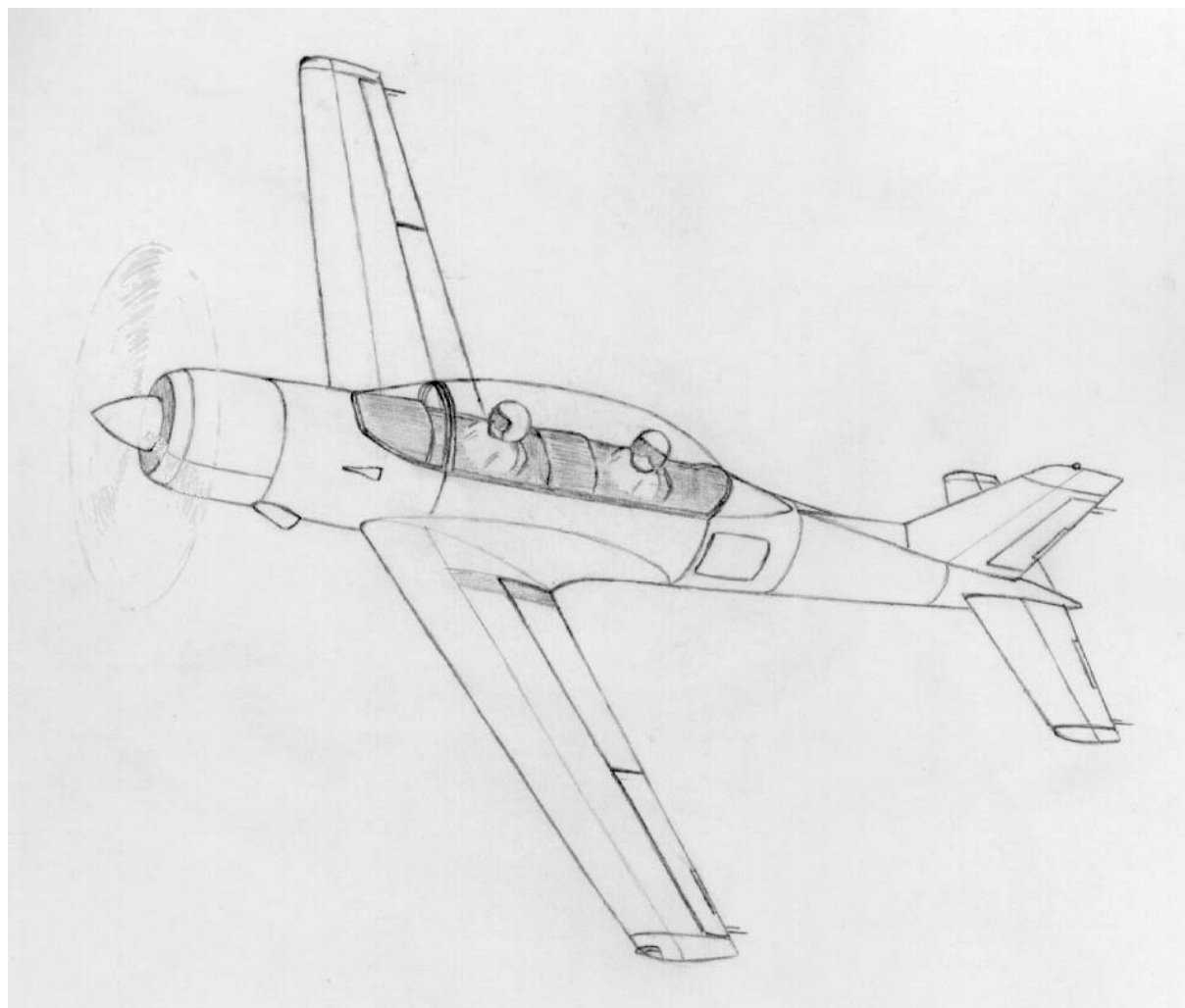


UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR

PROJECTO DE AERONAVES - 2026

1997/1998



AVIÃO DE TREINO MILITAR BÁSICO

T-98

Descrição do Projecto

ÍNDICE

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

1. INTRODUÇÃO

Pretende-se projectar um avião que substitua a aeronave de treino básico Aérospatiale TB-30 Epsilon, actualmente em serviço na Força Aérea Portuguesa. Este avião apresenta algumas deficiências de desempenho que devem ser melhoradas no seu substituto, mantendo, no entanto, 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 dividem-se 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 T-98 deverá ser projectado para realizar 3 tarefas principais:

2.1.1. Missão de treino de acrobacia (TREINO ACRO)

Esta missão é um voo curto, com cerca de 30 minutos de manobras e acrobacia, com peso máximo para acrobacia, que consiste no seguinte:

Fase	Duração [min]	Distância [km]	Potência [%]	Mistura	Passo	Altitude inicial [m]	Altitude final [m]
Aquecimento e rolagem	15	-	50	rica	fino	0	0
Descolagem	-	0.5	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	2700
Acrobacia e manobras	30	-	75	rica	grosso	2700	2700
Descida em rota	10	-	-	rica	grosso	2700	600
Circuito	5	-	75	rica	grosso	600	600
Aproximação	-	-	-	rica	fino	600	15
Aterragem	-	0.6	-	rica	fino	15	0
Rolagem	5	-	50	rica	fino	0	0
Reservas	30	-	75	rica	grosso	600	600

2.1.2. Missão de treino de navegação (NAVEGAÇÃO BAIXA)

Nesta missão realiza-se um voo de baixa altitude com passagem por vários pontos especificados num mapa, onde se percorrem 250 km.

Fase	Duração [min]	Distância [km]	Potência [%]	Mistura	Passo	Altitude inicial [m]	Altitude final [m]
Aquecimento e rolagem	15	-	50	rica	fino	0	0
Descolagem	-	0.6	100	rica	fino	0	15
Subida	-	-	100	rica	fino	15	500
Navegação	-	250.0	75	rica	grosso	500	500
Círculo	5	-	75	rica	grosso	500	500
Aproximação	-	-	-	rica	fino	500	15
Aterragem	-	0.6	-	rica	fino	15	0
Rolagem	5	-	50	rica	fino	0	0
Reservas	30	-	75	rica	grosso	600	600

2.1.3. 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	-	0.6	100	rica	fino	0	15
Subida	-	-	100	rica	fino	15	3000
Cruzeiro	-	500.0	75	rica	grosso	3000	3000
Descida em rota	-	-	-	rica	grosso	3000	600
Círculo	5	-	75	rica	grosso	600	600
Aproximação	-	-	-	rica	fino	500	15
Aterragem	-	0.6	-	rica	fino	15	0
Rolagem	5	-	50	rica	fino	0	0
Reservas	-	100.0	75	rica	grosso	600	600

2.2. Desempenho

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

Velocidade máxima a 3000 m	450 km/h (243 nós)
Razão de subida máxima ao nível do mar	10 m/s (1969 pés/min)
Taxa de rolamento máxima ao nível do mar	20 graus/s
Taxa de volta máxima ao nível do mar	9 graus/s

2.3. Motorização

Deverá ser escolhido um motor alternativo ou turbo-hélice, tendo em conta o custo de aquisição e operação. O hélice deverá ser de velocidade constante para manter a eficiência propulsiva optimizada para as várias fases do voo.

2.4. Trem de Aterragem

O trem de aterragem do T-98 será triciclo retráctil com amortecedores óleo-pneumáticos capazes de suportar impactos no solo de 3,5 g. Este deverá ser construído em aço. A escolha dos pneus deverá ter em conta a necessidade de operação em pistas pouco preparadas.

2.5. Cockpit

O cockpit deverá alojar o instrutor e o aluno, lado a lado ou em tandem, com estatura entre 1,65 m e 1,85 m. O comando será duplo e a visibilidade deverá ser boa em 360°. Os instrumentos de voo, navegação e comunicação, motor e indicação deverão ser duplicados conforme necessário. O avião deverá ter total capacidade IFR (*Instrument Flight Rating*).

2.6. Peso e Centragem

Atendendo às missões que o avião irá desempenhar deverão ser especificados dois pesos máximos, acrobacia e utilitário, sendo o de acrobacia menor do que o utilitário, o que permitirá obter uma estrutura mais leve. A diferença estará na quantidade de combustível carregada. O passeio do CG (centro de gravidade) deverá ser tal que acomode uma variação de 16 % CMA (corda média aerodinâmica) sem que haja limites de operação. Deverá ser considerado um espaço para levar 20 kg de bagagem.

2.7. Materiais

A estrutura principal do avião será em alumínio ou, eventualmente, fibra de vidro, se se verificar que se pode obter uma redução significativa de peso. O principal objectivo é manter simplicidade na manutenção e reparação e, uma vez que a Força Aérea está familiarizada com trabalhos em alumínio, será conveniente manter este material como principal elemento da estrutura.

2.8. Comandos e Sistemas

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

Deverá considerar-se, assim, a existência de um sistema hidráulico para accionamento do mecanismo de retracção do trem e de travagem e de um sistema eléctrico para accionamento dos flapes, para os instrumentos, luzes e ignição, quando relevante. Deverá, também, ser considerado um sistema de ventilação do cockpit e, caso se preveja a operação do T-98 acima dos 3000 m, um sistema de oxigénio.

2.9. Normas

As normas de projecto a utilizar serão as JAR-23, que, apesar de não serem normas militares e uma vez que estas não estão disponíveis, são representativas e serão assim usadas.

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. Cockpit

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.

3.3. Polar de Arrasto

Determinar as contribuições de todos os componentes relevantes para o C_L e 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: descolagem e aterragem, razão de subida, velocidades máximas, tetos de voo, etc..

3.5. Estabilidade e Controlo

Determinar os coeficientes de estabilidade 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 / Semana	F.	Março					Abril					Maio					Junho					Julho				
Tarefa	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																										

3.7. Apresentações

Durante o semestre irão realizar-se duas apresentações onde cada grupo deverá apresentar aos outros o seu projecto. Na primeira apresentação (28 de Abril) serão expostas as

opções seguidas na configuração, as dificuldades encontradas e previsões de desempenho do avião, bem como esboços deste. Na segunda apresentação (23 de Junho), quando o projecto estiver concluído, cada grupo deverá “convencer” os outros de que o seu avião é o que cumpre melhor os requisitos. Ir-se-á, assim, escolher o melhor avião apresentado, o qual será mais detalhado em *Projecto I*. Também se dará um nome à aeronave escolhida.

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 desenhos necessários para a realização do projecto e as três vistas do avião.

O relatório deverá ser entregue até ao dia 08 de Julho de 1998.

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, nas apresentações e no relatório final, onde será colocado grande ênfase nas decisões tomadas com vista ao cumprimento dos requisitos para o T-98.

1. Relatório descritivo com tabela comparativa e 3 vistas preliminares	27-04-98	20
2. Cálculos de peso e centragem	18-05-98	16
3. Cálculos aerodinâmicos	01-06-98	18
4. Cálculos de desempenho	22-06-98	18
5. Cálculos de estabilidade e controlo	22-06-98	18
6. Apresentações		10
TOTAL		100
1. Exame de Época Normal (entrega de relatório final c/ apresentações)	10-07-98	100
2. Exame de Recurso (entrega de relatório final)	07-09-98	100

5. BIBLIOGRAFIA

Abaixo estão listados alguns livros que podem ser consultados para a realização deste projecto.

01. Abbot & Doenhoff, Theory of Wing Sections, Dover Publications Inc, 1959

02. Cláudio Barros, Introdução ao Projecto de Aeronaves, Belo Horizonte, CEA/UFMG, 1979
03. Darrol Stinton, The Design of the Aeroplane, 1983
04. Daniel P. Raymer, Aircraft Design: A Conceptual Approach, AIAA Education Series, 1989
05. Egbert Torenbeek, Synthesis of Subsonic Airplane Design, Delft University Press, 1982
06. Jan Roskam, Airplane Design, The University of Kansas, 1990
07. JAR-VLA, Joint Aviation Requirements for Very Light Aeroplanes, 1990
08. JAR-23, Joint Aviation Requirements for Normal, Utility, Aerobatic and Commuter Category Aeroplanes, 1994
09. Jane's All the World Aircraft, 1995
10. L. Pazmany, Light Airplane Design, Pazmany Aircraft Corporation
11. L. Pazmany, Landing Gear Design, Pazmany Aircraft Corporation
12. S. Hoerner, Fluid Dynamic Drag, Hoerner Fluid Dynamics, 1965
13. S. Hoerner, Fluid Dynamic Lift, Hoerner Fluid Dynamics
14. Stelio Frati, L'Aliante, Editore Ulrico Hoepli, Milano, 1946