para pulverização agrícola e de inseticidas

A seguinte pesquisa de Carvalho, B. Oliveira, M. Cunha, T. e Oliveira L. (2019). O desenvolvimento de um drone que possa pulverizar plantações de forma que agilize o processo e também percorra áreas maiores e de difícil acesso, como é citado no atual projeto, objetivo deste trabalho é desenvolver um drone pulverizador de baixo custo, tendo como base os drones utilizados para pulverização em grandes plantações na área da agricultura.

O projeto em si, procura tornar o ato de pulverização de inseticidas mais rápido e barato. Conclui-se que eles obtiveram com sucesso um drone de baixo custo do qual poderia pulverizar toda uma área de lavoura em um curto período de tempo,

nenhum outro projeto pesquisado por eles fora encontrado, e como eles mesmos afirmaram que se pretendia, como trabalhos futuros, inserir este projeto como produto comercial no mercado.

2.5 A inserção dos drones como monitoramento no combate ao dano ambiental

Segundo o artigo de Ribeiro de Faria, R. e Egidio Costa, M. (2015) pesquisa a relevância da utilização de drones pela polícia militar de Santa Catarina para a fiscalização ambiental em áreas de difícil acesso e o apoio ao policiamento em geral. Como foi referido no artigo, esta tecnologia já é aplicada no meio militar para apoio em missões, e o seu principal uso é para o acesso e monitoramento em lugares que o ser humano chegaria com altíssima dificuldade, sendo assim um ótimo meio de viabilidade. O intuito do artigo era evidenciar as vantagens que a tecnologia do uso de drones poderia trazer para as operações de policiamento no meio ambiente, já que ele possui uma visibilidade melhor aplicada estando com uma certa altura, e fácil acesso em lugares mais afastados ou de espaço menor. Além disso, o artigo busca trazer que as aplicações do meio tecnológico podem melhorar em diversos aspectos muitas tarefas cotidianas de diversos órgãos.

2.6 A inserção de drones na logística urbana

A pretensão desse estudo de Cleber de Paula, J. e Gentil, C (2020) é apresentar os benefícios da inserção de drones no mercado, mais especificamente no sistema de entregas urbanas, dando ênfase na indústria 4.0 em vigor atualmente. A pesquisa fez uma comparação logística abrangente e trouxe resultado de empresas das quais adotaram a ideia e obtiveram bons resultados, tanto na eficiência, quanto no custo logístico, do qual é o principal empecilho das entregas atuais, o elevado custo de transporte e logística soma em torno de 60% do custo total da entrega e, com o emprego dos drones, o custo foi nitidamente reduzido e como referido acima, a facilidade de entrega e a velocidade foram notáveis.

2.7 Corpo de Bombeiros pode utilizar drones em salvamentos no Espírito Santo

Uma comissão dos bombeiros foi formada para abrir uma discussão de como o equipamento poderá ser usado.

Houve uma experiência bem-sucedida de monitoramento de combate ao incêndio na área de turfa, em 2015, o corpo de bombeiros do Espírito Santo estuda aumentar a utilização dos drones.

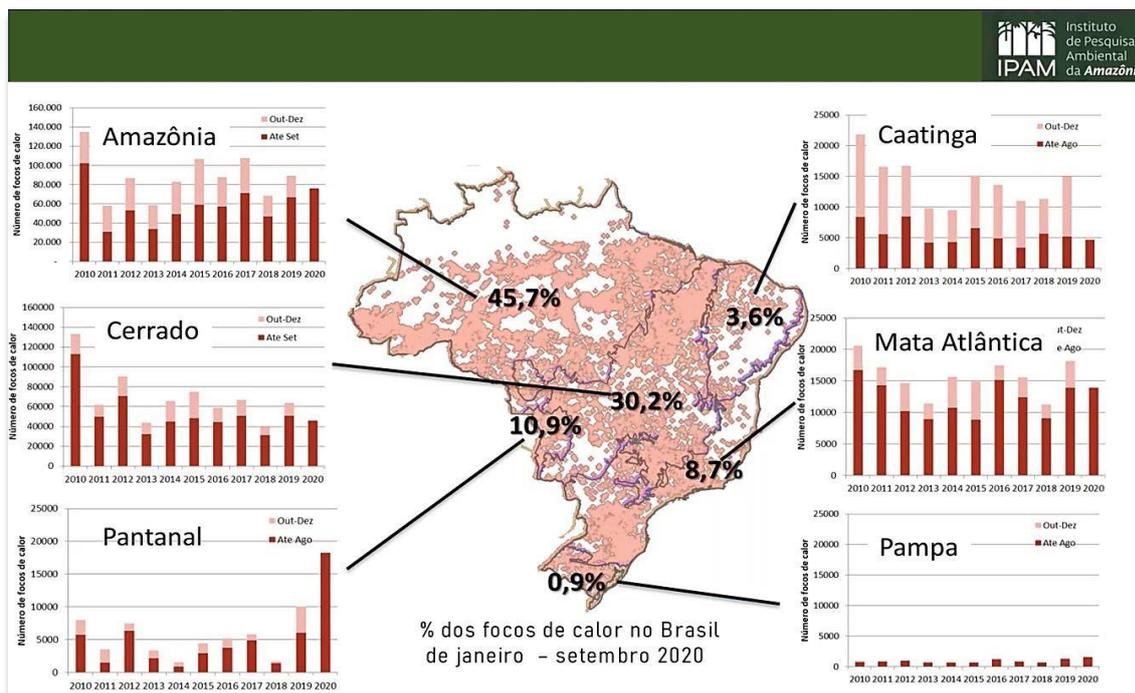
“Nós ainda estamos avaliando as possibilidades de emprego do drone. Nós tivemos uma experiência muito bem-sucedida no caso da turfa, e agora estamos estudando o que é mais viável. Precisamos saber se é melhor alugar ou comprar o equipamento, treinar os próprios soldados para manusear o equipamento, ou contratar alguém de fora. Tudo isso é colocado em consideração”

Afirma o diretor de operações dos bombeiros, Benício Ferrari Junior.

Na capital fluminense, drones estão sendo utilizados pelos bombeiros para ajudar no salvamento de pessoas que estão se afogando, além do auxílio mais rápido nos casos atendidos, a utilização dos veículos aéreos diminui, os custos operacionais. “Em caso de monitoramento de um incêndio, por exemplo, o drone sai muito mais barato. Um voo de helicóptero custa R\$ 3,5 mil a hora, no drone, esses R\$ 3,5 mil seriam utilizados em um dia inteiro”, conta Benício.

Os drones estão sendo utilizados para o monitoramento de focos de dengue, em Vitória, no ES, que um agente da saúde não conseguiria ver facilmente.

Figura 1 - Gráfico regiões do Brasil.



3. O QUE SÃO OS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEIS?

Segundo o site Conecta Brasil, os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável fazem parte da chamada Agenda 2030. Trata-se de um pacto global assinado durante a Cúpula das nações Unidas em 2015 pelos 193 países membros. A agenda é composta por 17 objetivos ambiciosos e interconectados, desdobrados em 169 metas, com foco em superar os principais desafios de desenvolvimento enfrentados por pessoas no Brasil e no mundo, promovendo o crescimento sustentável global até 2030.

SAUDE E BEM ESTAR: a redução da exposição de pessoas para o combate a incêndios, segundo a Figura 2.

Figura 2 - Saúde e bem-estar.



Fonte: site ONU,2022.

INDUSTRIA E INOVAÇÃO: Inovação na área da robótica, segundo a Figura 3.

Figura 3 - Indústria, inovação e infraestrutura.



Fonte: site ONU,2022.

CIDADES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS: Cidade mais segura e comunidade melhor preparada para o combate ao fogo, segundo a Figura 4.

Figura 4 - Cidades e comunidades sustentáveis.



Fonte: site ONU,2022.

VIDA TERRESTRE Se usado em frota, pode ser usado contra incêndios florestais, segundo a Figura 5.

Figura 5 - Vida terrestre.



Fonte: Site ONU,2022.

PARCERIAS E MEIOS DE IMPLEMENTAÇÃO: Aumento da robótica e da capacitação de profissionais para o uso adequado desta tecnologia dentro das zonas rurais e urbanas, segundo a Figura 6.

Figura 6 - Parcerias e meios de implementação.



Fonte: Site ONU,2022.

4. OS INCÊNDIOS EM ÁREAS RURAIS.

De acordo com o site de notícias G1, em 8 de novembro de 2018, um incêndio florestal atingiu as cidades de Paradise e Magália, no norte da Califórnia, ele destruiu mais de 18.000 estruturas e matando pelo menos 85 pessoas. Esse viria a ser conhecido como o incêndio mais mortal e destrutivo na Califórnia na mídia, infelizmente, estava longe de ser o último.

Um número crescente de incêndios semelhantes ao da Figura 7 fora de controle no norte da Califórnia começou a revelar os benefícios que os drones e outros sistemas de aeronaves não tripuladas podem fornecer para operações de resposta e recuperação. A equipe de enviadas a região enviou seus drones em 518 voos de mapeamento diferentes em condições de fumaça.

Figura 7 - Incêndio em Califórnia (LA).



Fonte: G1 Notícias,2022.

Drones são particularmente cruciais para incêndios florestais que tendem a ficar fora de controle rapidamente e colocam em risco os pilotos e a tripulação. Há apenas uma pequena janela de contenção entre o momento em que o fogo começa e quando esse fica fora de controle. Os Veículos aéreos não tripulados oferecem aos bombeiros uma visão aérea do terreno e os ajudam a determinar para onde o fogo segue, para que possam tomar decisões rapidamente sobre para onde as tripulações devem ir e quem deve ser evacuado. A infraestrutura inadequada e o terreno desafiador tornam demorado, ineficaz e perigoso patrulhar áreas de alto risco em busca de possíveis sinais de um incêndio em potencial. Com o mapeamento de drones, as equipes podem obter uma visão completa do solo de maneira rápida e precisa.

Para que esse trabalho possa ser realizado, os veículos aéreos devem possuir câmeras visuais e térmicas. A câmera térmica busca assinaturas de calor humano ou pontos de incêndio. Isso colabora para a fácil localização de pontos críticos em uma cena de incêndio em segundos e para a localização de pessoas presas mesmo em áreas de fumaça densa. A facilidade dos drones em combate a incêndio ficou clara em um acidente que eclodiu em 4 de abril de 2020 perto de Chernobyl,

conforme a Figura 8. AS chamas, nesse incêndio, ameaçavam mais de 40.000 hectares de florestas voláteis, infelizmente, a fumaça preta tornou impossível a vista das câmeras visuais verem a origem de todo aquele fogo.

Os respondentes implantaram dez drones com sensores térmicos e foram capazes de localizar pontos de acesso eficiente e rápido. Com o mapeamento rápido do incêndio colaborou para que os bombeiros do incidente direcionassem equipes de mais de mil bombeiros e cento e vinte caminhões para extingui-lo.

Figura 8 - Incêndio em Chernobyl.



Fonte: Site ITARC,2022.

5. UM GRANDE INCENDIO EM FAVELA DE SÃO PAULO DEIXA 285 FAMILIAS DESABRIGADAS.

Segundo o site UOL, um incêndio de enormes proporções atingiu na tarde de segunda feira, no dia 03 de setembro de 2012, a favela Morro do Piolho, na zona sul de São Paulo, segundo a Figura 9, deixou 285 famílias desabrigadas, equivalente a cerca de 1.140 pessoas, segundo a Defesa Civil. As casas localizadas numa área de 4.500 metros quadrados foram destruídas pelas chamas. A comunidade atingida fica no bairro do Campo Belo.

Durante esse incêndio, três pessoas foram socorridas pelo Corpo de Bombeiros. Um homem que fraturou a perna em uma queda, um adolescente com queimaduras leves e uma gestante emocionalmente abalada foram levados para prontos socorros da região. Segundo os bombeiros, a polícia militar e o Samu também socorreram algumas pessoas, mas não foi divulgado o número de vítimas atendidas. Para conter as chamas, O corpo de bombeiros enviou 30 carros ao local, conseguindo controlar o incêndio.

O depoimento de Juliana Romão, que trabalha em um escritório ao lado da favela disse que viu uma fumaça e as pessoas correndo, pegando o que podiam carregar. Era muito forte o fogo, não dava tempo para salvar quase nada.

Figura 9 - Incêndio na favela Morro do Piolho.



Fonte: OUL Notícias,2023

6. A HISTÓRIA DO DRONE

Segundo Calixto, F. do site ITARC, a história dos drones iniciou-se com uma inspiração em bombas voadoras alemãs do tipo V-1, chamado de buzz bomb. Recebeu esse nome devido ao barulho que fazia enquanto voava, sendo criada pela Alemanha, durante a Segunda Guerra Mundial. Era muito veloz e voava somente em linha reta e por isso obteve sucesso, chegando a um número de 1000 bombas, sendo eram necessárias 30 pessoas para controlá-lo.

6.1 O que é um drone?

Também conhecido como Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT). Ele possui uma controladora de voo, recebendo comandos por radiofrequência, infravermelho e, até mesmo, missões definidas de forma previa por coordenadas GNSS (Global Navigation Satellite System), através de seu sistema embarcado, sua aparência remete a mini helicópteros, alguns modelos são réplicas de jatos, outros são multirotores, quadcopters (quatro motores), modelos com oito motores e até com 12 motores, ou que utilizam combustível para seu voo.

7. METODOLOGIA

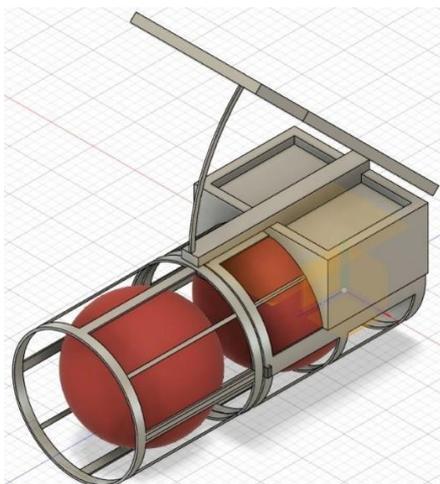
Para Fonseca (2009), metodologia significa organização, e logo, estudo sistemático, pesquisa, investigação ou seja: metodologia é o estudo da organização, dos caminhos a serem percorridos, para se realizar uma pesquisa ou um estudo, ou para se fazer ciência.

A abordagem metodológica utilizada para a elaboração desse trabalho é qualitativa, o estudo se desenvolveu a partir de várias técnicas, tais como, levantamento bibliográfico sobre o tema em questão, que originou a realização de fichamentos a partir de sites e artigos.

Através das pesquisas realizadas sobre a quantidade de incêndios no Brasil, o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais registra 8.464 focos de queimadas na Bahia nos primeiros nove meses de 2021, segundo o instituto, o número é quase 7% maior do que registrado no ano anterior, em 5 anos o número de queimadas no estado subiu para 34%.

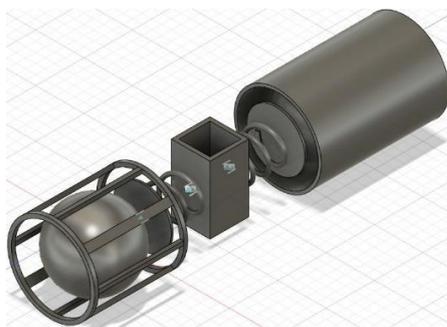
Primeiramente, foi realizada uma pesquisa em relação a estrutura do acoplamento, especialmente para tratar da inércia que acontece pelo impacto entre o lançamento da esfera extintora e o drone sobre o ar em operação, após a análise de voo e trajetória, concluiu-se que, o lançamento da esfera provoca essa inercia que afeta a precisão, por essa razão, foi decidido que o acoplamento deveria ter duas esferas e um único lançador, segundo a Figura 10, impulsionando exclusivamente em uma única direção uma esfera seguida da outra, deixando como uma futura proposta o lançamento de múltiplas esferas, no entanto, tratando-se do protótipo ele terá apenas uma, conforme a Figura 11, acrescentando um compensador na parte traseira para a redução dessa inercia.

Figura 10 - modelo de acoplador.



Fonte: Os autores,2023

Figura 11 - Modelo novo de acoplamento.



Fonte: Os autores,2023

Após algumas considerações, concluiu-se que seriam necessárias alterações tanto na estrutura, quanto no funcionamento. Foi abandonada a ideia de se utilizar uma mola, e optou-se por um pequeno motor e uma roda ligada a ele por um eixo para conduzir movimento. Além disso, o controle de lançamento sequenciado é constituído de um pequeno servo motor com a função de trava, uma vez que ele sustenta as esferas evitando sua passagem ao motor de lançamento. Ao momento que a trava é liberada, a ação da gravidade sob um ângulo de 30° exerce uma força que faz com que as esferas se dirijam para o motor na ponta do tubo de lançamento, do qual deve impulsioná-las para onde estiver apontado.

A angulação de 30° também é controlada por um servo motor, todavia, este controla uma linha ligada na parte superior do tubo, permitindo um declive de 30° , e (por controle) o recolhimento de volta para 0° .

Adquiriu-se na internet um lançador com bolas de isopor, palitos e um mini motor, após a análise do grupo, foi discutido que, eram necessários os seguintes materiais:

- Um protoboard;
- Botão;
- Fonte;
- Rolo de papel alumínio;
- Carcaça traseira de apoio.

Foi testado a capacidade do mini motor, o servo motor com um código inicial para que o servo funcione a 70 milissegundos numa angulação de 30°, a seguir, o modelo do atual código de teste do arduino:

```
#include <Servo.h>
Servo servo;

void setup() {
servo.attach(9);
}
void loop () {
servo.write(90); delay(70);
servo.write(0); delay(2000);
}
```

A seguir, o novo código utilizado para a tela de exibição no aplicativo Aveva da imagem do botão que farão com que o motor funcione quando acionado, dessa maneira fazendo-o com que esteja conectado via wi-fi sem precisar de um cabo ou algo do gênero que necessite de ligação direta, realizando assim, a interconexão de supervisão, conforme a Figura 12 e Figura 13:

```
#ifdef ESP8266
#include <ESP8266WiFi.h>
#else ESP32
#include <WiFi.h>
#endif
#include <ModbusIP_ESP8266.h>
#include <ESP32Servo.h>

#define CANAL_DAC0 25 // o conversor é de 8 bits (0 a
255)
#define CANAL_DAC1 26 // o conversor é de 8 bits (0 a
255)
```

```

const int led1Pin = 12; const int led2Pin = 33; const int freq = 5000; const int
led1Channel = 0; const int led2Channel = 1; const int resolution = 10; int led3; const int
LED_COIL[10] = {100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109}; const int
pinoOut[10] = {13, 12, 18, 19, 23, 5, 4, 2, 14, 27}; // coloquei 2 no lugar do
22, aqui se colocam os pinos de saidas const int SWITCH_ISTS[6]
= {100, 101, 102, 103, 104, 105}; const int pinoIn[6] = {16, 17, 22, 21, 34,
15}; // os pinos de entradas
// Modbus Registers Offsets
const int TEST_HREG1 = 100; const
int TEST_HREG2 = 101; const int
TEST_HREG3 = 102; const int
TEST_HREG4 = 103; //Modbus
Registers Offsets const int
SENSOR_IREG1 = 100; const int
SENSOR_IREG2 = 101;
int valor1; int
valor2; int valor3; int
valor4; int servoValue =
0; Servo servoMotor;
ModbusIP mb;

long ts;

void setup() {
Serial.begin(115200);
WiFi.begin("Galaxy A20s7026",
"LM221016"); while (WiFi.status() !=
WL_CONNECTED) { delay(500);
Serial.print(".");
}
Serial.println("");
Serial.println("WiFi connected");
Serial.println("IP address: ");
Serial.println(WiFi.localIP());

mb.server(); //Start Modbus IP
for (int i = 0; i < 10; i++)
{

```

```

        pinMode(pinoOut[i], OUTPUT);
digitalWrite( pinoOut[i], 0);
mb.addCoil(LED_COIL[i]);
servoMotor.attach(32);
servoMotor.write(servoValue);
        } for (int i = 0; i <
6; i++)
        {
            pinMode(pinoIn[i], INPUT_PULLDOWN);
mb.addIsts(SWITCH_ISTS[i]);
        }
        mb.addHreg(TEST_HREG1);
mb.addHreg(TEST_HREG2); mb.addHreg(TEST_HREG3);
mb.addHreg(TEST_HREG4);

        mb.addIreg(SENSOR_IREG1);
mb.addIreg(SENSOR_IREG2);

    }

    void    loop()    {
mb.task();  if (millis() > ts +
1000) {    ts = millis();
            mb.Ireg(SENSOR_IREG1, analogRead(36));
mb.Ireg(SENSOR_IREG2, analogRead(39));

            if (mb.Coil(LED_COIL[1]) == true) {
servoValue = 90;    servoMotor.write(servoValue);
                Serial.println("Abrir");
                delay(70);
servoValue = 0;
servoMotor.write(servoValue);
                Serial.println("Fechar,,3");
            }

        for (int i = 0; i < 10; i++)
        {

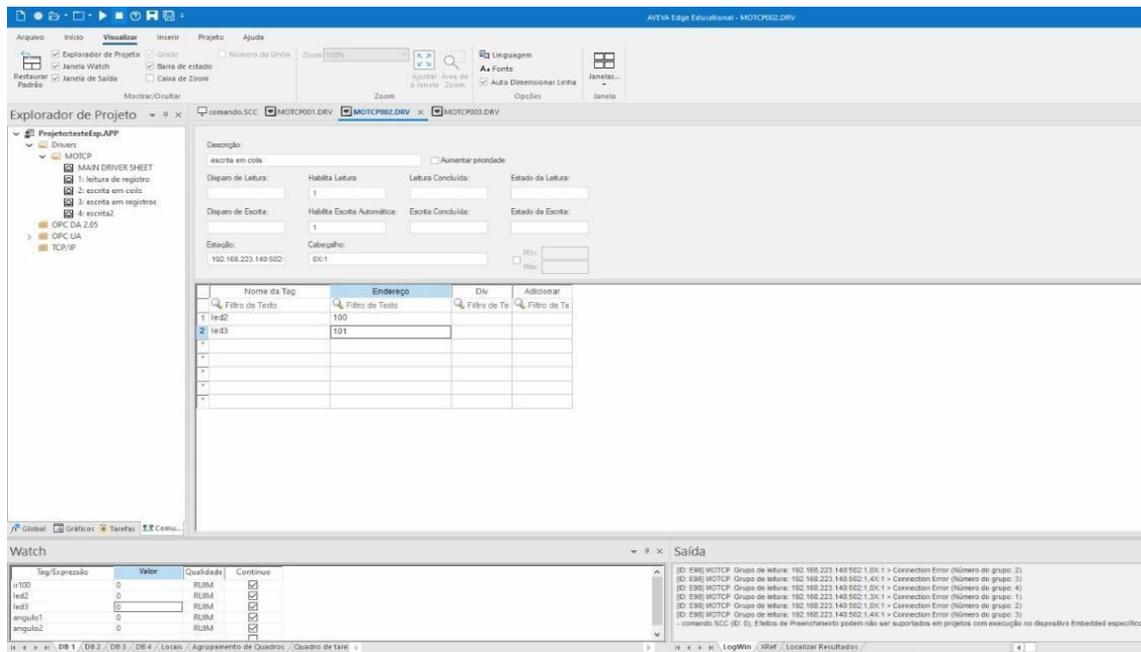
```

```

        digitalWrite(pinoOut[i], ! mb.Coil(LED_COIL[i]));
led3 = LED_COIL[1];
    }    for (int i = 0; i
< 6; i++)
    {
        mb.Ists(SWITCH_ISTS[i], digitalRead(pinoIn[i]));
    }
}
delay(10);
}

```

Figura 12 - Tela de comunicação das variáveis.

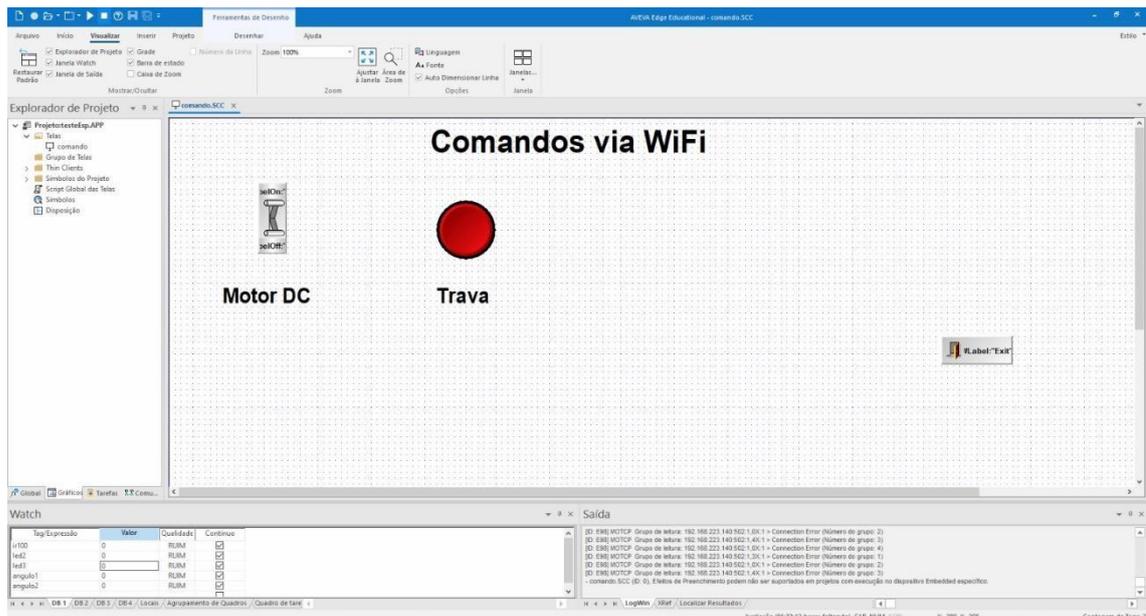


The screenshot shows the AVEVA Edge Educational - MOTCP002.DRV interface. The main window displays the configuration for the 'escrita em coils' function. The configuration includes fields for 'Diaparo de Leitura', 'Diaparo de Escrita', and 'Estação'. Below the configuration is a table with columns 'Nome da Tag', 'Endereço', 'Drv', and 'Adicionar'. The table contains two rows: 'led2' with address '100' and 'led3' with address '101'. At the bottom, the 'Watch' window shows a table of variables and their values:

Tag/Expressão	Valor	Qualidade	Contínuo
r100	0	RUM	<input checked="" type="checkbox"/>
led2	0	RUM	<input checked="" type="checkbox"/>
led3	0	RUM	<input checked="" type="checkbox"/>
angulo1	0	RUM	<input checked="" type="checkbox"/>
angulo2	0	RUM	<input checked="" type="checkbox"/>

Fonte: Os autores, 2023.

Figura 13 - Tela de comando.



Fonte: Os autores,2023.

7.1 Modbus

Em resumo, o Modbus TCP é um protocolo utilizado na automação industrial para troca de dados entre dispositivos em redes Ethernet. Sua simplicidade, compatibilidade e eficiência tornam-no uma escolha popular para a comunicação em sistemas de automação.

Modbus TCP é amplamente utilizado na automação industrial para troca de dados entre dispositivos. Ele é baseado no protocolo Modbus, que originalmente foi desenvolvido para comunicação serial, mas foi adaptado para funcionar em redes Ethernet TCP/IP.

O Modbus TCP permite a comunicação entre um mestre (geralmente um controlador ou computador) e vários dispositivos escravos (sensores, atuadores, controladores, etc.) em uma rede Ethernet. Ele utiliza o protocolo TCP/IP para transmitir os pacotes de dados entre os dispositivos.

7.2. Os testes do protótipo

Foram realizados os primeiros testes do protótipo, esses foram os materiais utilizados, Figura 14:

- Servomotor;
- Bolas de isopor;

- Pilhas;
- Motor;
- Palito de sorvete;
- Rolo de papelão;
- Fonte das pilhas
- Botão;
- Drone: HJmax com camera HD FPV Radio-controlado com wi-fi

Figura 14 - Componentes do trabalho.



Fonte: Os autores, 2023.

Os testes começaram a serem realizados, principalmente com a posição e a precisão do motor escolhido, ele foi posicionado ao final do tubo de papelão que, em teoria, é o lançador, como está sendo apresentado na imagem seguinte.

O motor se mostrou com uma potência e uma velocidade excelentes, sua precisão é calculada, os componentes na Figura 15 são mostrados separadamente.

Figura 15 - Equipamentos de teste.



Fonte: Os autores, 2023

Ao contrário de muitos acopladores, o motor está instalado na parte final do tubo, para impulsionar melhor as esferas de isopor.

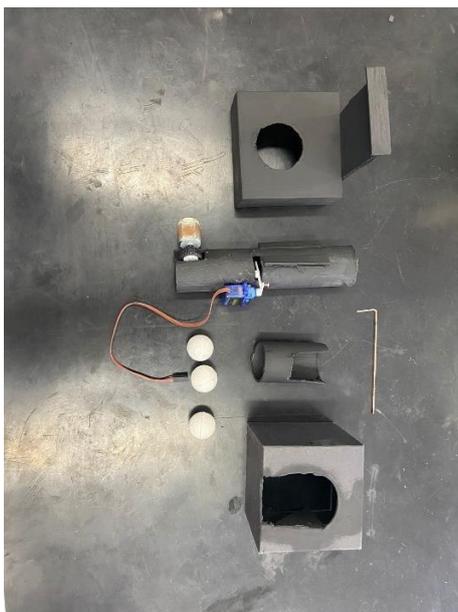
Na figura 16, Figura 17 e Figura 18, pode-se obter duas perspectivas do protótipo do acoplador, a planta e o perfil, o projeto está todo desmontado para um demonstrativo de como tudo nele funciona e fica equipado.

Figura 16 - Acoplador em protótipo.



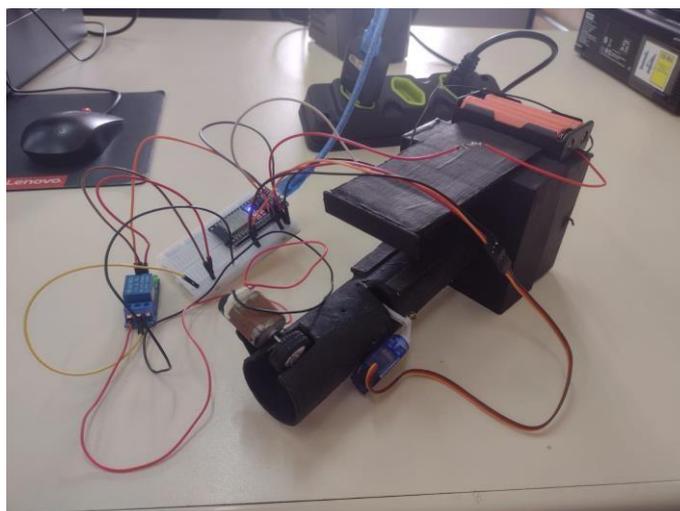
Fonte: Os autores,2023.

Figura 17 - Acoplador em protótipo.



Fonte: os autores,2023.

Figura 18 - Acoplador em protótipo.



Fonte: os autores,2023.

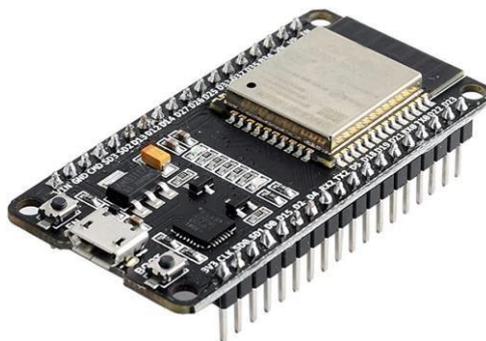
7.3 componentes do protótipo

Os componentes utilizados na criação do protótipo do projeto:

- O ESP32

O ESP32 DevKitC v1 é um kit de desenvolvimento equipado com WI-FI e Bluetooth v4.2, sendo um dos mais populares no Brasil para projetos e estudos em IoT (internet das coisas), esses recursos estão todos encapsulados no modulo ESP-WROOM-32 da empresa chinesa Espressif.

Figura 19 - ESP32.



Fonte: Amazon,2023.

- O RELÉ

O relé tem um circuito de comando, que no momento em que é alimentado por uma corrente, aciona um eletroímã que faz a mudança de posição de outro par de contadores, que estão ligados a um circuito ou comando secundário. Resumindo, pode-se dizer que todo relé se configura como um contato que abre e fecha de acordo com algum determinado fator ou configuração.

Figura 20 - Mini Relé.



Fonte: Eletrogate,2023.

- O SERVO

O Micro Servo Motor SG90 é um motor muito utilizado em aplicações para robótica, nos sistemas. O Micro Servo Motor SG90 é um motor muito utilizado em aplicações para robótica, nos sistemas micro controladores, como, por exemplo, Arduino, PIC e AVR. Também se faz ideal para utilização em aeromodelismo, fazendo preciso controle dos movimentos.

Figura 21 - Micro Servo Motor.



Fonte: UsinaInfo,2023.

- O Mini Motor DC

O Mini Motor DC é um motor muito compacto e de extrema funcionalidade, usado por hobistas e projetistas para os mais diversos projetos robóticos. Com o avanço da tecnologia surge a necessidade de criar equipamentos cada vez mais compactos com o objetivo de abranger maior diversidade de projetos, e essa foi a intenção para o desenvolvimento deste pequeno Motor DC.

Figura 22 - Mini Motor DC.



Fonte: Casa de Robótica,2023.

7.4 Problemas com componentes do projeto

Inicialmente, a ideia seria que o protótipo do drone conseguisse suportar o protótipo do acoplador, porém, o dispositivo é muito leve, pesando apenas 200 gramas, suporta 9 gramas, enquanto o acoplador pesa 300 gramas, portanto, não consegue levantar voo de maneira completa com o acoplador, as hélices giram, mas ele continua no chão, o drone que seria capaz de suportar a carga do protótipo custa aproximadamente R\$3.500,00 por conta desse valor extremamente alto, ele foi descartado, uma ideia de simulação foi cogitada, ao invés de um acoplador de papelão como utilizado, seja substituído por um de papel, apenas uma demonstração de como o drone voaria com o acoplador. O acoplador, por completo, pesa trezentos gramas, aqui abaixo, está o modelo utilizado para o protótipo, que não suportou o acoplador por ser mais leve que ele.

Figura 23 - Modelo drone HJmax com câmera HD.



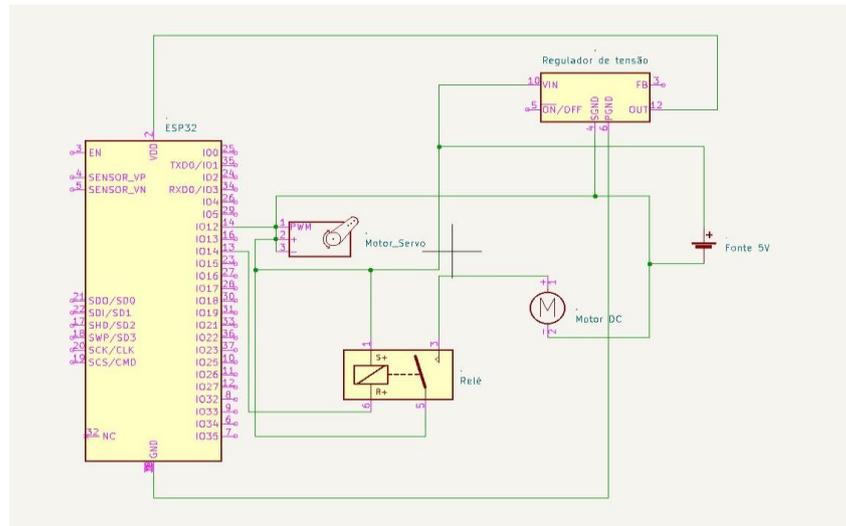
Fonte: Mercado Livre,2023.

- Modelo: HJMAX;
- Material: ABS Plástico;
- Cor: preto;
- Bateria: 780 mah bateria de polímero de lítio Bateria de
- Controle remoto: 4 * 1.5 em AA (não incluídas);
- Método de carregamento: USB;
- Tempo de carregamento: cerca de 2 horas;
- Tempo de voo: cerca de 6 a 10 minutos (devido a potência da bateria);
- Distância do controle remoto: sobre 150 metros;
- Distância de transmissão em tempo real: 60-80 metros;
- Dimensões: 28 cm por 28 cm por 12 cm;

- Distância diagonal: 35 cm;

O esquema elétrico desenvolvido do acoplador real está sendo mostrado na Figura 24.

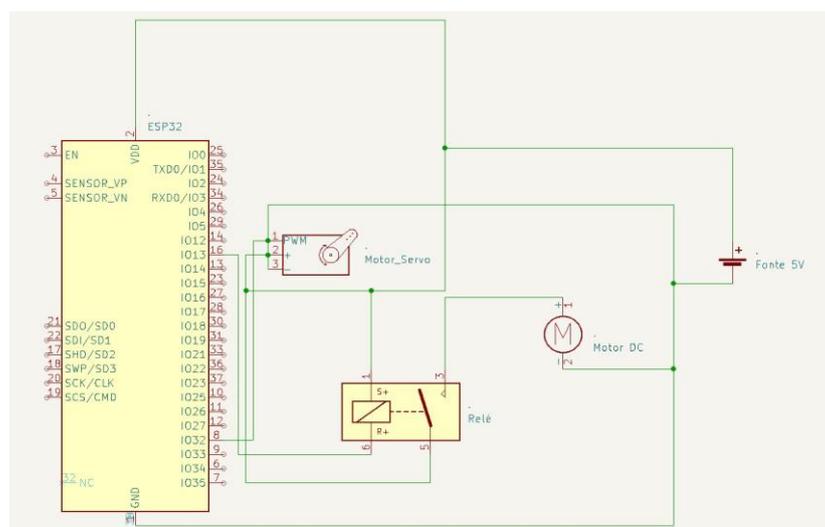
Figura 24 - Esquema elétrico do acoplador real.



Fonte: KiCad os autores,2023.

O esquema elétrico do acoplador em protótipo está sendo mostrado na Figura 25.

Figura 25 - Esquema elétrico do acoplador protótipo.



Fonte: KiCad, os autores,2023.

O pino utilizado para o acionamento da trava está no 32, e do motor é o pino 13, não se pode utilizar mais de uma biblioteca PWM e portas analógicas para esta operação.

8. O INTERIOR DE UM DRONE

Estes dispositivos têm uma tecnologia bastante complexa no seu interior, dentre elas:

- Motor:

Drones tem dois motores que giram em sentido horário e dois que giram em sentido anti-horário para equalizar a força produzida pela rotação das hélices, como exemplo da Figura 26. Isso acontece por causa da terceira lei de newton, que diz que para toda ação há uma reação oposta e de mesma intensidade. Ter um número igual de motores girando em sentidos opostos equaliza a força do giro, provendo estabilidade ao drone. É por isso que em helicópteros existe um rotor de cauda para contrabalancear a força do giro do rotor principal.

Figura 26 - Motor.



Fonte: Agrobox,2022.

- Hélices:

Assim como os drones possuem os motores, também faz parte, dois tipos diferentes de hélices, uma para cada tipo de motor. Cada hélice gira empurrando o ar para baixo, conforme a Figura 27, criando uma área de menor pressão sobre a hélice, e uma área de pressão mais alta abaixo dela, resultando em uma diferença de pressão que empurra o drone para cima.

Figura 27 - Hélices.



Fonte: Agrobox Drones, 2023.

- Controladora de voo:

Este é o cérebro do drone. A controladora de voo recebe informações do módulo de GPS, da bússola, dos sensores de obstáculos e do controle remoto, conforme a Figura 28, e processa todas essas informações que são repassadas aos ESCs para controlar os motores. Isso tudo pode ser visto na prática quando o drone está fazendo um voo pairado em um dia de muito vento. Em drones mais antigos ou mais simples, eles simplesmente ficariam derivando para os lados já que não existem sensores provendo informações sobre a localização do drone e o que precisa ser feito para corrigir a posição.

Figura 28 - Controladora de voo.



Fonte: TS2 Space, 2023

- Módulo GPS:

O módulo GPS utiliza duas redes globais de posicionamento para ter uma maior exatidão na localização do drone. Ele usa a rede russa conhecida como GLONASS, que é composta por 24 satélites orbitando a Terra. E usa também a rede norte-americana GPS composta por 31 satélites. Esses satélites transmitem informações sobre sua localização na superfície, conforme a Figura 29.

Figura 29 - Modulo GPS.



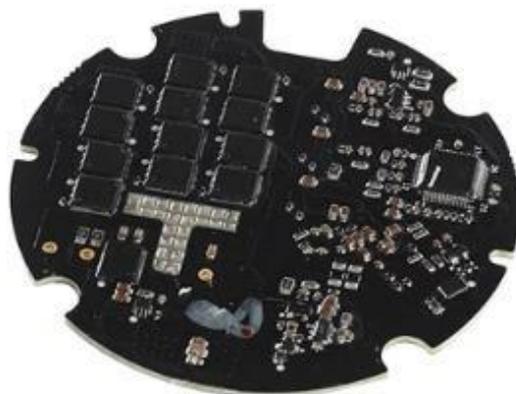
Fonte: Drone Flx, 2023.

- Controlador eletrônico de velocidade (ESC):

Os ESCs são conectados ao modulo de entrada de energia (bateria) e a controladora de voo. Assim que o ESC recebe sinais da controladora de voo, ele altera a potência fornecida para cada motor. No Phantom 4 existem dois circuitos de ESC, um que controla os motores do lado esquerdo do drone, e o outro que controla os motores do lado direito do drone.

Modulo de entrada de energia: Serve para monitorar a quantidade de energia vinda da bateria e distribui-la para o ESCs do drone e também para a controladora de voo, conforme a Figura 30.

Figura 30 - Controlador eletrônico de velocidade.

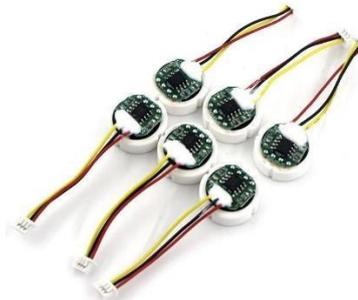


Fonte: Mecânica Industrial, 2023.

- Sensores de obstáculo:

Os drones tem sensores duplos de visão na parte frontal e na parte inferior. Eles funcionam em pares, assim como nossos olhos. Os sensores calculam a profundidade identificando quais pixels de cada sensor correspondem aos mesmos pontos. A partir daí o drone consegue calcular a distância que ele está de um objeto em sua frente. Em outras palavras, o drone soluciona o Teorema de Pitágoras repetidamente para calcular a distância que um objeto está do drone, conforme a Figura 31.

Figura 31 - Sensor de obstáculo.



Fonte: Agrobox Drones, 2023.

- Gimbal de 3 eixos:

É por causa dele que as imagens da câmera ficam tão estáveis. Um motor é colocado em cada eixo ao redor da câmera. Quando os sensores detectam um movimento em qualquer um dos eixos, os motores exercem um movimento contrário para neutralizá-lo. Isso acontece quase que instantaneamente enquanto milhares de cálculos são executados em tempo real, proporcionando uma imagem suave.

- Câmera:

Uma lente se abre na frente da câmera para que a luz entre nela. Um sensor captura os raios de luz e em seguida o transforma em uma imagem digital, conforme a Figura 32.

Figura 32 - Câmera.



Fonte: CPE Tecnologia, 2023.

- Bateria:

Essas baterias possuem proteção contra sobrecarga, informações de temperatura, histórico de ciclos de carga. Isso é para garantir que a bateria possa ser usada em segurança diversas vezes sem que aconteça nenhum problema durante voo, conforme a Figura 33.

Figura 33 - Bateria.



Fonte: Vesanso Digital, 2023.

- Hastes e bussolas (Compass):

Dentro dos trens de pouso dele estão as antenas de transmissão, que enviam informações do drone para o controle e visse versa. Nos trens de pouso do drone estão também duas bussolas (compass), que fornecem sua direção para a controladora de voo, conforme a Figura 34.

Figura 34 - Hastes.



Fonte: Aerojr, 2023.

- Sensor Ultrassônico inferior:

Um sensor envia um pulso sonoro de alta frequência e o outro recebe este pulso de volta. Baseado no tempo levado para enviar esse pulso e recebê-lo de volta, o drone localiza a sua altura em relação ao solo, conforme a Figura 35.

Figura 35 - Sensor.



Fonte: Aerojr, 2023.

- Luzes de Led:

As luzes servem para mostrar ao piloto a direção para qual o drone está apontando. As duas luzes vermelhas indicam a frente do drone, a direção para qual o drone está apontando. E as duas luzes verdes indicam a traseira do drone, conforme a Figura 36.

Figura 36 - LED.



Fonte: Aerojr, 2023.

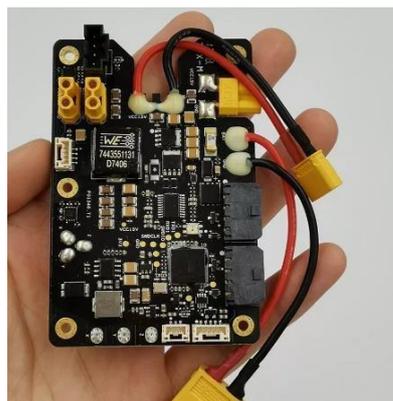
- Joysticks:

Eles traduzem os movimentos físicos dos sticks para informações que o controle transmite para o drone. O da esquerda move o drone para cima e para baixo, e faz o drone girar no próprio eixo. O da direita move o drone para frente, para trás e para os lados.

- Placa central de controle:

Conforme a Figura 37, ela recebe informações do drone sobre sua localização, atitude, e o que a câmera está vendo. Ela também recebe comandos do joystick e os envia para a controladora de voo.

Figura 37 - Placa central de controle.



Fonte: Agrobbox Drones, 2023.

- Placa central da câmera:

Ela processa informações do sensor de imagem e dos motores do gimbal para garantir uma imagem estabilizada. Essa placa processa as informações da câmera enquanto as grava em um cartão microSD.

8.1 O software escolhido

Software DJI TERRA: Este software possibilita planejar os voos e a rota através da captura de imagens obtidas da aeronave, essas imagens são projetadas em 2D e 3D para análise de terreno.

O que o diferencia dos demais softwares encontrados, é a sua análise focada no terreno, a geração e análise de dados para uma trajetória de voo, a fim de possuir um melhor planejamento no combate às chamas.

Outros softwares analisados são:

- PIX 4D

O PIX4D é um software de processamento que utiliza as imagens capturadas pelo Drone para gerar os principais produtos digitais como: nuvem de pontos, modelos digitais de superfície e terreno, ortomosaicos, modelos texturizados 3D. Necessários na topografia, agricultura, inspeções e entre outros.

- AGISOFT METASHAPE:

O Agisoft MetaShape é uma solução de software para fotogrametria com a capacidade de analisar automaticamente as imagens do drone para geração de modelos digitais cartográficos como, nuvem de pontos, texturas em 3D, ortomosaicos georreferenciados e muito mais. Necessários na topografia, agricultura, inspeções e entre outros...

- DJI FLIGHTHUB

O DJI FLIGHTHUB permite a visualização e gerenciamento em tempo real, facilitando assim a comunicação por meio da implementação de uma plataforma de monitoramento e gerenciamento de Drones, melhorando a coordenação do projeto com informações em tempo real das operações remotas de drones. Além disso, ele permite a gravação de registros de voo, imagens e informações gerais, organizando os registros em torno dos projetos e gerenciamento tarefas operacionais de maneira mais eficiente com ferramentas de planejamento de voo.

8.2. As razões que o software DJI terra foi escolhido

- Construção civil: coleta, avaliação e análise dados de múltiplos com precisão.
- Infraestrutura: execução, inspeções detalhadas em estruturas e recursos complexos com facilidade.
- Energia: inspeciona recursos e estruturas verticais em segurança, contando com otimizações especiais para linhas de alta tensão.
- Segurança pública: tome decisões rapidamente ao obter informações críticas presenciais.
- Agricultura: obtenha um profundo entendimento de seu ramo para ajudá-lo a gerar maior rentabilidade.
- Construção civil: otimização de pré-visualizações para melhorar o planejamento de fluxos de trabalho entre equipe.

9. ACOPLAMENTO PARA DRONE AUTOMATIZADO ORIENTADO (ADAO)

O projeto consiste em um acoplamento leve, automatizado que é anexado na parte inferior do Veículo Aéreo não Tripulado (VANT). Os materiais que foram cogitados para a fabricação estrutural inicialmente seriam o alumínio e grafeno, ambos os dois são excelentes para a resistência térmica e leveza.

9.1 Alumínio

Esse material havia sido escolhido por conta do seu ponto de fusão de $660,323^{\circ}\text{C}$, de acordo com a Tabela Periódica, que apesar de ser menor do que a temperatura atingida num incêndio que pode chegar a 750°C , deve ser considerada ideal a uma certa distância. Além disso, deve-se levar em conta a massa atômica do alumínio sendo de $26,981539\text{u}$, algo que em perspectiva da estrutura é extremamente leve, um modelo do material é mostrado na Figura 38.

Figura 38 – Modelo de alumínio.



Fonte: Qualidade Online,2023.

9.2 A fibra de carbono

Por fim, o material escolhido para ser o modelo de ADAO foi fibra de carbono. Em condições normais, a fibra de carbono pode suportar temperaturas de até 1500°C ou mais sem sofrer um colapso estrutural significativo. No entanto, é importante ressaltar que temperaturas extremas, prolongadas ou variações rápidas de temperatura podem afetar as propriedades mecânicas e a integridade da fibra de carbono, conforme a Figura 39.

Figura 39 - Fibra de carbono



Fonte: Manual de construção de barcos,2023.

10. O FIRE FIGTHING

O zangão de oito hélices Fire Figthing é o modelo escolhido, revestido com fibra de carbono, como foi citado, ele suporta até 1500°C, o projeto tem como objetivo a melhoria da capacidade do “drone bombeiro”, com ele, é possível que através de jatos d’água o incêndio possa ser cessado.

A tecnologia e o diferencial de ADAO trata-se justamente desse detalhe da mangueira, ao invés dela, ou de esferas extintoras caindo sem foco, o acoplamento instalado abaixo do drone possibilita uma mira e o lançamento das bolas no local adequado, possibilita uma precisão diferencial para apagar o incêndio de maneira mais rápida e efetiva.

Na figura ilustrativa 40 do modelo 3D, pode-se observar o drone, abaixo dele, suas esferas que caem de maneira aleatória, como uma espécie de bombardeio, e o acoplamento, nas Figuras 41 e 42, é possível observar que existe duas bolas anti-incendiárias uma atrás da outra, quando o drone alcança o alvo através da câmera termográfica que monitora a propagação do incêndio.

No calor do momento do combate, uma câmera termográfica é indispensável. Essas ferramentas vitais auxiliam os bombeiros a verem através da fumaça e monitorar a propagação do fogo, podendo assim visualizarem rapidamente o plano de ataque, localizar pontos quentes e salvar vidas.

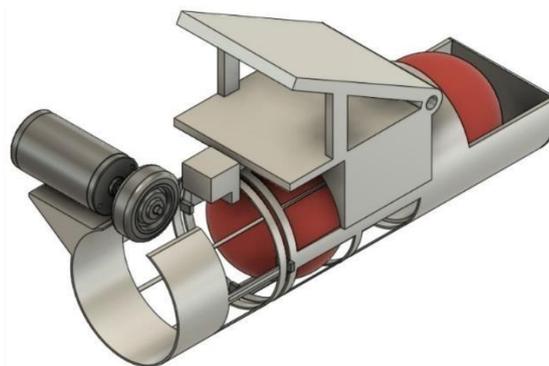
O que está em jogo é muito mais do que ver através de uma sala cheia de fumaça: ao visualizar a cena inteira de múltiplos pontos de vista, os comandantes de incidentes podem tomar decisões mais acertadas ao direcionar recursos. E, como as câmeras visualizam claramente as fontes de calor, tornaram-se ferramentas importantes nas operações de busca e salvamento e em ações com materiais perigosos.

Figura 40 - Drone bombeiro com mangueira.



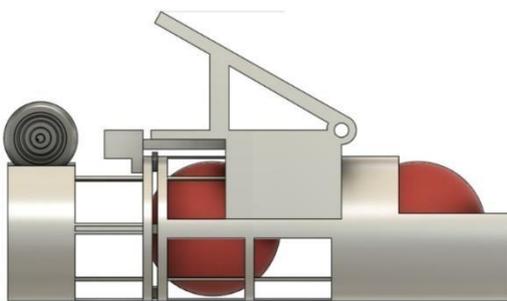
Fonte: Brouav,2023

Figura 41 - Modelo 3D em perspectiva.



Fonte: Os autores,2023.

Figura 42 - Modelo 3D lateral.



Fonte: Os autores,2023.

11. COMPONENTES UTILIZADOS NO DRONE REAL COM ACOPLADOR

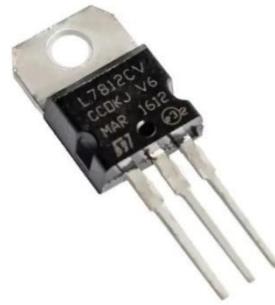
Aqui abaixo está um demonstrativo de cada componente utilizado no modelo de drone escolhido para o projeto:

- Regulador de tensão lm7812 (Figura 43):

Dados técnicos:

- Conector: DB36 pinos machos
- Conector: USB macho
- Taxa de transmissão = 1 mb

Figura 43 - Regulador de tensão lm7812.



Fonte: RoboCore,2023.

- Roda de borracha:

Conteúdo da embalagem:

- 1 Roda
- Aplicações e dicas de uso:
- Indicada para reposição em rodízios fixos ou giratórios, possui linha leve.
- Destaques e diferenciais, possui núcleo em chapa de aço zincado, proporcionando maior resistência contra oxidação/corrosão.

Detalhes técnicos, conforme a Figura 44:

- Diâmetro da roda: 2" - 50 mm Largura da roda: 22,0 mm
- Material da roda: borracha
- Diâmetro do eixo da roda.: 6,0 mm
- Tipo do eixo da roda: furo passante
- Capacidade de carga da roda: 25 kg

Figura 44 - Roda de borracha.



Fonte: Portal da Terra,2023.

- Motor escravo elétrico:

O motor elétrico é de alta qualidade, com um excelente sistema de vedação que evita o acúmulo de poeira e umidade. Com dupla serventia, destravando as portas do veículo pelo lado do motorista ou passageiro, com um simples toque no interruptor ou pelo seu próprio alarme, conforme a Figura 45.

Especificação Técnica:

- Alimentação 12V;
- Trava com 2 fios;
- Alta durabilidade;
- Ideal para reposição;
- Dupla Serventia;
- Ponta móvel giratória;
- Compatível com Alarmes;
- Selada contra Poeira e Umidade Garante;
- Mais Praticidade e Segurança; Aplicação:
- Universal

Conteúdo da Embalagem:

- 01 Motor de Trava Kit Suporte Fixação;

Figura 45 - Motor escravo com trava.



Fonte: FSO Furlan,2023.

Massa da carcaça: A massa da carcaça de fibra de carbono, com diâmetro externo de 130mm, diâmetro interno de 110mm e comprimento de 500mm, é de 5,88 kg.

Custo da carcaça: Considerando um preço hipotético de 200 dólares por quilograma de fibra de carbono e uma taxa de câmbio de 1 dólar para 5,17 reais, o custo estimado da carcaça de fibra de carbono é de aproximadamente 6.083,92 reais.

Motor DC, conforme a Figura 46:

Quadro 1 - O modelo do motor DC.

Modelo	63ZYT01A			
Tensão nominal	V dc	12	24	40
Velocidade nominal contínua	Rpm	3100	3300	3500
Torque nominal contínua	N.m	0.137	0.140	0.133
Corrente contínua	UM	5.2	2.7	1.7
Torque de partida	N.m	0.820	1.080	1.180
Corrente de partida	UM	27	18	12
Nenhuma velocidade da carga	Rpm	3600	3600	3800
Corrente sem carga	UM	0.6	0.36	0.21
Desmagnetização atual	UM	50	24	16
Inércia do rotor	Gcm ²	400	400	400
Peso do motor	G	1000	1000	1000
O comprimento do motor	Mm	95	95	95

Fonte: Os autores, 2023.

Figura 46 - Motor DC escovado 63zyt01a.



Fonte: RoboCore, 2023.

12. CALCULO DA MASSA DA CARÇAÇA, CILINDRO E VOLUME DO FURO INTERNO.

Primeiro, calcular o volume do cilindro externo:

Volume do cilindro externo = $\pi \times (\text{raio externo}^2) \times \text{altura}$ □ Raio externo = 120 mm / 2 = 60 mm = 6 cm

Volume do cilindro externo = $\pi \times (6 \text{ cm})^2 \times 30 \text{ cm}$ □ Calculando o volume do cilindro externo:

Volume do cilindro externo $\approx 3.14159 \times (6 \text{ cm})^2 \times 30 \text{ cm}$

Volume do cilindro externo $\approx 3392.92006 \text{ cm}^3$

O cálculo do volume do furo interno:

Raio interno = 100 mm / 2 = 50 mm = 5 cm

Volume do furo interno = $\pi \times (5 \text{ cm})^2 \times 30 \text{ cm}$ □ Calculando o volume do furo interno:

Volume do furo interno $\approx 3.14159 \times (5 \text{ cm})^2 \times 30 \text{ cm}$

Volume do furo interno $\approx 2355.70988 \text{ cm}^3$

Agora, vamos calcular a diferença entre os volumes para obter o volume da carcaça oca:

Volume da carcaça oca = Volume do cilindro externo - Volume do furo interno

Volume da carcaça oca $\approx 3392.92006 \text{ cm}^3 - 2355.70988 \text{ cm}^3$

Volume da carcaça oca $\approx 1037.21018 \text{ cm}^3$

Por fim, vamos calcular a massa da carcaça oca utilizando a densidade média das ligas de titânio de 4,45 g/cm³:

Massa da carcaça oca = Volume da carcaça oca x Densidade das ligas de titânio

Massa da carcaça oca $\approx 1037.21018 \text{ cm}^3 \times 4.45 \text{ g/cm}^3$

A fórmula para calcular a massa da carcaça oca de fibra de carbono é:

Massa da carcaça oca = $(\pi/4) \times [(\text{Diâmetro externo}^2 - \text{Diâmetro interno}^2) \times \text{comprimento}] \times \text{Densidade da fibra de carbono}$

Usando as dimensões fornecidas (diâmetro externo de 130 mm, diâmetro interno de 110 mm e comprimento de 500 mm) e uma densidade de fibra de carbono de 1,8 g/cm³, o resultado final é de aproximadamente 5,88 kg.

Portanto, com um diâmetro externo de 120 mm, um furo passante de 100 mm de diâmetro e um comprimento de 300 mm, a massa da carcaça oca, se feita de ligas de titânio, seria de aproximadamente 4.61352641 kg.

12.1 A temperatura ideal para não comprometer os componentes do protótipo

Para analisar a segurança dos componentes eletrônicos em relação ao incêndio, adota-se a seguinte abordagem. Primeiramente, foi determinado a distância segura necessária entre os componentes e a fonte de calor. Com base em uma temperatura estimada de 700 graus Celsius, utilizou-se a fórmula de Pitágoras para calcular a distância horizontal adequada. Considerando uma altura de 4 metros e uma distância horizontal de 50 metros, aplica-se a fórmula de Pitágoras para obter a distância hipotenusa. Por meio dos cálculos corretos, encontrou-se uma distância hipotenusa de aproximadamente 43.30 metros.

Além disso, recomenda-se a aplicação de um isolante térmico ao redor da caixa de controle dos componentes eletrônicos. Esse isolante ajuda a reduzir a transferência de calor e a proteger os componentes contra danos causados pelo incêndio. É importante ressaltar que, mesmo mantendo uma distância segura, o isolante térmico adiciona uma camada adicional de proteção.

Por fim, estima-se a velocidade inicial do projétil lançado pelo motor DC em aproximadamente 108,7 m/s (ou 391,32 km/h), com base na faixa de operação do motor entre 3100 e 3500 rpm. Essa informação é relevante para avaliar a distância que o projétil pode alcançar e garantir que a área de atuação do drone seja adequada ao combate ao incêndio.

Essa metodologia, que envolve o cálculo da distância segura por meio da fórmula de Pitágoras, a aplicação de isolante térmico ao redor da caixa de controle e a consideração da velocidade do projétil, visa garantir a segurança e o desempenho adequado dos componentes eletrônicos durante o combate ao incêndio. Ao manter uma distância segura de aproximadamente 43.30 metros da fonte de calor e aplicar o isolante térmico, reduzimos o risco de danos aos componentes.

12.2 Cálculos realizados

Considerando uma altura de 4 metros e uma distância horizontal de 50 metros, calcula-se a distância hipotenusa utilizando a fórmula de Pitágoras, resultando em aproximadamente 43.30 metros.

Estima-se a velocidade inicial do projétil lançado pelo motor DC em aproximadamente 108,7 m/s (ou 391,32 km/h), com base na faixa de operação do motor entre 3100 e 3500 rpm.

Dado um ângulo de lançamento de 30 graus, uma altura de 4 metros e uma distância horizontal de 50 metros, podemos calcular a distância hipotenusa usando a função trigonométrica do seno.

Primeiro, calcular o cateto oposto (h):

$$h = \text{hipotenusa} * \text{sen}(\text{ângulo})$$

$$h = 50 * \text{sen}(30)$$

$$h \approx 50 * 0.5$$

$$h \approx 25 \text{ metros}$$

Agora com o cateto oposto (h), utiliza-se a fórmula de Pitágoras para calcular a distância horizontal (D):

$$D^2 = \text{hipotenusa}^2 - \text{cateto oposto}^2$$

$$D^2 = 50^2 - 25^2$$

$$D^2 = 2500 - 625$$

$$D^2 \approx 1875$$

$$D \approx \sqrt{1875}$$

$$D \approx 43.30 \text{ metros}$$

Portanto, a distância horizontal correta, considerando a altura de 4 metros, o ângulo de lançamento de 30 graus e a distância horizontal de 50 metros, é de aproximadamente 43.30 metros.

13. AS BOLAS EXTINTORAS

A bola extintora que será utilizada no acoplamento é chamada “Bola Extintora Mocelin” da própria empresa Mocelin, de acordo com o site o funcionamento da bola é da seguinte maneira:

O dispositivo é colocado no suporte que acompanha na embalagem, onde ele deve ser fixado a uma parede ou em local firme, acima do local de risco, o mais próximo o possível (de 10cm a 30cm), desta forma ela será autoativada quando em contato com as chamas, no caso de princípio de incêndio, explodindo e espalhando o pó químico. Não se deve utilizar ela em locais que alcance temperatura acima de 70°C, pois acarretará numa degradação do produto.

Dado ao seu formato esférico, o dispositivo é extremamente portátil e fácil de carregar. Seu uso é simples e intuitivo, para apagar o fogo basta rolar ou jogar no foco de incêndio de uma distância segura. Não é necessário chegar muito perto das chamas e se expor aos riscos inerentes ao fogo, como no caso do uso de extintores de incêndios tradicionais. É importante, ao jogar a bola, que se evite confiná-la em cantos ou em locais onde não irá ter o contato com a chama. Não jogar a bola extintora em locais onde ela fique submersa a líquidos de qualquer natureza, pois afetará o seu funcionamento. Não arremessar a bola a grandes distâncias ou de grandes alturas, pois isso danificará a bola, também afetando seu funcionamento. Não usar em locais abertos, ou com muito vento, pois perde a eficácia.

- Principal agente extintor: Monofosfato de amônia 90%.
- Tempo de ativação: 3 a 8 segundos em contato com o fogo, com efeito imediato após a ativação.
- Abrangência: 8m² para embalagem de 1,300kg e de 3m² para embalagem de 500g.
- Incluso: Suporte Fixação (parede, teto ou solo).
- Diâmetro de 10cm;
- Funciona como alarme, devido à explosão.
- Isento de Manutenção.
- Validade/Garantia: 5 anos.
- Manter em local seco, abaixo de 70 °C.

Quando a bola extintora entra em contato com o fogo, o produto reage e espalha, de forma automática, o pó químico seco.

Em outras palavras, quando ela atinge uma certa temperatura, ela explode de 3 a 8 segundos, abrangendo uma área de até 8 metros quadrados, dispersando produtos químicos em 360 graus. Portanto, pode ser utilizada para apagar incêndios quando não há pessoas por perto.

A bola extintora é uma alternativa para evitar acidentes, uma vez que, na maioria dos incêndios, as pessoas ficam receosas sobre o que fazer, não sabendo como usar o extintor de incêndio. Afinal, muitas vezes não lembramos das instruções aprendidas, simplesmente por estarmos em situação de extremo estresse.

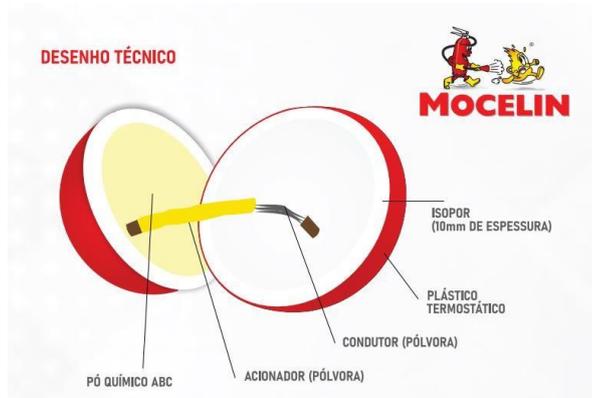
Foi realizado uma pesquisa com um funcionário da empresa da bola extintora Mocelin Fernando:

'Não possuímos altura máxima para o lançamento da mesma pois, o intuito da sua utilização em si, é instalar em locais possíveis de início de incêndio como painéis eléctricos e afins, sendo instalada entre 10 e 30 Centímetros de distância do possível local de incêndio. Como sua estrutura é em isopor, não recomendamos a utilização com lançamento em grandes alturas pois, tal ato irá comprometer sua estrutura, afetando diretamente no seu funcionamento.'

As bolas Mocelin são melhores em distancias curtas, como por exemplo, o drone estar em frente a um prédio em chamas, perto da janela, e então ele atira uma bola a menos de 4 metros de altura de distância com relação ao fogo, a bola explode apagando o incêndio da sala.

Foi discutida a possibilidade de escolhermos a bola extintora da empresa Elide Fire Brasil, porém, as bolas Mocelin são mais leves quando comparadas, pesando 1,3kg, enquanto as da Elide pesam 1,5kg. Portanto, pensado numa performance melhor do drone em movimento no ar, A Mocelin foi a melhor opção.

Figura 47 - Desenho ilustrativo bola extintora.



Fonte: site Mocelin,2022.

Figura 48 - Funcionamento da bola extintora.



Fonte: site Mocelin,2022.

14. MAIS PERTO E MAIS BARATO QUE UM HELICÓPTERO

De acordo com o site Drone Visual

Embora o mapeamento visual e térmico possa ser realizado com aeronaves tripuladas, o mapeamento dos drones tem o potencial de oferecer uma completa imagem. Drones podem coletar dados de pontos de vista que aviões e helicópteros simplesmente não podem e podem voar em momentos que seriam muito perigosos para uma aeronave tripulada. Drones voam mais baixo do que helicópteros, fornecendo uma imagem mais matizada da situação, e podem navegar em espaços apertados ou perigosos onde nenhum piloto de helicóptero se atreveria a ir. Em alguns casos, drones e helicópteros de combate a incêndios podem ser usados em conjunto para cobrir o máximo de terreno possível.

Durante o incêndio em Umpqua no Norte de Oregon em 2017, o Departamento do Interior dos Estados Unidos (DOI) usou um drone com uma câmera infravermelha para a localização de incêndios menores que um helicóptero poderia ter perdido em algum momento da inspeção. O Departamento estimou que a descoberta do incêndio evitou cerca de cinquenta milhões de dólares em danos à propriedade e à infraestrutura.

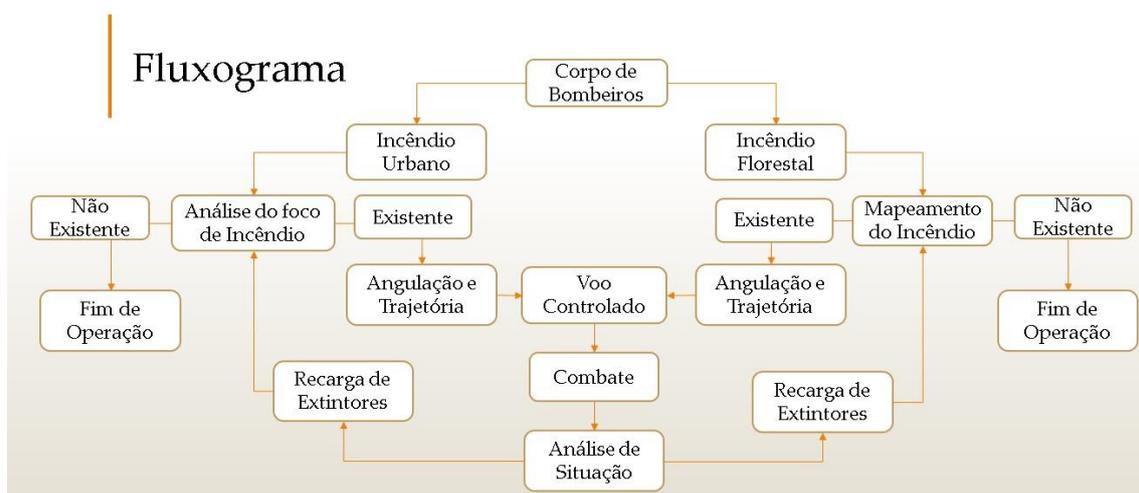
15. FLUXOGRAMA

Um fluxograma do funcionamento da operação foi desenvolvido, o incêndio é notificado aos bombeiros, eles entram nos carros, os drones ficam localizados no teto do lado externo do carro, ao chegar no local do incêndio, os bombeiros retiram os drones com os acoplamentos instalados abaixo deles já com as duas bolas extintoras prontas para uso, ligam o Veículo Aéreo Não Tripulado através do aplicativo, e a frota de robôs entra em ação, sobrevoando

o fogo, os bombeiros no controle dos drones, apertam o botão onde é ajustada uma angulação das bolas extintoras à 45 graus, acionando a mola que faz com que uma bola empurre a outra com pressão, a primeira bola é liberada, caindo sobre o fogo.

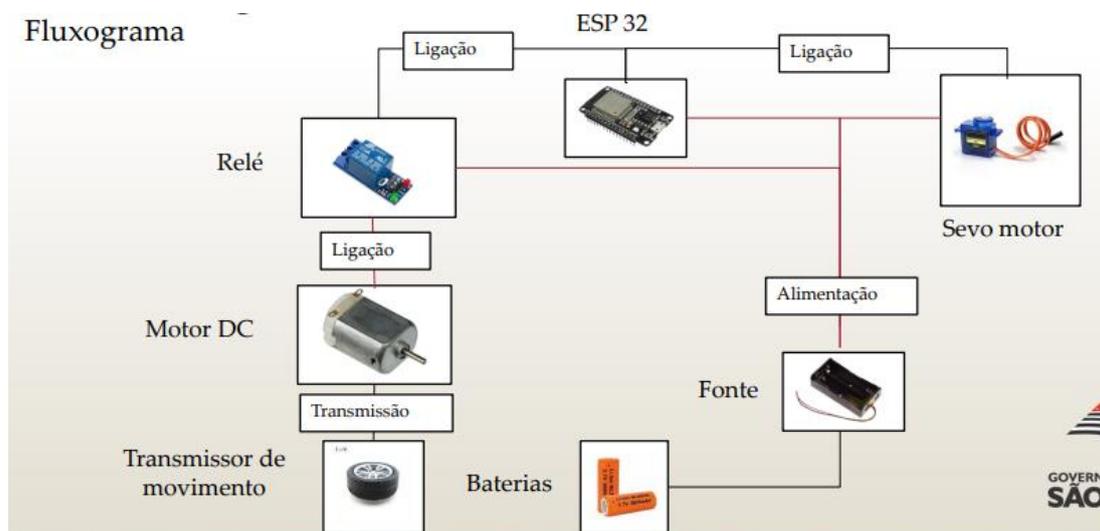
Na figura 49 está um demonstrativo do funcionamento de toda a operação dos bombeiros, descrevendo o incêndio urbano e rural, onde eles realizam um mapeamento do incêndio, análise do foco do incêndio, angulações das trajetórias, o voo controlado do drone até o local, a melhor maneira de controlar e apagar o incêndio.

Figura 49 - Fluxograma



Fonte: Os autores, 2022.

Figura 50 - Fluxograma do protótipo.



Fonte: Os autores, 2023.

16. TABELAS DE CUSTOS

A tabela a seguir é um demonstrativo dos valores pesquisados para a realização desse projeto e quais modelos de drones somados aos seus softwares eram mais viáveis:

Quadro 2 - valores comparativos.

MODELO DO DRONE	SOFTWARE UTILIZADO	VALOR TOTAL
Fire Figthing	Software DJI TERRA	R\$ 36.718,89
DJI Matrice30T	Pix 4D	R\$ 154.219,10
Drone udg	Agisoft Metashape	R\$ 2.039.939,37
Mat Simpleoilfield	Dji Flighthub	R\$ 159.990,00

Fonte: Os autores,2023.

Como pode-se analisar, de todos os drones e softwares pesquisados somente o Fire Figthing e o DJI TERRA possuem viabilidade financeira para a realização do projeto, ali embaixo, o Mat Simpleoilfield, aparentemente, parece ser o mais barato, e realmente é, porém, ele é extremamente frágil a exposição ao fogo, sua bateria não é de longa durabilidade.

Quadro 3 - Drone e acoplador finalizado.

ITENS:	QUANTIDADE:	VALOR:
Drone Fire Figthing com o software DJI TERRA	1 unidade	R\$ 36.718,89
Bateria de li-ion	7 unidades	R\$ 40,60
Esp32 com wifi	1 unidade	R\$ 34,20
Fios de jumper	12 unidades	R\$ 03,60
Motor escravo trava elétrica universal	1 unidade	R\$ 14,99
Motor DC	1 unidade	R\$ 100,00
Bola de borracha 50mm de diâmetro	1 unidade	R\$ 12,00

Regulador de tensão lm7812 25v-12v	1 unidade	R\$ 2,50
Carcaça	1 unidade	R\$ 6.083,92
Conjunto micro servo motores	1 unidade	R\$ 19,99
VALOR TOTAL:	_____	R\$ 43.030,69

Fonte: os autores,2023.

O Quadro 3, diferente do Quadro 2, trata dos custos individuais do drone escolhido.

Quadro 4- Valores do protótipo.

ITENS:	QUANTIDADE:	VALOR:
Drone HJmax	1 unidade	R\$ 269,99
Linha de nylon	1 unidade	R\$ 23,32
Esp32 com wifi	1 unidade	R\$ 34,20
Fios de jumper	10 unidades	R\$ 03,30
Micro motor DC	1 unidade	R\$ 29,90
Conjunto micro servo motores	1 unidade	R\$ 19,99
Super cola	2 unidades	R\$ 20,99
Pilhas duracell	4 unidades	R\$ 22,90
Fonte de baterias li-ion	3 unidades	R\$ 17,90
Relé	1 unidade	R\$ 8,49
Suporte da fonte	1 unidade	R\$ 12,60
Protoboard	1 unidade	R\$ 6,00
Frete	_____	R\$ 162,25
VALOR TOTAL:	_____	R\$ 631,83

Fonte: Os autores,2023.

Todos os itens listados nas páginas anteriores descrevem os gastos do protótipo, e uma estimativa dos gastos com o modelo real do drone e do acoplador, todos esses valores estão ligados diretamente e indiretamente ao projeto final. (Rolnik, 2016)

17. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através desse trabalho, verificou-se que o acoplamento anti-incendiário para drones é um dispositivo financeiramente viável, através de toda sua construção e desenvolvimento, ele traz aos profissionais da área da segurança e combate a incêndios uma maior facilidade e efetividade para combater incêndios.

ADAO foi desenvolvido com o objetivo de salvar vidas, ele se mostra uma tecnologia inovadora e que deve trazer melhorias na performance dos bombeiros, tanto dentro das cidades quanto ao meio da floresta. Com toda essa tecnologia, o VANT possibilita uma visão completa do fogo e uma velocidade notável para atingir o local afetado pelo incêndio.

Agora salvar vidas ficou extremamente seguro e rápido, visando também a preservação de prédios e do meio ambiente, esse acoplamento é uma inovação ambiciosa que procura revolucionar o meio da tecnologia e segurança nacional.

Em vista dos crescentes avanços na tecnologia e a suas aplicações, o acoplamento com esferas anti-incendiárias para drones, futuramente, podem lançar duas bolas de uma única vez, para mais de um lado, mais veloz, facilitando o combate a uma distância maior, entre outros lugares que ofereçam risco de incêndio via meios que podem variar de elétricos, combustão ou propagação de um segundo local.

18. BIBLIOGRAFIA

- Agrobox . (s.d.). Fonte: Agrobox: https://www.agroboxdrones.com/motor-propulsor-10033-drone-agras-t40-dji/p?gclid=Cj0KCQjwqNqkBhDIARIsAFaxvwwG521re2QIZJOH6EEAJa5u8ysO-_JH22edQxETQBL0AuvKv9PGhIYaAjzaEALw_wcB
- Agrobox Drones. (s.d.). Fonte: Agrobox Drones.: https://www.agroboxdrones.com/radar-omnidirecional-de-prevencao-de-obstaculos-drone-t40/p?gclid=Cj0KCQjwy9-kBhCHARIsAHpBjHjZlnKM_ZSAIAuL-Cz0-2eDLOEXx6ynrxX0B6aiYedhSsADHb5N8IAaAgDPEALw_wcB
- Anatomia de um Drone. (2022). Fonte: FlyPro: <https://www.flypro.com.br/pagina/anatomia-de-um->
- Andrade, E. (s.d.). Espressif. Fonte: Includemicro: <https://includemicro.com/esp32devkitcv1/#:~:text=O%20E%20A9,32%20da%20empresa%20chinesa%20Espressif.>
- Bateria para drone. (s.d.). Fonte: Vesanso digital: <https://vesansodigital.com.br/produtos/2-bateria-para-drone-original-400mah-37v-10-x-36-x-20mm/?variant=595407562&pf=mc>
- Brigadistas relatam dificuldades para combater incêndios na região da Chapada Diamantina. (22 de setembro de 2021). Fonte: G1: <https://g1.globo.com/ba/bahia/noticia/2021/09/22/brigadistas-relatam-dificuldades-para-combater-incendio-na-chapadadiamantina-muito-perigo.ghtml>
- Califórnia registra maior incêndio do ano, dois morrem e 2.000 moradores deixam casas. (01 de agosto de 2022). Fonte: G1: <https://g1.globo.com/mundo/noticia/2022/08/01/californiaregi-stra-maior-incendio-do-ano-e-2000-moradores-deixamcasas.ghtml>
- Calixto, F. (2022). História dos drones: como surgiram? Para que servem? Fonte: ITARC: <https://itarc.org/historia-dos-drones/>

- Camera para drones. (s.d.). Fonte: CPE Tecnologia :
<https://loja.cpetopografia.com.br/camera-dji-zenmuse-x5s/?pht=47631584107159110&network=x&campaignid=18299494737&adgroupid=&keyword=&device=c&devicemodel=&adposition=&gclid=Cj0KCQjwy9-kBhCHARIsAHpBjHgKx62JVvH1pvaYwvcgM2NxVh0-iVxqJRQReWt7BktPIHFXO41rf-gaAk>
- Costa, R. R. (2015). A INSERÇÃO DOS VEÍCULOS AÉREOS NÃO TRIPULÁVEIS (DRONES) COMO TECNOLOGIA DE MONITORAMENTO NO COMBATE AO DANO AMBIENTAL. ORDEM PÚBLICA.
- Curi, B. C. (s.d.). AVALIAÇÃO DOS IMPLEMENTOS DE DRONES USADOS NAS ATIVIDADES DOS SALVA-VIDAS. SATC - EDUCAÇÃO E TECNOLOGIA. Fonte:
<http://repositorio.satc.edu.br/bitstream/satc/397/2/BRUNO%20CITTADIN%20DOS%20SANTOS.pdf>
- DJI TERRA. (2022). Fonte: DRONE VISUAL:
<https://www.dronevisual.com/dji-terra-drone>
- Drone, A. (s.d.). Agroblox drones. Fonte: Agroblox drones:
https://www.agrobloxdrone.com/kit-8-pares-helices-todos-modelos-drone-agras-t40-dji/p?gclid=Cj0KCQjwy9-kBhCHARIsAHpBjHg0GJks1QjjPbtXtqyheBk0V0iiN50XcoA5383g4SGTOpfpV5i779YaAj5QEALw_wcB
- DRONE MAT. (s.d.). Fonte: IATEC PLANT SOLUTIONS:
<https://www.iatecps.com/product-page/dronemat>
- Incêndio em favela de São Paulo deixa 285 famílias desabrigadas; fogo é controlado. (03 de setembro de 2012). Fonte: OUL:
<https://noticias.uol.com.br/cotidiano/ultimasnoticias/2012/09/03/incendio-atinge-favela-na-zona-sul-desao-paulo.htm>
- Frąckiewicz, M. (10 de Março de 2023). TS2 Space. Fonte: Como funciona o sistema controlador de voo avançado de um drone?: <https://ts2.space/pt/como-funciona-o-sistema-controlador-de-voo-avancado-de-um-drone/>
- MAP BIOMAS. (2019). Fonte: A CADA ANO, BRASIL QUEIMA ÁREA MAIOR QUE A INGLATERRA:

<https://mapbiomas.org/a-cadaano-brasil-queima-area-maior-que-a-inglaterra>

Mattede, H. (s.d.). Mundo da Eletrica. Fonte: Mundo da Eletrica:

<https://www.mundodaeletrica.com.br/o-que-e-rele-comofunciona-um-rele/>

Mecanica Industrial. (s.d.). Fonte: O que é controle eletrônico de velocidade:

<https://www.mecanicaindustrial.com.br/179-o-que-e-controle-eletronico-de-velocidade/>

Módulo GPS. (s.d.). Fonte: Drones Flx: <http://www.drone-fix.com/pecas/mavic-air/modulo-gps-mavic-air>

Motor DC. (s.d.). Fonte: RoboCore: https://www.robocore.net/motor-motoredutor/motor-akiyama-12v-3500rpm?gclid=Cj0KCCQjwy9-kBhCHARIsAHpBjHiWM-qGyA_zBYjcMvhsZ44wWUGazBLViAfZ5mB7GGzgv3d5WGBbY70aAhKUEALw_wcB

Motor elétrico escravo com trava. (s.d.). Fonte: FSO Furlan: https://www.furlanweb.com.br/motor-escravo-trava-eletrica-2-fios-roadstar-rs01br/p?idsku=8839&gclid=Cj0KCCQjwy9-kBhCHARIsAHpBjHgO_UHAhG3p3rGxOOlxX6tTxhE2uVQlwlJxRBVx3z4gOvL1Ggzij2YaAkS9EALw_wcB

ODS 11: Conheça o Objetivo da ONU para as cidades. (13 de Abril de 2022). Fonte: Habitability: https://habitability.com.br/ods-11conheca-o-objetivo-da-onu-para-ascidades/?utm_source=google_pago&utm_medium=&utm_cont ent=&gclid=EAlalQobChMI57OXI-ejwIVPxPUAR0IPwFxEAAAYASAAEgKbjPD_BwE

Placa de controle de um drone. (s.d.). Fonte: Agrobox Drones.: https://www.agroboxdrones.com/modulo-de-distribuicao-de-energia-placa-drone-t40-dji/p?gclid=Cj0KCCQjwy9-kBhCHARIsAHpBjHib2cokTXdtKAcpd-VA7VWkjNx-ysM-ITgPiRPTXayOAOdWxexkmDwaAnCFEALw_wcB

Regulador de Tensão. (s.d.). Fonte: RoboCore: https://www.robocore.net/regulador-de-tensao/regulador-de-tensao-12v-7812?gclid=Cj0KCCQjwy9-kBhCHARIsAHpBjHibmJS5chgJ0Y8oLoFzyq-LMnc2U0b4I86qmcbtJp7_7QcaA88JpgQaAuA-EALw_wcB

Roda de Borracha. (s.d.). Fonte: Portal da Terra:
<https://www.portaldaterra.com.br/peças/carretas/roda-macica-de-borracha-carriola>

Rodrigues., H. (24 de Novembro de 2021). A conformidade dos produtos extrudados de alumínio e suas ligas. Fonte: Qualidade Online:
<https://qualidadeonline.wordpress.com/2021/11/24/a-conformidade-dos-produtos-extrudados-de-aluminio-e-suas-ligas/>

Rolnik, L. B. (4 de agosto de 2016). Incêndios em favelas: falar sobre o tema é mexer com fogo? Fonte: labcidade:
<http://www.labcidade.fau.usp.br/incendios-em-favelas-falarsobre-o-tema-e-mexer-com-fogo/>

Russo, R. (s.d.). Conheça os principais componentes de um drone. Fonte: Aerojr:
<https://aerojr.com/blog/principais-componentes-de-um-drone/>

Russo., R. (s.d.). Conheça os principais componentes de um drone. Fonte: Aerojr:
<https://aerojr.com/blog/principais-componentes-de-um-drone/>

SILVA, A. P. (2020). USO DE DRONE NA AGRICULTURA 4.0. FAMA - FACULDADE DO AMAZONIA.

Usina Info. (s.d.). Fonte: Usina Info:
<https://www.usinainfo.com.br/servo-motores/micro-servomotor-9g-sg90-180-16kgfcm-de-posicao-2299.html#:~:text=O%20Micro%20Servo%20Motor%20SG90,fazendo%20preciso%20controle%20dos%20movimentos.>

Vidal, J. (20 de julho de 2021). 4 MANEIRAS DE DRONES COMBATER INCÊNDIOS FLORESTAIS. Fonte: Drone Visual:
<https://www.dronevisual.com/post/4-maneiras-de-dronescombater-inc%C3%AAdios-florestais>

WORLD WIDE. (s.d.). Fonte: DJI MATRICE 30T:
https://www.worldwidebrasil.com.br/dji-matrice-30t-combolacrado?utm_source=Site&utm_medium=GoogleMerchant&utm_campaign=GoogleMerchant&srsltid=AYJSbAcIZUXQWHa9w5ycy8QTeKtT0178LgionnUsFMyByzUqxmEu7LCzZD0

Marinha Mil, 22 Out 2022

<https://www.marinha.mil.br/spolm/sites/www.marinha.mil.br>.

Acesso em: 24/112022

<https://educador.brasilecola.uol.com.br/estrategias-ensino/pendulonewton-no-ensino-mecanica.htm>