

Objetivo: auxiliar em resgates mapeando a área do desastre/acidente para facilitar a ação dos bombeiros/socorristas.

Problemas a serem enfrentados: resistência à variação climática (chuva, frio, calor, ventos fortes); estabilidade estrutural; auxiliar na autonomia de voo; alcance de área mapeada, custo de fabricação, peso da estrutura.

Possíveis estruturas:

Dois tipos de drones foram estudados, o drone de asa fixa e o drone de asa rotativa, foram levantadas as principais características de cada modelo.

1. Asa Rotativa ou Multirotor:

A estrutura desses drones apresenta braços com motores elétricos nas pontas, podendo ser comparada a de um helicóptero.

Drones multirotor são construídos com um corpo central e múltiplos rotores que rotacionam hélices para manobrar a aeronave. Os mais comuns são os que possuem quatro (quadricópteros), seis (hexacópteros) ou oito (octacópteros) rotores, mas podemos encontrar drones com outras combinações relativas à quantidade de rotores. Uma vez no ar, um drone multirotor varia a velocidade relativa de cada rotor para alterar o torque, permitindo uma gama de movimentos.

Dentre as principais vantagens dos drones de asas rotativas, podemos citar:

- Facilidade na pilotagem: Aeronaves com múltiplos rotores são mais fáceis de pilotar tanto para humanos quanto para pilotos automáticos. As aeronaves com vários rotores podem realizar decolagens e aterrissagens verticais, elas também exigem menos espaço para decolar e pousar, tem grande flexibilidade de manobra, podendo pairar imóvel no meio do voo.
- Menor custo: Os veículos com asas rotativas dominam o mercado de drones com preços competitivos, podemos encontrar um quadricóptero profissional com valor entre 8 e 10 mil reais, enquanto um drone de asa fixa de qualidade semelhante pode facilmente custar entre 8 ou 10 vezes mais.
- Maior capacidade de carga útil: Os drones multirotores geralmente suportam mais peso devido ao seu design.
- Mais compacto: Aeronaves com múltiplos rotores não exigem a área de superfície ou a envergadura como os drones de asa fixa, porque usam várias hélices para voar. Eles são projetados para dobrar e caber em caixas menores tornando-se mais fáceis de transportar.

Porém os multirotores possuem algumas desvantagens:

- Menor área mapeada: Uma limitação dos drones multirotores é a área mapeada em uma única bateria. A maioria dos drones multirotores pode voar por cerca de 30 minutos em condições climáticas ideais. Essa limitação pode ser compensada com o uso de baterias adicionais.
- Menos estabilidade: A aerodinâmica de um drone multirrotor os deixa mais vulneráveis aos ventos fortes. Em regiões onde espera-se condições de ventos fortes faz-se necessário optar por voar com drones asas rotativas de maior porte, ou drones com asa fixa.

2. Asa Fixa

O drone de asa fixa é um projeto mais tradicional de aeronave, semelhante a um avião. Eles são feitos de um corpo central que tem duas asas e, geralmente, uma única hélice. Uma vez no ar, as duas asas geram sustentação que compensa seu peso permitindo que a aeronave permaneça em voo.

Por causa disso, eles só precisam usar energia para seguir em frente, não para se manter no ar, por isso oferecem vantagens diferentes dos drones com asas rotativas, tais como:

- Maior área mapeada: As aeronaves com asa fixa podem cobrir maiores áreas do que os drones multirotores em um único ciclo de bateria. Isso os torna ideais para o mapeamento de áreas muito grandes ou lineares.
- Maior estabilidade: O projeto de aeronaves de asa fixa proporciona maior estabilidade em ventos fortes quando comparados às aeronaves de asa rotativa. Oferecendo uma alternativa para voar em regiões onde ventos mais fortes são esperados ou frequentes.

Contudo, assim como o multirrotor, esse tipo de aeronave apresenta algumas desvantagens operacionais:

- Necessidade de uma maior área de pouso e decolagem: As aeronaves de asa fixa exigem uma maior área para realizar a decolagem e pouso; o que pode torná-las improdutivas em alguns casos, por exemplo em regiões urbanas ou muito vegetadas.
- Maior custo: Atualmente no mercado, as aeronaves de asa fixa tendem a custar mais, quando comparadas aos multirotores.

- Dificuldades na pilotagem: Aeronaves de asa fixa são mais difíceis de pilotar, tanto para humanos quanto para pilotos automáticos.
- Menos compacta: A vantagem da maior autonomia das aeronaves de asa fixa vem diretamente de sua área de superfície e envergadura, o que significa que elas são mais difíceis de serem guardadas e geralmente requerem tempo de montagem maior antes dos voos.

A partir dos dados coletados foi feito uma tabela comparativa:



Comparação	Asa fixa	Asa rotativa
Preço	X	V
Tamanho/Portabilidade	X	V
Facilidade de pilotagem	X	V
Eficiência de área mapeada	V	X
Estabilidade	V	X
Área de decolagem e pouso	X	V
Capacidade de carga	X	V

Possíveis materiais:

Duas possibilidades foram consideradas: fibra de carbono e impressão 3D, sendo que na impressão 3D os três materiais pesquisados são PLA, PETG, ABS.

1. Fibra de carbono:

Fibra de carbono é uma fibra sintética composta de finos filamentos de 5 a 10 micrômetros de diâmetro e composta principalmente de carbono. Cada filamento é a união de diversas milhares de fibras de carbono. Além da resistência e rigidez, as fibras de carbono possuem excelente resistência à fadiga, características de amortecimento de vibrações, resistência térmica e estabilidade dimensional. As fibras de carbono possuem também boa resistência elétrica e térmica e são quimicamente inertes, exceto quanto à oxidação.

2. ABS:

O ABS é um material leve, flexível, porém rígido e com características de resistência na absorção de impactos. É utilizado em diversos casos, pois assume qualquer cor e forma, tendo como destaque sua estabilidade durante o processo de injeção ou extrusão. Também é utilizado para a fabricação de filamentos de impressão 3D.

3. PLA:

O PLA caracteriza-se por ser um dos materiais mais populares, disponibilizado em várias cores e pela maioria dos fornecedores de suprimentos para a tecnologia, além de apresentar maior facilidade para imprimir quando comparado, por exemplo, ao ABS. O PLA dispõe de melhores características termomecânicas que o ABS, apresentando maior resistência mecânica e menor coeficiente de expansão térmica, o que melhora sua capacidade de impressão, reduzindo efeitos como o empenamento durante o processo de fabricação.

O PLA dispõe de características interessantes, tais como biocompatibilidade, biodegradabilidade, e absorção biológica, além de boas propriedades mecânicas e de processabilidade, estabilidade térmica e baixo impacto ambiental. A resistência à tração do PLA encontra-se em aproximadamente (50 a 70) MPa e o módulo de elasticidade entre (3,0 e 4,0) GPa, dependendo da massa molar e da composição estereoquímica. Termicamente o PLA apresenta uma temperatura de transição vítrea próxima a (55 a 65) °C, e quando semicristalino um ponto de fusão no intervalo de (170 a 180) °C. O material é utilizado em muitas indústrias, sobretudo em setores como a fabricação de implantes médicos biodegradáveis e embalagens para alimentos. Entretanto, algumas deficiências do PLA, como a fragilidade inerente, um limitado alongamento até a ruptura, e uma baixa resistência ao impacto, constituem alguns desafios para a ampla aplicação do material.

4. PETG:

Um filamento que reúne as melhores qualidades do ABS (resistente e dúctil) com a facilidade de impressão que o PLA oferece.

Em um aspecto geral, o PETG consiste em um polímero com temperatura de transição vítrea próxima a 80°C, com propriedades mecânicas semelhantes às do PET, tendo como vantagens uma notável tenacidade, flexibilidade, e alta capacidade de processamento. Estudos como os de LAM et al. encontraram valores de resistência à tração, alongamento até a ruptura e módulo de elasticidade para o PETG próximos a 25 MPa, 93%, e 1,6 GPa, respectivamente. Já no trabalho de FOCKE et al. para as mesmas propriedades, os resultados foram, seguindo a ordem, 50,4 MPa, 73%, e 2,02 GPa.

5. PEEK

O polímero PEEK é um material plástico de alta performance com um excelente equilíbrio de propriedades físicas. Possui um dos mais altos níveis de resistência ao calor e resistência mecânica disponíveis entre os plásticos. É também uma das melhores opções ao procurar boa resistência química, bem como resistência à radiação.

Comparação propriedades mecânicas obtidas a partir do ensaio de tração:

Propriedades	Fibra de carbono	PLA	ABS	PETG
Tensão máxima (MPa)	582,940	46,000	14,600	18,600
Módulo de elasticidade (GPa)	36,810	1,896	1,336	1,068
Deformação máxima (mm/mm)	0,0183	0,0369	0,0708	0,0774

Comparação propriedades mecânicas:

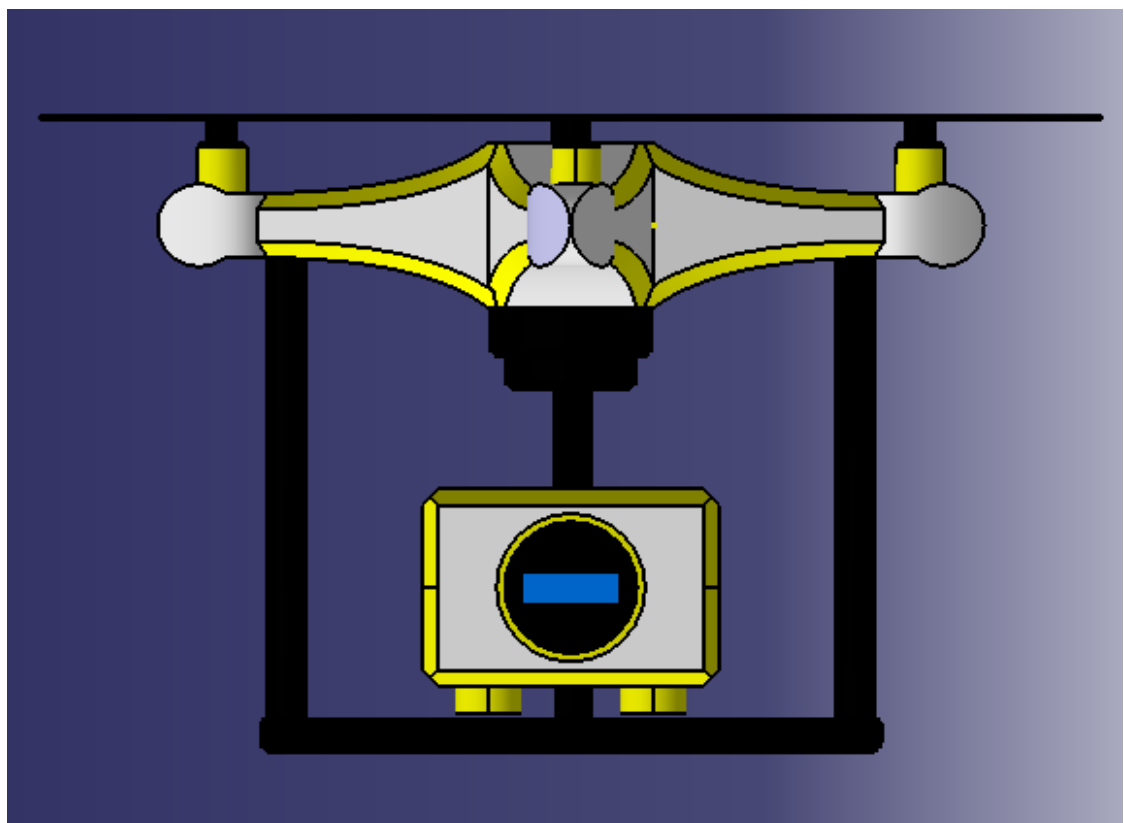
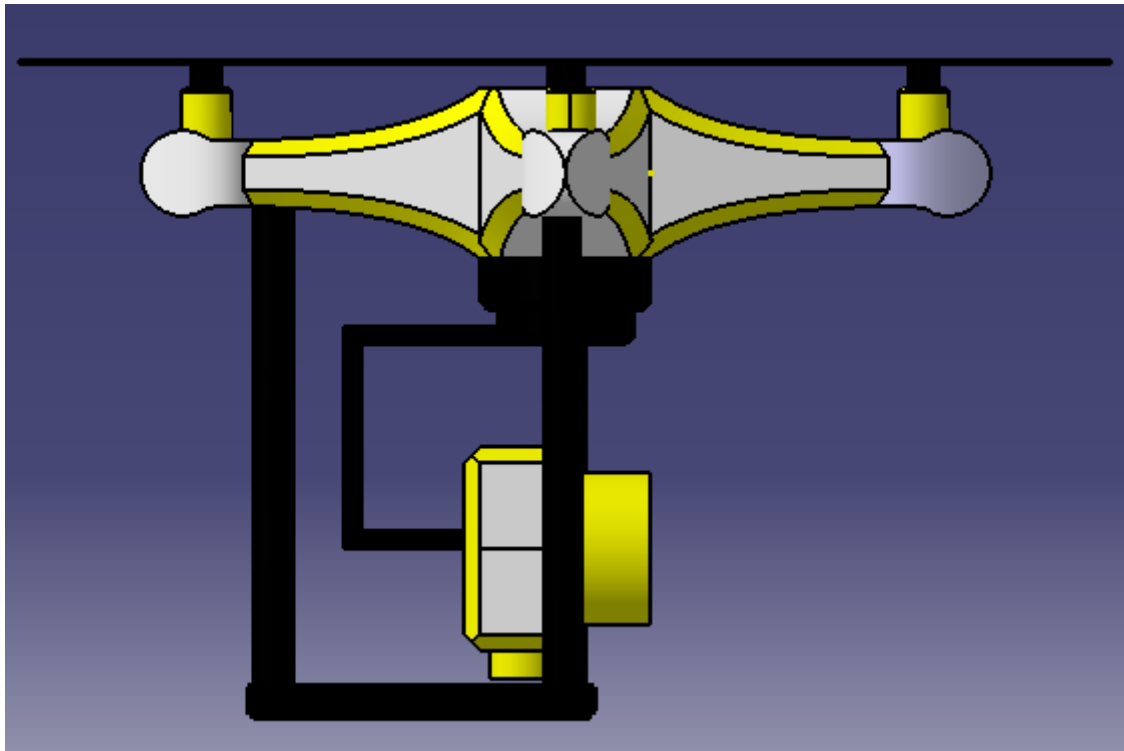
Table 2: Mechanical properties of materials

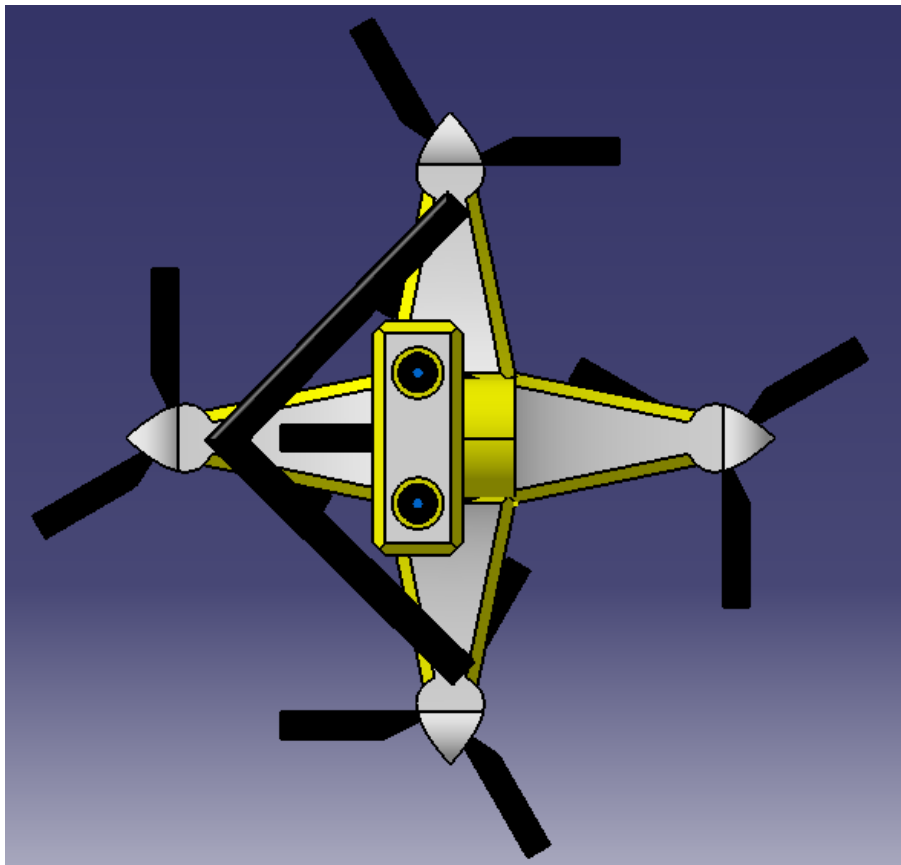
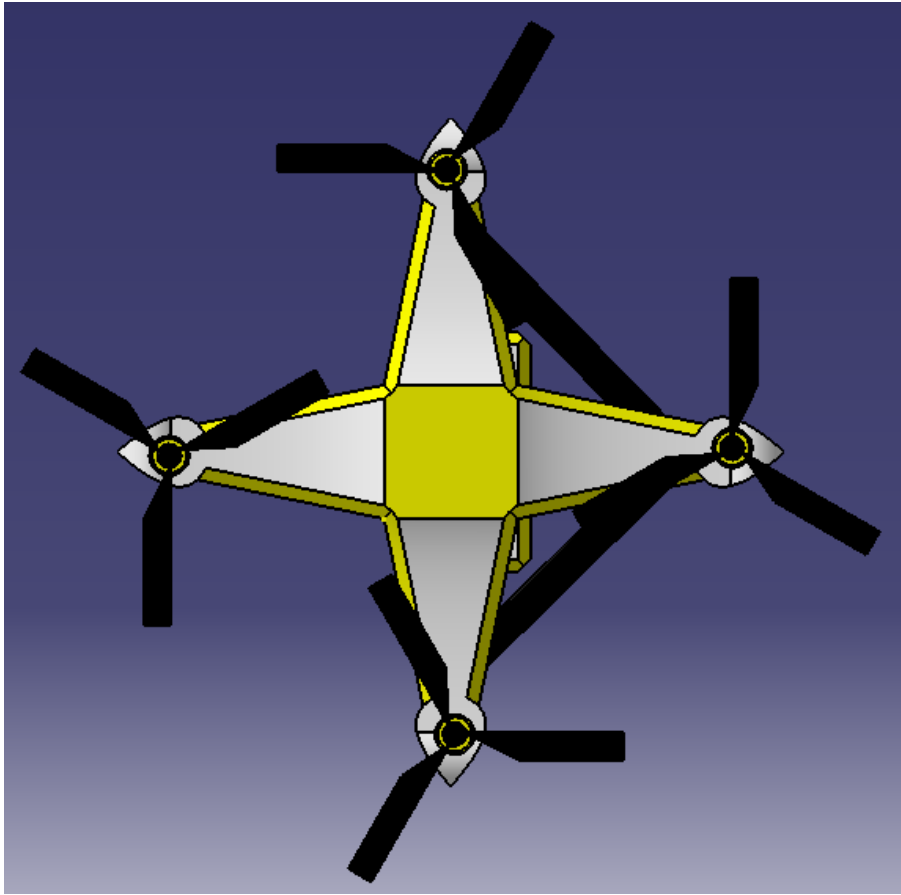
Material Guidance	Shear Modulus(Gpa)		Poisson's Ratio (ν)		Young Modulus(Gpa)		Yield Strength (Mpa)	
ABS H	0.68	\pm	0.31	\pm	2.20	\pm	34.12	\pm
	0.039		0.082		0.097		0.203	
ABS V	0.56	\pm	0.27	\pm	2.09	\pm	27.40	\pm
	0.042		0.083		0.102		0.203	
ABS F	0.58	\pm	0.22	\pm	2.19	\pm	32.43	\pm
	0.042		0.083		0.102		0.203	
PLA H	1.21	\pm	0.34	\pm	3.58	\pm	59.88	\pm
	0.075		0.094		0.161		0.101	
PLA V	1.18	\pm	0.25	\pm	3.34	\pm	53.23	\pm
	0.064		0.090		0.143		0.101	
PLA F	1.13	\pm	0.23	\pm	3.39	\pm	46.58	\pm
	0.064		0.087		0.148		0.101	
PETG H	0.64	\pm	0.36	\pm	1.80	\pm	40.32	\pm
	0.040		0.080		0.105		0.100	
PETG V	0.65	\pm	0.29	\pm	1.67	\pm	34.16	\pm
	0.040		0.077		0.105		0.100	
PETG F	0.63	\pm	0.26	\pm	1.61	\pm	36.18	\pm
	0.040		0.080		0.105		0.100	

H is horizontal printing (axis X), *V* is vertical printing (axis Z), *F* is flat printing (axis Y)

Factor	PEEK	ABS
Tensile Strength	100.0 MPa	37.0 MPa
Elastic Limit	72.0 MPa	31.0 MPa
Compressive Strength	118.0 MPa	37.0 MPa
Compressive Modulus	3.8 GPa	2.3 GPa
Bending Strength	163.0 MPa	53.0 MPa
Bending Modulus	4.0 GPa	2.2 GPa

Ideia inicial de estrutura:





Referências:

Estrutura:

<https://www.gtalevantamentos.com.br/asa-fixa-ou-multirotor-principais-diferencas/>

<https://horusaeronaves.com/as-vantagens-dos-vants-de-asa-fixa/>

<https://horusaeronaves.com/drone-para-mapeamento-melhor/>

Material:

<http://www.mec.uff.br/pdfteses/DanielPereiraNunesGama2017.pdf>

<https://maua.br/files/artigos/artigo-fibra-de-carbono-prof.-guilherme.pdf>

https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-70762018000400457

<https://3dlab.com.br/propriedades-dos-materiais-para-impressora-3d/#:~:text=temperatura%20de%20TG,-,ABS,em%20pe%C3%A7as%20que%20necessitam%20contato.>

<https://conexaodrones.com.br/product/dji-phantom-4-pro/>

<https://www.dji.com/br/phantom-4-pro/info>

<https://www.novatrigo.com.br/produtos/plastico-abs/#:~:text=Termopl%C3%A1stico%20ABS%20%2D%20Acrilonitrila%20Butadieno%20Estireno,processo%20de%20inje%C3%A7%C3%A3o%20ou%20extrus%C3%A3o.>

<https://www.ensingerplastics.com/pt-br/semiacabados/plasticos-de-alto-desempenho/peek>