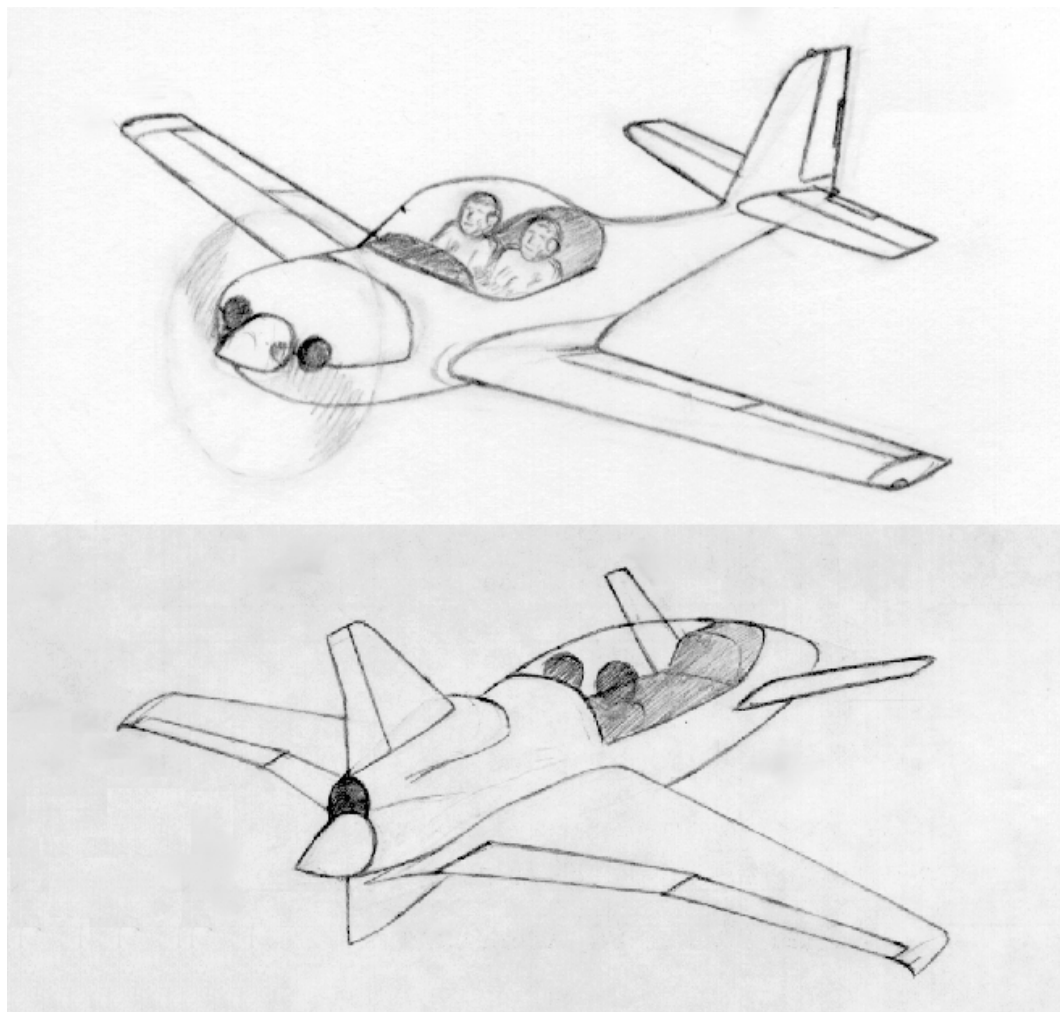


UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR

PROJECTO DE AERONAVES - 2026

1998/1999



AVIÃO DESPORTIVO

D-99

Descrição do Projecto

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO.....	3
2. REQUISITOS.....	3
2.1. Missão.....	3
2.1.1. Missão de treino (TREINO).....	3
2.1.2. Missão de deslocação (VOO EM ROTA).....	3
2.2. Desempenho.....	4
2.3. Motorização.....	4
2.4. Trem de Aterragem.....	4
2.5. Habitáculo.....	4
2.6. Peso e Centragem.....	5
2.7. Materiais.....	5
2.8. Comandos e Sistemas.....	5
2.9. Normas.....	5
3. TAREFAS.....	5
3.1. Configuração.....	5
3.1.1. Asa.....	5
3.1.2. Empenagens.....	6
3.1.3. Trem de Aterragem.....	6
3.1.4. Habitáculo.....	6
3.1.5. Motor.....	6
3.1.6. Fuselagem.....	6
3.2. Peso e Centragem.....	6
3.3. Polar de Arrasto.....	6
3.4. Desempenho.....	6
3.5. Estabilidade e Controlo.....	7
3.6. Calendário de Tarefas.....	7
3.7. Apresentação.....	7
3.8. Relatório.....	7
3.9. Grupos de Trabalho.....	8
4. AVALIAÇÃO.....	8
5. BIBLIOGRAFIA.....	8

1. INTRODUÇÃO

Pretende-se projectar um avião desportivo e de lazer com boas prestações, tanto em manobra como em travessia. O avião deve ser pequeno para minimizar a área molhada e o peso permitindo, assim, reduzir a potência requerida. Deve considerar-se a simplicidade de construção e de manutenção para manter os custos de aquisição e de operação baixos.

Esta descrição do projecto apresenta os requisitos a que o avião deverá responder, em termos de configuração, desempenho, materiais e normas de projecto. 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 um bom avião.

2. REQUISITOS

Os requisitos para este avião são vários e durante o decorrer do projecto devem ser respeitados. Não poderá haver qualquer modificação nos requisitos sem consulta do docente nem acordo de todos os grupos envolvidos no projecto.

2.1. Missão

O D-99 deverá ser projectado para realizar 2 tarefas principais:

2.1.1. Missão de treino (TREINO)

Esta missão consiste num voo curto, com cerca de 30 minutos de manobras e acrobacia, sem bagagem.

Fase	Duração [min]	Distância [km]	Potência [%]	Mistura*	Passo*	Altitude inicial [m]	Altitude final [m]
Aquecimento e rolagem	15	-	50	rica	fino	0	0
Descolagem	-	0.2	100	rica	fino	0	15
Subida	-	-	100	rica	fino	15	600
Ida para a zona	10	-	75	rica	grosso	600	600
Subida na zona	-	-	100	rica	fino	600	2500
Acrobacia e manobras	30	-	75	rica	grosso	2500	2500
Descida em rota	10	-	ralenti	rica	grosso	2500	600
Circuito	5	-	75	rica	grosso	600	600
Aproximação	-	-	ralenti	rica	fino	600	15
Aterragem	-	0.4	ralenti	rica	fino	15	0
Rolagem	5	-	50	rica	fino	0	0
Reservas	45	-	100	rica	grosso	600	600

* Se aplicável.

2.1.2. Missão de deslocação (VOO EM ROTA)

Esta missão representa uma travessia típica com voo de cruzeiro com peso máximo à descolagem.

Fase	Duração [min]	Distância [km]	Potência [%]	Mistura*	Passo*	Altitude inicial [m]	Altitude final [m]
Aquecimento e rolagem	15	-	50	rica	fino	0	0
Descolagem	-	0.3	100	rica	fino	0	15
Subida	-	-	100	rica	fino	15	2500
Cruzeiro	-	800.0	75	rica	grosso	2500	2500
Descida em rota	-	-	ralenti	rica	grosso	2500	600
Circuito	5	-	75	rica	grosso	600	600
Aproximação	-	-	ralenti	rica	fino	500	15
Aterragem	-	0.4	ralenti	rica	fino	15	0
Rolagem	5	-	50	rica	fino	0	0
Reservas	45	-	100	rica	grosso	600	600

* Se aplicável.

2.2. Desempenho

O avião deverá demonstrar as seguintes prestações principais (ISA – *International Standard Atmosphere*):

Velocidade cruzeiro a 2500 m	222 km/h (120 nós)
Razão de subida máxima ao nível do mar	5 m/s (984 pés/min)
Tempo de subida até 2500 m	11 min
Taxa de rolamento máxima ao nível do mar	15 graus/s
Taxa de volta sustida máxima ao nível do mar	10 graus/s
Razão de planeio	15

2.3. Motorização

Deverá ser escolhido um motor alternativo, tendo em conta o custo de aquisição e operação, bem como a potência específica e o consumo específico. O hélice poderá ser de passo fixo ou velocidade constante, escolha que deverá ser ponderada cuidadosamente.

2.4. Trem de Aterragem

O trem de aterragem do D-99 será, na medida do possível, retráctil e capaz de suportar impactos no solo de 3,0 g. Este deverá ser construído em aço, alumínio ou compósito. A escolha dos pneus deverá ter em conta a necessidade de operação em pistas pouco preparadas.

2.5. Habitáculo

O habitáculo deverá alojar duas pessoas, lado a lado, em tandem ou desfasados, com estatura entre 1,60 m e 1,90 m. O comando será duplo e a visibilidade deverá ser boa em 220°, pelo menos. Os instrumentos de voo, navegação e comunicação, motor e indicação deverão ser duplicados conforme necessário. O avião não necessita de possuir capacidade superior a VFR (*Visual Flight Rating*).

2.6. Peso e Centragem

O passeio do CG (centro de gravidade) deverá ser tal que acomode uma variação de 12 % CMA (corda média aerodinâmica) sem que haja limites de operação. O peso máximo à descolagem do avião não poderá exceder os 500 kg. Deverá ser considerado um espaço para levar 20 kg de bagagem no máximo.

2.7. Materiais

Deverá dar-se preferência à fibra-de-vidro na construção da estrutura principal do avião, podendo, no entanto, e caso justifique, usar-se madeira, aço, alumínio, fibra-de-carbono e tela. O principal objectivo é manter simplicidade na manutenção e reparação, bem como peso e custos baixos.

2.8. Comandos e Sistemas

Os comandos do avião deverão ser mecânicos de accionamento manual directo, com excepção da actuação dos flapes e do trem de aterragem que poderá ser eléctrica ou hidráulica.

Deverá considerar-se, assim, a existência de um sistema hidráulico/eléctrico para accionamento do mecanismo de retracção do trem e de travagem e de um sistema eléctrico para accionamento dos flapes (também pode ser manual ou hidráulico), para os instrumentos, luzes e ignição, quando relevante.

Deverá, também, ser considerado um sistema de ventilação do habitáculo e, caso se preveja a operação prolongada do D-99 acima dos 3000 m, um sistema de oxigénio.

2.9. Normas

As normas de projecto a utilizar serão as JAR-VLA, que são aplicáveis a aviões ligeiros (*Very Light Aeroplanes*).

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.

3.1. Configuração

A configuração do avião deverá ser escolhida de forma a permitir que os requisitos sejam completamente satisfeitos. Abaixo são apresentados alguns dos aspectos que deverão ser considerados.

3.1.1. Asa

Especificar a forma e dimensões da asa, a sua posição na fuselagem e escolher o perfil. Escolher o tipo de flapes, dimensioná-los e especificar as deflexões. Dimensionar os ailerons e especificar as deflexões. Escolher os materiais que serão usados na sua construção e identificar os sistemas que nela vão ser incorporados.

3.1.2. Empenagens

Especificar a forma, as dimensões e a posição das empenagens. Dimensionar as superfícies de controlo. Definir os materiais que vão ser usados.

3.1.3. Trem de Aterragem

Escolher os materiais que vão ser usados bem como as rodas e pneus. Verificar o movimento de retracção, a fixação e o espaço necessário.

3.1.4. Habitáculo

Escolher a disposição dos pilotos e verificar a ergonomia e a visibilidade.

3.1.5. Motor

Escolher um motor adequado, especificar o hélice necessário e escolher a posição do motor.

3.1.6. Fuselagem

Adequar a fuselagem às necessidades dos outros componentes tendo em conta os aspectos aerodinâmicos. Escolher os materiais que a vão constituir e identificar os sistemas que nela vão ser incorporados.

3.2. Peso e Centragem

Definição do peso dos vários componentes e sistemas do avião usando um método adequado ao tipo de aeronave. Determinação do CG de todos os itens. Determinação dos limites do CG do avião de forma a existir estabilidade e controlo em todas as situações de voo.

3.3. Polar de Arrasto

Determinar as contribuições de todos os componentes relevantes para os coeficientes de sustentação, C_L , e arrasto, C_D , do avião. Obter as curvas $C_L \times \alpha$ e $C_D \times C_L$ para o avião limpo, com trem em baixo e com flapes para descolagem e para aterragem.

3.4. Desempenho

Verificar o desempenho do avião nas missões para as quais ele irá ser projectado e definir mais precisamente estas missões em termos de velocidades, consumos, pesos, regimes do motor, distâncias e tempos. Determinar também as prestações do avião: decolagem e aterragem, razão de subida, velocidades, tetos de voo, etc..

3.5. Estabilidade e Controlo

Determinar a variação do coeficiente de momento de arfagem do avião, $C_M \times \alpha$, os coeficientes de estabilidade e controlo das empenagens e dos ailerons, a posição dos pontos neutros e de manobra, os limites dianteiros do CG e as forças no manche e nos pedais com e sem flapes. Verificar as velocidades de vento cruzado e as taxas de rolamento e volta.

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																										
Peso e Centragem																										
Polar de Arrasto																										
Desempenho																										
Estabilidade e Controlo																										
Apresentação																										
Entrega do Relatório																										

Legenda:

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

3.7. Apresentação

Durante o semestre irá realizar-se uma apresentação onde cada grupo deverá apresentar aos outros o seu projecto. Na apresentação (7 de Junho – 16 semana), quando o projecto estiver praticamente concluído, cada grupo deverá mostrar aos outros que o seu avião cumpre os requisitos, descrevendo os passos que levaram ao resultado final. Também se dará um nome à aeronave escolhida. O melhor avião será escolhido posteriormente pelo docente e será mais detalhado em *Projecto I*.

3.8. Relatório

Cada grupo deverá redigir um relatório onde incluirá todos os passos relevantes no projecto do avião, incluindo configuração, decisões tomadas, cálculos, resultados, etc..

Deverão ser também incluídos todos os esboços e desenhos necessários para a realização do projecto e as três vistas do avião.

O relatório deverá ser entregue até ao dia 09 de Julho de 1999.

3.9. Grupos de Trabalho

Serão formados grupos de 3 alunos que desenvolverão um avião para os requisitos apresentados. Os elementos de cada grupo deverão distribuir entre si as tarefas necessárias realizar e deverão tomar decisões em conjunto e proporcionar uns aos outros a informação necessária, para que todo o projecto seja coerente. Este projecto requer bastante trabalho para ser terminado dentro do prazo.

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 D-99.

1. Relatório		80
2. Cooperação		10
3. Apresentação		10
		TOTAL 100
1. Exame de Época Normal (entrega de relatório)	14-07-99	100
2. Exame de Recurso (entrega de relatório final)	07-09-99	100

5. BIBLIOGRAFIA

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

01. Abbot & Doenhoff, Theory of Wing Sections, Dover Publications Inc, 1959
02. Barnes W. McCormick, Aerodynamics Aeronautics and Flight Mechanics – 2nd edition, John Wiley & Sons Inc, 1995
03. Bill Clarke, The Cessna 172 – 2nd edition, Tab Books, 1993
04. Cláudio Barros, Introdução ao Projecto de Aeronaves – Volume 1 & 2, CEA/UFMG, 1979
05. Daniel P. Raymer, Aircraft Design: A Conceptual Approach, AIAA Education Series, 1989
06. Darrol Stinton, Flying Qualities and Flight Testing of the Airplane, AIAA Education Series, 1996
07. Darrol Stinton, The Design of the Aeroplane, Blackwell Science, 1983
08. David A. Lombardo, Aircraft Systems –Understanding Your Airplane, Tab Books, 1988
09. Egbert Torenbeek, Synthesis of Subsonic Airplane Design, Delft University Press, 1982
10. Geoff Jones, Building and Flying Your Own Plane, Patrick Stephens Limited, 1992
11. Ian Moir & Allan Seabridge, Aircraft Systems, Longman Scientific & Technical, 1992

12. Jane's All the World Aircraft, 1995
13. Jan Roskam, Airplane Design – Volumes I to VIII, The University of Kansas, 1990
14. JAR-23, Joint Aviation Requirements for Normal, Utility, Aerobatic and Commuter Category Aeroplanes, 1994
15. JAR-VLA, Joint Aviation Requirements for Very Light Aeroplanes, 1990
16. Ladislao Pazmany, Landing Gear Design for Light Aircraft – Volumes I & II, Pazmany Aircraft Corporation, 1986
17. Ladislao Pazmany, Light Airplane Design, Pazmany Aircraft Corporation
18. Martín Cuesta Alvarez, Vuelo con Motor Alternativo, Paraninfo, 1981
19. Robert C. Nelson, Flight Stability and Automatic Control, McGraw-Hill, 1989
20. S. Hoerner, Fluid Dynamic Drag, Hoerner Fluid Dynamics, 1965
21. S. Hoerner, Fluid Dynamic Lift, Hoerner Fluid Dynamics
22. Stelio Frati, L'Aliante, Editore Ulrico Hoepli, Milano, 1946
23. Ted L. Lomax, Structural Loads Analysis for Commercial Transport Aircraft – Theory and Practice, AIAA Education Series, 1996
24. The Metals Black Book – Volume 1 – Ferrous Metals, Casti Publishing Inc, 1995
25. The Metals Red Book – Volume 2 – Nonferrous Metals, Casti Publishing Inc, 1995
26. T. H. G. Megson, Aircraft Structures for Engineering Students – 2nd edition, Edward Arnold, 1990
27. Tony Bingelis, Firewall Forward – Engine Installation Methods, EAA Aviation Foundation, 1992
28. Tony Bingelis, Sportplane Construction Techniques – A Builder's Handbook, EAA Aviation Foundation, 1992
29. Tony Bingelis, The Sportplane Builder – Aircraft Construction Methods, EAA Aviation Foundation, 1992