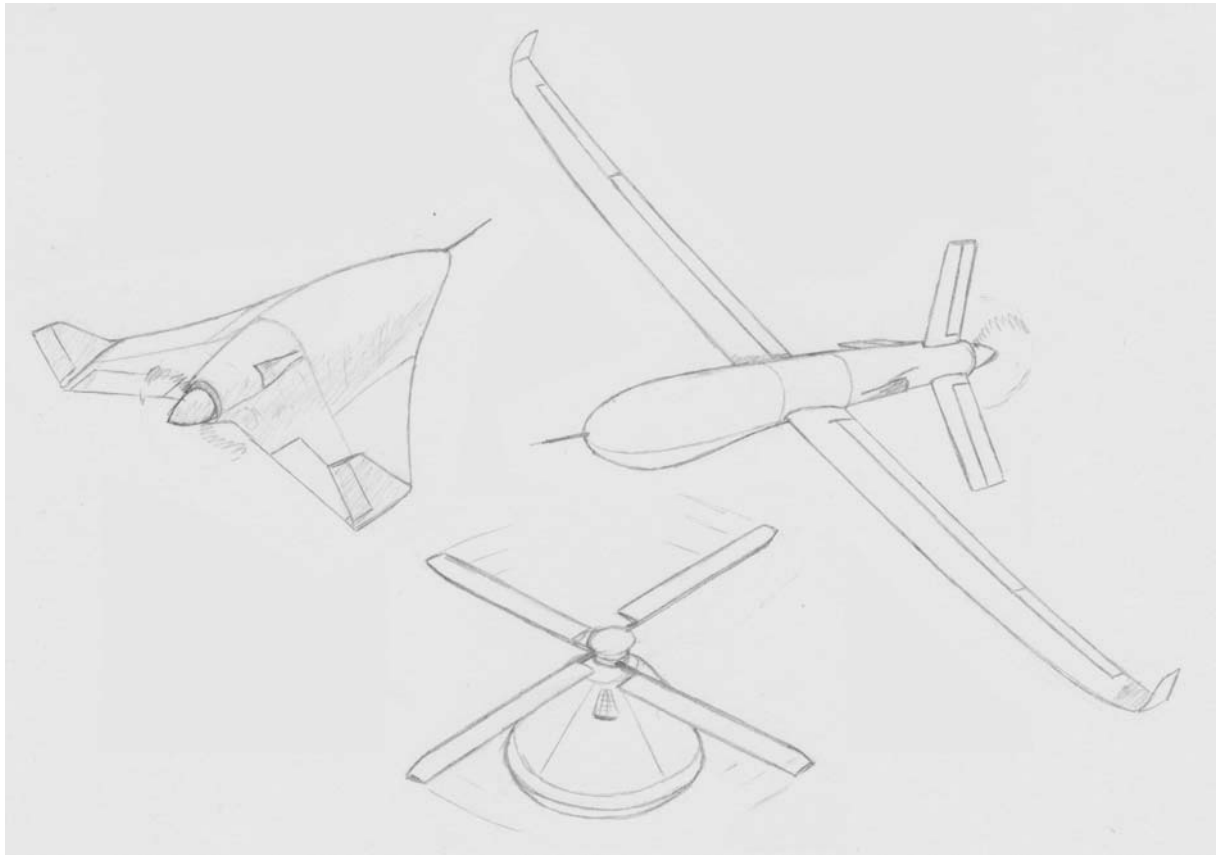


UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR

Departamento de Ciências Aeroespaciais

PROJECTO DE AERONAVES - 2026

2001/2002



**AERONAVE
DE
OBSERVAÇÃO NÃO TRIPULADA**

UAV02

Descrição do Projecto

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO.....	3
2. REQUISITOS.....	3
2.1. Missão	3
2.2. Desempenho	4
2.3. Motorização.....	4
2.4. Trem de Aterragem.....	4
2.5. Carga Útil	4
2.6. Peso e Centragem	4
2.7. Materiais.....	4
2.8. Comandos e Sistemas.....	5
2.9. Normas	5
3. TAREFAS	5
3.1. Configuração	5
3.2. Aerodinâmica	6
3.3. Desempenho	6
3.4. Sistemas.....	6
3.5. Materiais e Construção.....	6
3.6. Calendário de Tarefas.....	6
3.7. Grupos de Trabalho	7
4. AVALIAÇÃO	7
4.1. Cooperação.....	7
4.2. Apresentação	7
4.3. Relatório	8
4.4. Classificação.....	8
5. BIBLIOGRAFIA.....	8
5.1. Livro de Texto	8
5.2. Livros de Projecto.....	8
5.3. Outros Livros de Interesse.....	9

1. INTRODUÇÃO

Pretende-se projectar uma aeronave não tripulada (UAV) para observação (vigilância de incêndios, de linhas de alta tensão inacessíveis e da costa marítima, fotografia e filmagens, etc.). Este UAV deverá usar extensivamente polímeros e compósitos na sua construção. O veículo deve ser pequeno e leve, mas ter capacidade para transportar uma carga útil de 2,5 kg (equipamento fotográfico ou de vídeo, de aquisição e transmissão de dados, etc.). Deve considerar-se a simplicidade de construção e de manutenção para manter os custos de aquisição e de operação baixos.

O veículo será, também, um demonstrador de tecnologia do consórcio Plasdan (empresa de plásticos), Unidade de I&D Centro de Ciências e Tecnologias Aeroespaciais da UBI e Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Leiria do Instituto Politécnico de Leiria, que se vai formar para o projecto final e construção da aeronave.

Esta descrição do projecto apresenta os requisitos a que a aeronave deverá responder, em termos de missão, desempenho, sistemas e materiais. Também são descritas as tarefas necessárias realizar durante o semestre bem como o plano de trabalhos a cumprir. Este projecto requer dedicação e trabalho contínuo para que os prazos sejam cumpridos e resulte uma boa aeronave.

2. REQUISITOS

Os requisitos para esta aeronave são apresentados abaixo. Não poderá haver qualquer modificação nos requisitos sem consulta do docente nem acordo de todos os grupos envolvidos no projecto.

2.1. Missão

O UAV02 deverá ser projectado para realizar 1 tarefa principal.

O veículo deverá ter uma autonomia de pelo menos 1 hora em voo de cruzeiro lento, transportando uma carga útil de 2,5 kg. Também deverá ser capaz de voar a 2000 m de altitude.

A capacidade de pairar, apesar de não ser obrigatória, poderá ser uma mais valia na operação da aeronave.

Fase	Duração [min]	Potência [%]	Altitude inicial [m]	Altitude final [m]	Obs.
Aquecimento e rolagem	15	50	0	0	eléctricos não
Descolagem	-	100	0	15	
Subida	-	100	15	200	
Voo lento	60	*	200	200	
Aproximação	-	ralenti	200	15	
Aterragem	-	ralenti	15	0	
Rolagem	5	50	0	0	eléctricos não
Reservas	10	100	200	200	

* Necessário para melhor autonomia.

2.2. Desempenho

A aeronave deverá demonstrar as seguintes prestações mínimas principais (ISA – *International Standard Atmosphere*):

Velocidade máxima ao nível do mar	20 m/s
Tecto de serviço	2000 m
Tempo de subida até aos 200 m	2 min

2.3. Motorização

Pode ser escolhido qualquer tipo de motor (alternativo, eléctrico ou turbina), tendo em conta o custo de aquisição e operação, bem como a potência específica (incluindo combustível e sistema de combustível) e o consumo específico. O motor deve ser fiável e a capacidade de ser reiniciado em voo será uma mais valia.

2.4. Trem de Aterragem

O trem de aterragem do UAV02 pode ser fixo ou retráctil mas deve ser capaz de suportar impactos no solo de 4 g. Este deverá ser construído em alumínio ou compósito. A escolha da configuração do trem deve ter em conta a necessidade de operação em pistas pouco preparadas.

2.5. Carga Útil

O veículo, como já mencionado, deve ter capacidade para transportar internamente uma (ou mais) câmara fotográfica ou uma (ou mais) câmara de vídeo e sistemas acessórios (pilotagem automática, aquisição e transmissão de dados, por exemplo), com uma massa de pelo menos 2,5 kg, ocupando um volume mínimo de 5,5 dm³. A sua localização deve ser tal que a visão para baixo e para a frente esteja desobstruída.

2.6. Peso e Centragem

O passeio do centro de gravidade (CG) deve ser tal que não imponha qualquer limite de operação. O peso máximo à descolagem da aeronave deve, dentro das limitações da configuração, ser mantido o mais baixo possível.

2.7. Materiais

Os materiais principais da estrutura serão os compósitos e polímeros tendo em atenção que o principal objectivo é manter simplicidade na construção e reparação, bem como peso e custos baixos, mas mantendo uma capacidade de acelerações normais de pelo menos +10 g e -10 g.

2.8. Comandos e Sistemas

Todos os sistemas da aeronave devem ser eléctricos e mecânicos, actuados por servos eléctricos. A pilotagem deverá ser automática e os dados deverão ser enviados para terra em tempo real. Deverá existir uma câmara vídeo para pilotagem sem contacto visual com a aeronave.

2.9. Normas

As restrições impostas ao veículo em termos de requisitos físicos estão mostradas na tabela abaixo (estes valores definem um aeromodelo). As normas de projecto a utilizar, no que respeita ao dimensionamento da estrutura, podem ser as JAR-22 ou as JAR-VLA que são mais rigorosas (asa fixa) e as JAR-27 (asa rotativa).

Todo o trabalho desenvolvido deve ter como objectivo principal a segurança.

Massa máximo em ordem de voo com combustível	25 kg
Área máxima das superfícies sustentadoras	5,00 m ²
Carga alar máxima	25 kg/m ²
Cilindrada máxima dos motores de pistão	250 cm ³
Tensão máxima, em circuito aberto, para motores eléctricos	42 V

3. TAREFAS

Existem várias tarefas no projecto que devem ser realizadas segundo o calendário abaixo. Todos estes aspectos dependem uns dos outros, pelo que tem que haver uma inter-relação e actualização entre eles. Cada tarefa vai ficar sob a responsabilidade de um elemento, no entanto, é função de todos os elementos decidir a orientação a dar ao projecto e que tipo de aeronave se deve projectar (avião, autogiro, helicóptero, “misto”), bem como ajudar todos os parceiros quando necessário. Deve ser escolhido um chefe de equipa que será o coordenador das várias tarefas.

A maior parte dos cálculos podem ser realizados com o programa de computador Advanced Aircraft Analysis (AAA) da DarCorporation desenhado para projecto preliminar. É preferível realizá-los manualmente ou com a ajuda de folhas de cálculo. Os desenhos poderão ser realizados no AutoCAD da Autodesk ou no Aero-CAD da DarCorporation, sendo o segundo mais flexível em desenhos 3D. O elemento responsável pela configuração pode desenhar o modelo no CATIA V5 da Dassault/IBM.

3.1. Configuração

A configuração do veículo deve ser escolhida de forma a permitir que os requisitos sejam completamente satisfeitos. Esta tarefa é de extrema importância porque deve integrar todas as necessidades das outras partes do projecto numa configuração viável. Deve ser realizado um estudo tridimensional preliminar de todos os elementos e integrá-los na estrutura.

3.2. Aerodinâmica

O estudo aerodinâmico deve incidir na escolha dos perfis, geometria das superfícies sustentadoras, carenagens, determinação das características aerodinâmicas (C_L , C_D e C_M), bem como garantir que as escolhas feitas no projecto não afectem negativamente a aerodinâmica. Também é necessário realizar um estudo de estabilidade e controlo.

3.3. Desempenho

O sistema propulsivo (motor e sistema de alimentação) deve ser escolhido de acordo com o tipo de aeronave escolhido e os requisitos apresentados. Deve ser feita uma estimativa do desempenho (velocidades, tectos, tempos, consumos, etc.).

3.4. Sistemas

Deve ser feito o estudo do trem de aterragem e do sistema de controlo. Componentes comercializados devem ser escolhidos, preferencialmente, para acelerar o processo de projecto e de construção. É necessário realizar uma base de dados com fornecedores, características de funcionamento, massas e preços dos componentes adoptados.

3.5. Materiais e Construção

Os materiais para as diferentes partes da aeronave devem ser escolhidos adequadamente. Deve ser feita uma base de dados de materiais com fornecedores, características físicas, características mecânicas e preços. Deve ser realizado um estudo do processo de fabricação a usar, bem como estimativas do peso e centragem e do custo final da aeronave.

3.6. Calendário de Tarefas

O quadro abaixo apresenta o calendário de tarefas do projecto que deverá, na medida do possível, ser cumprido.

Mês	F.	Março					Abril					Maio					Junho					Julho				
Tarefa \ Semana	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22				
Aulas Teóricas																										
Configuração																										
Aerodinâmica																										
Desempenho																										
Sistemas																										
Materiais e Construção																										
Apresentação																										
Entrega do Relatório																										

Legenda:

-  Aulas teóricas
-  Trabalho a desenvolver durante o semestre
-  Semanas sem aulas

3.7. Grupos de Trabalho

Serão formados grupos de 4 alunos (preferencialmente) que desenvolverão um veículo para os requisitos apresentados. Os elementos de cada grupo deverão distribuir entre si as tarefas necessárias realizar e deverão tomar decisões em conjunto proporcionando uns aos outros a informação necessária, para que todo o projecto seja coerente. Este projecto requer bastante trabalho para ser terminado dentro do prazo.

Tarefa	Grupo A	Grupo B	Grupo C
Configuração	todos	todos	todos
Aerodinâmica	Ricardo Rosário	Graça Santos	Cristiana Marinho
Desempenho	David Rulloda	Ana Meireles	todos
Sistemas	Marco Xavier	Kira Lopes	Helder Barata
Materiais e Construção	Paulo Vicente	Carla Rocha	Helder Neto

Tarefa	Grupo D	Grupo E	Grupo F
Configuração	todos		
Aerodinâmica	Guida Santos		
Desempenho	Paulo Castro		
Sistemas	Diogo Réu		
Materiais e Construção	Manuela Borges		

4. AVALIAÇÃO

A avaliação será feita baseada no trabalho demonstrado ao longo do semestre, na apresentação e no relatório final, onde será colocado grande ênfase nas decisões tomadas com vista ao cumprimento dos requisitos para o UAV02.

4.1. Cooperação

Como mencionado anteriormente, a cooperação entre os elementos do grupo de trabalho vai melhorar o resultado final do projecto, pelo que o espírito de equipa também faz parte da avaliação.

4.2. Apresentação

No final do semestre irá realizar-se uma apresentação onde cada grupo deverá apresentar aos outros o seu projecto. Na apresentação (07 de Junho – 15 semana), quando o projecto estiver praticamente concluído, cada grupo deverá mostrar aos outros que o seu projecto cumpre os requisitos, descrevendo os passos que levaram ao resultado final. Uma aeronave será escolhida, posteriormente, pelo docente e será mais detalhada em *Projecto I*.

Os parceiros do consórcio mencionado acima poderão ser convidados para a apresentação dos projectos.

4.3. Relatório

Cada grupo deve redigir um relatório onde incluirá todos os passos relevantes no projecto da aeronave, incluindo configuração, decisões tomadas, cálculos, resultados, etc.. Deverão ser também incluídos todos os esboços e desenhos necessários para a compreensão do projecto, bem como as três vistas da aeronave.

O relatório deve ser entregue no dia do exame.

4.4. Classificação

A admissão a Exame requer a aprovação em Frequência ($F > 10$), onde $F = 0,60C + 0,40A$. A classificação final é $E = 0,25F + 0,75R$.

1.	Frequência (F)	14-06-2002	100
a.	Cooperação (C)		60
b.	Apresentação (A)		40
2.	Exame de Época Normal (entrega de relatório) (E)	02-07-2002	100
1.	Frequência (F)		25
c.	Relatório (R)		75
3.	Exame de Época de Recurso (entrega de relatório) (E)	20-07-2002	100
1.	Frequência (F)		25
c.	Relatório (R)		75
4.	Exame de Época Especial (entrega de relatório) (E)	07-09-2002	100
1.	Frequência (F)		25
c.	Relatório (R)		75

5. BIBLIOGRAFIA

Abaixo estão listados alguns livros que podem ser consultados para a realização deste projecto. Muita informação pode ser encontrada, também, na internet.

5.1. Livro de Texto

01. Daniel P. Raymer, Aircraft Design: A Conceptual Approach, 3rd Edition, AIAA Education Series, 1999

5.2. Livros de Projecto

02. Cláudio Barros, Introdução ao Projecto de Aeronaves – Volumes 1 & 2, CEA/UFMG, 1979
03. Darrol Stinton, The Design of the Aeroplane, Blackwell Science, 1983

04. Denis Howe, Aircraft Conceptual Design Synthesis, Professional Engineering Publishing, 2000
05. Egbert Torenbeek, Synthesis of Subsonic Airplane Design, Delft University Press, 1982
06. Jan Roskam, Airplane Design – Volumes I to VIII, The University of Kansas, 1990
07. Ladislao Pazmany, Light Airplane Design, Pazmany Aircraft Corporation
08. L. R. Jenkinson, P. Simpkin, D. Rhodes, Civil Jet Aircraft Design, Arnold, 1999

5.3. Outros Livros de Interesse

09. Abbot & Doenhoff, Theory of Wing Sections, Dover Publications Inc, 1959
10. Barnaby Wainfan, Airfoil Selection – Understanding and Choosing Airfoils for Light Aircraft, 1988
11. Barnes W. McCormick, Aerodynamics Aeronautics and Flight Mechanics – 2nd edition, John Wiley & Sons Inc, 1995
12. Bernard Etkin, Lloyd Duff Reid, Dynamics of Flight Stability and Control – 3rd edition, John Wiley & Sons Inc., 1996
13. Bill Clarke, The Cessna 172 – 2nd edition, Tab Books, 1993
14. Darrol Stinton, Flying Qualities and Flight Testing of the Airplane, AIAA Education Series, 1996
15. David A. Lombardo, Aircraft Systems –Understanding Your Airplane, Tab Books, 1988
16. Euroavia, Future Trainer Concept, 1999
17. Geoff Jones, Building and Flying Your Own Plane, Patrick Stephens Limited, 1992
18. Ian Moir & Allan Seabridge, Aircraft Systems, Longman Scientific & Technical, 1992
19. Jane's All the World Aircraft, 1995
20. JAR-23, Joint Aviation Requirements for Normal, Utility, Aerobatic and Commuter Category Aeroplanes, 1994
21. JAR-27, Joint Aviation Requirements for Small Rotorcraft, 1993
22. JAR-VLA, Joint Aviation Requirements for Very Light Aeroplanes, 1990
23. Ladislao Pazmany, Landing Gear Design for Light Aircraft – Volumes I & II, Pazmany Aircraft Corporation, 1986
24. John Cutler, Understanding Aircraft Structures, Blackwell Science, 1999
25. Martín Cuesta Alvarez, Vuelo con Motor Alternativo, Paraninfo, 1981
26. Robert C. Nelson, Flight Stability and Automatic Control, McGraw-Hill, 1989
27. S. Hoerner, Fluid Dynamic Drag, Hoerner Fluid Dynamics, 1965
28. S. Hoerner, Fluid Dynamic Lift, Hoerner Fluid Dynamics
29. Stelio Frati, L'Aliante, Editore Ulrico Hoepli, Milano, 1946
30. Ted L. Lomax, Structural Loads Analysis for Commercial Transport Aircraft – Theory and Practice, AIAA Education Series, 1996
31. The Metals Black Book – Volume 1 – Ferrous Metals, Casti Publishing Inc, 1995
32. The Metals Red Book – Volume 2 – Nonferrous Metals, Casti Publishing Inc, 1995
33. T. H. G. Megson, Aircraft Structures for Engineering Students – 2nd edition, Edward Arnold, 1990
34. Tony Bingelis, Firewall Forward – Engine Installation Methods, EAA Aviation Foundation, 1992
35. Tony Bingelis, Sportplane Construction Techniques – A Builder's Handbook, EAA Aviation Foundation, 1992
36. Tony Bingelis, The Sportplane Builder – Aircraft Construction Methods, EAA Aviation Foundation, 1992