

NCE/20/2000075 — Apresentação do pedido corrigido - Novo ciclo de estudos

1. Caracterização geral do ciclo de estudos

1.1. Instituição de Ensino Superior:

Universidade Da Beira Interior

1.1.a. Outra(s) Instituição(ões) de Ensino Superior (proposta em associação):

1.2. Unidade orgânica (faculdade, escola, instituto, etc.):

Faculdade de Engenharia (UBI)

1.2.a. Outra(s) unidade(s) orgânica(s) (faculdade, escola, instituto, etc.) (proposta em associação):

1.3. Designação do ciclo de estudos:

Engenharia Aeronáutica

1.3. Study programme:

Aeronautical Engineering

1.4. Grau:

Licenciado

1.5. Área científica predominante do ciclo de estudos:

Aeronáutica e Astronáutica

1.5. Main scientific area of the study programme:

Aeronautics and Astronautics

1.6.1 Classificação CNAEF – primeira área fundamental, de acordo com a Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março (CNAEF-3 dígitos):

525

1.6.2 Classificação CNAEF – segunda área fundamental, de acordo com a Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março (CNAEF-3 dígitos), se aplicável:

<sem resposta>

1.6.3 Classificação CNAEF – terceira área fundamental, de acordo com a Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março (CNAEF-3 dígitos), se aplicável:

<sem resposta>

1.7. Número de créditos ECTS necessário à obtenção do grau:

180

1.8. Duração do ciclo de estudos (art.º 3 DL n.º 74/2006, de 24 de março, com a redação do DL n.º 65/2018, de 16 de agosto):

3 anos / 6 semestres

1.8. Duration of the study programme (article 3, DL no. 74/2006, March 24th, as written in the DL no. 65/2018, of August 16th):

3 years / 6 semesters

1.9. Número máximo de admissões:

60

1.10. Condições específicas de ingresso.

1.10. Specific entry requirements.

07 Physics and Chemistry + 19 Mathematics A

1.11. Regime de funcionamento.

Diurno

1.11.1. Se outro, especifique:

<sem resposta>

1.11.1. If other, specify:

<no answer>

1.12. Local onde o ciclo de estudos será ministrado:

Faculdade de Engenharia / Universidade da Beira Interior

1.12. Premises where the study programme will be lectured:

Faculty of Engineering / University of Beira Interior

1.13. Regulamento de creditação de formação académica e de experiência profissional, publicado em Diário da República (PDF, máx. 500kB):

[1.13._RegulamentoCreditacao.pdf](#)

1.14. Observações:

Este 1º ciclo de estudos em Engenharia Aeronáutica é a adaptação do Mestrado Integrado em Engenharia Aeronáutica da UBI em 1º ciclo em resposta ao contido no Decreto-Lei 65/2018 de 16 de agosto.

1.14. Observations:

This 1st study cycle in Aeronautical Engineering is the adaptation of the Integrated Masters Degree in Aeronautical Engineering of UBI to a 1st study cycle according to Decreto-Lei 65/2018 of 16th of August.

2. Formalização do Pedido

Mapa I - Comissão Científica Departamental

2.1.1. Órgão ouvido:

Comissão Científica Departamental

2.1.2. Cópia de ata (ou extrato de ata) ou deliberação deste órgão assinada e datada (PDF, máx. 100kB):

[2.1.2._Ata_CCD.pdf](#)

Mapa I - Conselho Pedagógico da Faculdade de Engenharia

2.1.1. Órgão ouvido:

Conselho Pedagógico da Faculdade de Engenharia

2.1.2. Cópia de ata (ou extrato de ata) ou deliberação deste órgão assinada e datada (PDF, máx. 100kB):

[2.1.2._AtaExtrato_CPFE.pdf](#)

Mapa I - Conselho Científico da Faculdade de Engenharia

2.1.1. Órgão ouvido:

Conselho Científico da Faculdade de Engenharia

2.1.2. Cópia de ata (ou extrato de ata) ou deliberação deste órgão assinada e datada (PDF, máx. 100kB):

[2.1.2._AtaExtrato_CCFE_LicenciaturaEngenhariaAeronautica.pdf](#)

Mapa I - Secção Científica do Senado

2.1.1. Órgão ouvido:

Secção Científica do Senado

2.1.2. Cópia de ata (ou extrato de ata) ou deliberação deste órgão assinada e datada (PDF, máx. 100kB):
[2.1.2._Ata_Senado.pdf](#)

3. Âmbito e objetivos do ciclo de estudos. Adequação ao projeto educativo, científico e cultural da instituição

3.1. Objetivos gerais definidos para o ciclo de estudos:

O objetivo principal do 1º ciclo de estudos conducente ao grau de Licenciado em Engenharia Aeronáutica é fornecer qualificações de base para o exercício futuro da profissão de engenheiro(a) aeronáutico(a), que se caracteriza pela realização de atividades de conceção, estudo, projeto, fabrico, construção, produção, fiscalização, controlo de qualidade e gestão no setor aeronáutico.

Além disso, com este ciclo de estudos pretende-se, também, formar indivíduos com qualificações suficientes para o acesso ao 2º ciclo de estudos em Engenharia Aeronáutica ou curso afim.

3.1. The study programme's generic objectives:

The main objective of the 1st study cycle leading to the Bachelor Degree in Aeronautical Engineering is to provide basic qualifications for the future exercise of the profession of aeronautical engineer, which is characterized by the realization of concept definition, study, design, manufacturing, construction, production, inspection, quality control and management in the aeronautical sector.

In addition, with this study cycle it is also intended to train individuals with sufficient qualifications for access to the 2nd study cycle in Aeronautical Engineering or related degree.

3.2. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências) a desenvolver pelos estudantes:

-Aplicar os conhecimentos adquiridos nas áreas científicas do ciclo de estudos conseguindo ser criativo e adaptar-se a novas situações na resolução de problemas.

-Ser capaz de usar e criar ferramentas informáticas na sua área de especialização.

-Interpretar e implementar descrições de métodos e protocolos experimentais para obter, interpretar e apresentar resultados de métodos analíticos, computacionais e experimentais.

-Analisar, identificar, classificar e descrever o desempenho de aeronaves.

-Projetar, construir e adaptar aeronaves e seus componentes.

-Demonstrar pensamento crítico e comportamento ético.

-Ler e compreender documentos técnicos e científicos.

-Comunicar oralmente, em língua portuguesa, para públicos especialistas e não-especialistas na área de Engenharia Aeronáutica/Aeroespacial.

- Ser capaz de trabalhar cooperativamente em equipa num ambiente multidisciplinar.

-Desenvolver os conhecimentos e as capacidades de aprendizagem necessárias para prosseguimento de estudos.

3.2. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences) to be developed by the students:

-Apply the knowledge acquired in the scientific areas of the study cycle to solve problems in a creative way and adapting to new situations.

-Be able to use and create computer tools in the area of expertise.

-Interpret and implement descriptions of experimental methods and protocols to obtain, interpret and present results of analytical, computational and experimental methods.

-Analyze, identify, classify and describe aircraft performance.

-Design, build and adapt aircraft and their components.

-Demonstrate critical thinking and ethical behavior.

-Read and understand technical and scientific documents.

-Communicate orally, in Portuguese, to specialist and non-specialist public in the area of Aeronautical/Aerospace Engineering.

-Be able to work cooperatively as a team in a multidisciplinary environment.

-Develop the knowledge and learning skills necessary for further higher education studies.

3.3. Inserção do ciclo de estudos na estratégia institucional de oferta formativa, face à missão institucional e, designadamente, ao projeto educativo, científico e cultural da instituição:

A Universidade da Beira Interior tem como missão: "Promover a qualificação de alto nível, a produção, transmissão, crítica e difusão do saber, cultura, ciência e tecnologia, através do estudo, da docência e da investigação".

A qualificação de alto nível que a UBI declara estatutariamente como primeiro ponto da sua missão entende-se como formação humana, cultural, científica e tecnológica. É a esse fim primeiro que se subordinam os demais fins da universidade: "a realização de investigação fundamental e aplicada", "a prestação de serviços à comunidade", "o intercâmbio cultural, científico e técnico" e "a cooperação internacional e a aproximação entre os povos".

A razão de ser da ação da UBI é sempre de natureza formativa. Neste sentido, objetiva-se a procura da excelência no ensino e na aprendizagem, a par de uma oferta formativa inovadora, flexível e atrativa nas suas três grandes áreas de afirmação (as ciências da saúde, as ciências exatas e engenharias e as ciências sociais, artes e humanidades).

Utilizam-se métodos de aprendizagem adequados às exigências da sociedade, substituem-se esquemas antiquados, conseguindo que o estudante se converta no sujeito principal de um processo educativo que lhe permita uma formação ao longo da vida, bem como uma participação ativa na construção de uma sociedade mais desenvolvida, culta, democrática, justa e solidária. Por sua vez, o professor deverá estar consciente do seu novo protagonismo na exposição, discussão, tutoria e difusão de conhecimentos que substituem o mero processo de transmissão. As boas

práticas devem fornecer experiência, ensinar a aprender, a procurar, a descobrir, induzir curiosidade científica e discernimento.

A investigação científica é uma componente essencial do ensino e é nesta simbiose que reside o génio da Universidade. Neste mesmo sentido, potencia-se e facilita-se o desenrolar da investigação científica dos docentes e investigadores, com a colaboração dos estudantes, através da sua participação em estruturas estáveis, como sejam grupos, unidades/laboratórios de investigação, que permitam o desenvolvimento de um trabalho de excelência, de forma competitiva e com crescente projeção nacional e internacional.

Sendo a Engenharia Aeronáutica uma engenharia inovadora e influenciadora da sociedade, este ciclo de estudos vai contribuir para a prossecução da missão da UBI.

3.3. Insertion of the study programme in the institutional educational offer strategy, in light of the mission of the institution and its educational, scientific and cultural project:

The University of Beira Interior's mission is: "To promote high-level qualification, production, transmission, criticism and dissemination of knowledge, culture, science and technology, through study, teaching and research".

UBI's high-level qualification declared in its statutes as the first point of its mission is understood as human, cultural, scientific and technological training. It is to this end that the other goals of the university are subordinated: "the realization of fundamental and applied research", "the provision of services to the community", "cultural, scientific and technical exchange" and "international cooperation and rapprochement between peoples".

The reason for UBI's action is always formative in nature. In this sense, the objective is the search for excellence in teaching and learning, along with an innovative, flexible and attractive formative offer in its three main areas of affirmation (the health sciences, the exact sciences and engineering and the social sciences, arts and humanities). Learning methods are used appropriate to the demands of society, replacing old-fashioned schemes, allowing the student to become the main subject of an educational process that allows him to be trained throughout life, as well as an active participation in the construction of a more developed, cultured, democratic, just and solidary society. In turn, the teacher should be aware of his new role in the exhibition, discussion, tutoring and dissemination of knowledge that replaces the mere process of transmission. Good practices should provide experience, teach to learn, to seek, to discover, to induce scientific curiosity and discernment.

Scientific research is an essential component of teaching and it is in this symbiosis that the genius of the University resides. In this same sense, the development of scientific research of teachers and researchers is enhanced, with the collaboration of students, through their participation in stable structures, such as groups, research units/laboratories, which allow the development of a work of excellence, in a competitive way and with increasing national and international projection.

As Aeronautical Engineering is an innovative engineering with a strong impact on society, this study cycle will contribute to the pursuit of UBI's mission.

4. Desenvolvimento curricular

4.1. Ramos, opções, perfis, maior/menor ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura (a preencher apenas quando aplicável)

4.1. Ramos, opções, perfis, maior/menor ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura (a preencher apenas quando aplicável) / Branches, options, profiles, major/minor or other forms of organisation (if applicable)

Ramos, opções, perfis, maior/menor ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura: Branches, options, profiles, major/minor or other forms of organisation:

<sem resposta>

4.2. Estrutura curricular (a repetir para cada um dos percursos alternativos)

Mapa II - NA

4.2.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):

NA

4.2.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):

NA

4.2.2. Áreas científicas e créditos necessários à obtenção do grau / Scientific areas and credits necessary for awarding the degree

Área Científica / Scientific Area

Sigla /

ECTS Obrigatórios /

ECTS Mínimos optativos* /

Observações /

	Acronym	Mandatory ECTS	Minimum	Optional ECTS*	Observations
Aeronáutica e Astronáutica / Aeronautics and Astronautics	A	90			
Matemática / Mathematics	M	36			
Mecânica e Termodinâmica / Mechanics and Thermodynamics	MT	18			
Física e Química / Physics and Chemistry	FQ	18			
Informática / Informatics	I	6			
Eletrotecnia e Eletrónica / Electrotecnics and Electronics	EE	6			
Informática, Automação e Controlo / Informatics, Automation and Control	IAC	6			
(7 Items)		180	0		

4.3 Plano de estudos

Mapa III - NA - 1º ano - 1º semestre / 1st year - 1st semester

4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):

NA

4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):

NA

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:

1º ano - 1º semestre / 1st year - 1st semester

4.3.3 Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS Opcional	Observações / Observations (5)
Cálculo I / Calculus I	M	Semestral	168	TP-60;	6	
Álgebra Linear / Linea Algebra	M	Semestral	168	TP-60;	6	
Programação / Programming	I	Semestral	168	T-30; TP-30;	6	
Química Geral / General Chemistry	FQ	Semestral	168	T-30; TP-15; PL-15;	6	
Desenho de Aeronaves / Aircraft Drawing	A	Semestral	168	TP-60;	6	
(5 Items)						

Mapa III - NA - 1º ano - 2º semestre / 1st year - 2nd semester

4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):

NA

4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):

NA

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:

1º ano - 2º semestre / 1st year - 2nd semester

4.3.3 Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS Opcional	Observações / Observations (5)
Cálculo II / Calculus II	M	Semestral	168	TP-60;	6	
Probabilidades e Estatística /	M	Semestral	168	TP-60;	6	

Probabilities and Statistics					
Termodinâmica Aplicada / Applied Thermodynamics	MT	Semestral	168	T-30; TP-15; PL-15;	6
Ciência de Materiais / Materials Science	MT	Semestral	168	T-30; TP-30;	6
Estática Aplicada / Applied Statics	FQ	Semestral	168	TP-60;	6

(5 Items)

Mapa III - NA - 2º ano - 1º semestre / 2nd year - 1st semester

4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):

NA

4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):

NA

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:

2º ano - 1º semestre / 2nd year - 1st semester

4.3.3 Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS Opcional	Observações / Observations (5)
Cálculo III / Calculus III	M	Semestral	168	TP-60;	6	
Eletromagnetismo e Ótica / Electromagnetism and Optics	FQ	Semestral	168	T-30; TP-30;	6	
Dinâmica Aplicada / Applied Dynamics	A	Semestral	168	TP-60;	6	
Fabricação e Manutenção de Aeronaves / Aircraft Manufacturing and Maintenance	A	Semestral	168	TP-60;	6	
Introdução ao Desenvolvimento de Aeronaves / Introduction to Aircraft Development	A	Semestral	168	TP-45; PL-15;	6	

(5 Items)

Mapa III - NA - 2º ano - 2º semestre / 2nd year - 2nd semester

4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):

NA

4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):

NA

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:

2º ano - 2º semestre / 2nd year - 2nd semester

4.3.3 Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS Opcional	Observações / Observations (5)
Matemática Computacional / Computational Mathematics	A	Semestral	168	TP-60;	6	
Análise de Circuitos / Circuit Analysis	EE	Semestral	168	T-30; TP-15; PL-15;	6	
Mecânica dos Sólidos / Solid Mechanics	MT	Semestral	168	T-30; TP-30;	6	
Funamentos de Aerodinâmica / Aerodynamics Fundamentals	A	Semestral	168	TP-60;	6	
Desempenho de Voo / Flight	A	Semestral	168	TP-45; PL-15;	6	

Performance
(5 Items)

Mapa III - NA - 3º ano - 1º semestre / 3rd year - 1st semester

4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):
NA

4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):
NA

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:
3º ano - 1º semestre / 3rd year - 1st semester

4.3.3 Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS Opcional	Observações / Observations (5)
Vibrações e Ruído / Vibrations and Noise	A	Semestral	168	TP-60;	6	
Propulsão I / Propulsion I	A	Semestral	168	TP-60;	6	
Estruturas Aeroespaciais I / Aerospace Structures I	A	Semestral	168	TP-60;	6	
Dinâmica de Voo e Simulação / Flight Dynamics and Simulation	A	Semestral	168	TP-60;	6	
Aerodinâmica Aplicada / Applied Aerodynamics	A	Semestral	168	TP-45; PL-15;	6	

(5 Items)

Mapa III - NA - 3º ano - 2º semestre / 3rd year - 2nd semester

4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):
NA

4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):
NA

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:
3º ano - 2º semestre / 3rd year - 2nd semester

4.3.3 Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS Opcional	Observações / Observations (5)
Instrumentação e Medida / Instrumentation and Measurement	IAC	Semestral	168	T-30; TP-15; PL-15;	6	
Gestão de Projetos Aeronáuticos e Engenharia de Sistemas / Aeronautical Projects Management and Systems Engineering	A	Semestral	168	TP-60;	6	
Propulsão II / Propulsion II	A	Semestral	168	TP-60;	6	
Estruturas Aeroespaciais II / Aerospace Structures II	A	Semestral	168	TP-45; PL-15;	6	
Projeto de Aeronaves	A	Semestral	168	TP-60;	6	

(5 Items)

4.4. Unidades Curriculares

Mapa IV - Cálculo I

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Cálculo I

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Calculus I

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

M

4.4.1.3. Duração:

1 semestre / semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

60 (TP-60)

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

-

4.4.1.7. Observations:

-

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

António Jorge Gomes Bento (TP-60)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

-

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Nesta Unidade Curricular os alunos vão adquirir os conhecimentos básicos de Cálculo Diferencial e Integral de funções reais de variável real.

No final desta Unidade Curricular os estudantes deverão:

- resolver inequações racionais e com módulos;
- determinar domínios e esboçar o gráfico de uma função;
- calcular limites de funções reais de variável real;
- estudar a continuidade de funções reais de variável real;
- derivar funções reais de variável real;
- saber aproximar funções por polinómios de Taylor;
- aplicar as derivadas ao cálculo de máximos e mínimos e ao esboço de gráficos de funções;
- integrar funções reais de variável real;
- aplicar integrais no cálculo de áreas planas, ao cálculo de comprimento de curvas e ao cálculo da área de superfície e do volume de um sólido de revolução;
- determinar a natureza de uma série numérica;
- calcular o intervalo de convergência de uma série de potências.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

In this Curricular Unit the students will obtain the basic knowledge of Differential and Integral Calculus of real-valued functions of a real variable.

At the end of this Curricular Unit the students should:

- solve inequalities involving rational expressions and absolute values;
- determine domains and sketch the graph of functions;
- compute limits of functions;
- study the continuity of functions;
- compute derivatives of functions;
- know how to approximate functions by Taylor's polynomials;
- apply the derivatives to compute maximums and minimums and sketch the graph of functions;
- integrate functions;
- apply integrals to compute plane areas, to compute length of curves and to compute areas of surfaces and volumes of solids generated by revolution;

- determine whether a numerical series is convergent or divergent;
- compute the interval of convergence of a power series.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. GENERALIDADES E EXEMPLOS DE FUNÇÕES

Números Reais

Generalidades sobre funções

Inversa e composição de funções

Funções polinomiais, racionais, módulo, exponencial, logarítmica, trigonométricas, trigonométricas inversas e hiperbólicas

2. LIMITES E CONTINUIDADE

Noções topológicas

Limites

Continuidade

Teoremas de Bolzano e de Weierstrass

Limites infinitos, limites no infinito e assíntotas.

3. CÁLCULO DIFERENCIAL

Derivadas, regras de derivação e exemplos

Teoremas de Fermat, de Rolle, de Lagrange e de Taylor

Regra de Cauchy

Aplicações

4. CÁLCULO INTEGRAL

Definição e propriedades do integral de Riemann

Teorema Fundamental do Cálculo

Primitivas

Aplicações

Técnicas de primitivação e de integração.

5. SUCESSÕES E SÉRIES

Sucessões

Natureza de uma série

Crítérios geral de comparação, do limite, de D'Alembert, de Cauchy e de Leibniz

Convergência absoluta

Séries de potências

Intervalo de convergência de um série de potências

Séries de Taylor

4.4.5. Syllabus:

1. GENERALITIES AND EXAMPLES OF FUNCTIONS

Real numbers

Generalities about functions

Inverse and composition of functions

Polynomial, rational, absolute value, exponential, logarithmic, trigonometric, trigonometric inverse and hyperbolic functions

2. LIMITS AND CONTINUITY

Topological notions

Limits

Continuity

Bolzano and Weierstrass theorems

Infinite limits, limits at infinite and asymptotes

3. DIFFERENTIAL CALCULUS

Definition, rules and examples

Fermat, Rolle, Lagrange and Taylor theorems

Cauchy's Rule

Applications

4. INTEGRAL CALCULUS

Definition and properties of Riemann integral

Fundamental Theorem of Calculus

Antiderivatives

Applications

Techniques of antidifferentiation and of integration

5. SEQUENCES AND SERIES

Sequences

Convergent and divergent series

Comparison, limit, D'Alembert, Cauchy and Leibniz tests

Absolute convergence

Power series

Interval of convergence of a power series

Taylor series

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

Os objetivos:

- resolver inequações racionais e com módulos;

- determinar domínios e esboçar o gráfico de uma função;
são referentes ao Capítulo 1.

Os objectivos:

- calcular limites de funções reais de variável real;
- estudar a continuidade de funções reais de variável real;
são do Capítulo 2.

Os objectivos do Capítulo 3 são:

- derivar funções reais de variável real;
- aproximar localmente funções por Polinómios de Taylor;
- aplicar as derivadas ao cálculo de máximos e mínimos e ao esboço de gráficos de funções.

Os objectivos:

- integrar funções reais de variável real;
- aplicar integrais no cálculo de áreas planas, de comprimento de curvas e da área de superfície e do volume de um sólido de revolução;
dizem respeito ao Capítulo 4.

Os objectivos:

- determinar a natureza de uma série numérica;
- calcular o intervalo de convergência de uma série de potências;
são do Capítulo 5.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The outcomes:

- solve inequalities involving rational expressions and absolute values;
- determine domains and sketch the graph of functions;
are from Chapter 1.

The outcomes:

- compute limits of functions;
- study the continuity of functions;
are from Chapter 2.

The outcomes of Chapter 3 are:

- compute derivatives of functions;
- know how to approximate functions by Taylor's polynomials;
- apply the derivatives to compute maximums and minimums and sketch the graph of functions;

The outcomes:

- integrate functions;
- apply integrals to compute plane areas, length of curves and areas of surfaces and volumes of solids generated by revolution;
are from Chapter 4.

The outcomes of Chapter five are:

- determine whether a numerical series is convergent or divergent;
- compute the interval of convergence of a power series.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A avaliação ao longo das actividades lectivas será periódica, sendo efectuados dois testes, cada um deles valendo para 10 valores.

Designando por T_1 a nota do primeiro teste e por T_2 a nota do segundo teste, a classificação final será calculada da seguinte forma:

- se $T_1 + T_2$ for inferior a 17,5 valores, a classificação final será o arredondamento às unidades de $T_1 + T_2$;
- se $T_1 + T_2$ for superior ou igual a 17,5 valores, terá de ser feita uma prova oral; à prova oral será atribuída uma nota, que designaremos por PO , entre 0 e 20 valores; a classificação final será o arredondamento às unidades de $\max\{17, (T_1 + T_2 + PO)/2\}$.

São aprovados os alunos com classificação final igual ou superior a 10 valores.

Todos os alunos são admitidos a exame.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The evaluation will consist in two tests, each of one with a maximum value of 10 points.

Designating the result of the first test by T_1 and the result of the second test by T_2 , the final grade will be calculated as follows:

- if $T_1 + T_2$ is less than 17.5 points, the final grade will be the rounding of $T_1 + T_2$;
- if $T_1 + T_2$ is greater than or equal to 17.5 points, the student must do an oral examination; the result of the oral exam, that we will designate by PO , will be between 0 and 20 points; the final grade will be the rounding of $\max\{17, (T_1 + T_2 + PO) / 2\}$.

The students with a final grade greater than or equal to 10 points will pass the course.

All students will be admitted to exam.

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
O funcionamento da unidade curricular em aulas teórico-práticas permite que sejam feitos exercícios imediatamente a seguir a cada conteúdo teórico, o que melhora a aquisição de conhecimentos e competências.
Em termos de exemplos e de exercícios tem-se procurado incluir cada vez mais exemplos e exercícios de aplicação a outras ciências, incluindo a área em que este curso se inclui.
Além disso, os alunos são incentivados a trabalhar mais fora das horas de contacto com o docente, sendo para isso fornecidos, nas fichas de trabalho, exercícios que não são resolvidos nas aulas.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:
The organization of the curricular unit in theoretical-practical classes allows to solve exercises immediately after each theoretical content and this improves the acquisition of knowledge and skills by the students.
The course includes examples and exercises of applications to other sciences, including the area in which this degree is included.
In addition, the students are encouraged to work more at home and for this the working sheets have exercises that are not solved in the classes.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Bibliografia principal

- Apostol, T.M., *Cálculo*, Vol. 1, Reverté, 1993
- Stewart, J., *Calculus (International Metric Edition)*, Brooks/Cole Publishing Company, 2008
- Swokowski, E. W., *Cálculo com Geometria Analítica*, Vol. 1 e 2, McGrawHill, 1983

Bibliografia secundária

- Dias Agudo, F.R., *Análise Real*, Vol. I, Escolar Editora, 1989
- Demidovitch, B., *Problemas e Exercícios de Análise Matemática*, McGrawHill, 1977
- Lang, S., *A First Course in Calculus, Undergraduate texts in Mathematics*, Springer, 5th edition
- Lima, E. L., *Curso de Análise*, Vol. 1, Projecto Euclides, IMPA, 1989
- Lima, E. L., *Análise Real*, Vol. 1, Coleção Matemática Universitária, IMPA, 2004
- Mann, W. R., Taylor, A. E., *Advanced Calculus*, John Wiley and Sons, 1983
- J. P. Santos, *Cálculo numa Variável Real*, IST Press, 2013
- Sarrico, C., *Análise Matemática – Leituras e exercícios*, Gradiva, 3.^a Ed., 1999

Mapa IV - Álgebra Linear

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Álgebra Linear

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Linear Algebra

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

M

4.4.1.3. Duração:

1 semestre / semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

60 (TP-60)

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

-

4.4.1.7. Observations:

-

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Deolinda Isabel da Conceição Mendes (TP-60)

4.4.3. Outros docentes e respectivas cargas letivas na unidade curricular:

-

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

No final do semestre, os alunos deverão compreender os conceitos fundamentais da Álgebra Linear e Cálculo Vetorial e deverão ser capazes de aplicar os conceitos e métodos apresentados durante o semestre na resolução de problemas.

- (a) Compreender e saber operar com matrizes e resolver sistemas de equações lineares*
- (b) Calcular determinantes e saber aplicá-los à resolução de problemas*
- (c) Determinar espaços e subespaços vetoriais, combinações lineares e conjuntos geradores, dependência e independência linear, base e dimensão de um espaço vetorial*
- (d) Entender o conceito de aplicação linear e determinar a matriz de uma aplicação linear*
- (e) Determinar a matriz de mudança de base e aplicá-la a problemas*
- (f) Calcular valores e vetores próprios de uma matriz e diagonalizar uma matriz (caso seja possível)*
- (g) Calcular o produto interno, norma, produto externo e produto misto de vetores*
- (h) Interpretar e resolver problemas*

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

After successfully completing the course, students should have a good understanding of the basic concepts of Linear Algebra and Vector Calculus and be able to apply the concepts and methods presented during the semester to solve problems. In particular, students should have developed the following skills:

- (a) perform operations with matrices and solve systems of linear equations*
- (b) calculate determinants and use them to solve problems*
- (c) determine vector spaces and subspaces, linear combinations and generating sets, linear dependence and linear independence, basis and dimension of a vector space*
- (d) define linear transformations and determine the matrix of a linear transformation*
- (e) calculate eigenvalues and eigenvectors of a given matrix and diagonalize a matrix (if possible)*
- (f) determine change of base matrix and solve related problems*
- (g) calculate the dot product, norm, vector product and mixed product of vectors, orthogonalization*
- (h) interpret and solve problems*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. Matrizes e sistemas lineares

Tipos de matrizes; operações com matrizes e vetores; operações elementares e condensação; resolução de sistemas lineares pelos métodos de Gauss e Gauss-Jordan

2. Determinantes e matrizes invertíveis

Definição de determinante; propriedades; matriz adjunta e matriz inversa; aplicações

3. Espaços vetoriais

Espaço vetorial; subespaço; combinações lineares e conjunto gerador; dependência e independência linear; base e dimensão

4. Aplicações lineares

Definição; propriedades; matriz de uma aplicação linear; matriz mudança de base

5. Valores e vetores próprios

Valores próprios e vetores próprios de uma matriz; diagonalização de matrizes

6. Espaços vetoriais com produto interno

Produto interno, vetores ortogonais, norma, ângulo, projeção; produto vetorial, produto misto e aplicações em \mathbb{R}^3 ; bases ortonormadas e o processo de ortogonalização de Gram-Schmidt

7. Espaços vetoriais normados

Conceito de norma num espaço vetorial; normas matriciais; normas equivalentes

4.4.5. Syllabus:

1. Matrices and systems of linear equations

Types of matrices; matrix and vector operations; elementary operations and condensation; Gauss and Gauss-Jordan methods for solving systems of linear equations

2. Determinants and inverse matrices

Definition and properties of the determinant; adjoint matrix and inverse matrix; applications

3. Vector spaces

Vector space; subspace; linear combinations and generating sets; linear dependence and independence; basis and dimension

4. Linear transformations

Definition; properties; matrix of a linear transformation; change of basis matrix

5. Eigenvalues and eigenvectors

Eigenvalues and eigenvectors of a matrix; matrix diagonalization

6. Vector spaces with inner product

Scalar product, orthogonal vectors, norm, angle, projection; vector product, mixed product and applications in \mathbb{R}^3 ; orthonormal bases and the Gram-Schmidt orthogonalization process

7. Normed vector spaces

Concept of norm in a vector space; vector norms; matrix norms; equivalent norms

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

Os conteúdos programáticos da unidade curricular foram definidos em função dos objetivos e competências a serem adquiridos pelos alunos e enquadram-se dentro dos conteúdos normalmente lecionados em unidades curriculares equivalentes de outras universidades europeias e, em particular, portuguesas.

Os objetivos definidos, traduzdos nas competências (a) - (g) são alcançadas através dos conteúdos programáticos 1. - 7., respetivamente. A competência (h) é alcançada de forma transversal em todos os conteúdos programáticos.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The syllabus of this curricular unit was defined according to the course objectives and learning outcomes to be achieved by the students. The contents are similar to those of equivalent curricular units taught at other European universities, in particular, Portuguese universities.

Learning outcomes (a) - (g) are achieved through chapters 1. - 7. of the syllabus. Learning outcome (h) is achieved transversally throughout the course.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas são teórico-práticas. O docente expõe os conceitos, enuncia e demonstra resultados fundamentais, apresenta exemplos e aplicações. Os estudantes são incentivados a participar nas aulas, a interagir com o professor e com os colegas, e a trabalhar autonomamente, sob a forma de realização de exercícios, leitura orientada, formulação e resolução de problemas.

A avaliação realizada ao longo do período de ensino-aprendizagem consistirá em duas provas escritas, que valem 90% da classificação final (CF), e 10 trabalhos de casa que valem 10% da classificação final.

Ficam dispensados do exame final os estudantes com uma classificação final (CF) superior ou igual a 10 valores.

Ficam admitidos a exame os alunos com uma classificação final mínima (CF) de ensino-aprendizagem de 5 valores.

Qualquer nota final superior a 18 valores tem de ser defendida numa prova oral; se não for defendida uma tal nota passa a 18.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The classes combine theory with practice. The teacher introduces the concepts, states and proves the fundamental results, provides examples and applications. The student is encouraged to participate in the classes, to interact with teacher and colleagues and to work independently, by solving exercises, guided reading, problem formulation and problem solving.

The evaluation carried out during the teaching-learning process consists of two written tests, which are worth 90% of the final mark (CF), and 10 Maple T.A. homework assignments, which account for 10% of the final mark.

A student with a final continuous evaluation mark (CF) of at least 10 out of 20 is exempted from the exam.

In order to be admitted to the exam, a student is required to have a final continuous evaluation mark of at least 5 out of 20.

A student with a final mark above 18 must also have passed an oral exam.

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

Nas aulas teórico-práticas, é feita a exposição dos conceitos teóricos dos conteúdos programáticos, são apresentados exemplos práticos de aplicação de pequena dimensão e os estudantes aplicam os conceitos teóricos através da resolução de problemas práticos adequados e ajustados a cada conteúdo programático. Isto permite, de uma forma proporcionada e gradual, que os estudantes adquiram as competências necessárias ao longo do semestre para obterem a aprovação. A utilização das novas tecnologias no ensino também permite uma melhor compreensão dos conceitos e métodos apresentados.

Os estudantes deverão, no final do semestre, ter demonstrado a aquisição de um mínimo de competências para serem admitidos ao exame final, sendo também possível que estes mesmos fiquem dispensados desse exame se demonstraram à equipa docente terem adquirido as competências julgadas suficientes e necessárias.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The classes combine theory with practice. The theoretical concepts of the syllabus are taught and small practical examples are presented. The students apply the theoretical concepts by solving practical problems related to the syllabus, independently or with the teacher's help. This enables students to develop the required skills in a gradual and proportionate way throughout the semester. The use of new technologies also helps students to achieve a better understanding in the problem-solving process.

Continuous assessment allows students to demonstrate their learning outcomes throughout the semester. In order to be admitted to the final exam, a student must have developed the minimum required skills. A student is exempted from the final examination if, at the end of the semester, the teacher considers that he/she has acquired the necessary and sufficient skills.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- Isabel Cabral, Cecília Perdígão, Carlos Saiago, *Álgebra Linear*, Escolar Editora, 2009
- Luís T. Magalhães, *Álgebra Linear como introdução à Matemática Aplicada*, Escolar Editora, 2001
- David C. Lay, *Linear Algebra and its applications*, 5th edition, Pearson, 2016
- Gilbert Strang, *Linear Algebra and its applications*, 4th edition, Brooks Cole, 2005

Mapa IV - Programação

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Programação

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Programming

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

I

4.4.1.3. Duração:

1 semestre / semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

60 (T-30;TP-30)

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

-

4.4.1.7. Observations:

-

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Valderi Reis Quietinho Leithardt (T-30;TP-30)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

-

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Adquirir noções gerais sobre o computador seu funcionamento e sua programação. Aprender a linguagem C utilizando as principais estruturas de controle e de dados.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

The objective of the discipline is to learn the general principles of the computer and its programming with the C language, using its principal control and data structures.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Introdução: O que é um Computador, Características, Componentes (Hardware), O funcionamento do Computador, O Software (Sistemas Operativos, Linguagens de Programação e Aplicações).*
- 2. Princípios Básicos da Programação: Ciclo de Desenvolvimento (Escrita, Compilação e Execução de um programa), e Lógica de um Programa (Algoritmo e Fluxograma).*
- 3. Linguagem de Programação C; Estrutura de um Programa, Variável, Tipos de Dados Simples, Operadores, Instruções de Entrada e Saída, Instrução de Atribuição, Instruções Condicionais, Instruções de Repetição, Tipos de Dados Estruturados, Funções.*

4.4.5. Syllabus:

- 1. Introduction: What is a Computer, Characteristics, Components (Hardware), How computers work, The Software (Operating Systems, Programming Languages and Applications).*
- 2. Programming Basic Principles: Development cycle (writing, compilation, and execution of a program), and Logical of a Program (Algorithm and Flowcharts).*
- 3. C Programming Language: Program structure, Variable, Data types, Operators, Input Output Instructions, The Attribution Instruction, Conditional Instructions, Repetition Instructions, Structure data types, Functions.*

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

A unidade curricular Programação tem conteúdos programáticos conforme os padrões de cursos equivalentes lecionados em unidades curriculares de outras Universidades Portuguesas e Europeias. O objetivo principal consiste na aprendizagem de uma primeira linguagem de programação, permitindo que o estudante adquira uma maturidade nesta matéria e seja capaz de programar em qualquer outra linguagem imperativa. A estrutura da disciplina consiste de uma parte inicial onde o estudante deve obter uma conceção do computador e do seu funcionamento (Capítulo 1).

Numa segunda parte serão apresentados os elementos básicos da programação e da lógica de um programa, o estudo dos algoritmos será feito através de fluxogramas (Capítulo 2).

O estudo da linguagem C, incluirá a estrutura de um programa, instruções de entrada e saída, instrução de atribuição, estruturas de dados e estruturas de controlo e subprogramas (Capítulo 3).

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The syllabus of the curricular unit Programming has the objectives and competences related with the syllabus normally taught in equivalent courses in other Portuguese and European Universities. The principal objective consists in the learning of a First programming language, thus permitting the students to get a maturity in this subject and so to be able to program in any other imperative language.

The structure of the discipline consists in an initial part where the student must obtain a conception of the computer and from its working (Chapter 1).

In the second part, it will be present the basic elements of the programming and the logical of a program, the study of the algorithms will be done by means of flowcharts (Chapter 2).

The study of the C Language includes the program structure, Input – Output instructions, attribution instruction, data structures and control structures and subprograms (Chapter 3).

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A unidade curricular tem a duração de um semestre letivo, envolvendo 60 horas de contacto, 100 horas de trabalho autónomo e 8 horas para avaliação (total de 168 horas). A aprovação a esta unidade curricular confere ao estudante 6 ECTS. As aulas estão organizadas em aulas teóricas (T) com exposição dos conteúdos programáticos, envolvendo também a apresentação de exemplos e aulas teórico-práticas (TP) em computadores pessoais.

A avaliação é realizada em duas fases:

- *Avaliação contínua: realização de várias fichas de trabalho nas aulas teórico-práticas e 2 testes escritos ao longo do semestre letivo;*
- *Exame final para os estudantes admitidos.*

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

This course of one semester includes 60 hours of contact, 100 hours of autonomous work and 8 hours for evaluation (168 of total hours). The course is credited with 6 ECTS. The course is structured with alternated theoretical classes (T), where theoretical concepts of the syllabus are taught and some examples are presented, and theoretical-practical classes (TP), where students use personal computers.

Evaluation is performed in two phases:

- *Continuous evaluation: accomplishment of several practical works in theoretical-practical classes and two written tests throughout the semester;*
- *Final exam for admitted students.*

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

O semestre letivo desta unidade curricular envolve um total de 168 horas (60 horas de contacto com a equipa docente, 100 horas de trabalho autónomo por parte do estudante e 8 horas para avaliação) para se cumprirem os objetivos e competências a serem adquiridas pelos estudantes tendo em conta o volume de trabalho a realizar pelo estudante e pela equipa docente. A estruturação das aulas faseadas em aulas teóricas (T), onde é feita a exposição dos conceitos teóricos dos conteúdos programáticos e onde também são apresentados exemplos, e em aulas teórico-práticas (TP), onde os estudantes trabalham em computadores pessoais, o que permite, de uma forma proporcionada e gradual, que os estudantes adquiram as competências necessárias ao longo do semestre para obter a aprovação.

A duração e a estruturação desta Unidade Curricular enquadram-se dentro do normalmente adotado em unidades curriculares equivalentes de outras Universidades Portuguesas e Europeias.

A metodologia de ensino encontra-se centrada no estudante, que ao longo do semestre vai aprendendo e aplicando os conceitos adquiridos, com o seu trabalho autónomo e com a ajuda da equipa docente. Desta forma, é dada particular importância à avaliação contínua que permite que o estudante possa, ao longo do semestre, demonstrar faseadamente as competências adquiridas com o seu trabalho. O estudante deverá ainda no final do semestre ter demonstrado a aquisição de um mínimo de competências para poder ser admitido ao exame final, sendo também possível que este mesmo fique dispensado desse exame se demonstrou à equipa docente ter adquirido as competências julgadas suficientes e necessárias.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

This one semester course has 168 total hours (60 hours of contact with the teaching team, 100 hours of autonomous work and 8 hours for evaluation) to allow the objectives and competences to be acquired by students considering the work to be undertaken either by the student and teaching team. The course is structured with alternated theoretical classes (T), where theoretical concepts of the syllabus are taught and some examples are presented, and theoretical-practical classes (TP), where students use personal computers, permitting the application of the theoretical concepts. This arrangement of the classes allows that students acquire the competences, in a gradual and proportionate way throughout the semester, to be approved.

The duration of the course and the arrangement of the classes are similar with the ones normally adopted in equivalent courses in other Portuguese and European universities.

The teaching methodology is student-centered, which over the semester will learn and apply the acquired concepts with his autonomous work and with the help of the teaching team. Thus, particularly importance is given to the continuous evaluation that allows the student, during the semester, to demonstrate the competences acquired gradually. At the end of the semester, the student must also to have demonstrated the acquisition of a minimum of competences to be admitted to the final exam. If the teaching team considers that, in the end of the semester, the student acquired the necessary and sufficient competences, the student is dispensed for the exam.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- *Apontamentos do docente (disponibilizados na página Internet da disciplina) / Lesson notes (available at the discipline Internet page)*
- *Elementos de Programação com C – Terceira Edição Atualizada e Aumentada, Pedro João Valente Guerreiro, 2006, ISBN: 972-722-510-1*
- *Introdução à Programação Usando C, António Manuel Adrego da Rocha, 2006, ISBN: 978-972-722-524-8*
- *Linguagem C, Luís Damas, 1999, ISBN: 972-722-156-4*
- *The C Programming Language - Second Edition, Brian W. Kernighan e Dennis M. Ritchie, 1988, ISBN 0-13-110362-8*

Mapa IV - Química Geral

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Química Geral

4.4.1.1. Title of curricular unit:

General Chemistry

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

FQ

4.4.1.3. Duração:

1 semestre / semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

60 (T-30; TP-15; PL-15)

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

-

4.4.1.7. Observations:

-

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

José Albertino Almeida de Figueiredo (T-30;TP-15;PL-15)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

-

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

*Uniformizar conceitos básicos de Química para aplicação nas áreas de Engenharia.
Aprofundar os conceitos químicos para compreender e justificar fenómenos aplicados.
Reconhecer os conceitos básicos de Química e saber aplicar os seus conteúdos.
Identificar os compostos químicos.
Saber as diferenças entre os tipos de reacções químicas.
Determinar a capacidade energética nas reacções químicas.
Compreender a estrutura electrónica dos átomos.
Analisar as ligações químicas entre os átomos.
Perceber o efeito das propriedades dos líquidos, sólidos e soluções
Compreender e nomear compostos orgânicos e perceber a diferença dos compostos devido à presença de diferentes grupos funcionais nas moléculas orgânicas.
Saber analisar o efeito da corrosão nos materiais.
Saber relacionar os conceitos transmitidos e aplicá-los nas disciplinas de anos posteriores.*

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

*Standardize basic concepts of Chemistry for application in the areas of Engineering.
Deepen chemical concepts to understand and justify applied phenomena.*

Recognize the basic concepts of Chemistry and know how to apply its contents.

Identify the chemical compounds.

Know the differences between the types of chemical reactions.

Determine the energy capacity in chemical reactions.

Understand the electronic structure of atoms.

Analyze the chemical bonds between atoms.

Understand the effect of the properties of liquids, solids and solutions

Understand and name organic compounds and perceive the difference of compounds due to the presence of different functional groups in organic molecules.

Know how to analyze the effect of corrosion on materials.

Know how to relate the concepts transmitted and apply them in the disciplines of later years.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Noções básicas em Química

Átomos, moléculas e iões

Relações mássicas em reacções químicas

Reacções químicas em solução aquosa

Estado gasoso

Termoquímica

Teoria quântica e estrutura electrónica

Relações periódicas entre elementos

Ligação química e geometria molecular

Propriedades dos líquidos e dos sólidos

Soluções

Introdução aos compostos de carbono

Metais e corrosão

4.4.5. Syllabus:

Chemistry Basics

Atoms, molecules and ions

Mass relationships in chemical reactions

Chemical reactions in aqueous solution

Gaseous state

Thermochemistry

Quantum theory and electronic structure

Periodic relationships between elements

Chemical bonding and molecular geometry

Properties of liquids and solids

Solutions

Introduction to carbon compounds

Metals and corrosion

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

São apresentados conceitos que permitem mostrar a composição dos átomos e realizar a sua quantificação em termos de massa molar. Mostrar que as moléculas reagem quando em solução aquosa para formar novas moléculas por transferência de electrões ou de protões. A análise dos gases permite verificar o efeito da difusão dos gases e também das propriedades associadas, considerando o gás como ideal e como real. A termoquímica estuda o calor envolvido nas reacções. A estrutura electrónica dos átomos mostra a disposição dos electrões. As moléculas têm uma geometria associada para minimizar os efeitos de repulsão entre electrões, sendo por isso necessário apresentar teorias justificar o modo como se formam as ligações químicas. Os líquidos têm propriedades como a viscosidade e a tensão superficial e os sólidos apresentam características de cristalinidade cujas propriedades permitem diferenciar os vários tipos de cristais.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

Concepts are presented that allow to show the composition of atoms and perform their quantification in terms of molar mass. Show that molecules react when in aqueous solution to form new molecules by electron or protons transfer. The analysis of gases allows verifying the effect of the diffusion of gases and of the associated properties, considering the gas as ideal and as real. Thermochemistry studies the heat involved in the reactions. The electronic structure of the atoms shows the arrangement of electrons. Molecules have an associated geometry to minimize the effects of repulsion between electrons, so it is necessary to present theories to justify how chemical bonds are formed. Liquids have properties such as viscosity and surface tension and solids have crystalline characteristics whose properties allow differentiating the various types of crystals.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A metodologia de ensino nesta UC centra-se no estudante e está organizada em três partes: aulas teóricas, aulas teórico-práticas e aulas laboratoriais.

Nas aulas teóricas serão ministrados os conteúdos programáticos, nas aulas teórico-práticas serão resolvidos problemas de aplicação e nas laboratoriais serão realizadas experiências que têm por objectivo aplicar os conteúdos programáticos a casos reais e também aprender as regras básicas de segurança num laboratório.

A avaliação desta UC será continua efectuando controlo de presenças, testes parciais, avaliação das resoluções de problemas e nas aulas laboratoriais será feita uma avaliação do modo de realização do trabalho prático e através da

análise do relatório elaborado pelos estudantes.

A avaliação final será:

5% presença aulas teóricas (1 v) +

70% testes escritos (14 v) +

25% Aulas de laboratório e de problemas (5 v).

Mínimo em cada parte: 50%

Resultado final: Soma de todas as partes maior ou igual a 50%

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching methodology in this UC focuses on the student and is organized into three parts: theoretical classes, theoretical-practical classes and laboratory classes.

In the theoretical classes will be taught the programmatic contents, in the theoretical-practical classes will be solved application problems and in the laboratories will be carried out experiments that aim to apply the programmatic contents to real cases and also learn the basic rules of safety in a laboratory.

The evaluation of this UC will be continuous by carrying out attendance control, partial tests, evaluation of problem solving and in laboratory classes will be made an evaluation of how practical work is carried out and through the analysis of the report prepared by the students.

Final evaluation will be:

5% Theoretical classes presence (1 v) +

70% Written assessment (14 v) +

25% Theoretical component-practice and laboratory (5 v).

In each part minimum: 50%

Final result: Sum of all parts equal or higher 50%

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

Esta UC apresenta uma metodologia de ensino centrada no estudante, apresentando uma componente teórica, uma componente teórico-prática para resolução de problemas sobre a matéria leccionada e haverá aulas de laboratório para realização de trabalhos práticos e também para conhecer regras de segurança em laboratórios.

A UC tem por objectivo que os estudantes compreendam os conceitos de Química para serem aplicados nas UC posteriores. Pretende-se que o estudante consiga diferenciar os vários compostos químicos, saber como se comportam na natureza, para poder aplicá-los no futuro. É necessário conhecer as propriedades dos compostos, sólidos, líquidos e gasosos. Conhecer as estruturas internas dos átomos e das moléculas para perceber o modo como os compostos estão agregados e também como pode ocorrer a sua degradação. Saber a energia associada às reacções químicas para poder utilizá-los sem perigo. Compreender os compostos orgânicos em relação à sua estrutura.

Os métodos de avaliação serão aplicados para se poder determinar os conhecimentos obtidos, quer na componente teórica, quer na componente prática, avaliando-se a componente de trabalho presencial e também a componente centrada no aluno.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

This UC presents a student-centered teaching methodology, presenting a theoretical component, a theoretical-practical component for problem solving on the subject taught and there will be laboratory classes for carrying out practical work and also to know safety rules in laboratories.

The UC aims to understand the concepts of Chemistry to be applied in subsequent CUs. It is intended that the student can differentiate the various chemical compounds, know how they behave in nature, in order to be able to apply them in the future. It is necessary to know the properties of compounds, solids, liquids and gaseous. Know the internal structures of atoms and molecules to understand how compounds are aggregated and also how their degradation can occur. Know the energy associated with chemical reactions to be able to use them without danger. Understand organic compounds in relation to their structure.

The evaluation methods will be applied to be able to determine the knowledge obtained, both in the theoretical component and in the practical component, evaluating the component of face-to-face work and the student-centered component.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Raymond Chang, "Química", (tradução portuguesa) 11ª Ed., McGraw-Hill, Lisboa, Portugal (2012)

R. Petrucci, W. Harwood, G. Herring, "General Chemistry- Principles and Modern Applications" 8th Ed, Pearson Books, (2003)

S. Goode, E. Mercer, D. Reiger, "Química: Princípios e Aplicações", Fundação Calouste Gulbenkian, (1997)

C. C. Houk, R. Post, "Chemistry: Concepts and Problems", 2nd Ed, John Wiley, (1996)

Mapa IV - Desenho de Aeronaves

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Desenho de Aeronaves

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Aircraft Drawing

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

A

4.4.1.3. Duração:

1 semestre / semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

60 (TP-60)

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

-

4.4.1.7. Observations:

-

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

João Manuel Milheiro Caldas Paiva Monteiro (TP-30)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

Miguel Ângelo Rodrigues Silvestre (TP-30)

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Adquirir conhecimentos sobre as normas do desenho técnico

Desenvolver a capacidade de interpretar desenhos técnicos

Desenvolver a capacidade de desenhar à mão livre esboços cotados de objetos em projeções ortogonais e perspetiva rápida.

Obter sólida formação base de desenho assistido por computador, através da sua prática em modernos programas de CAD 3D paramétricos, quer de objetos isolados quer de conjuntos funcionais de objetos interligados.

- Desenvolver a capacidade de converter modelos CAD 3D em desenhos técnicos 2D e vice-versa.

- Desenvolver a capacidade de criar modelos CAD de aeronaves. Nomeadamente, perfis alares; superfícies aerodinâmicas; carenagens e corpos fuselados.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

To obtain an understanding of Technical Drawing norms

To develop the ability to interpret Technical Drawings

To develop the ability to hand draw talking sketches

To obtain a solid practice on modern feature based parametric 3D CAD programs

To obtain a solid practice of 2D CAD drawing from the 3D virtual models and vice versa.

- To develop the ability to create aircraft CAD models. Namely, airfoils; lifting surfaces; fairings and streamlined bodies or fuselages.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

O Desenho Técnico: história e evolução; comunicação gráfica; modos de representação; normas.

Projeções. Projeções Ortogonais: conceitos; tipos de linhas. Seleção de vistas. Leitura de projeções.

Perspetivas rápidas do círculo e de sólidos: escolha da posição; Métodos de construção.

Cortes e secções.

Cotagem. Tolerâncias.

Desenho à mão livre de objetos em perspetiva e de esboços cotados.

Desenho Técnico assistido por computador (CAD): Enquadramento, importância e evolução. Aplicações.

Equipamentos.

Introdução aos programas 3D de modelação sólida paramétrica.

Especificidades das ferramentas (SolidWorks, CATIA V5 e 3DS). Modelação de sólidos, superfícies e montagem de conjuntos. CAD 3D de perfis alares, superfícies sustentadoras, carenagens e corpos fuselados.

Modelação 3D: objetos isolados simples; objetos isolados complexos; BOTTOMUP de conjuntos funcionais; TOP-DOWN de conjuntos funcionais.

Execução dos objetos virtuais (3D) a partir dos desenhos bidimensionais (2D) e vice-versa.

4.4.5. Syllabus:

- *Technical drawing: history and evolution; graphical communication; representation modes; standards. Projections. Orthographic projections: concepts; lines. Views selection. Projection drawings interpretation. Perspectives. Choice of object position. Construction methods. Circle perspective. Section views. Dimensioning and tolerancing. Hand drawing practice of perspective views and sketches with dimensions. CAD history and evolution. Framework, importance and evolution. Tools and software. Introduction to parametric 3D modeling programs. Softwares' specifics (SolidWorks, CATIA V5 e 3DS): Modeling of solids, surfaces and assemblies. CAD practice of airfoils, lifting surfaces, fairings and streamlined bodies or fuselages. 3D CAD practice: single simple objects; single complex objects: bottom up assemblies; top down assemblies. 3D CAD modeling from existing 2D drawings and vice versa.*

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

O objetivo de obter conhecimentos sobre as normas de desenho técnico é conseguido com a transmissão de informação sobre normas internacionais e nacionais.
O objetivo de ganhar capacidade de interpretação de desenhos técnicos é conseguido treinando a leitura de desenhos técnicos os quais são convertidos pelos alunos em objetos virtuais 3D o que implica a sua correta interpretação.
O objetivo de dar aos alunos uma sólida formação em CAD 3D é conseguido através da sua prática exaustiva desde a primeira aula.
O objetivo de ganhar capacidade de executar desenhos CAD bidimensionais é conseguido com a sua prática em aulas.
O objetivo do treino de adquirir a capacidade de executar esboços cotados à mão livre é adquirido com a sua prática em aulas.
O conteúdo programático de desenho de perfis alares, superfícies sustentadoras, carenagens e corpos fuselados permite atingir o objetivo de desenvolver a capacidade de criar modelos CAD de aeronaves.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The objective of obtaining knowledge on Technical Drawing norms is obtained with the transmission of information on international and national norms.
The objective of gaining the capability to interpret Technical Drawings is achieved practicing the reading of Technical Drawings and translating them into 3D CAD parts, a process that implies the correct interpretation of the drawings.
The objective of obtaining a solid knowledge of 3D CAD is achieved by practicing 3D CAD from the first class of the semester.
The objective of obtaining the capabilities of building 2D CAD drawings is obtained practicing the creation of 2D drawings of the virtual 3D CAD parts already drawn.
The objective of gaining expertise in performing hand sketches with dimensions is obtained by practicing during classes.
The practice of airfoils, lifting surfaces, fairings and streamlined bodies or fuselages drawings in the syllabus allows to fulfil the objective of developing the ability to create aircraft CAD models.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Os conhecimentos são transmitidos através de lecionação por exposição teórica dos conceitos, exemplos de exercícios de aplicação e resolução de problemas em sala de aula e fora de sala de aula.
A metodologia de ensino baseia-se em aulas teórico-práticas onde os conceitos fundamentais são apresentados através de diapositivos e discutidos antes do docente apresentar a resolução de exemplos de exercícios de aplicação. Em seguida os alunos resolvem exercícios propostos em aula e posteriormente têm acesso a apontamentos de resolução dos mesmos.
A avaliação do processo ensino-aprendizagem ao longo das atividades letivas, numa escala de 0 a 20 valores, resulta da aplicação da expressão: $AV = TP1 + TP2 + TI$, onde: TP1 Teste prático 1 8 valores, TP2 Teste prático 2 8 valores, Trabalho Individual que consiste na elaboração de um modelo 3D duma aeronave existente a partir de desenhos 2D – 4 valores.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The knowledge is transmitted through lecturing theory presentations and practical problem solving during lectures and homework.
The teaching methodology is based in theory-practical classes where the fundamental theory is presented and discussed before the professor gives examples of practical implementation. Next, the students solve problems during class and have access in a later time to those problems' solutions.
The evaluation of the teaching-learning process throughout the teaching activities, on a scale of 0 to 20 values, results from the application of the expression: $AV = TP1 + TP2 + TI$, where: TP1 Practical test 1 2 max. TP2 Practical test 2 8 max. TI is an individual homework of 3D modeling an existing aircraft from 2D drawings - 4.

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

As apresentações sobre os conceitos teóricos permitem ao aluno adquirir conhecimentos sobre as normas do desenho técnico.
Os exercícios de propostos desenvolvem a capacidade do aluno de interpretar desenhos técnicos.
A capacidade de desenhar à mão livre esboços cotados de objetos em projeções ortogonais e perspetiva rápida é aferida em teste de avaliação.
Num trabalho individual de avaliação realizado fora de aula, os alunos desenharam nos softwares CATIA V5 ou 3DS uma aeronave existente a partir de desenhos 2D. Previamente, em sala de aula, as técnicas utilizadas para a modelação CAD de aeronaves. Nomeadamente, perfis alares; superfícies aerodinâmicas; carenagens e corpos fuselados são exemplificadas pelo docente. Este trabalho permite garantir a formação base de desenho assistido por computador,

através da sua prática em programas de CAD 3D paramétricos, dos mais usados na indústria aeroespacial. Desenvolvendo, especificamente, a capacidade de criar modelos CAD de aeronaves. Permite ainda obter quer objetos isolados quer conjuntos funcionais de objetos interligados, com a morfologia de aeronaves. Desenvolvendo a capacidade de converter desenhos 2D em modelos 3D e vice-versa.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The presentations on the theoretical concepts allow the student to acquire knowledge regarding the technical drawing standards.

The proposed exercises develop the student's ability to interpret technical drawings and to model 3D virtual objects. The ability to draw freehand dimensioned sketches of objects in orthogonal projections and quick perspectives is assessed in practical test.

In the individual evaluation work carried outside the classroom, students build a virtual 3D model, of an existing aircraft using 2D drawings, using CATIA V5 or 3DS software. Previously, in the classroom, the techniques used for aircraft CAD modeling. Namely, wing profiles; aerodynamic surfaces; fairings and fuselage bodies are exemplified by the teacher. This work allows to guarantee the basic formation of computer aided design, through its practice in parametric 3D CAD programs that are widely used in the aerospace industry. Specifically developing the ability to create aircraft CAD models. Also allowing to obtain both isolated objects and assemblies of interconnected objects, with aircraft morphology. Developing the ability to convert 2D drawings into 3D models and vice versa.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

"Desenho Técnico Moderno", Arlindo Silva; João Dias; Luís Sousa isbn 972757260x. edições Lidel.

Dassault Systèmes - SolidWorks Corporation, Student's Guide to Learning SolidWorks® Software.

João Monteiro (2020), MODELAÇÃO POR SUPERFÍCIES E HÍBRIDA EM SOLIDWORKS, ISBN: 978-972-722-912-3, Lidel.

Dassault Systems, CATIA Version 5 Release 19 User's Documentation.

Barnard, R. H., & Philpott, D. R. (2010). Aircraft flight: a description of the physical principles of aircraft flight. Pearson Education.

Mapa IV - Cálculo II

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Cálculo II

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Calculus II

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

M

4.4.1.3. Duração:

1 semestre / semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

60 (TP-60)

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

-

4.4.1.7. Observations:

-

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

António Jorge Gomes Bento (TP-60)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

-

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Nesta Unidade Curricular os alunos vão adquirir os conhecimentos básicos de séries e de cálculo diferencial e integral de funções de várias variáveis.

No final desta Unidade Curricular os estudantes deverão:

- calcular limites de funções de várias variáveis;
- estudar a continuidade de funções de várias variáveis;
- calcular derivadas parciais de funções de várias variáveis;
- aplicar as derivadas ao cálculo de máximos e mínimos;
- integrar funções de várias variáveis;
- aplicar o cálculo integral para determinar áreas e volumes;
- calcular integrais de linha;
- aplicar o Teorema de Green;
- calcular integrais de superfície;
- aplicar os Teoremas de Gauss e de Stokes.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

In this Curricular Unit the students will obtain the basic knowledge of series and of differential and integral Calculus of functions of several variables.

At the end of this Curricular Unit the students should

- compute limits of functions of several variables;
- study the continuity of functions of several variables;
- compute partial derivatives of functions of several variables;
- apply the derivatives to compute maximums and minimums;
- integrate functions of several variables;
- apply integrals to compute areas and volumes;
- compute line integrals;
- apply Green's Theorem;
- compute surface integrals;
- apply Gauss and Stokes's theorems.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. FUNÇÕES DE R^n EM R^m

Noções topológicas

Funções

Limites

Continuidade

2. CÁLCULO DIFERENCIAL EM R^n

Derivadas parciais

Gradiente, laplaciano, jacobiana, divergência e rotacional

Derivada num ponto segundo um vector

Diferenciabilidade

Hiperplano tangente

Aproximação linear

Derivada da composta

Teoremas de Schwarz e da função implícita

Extremos locais e absolutos

Multiplicadores de Lagrange

3. CÁLCULO INTEGRAL EM R^n

Integral de Riemann

Teorema de Fubini

Integrais em conjuntos gerais

Coordenadas polares, cilíndricas e esféricas

Áreas e volumes

4. INTEGRAIS DE LINHA

Integral de linha de campos escalares e vectoriais

Teorema de Green

5. INTEGRAIS DE SUPERFÍCIE

Integrais de superfície de campos escalares e vectoriais

Teoremas de Gauss e de Stokes

4.4.5. Syllabus:

1. FUNCTIONS FROM R^n TO R^m

Topological notions

Functions

Limits

Continuity

2. DIFFERENTIAL CALCULUS IN R^n

Partial derivatives

Gradient, laplacian, jacobian, divergence and rotational

Derivative in a point in the direction of a vector

Differentiability

Tangent hyperplane

Linear approximation

Chain rule
Schwarz and implicit function's theorems
Local and global extremes
Lagrange multipliers
3. INTEGRAL CALCULUS in R^n
Riemann integral
Fubini's theorem
Integrals in general sets
Polar, cylindrical and spherical coordinates
Areas and volumes
4. LINE INTEGRALS
Line integrals of scalar and vectorial fields
Green's theorem
5. SURFACE INTEGRALS
Surface integrals of scalar and vectorial fields
Gauss and Stokes's theorems

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

Os objetivos:

- calcular limites de funções de várias variáveis;
 - estudar a continuidade de funções de várias variáveis;
- são do Capítulo 1.

Os objetivos do Capítulo 2 são:

- calcular derivadas parciais de funções de várias variáveis;
- aplicar as derivadas ao cálculo de máximos e mínimos.

Os objetivos:

- integrar funções de várias variáveis;
 - aplicar o cálculo integral para determinar áreas e volumes;
- dizem respeito ao Capítulo 3.

Os objetivos:

- calcular integrais de linha;
 - aplicar o Teorema de Green;
- são do Capítulo 4.

Os objetivos do Capítulo 5 são:

- calcular integrais de superfície;
- aplicar os Teoremas de Gauss e de Stokes.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The outcomes:

- compute limits of functions of several variables;
 - study the continuity of functions of several variables;
- are from Chapter 1.

The outcomes of Chapter 2 are:

- compute partial derivatives of functions of several variables;
- apply the derivatives to compute maximums and minimums.

The outcomes:

- integrate functions of several variables;
 - apply integrals to compute areas and volumes;
- are from Chapter 3.

The outcomes of Chapter 4 are:

- compute line integrals;
- apply Green's Theorem.

The outcomes of Chapter 5 are:

- compute surface integrals;
- apply Gauss and Stokes's theorems.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A avaliação ao longo das actividades lectivas será periódica, sendo efectuado um teste cotado para 20 valores.

Designando por T a nota do teste, a classificação final será calculada da seguinte forma:

- se T for inferior a 17,5 valores, a classificação final será o arredondamento às unidades de T ;
- se T for superior ou igual a 17,5 valores, terá de ser feita uma prova oral; à prova oral será atribuída uma nota, que designaremos por PO , entre 0 e 20 valores; a classificação final será o arredondamento às unidades de $\max\{17, (T+PO)/2\}$.

São aprovados os alunos com classificação final igual ou superior a 10 valores.
Todos os alunos são admitidos a exame.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The evaluation will consist in one test with a maximum value of 20 points.

Designating the result of the test by T, the final grade will be calculated as follows:

- if T is less than 17.5 points, the final grade will be the rounding of T;

- if T is greater than or equal to 17.5 points, the student must do an oral examination; the result of the oral exam, that we will designate by PO, will be between 0 and 20 points; the final grade will be the rounding of $\max \{17, (T + PO) / 2\}$.

The students with a final grade greater than or equal to 10 points will pass the course.

All students will be admitted to exam.

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

O funcionamento da unidade curricular em aulas teórico-práticas permite que sejam feitos exercícios imediatamente a seguir a cada conteúdo teórico, o que melhora a aquisição de conhecimentos e competências.

Em termos de exemplos e de exercícios tem-se procurado incluir cada vez mais exemplos e exercícios de aplicação a outras ciências, incluindo a área em que este curso se inclui.

Além disso, os alunos são incentivados a trabalhar mais fora das horas de contacto com o docente, sendo para isso fornecidos, nas fichas de trabalho, exercícios que não são resolvidos nas aulas.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The organization of the curricular unit in theoretical-practical classes allows to solve exercises immediately after each theoretical content and this improves the acquisition of knowledge and skills by the students.

The course includes examples and exercises of applications to other sciences, including the area in which this degree is included.

In addition, the students are encouraged to work more at home and for this the working sheets have exercises that are not solved in the classes.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Bibliografia principal:

- Apostol, T.M., Cálculo, Vol. 1 e 2, Reverté, 1993

- Sarrico, C., Cálculo Diferencial e Integral, Esfera do Caos, 2009

- Swokowski, E. W., Cálculo com Geometria Analítica, Vol. 2, McGrawHill, 1983

Bibliografia secundária

- Dias Agudo, F.R., Análise Real, Vol. I e II, Escolar Editora, 1989

- Demidovitch, B., Problemas e exercícios de Análise Matemática, McGrawHill, 1977

- Lima, E. L., Análise Real, Vol. 2, Coleção Matemática Universitária, IMPA, 2004

- Lima, E. L., Curso de Análise, Vol. 2, Projecto Euclides, IMPA, 1989

- Mann, W. R., Taylor, A. E., Advanced Calculus, John Wiley and Sons, 1983

- Stewart, J., Calculus (International Metric Edition), Brooks/Cole Publishing Company, 2008

Mapa IV - Probabilidades e Estatística

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Probabilidades e Estatística

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Probabilities and Statistics

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

M

4.4.1.3. Duração:

1 semestre / semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

60 (TP-60)

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

4.4.1.7. Observations:

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Luísa Maria Jota Pereira Amaral (TP-60)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Obter conhecimentos básicos de Probabilidade e Estatística, indispensáveis à aprendizagem futura de conceitos mais avançados que surjam no percurso de formação académica e/ou profissional. Selecionar e aplicar métodos estatísticos apropriados para tirar conclusões sob incerteza em Engenharia Aeronáutica.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

Obtain basic knowledge of Probability and Statistics, vital for future learning of more advanced concepts that arise in the course of academic and/or professional training. Select and apply proper statistical methods to draw conclusions under uncertainty in Aeronautic Engineering.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Conceitos fundamentais da teoria da probabilidade: Experiência aleatória, espaço de resultados e acontecimentos; Definições de probabilidade; Probabilidade condicional, acontecimentos independentes, regra da multiplicação e teorema da probabilidade total.*
- 2. Variáveis aleatórias reais e distribuições de probabilidade: Variáveis aleatórias reais discretas e contínuas; Momentos de uma distribuição; Caracterização de algumas distribuições de probabilidade discretas e contínuas; Teorema Limite Central e suas aplicações.*
- 3. Vetores aleatórios reais: Distribuições conjuntas, marginais e condicionais; Independência; Covariância e correlação; Matriz de variâncias-covariâncias; Esperança condicional.*
- 4. Estimação de parâmetros: Estimação pontual e propriedades dos estimadores; Intervalos de confiança para médias, variâncias e parâmetro p de uma distribuição binomial.*
- 5. Testes de hipóteses paramétricos.*
- 6. Testes de hipóteses não paramétricos.*
- 7. Cadeias de Markov.*

4.4.5. Syllabus:

- 1. Fundamental concepts of probability theory: Random experience, sample space and events; Probability concepts; Conditional probability, independent events, multiplication and total probability rules.*
- 2. Real random variables and probability distributions: Discrete and continuous random variables; Distribution moments; Characterization of some discrete and continuous probability distributions; Central Limit Theorem and its applications.*
- 3. Real Random vectors: Joint, Marginal and Conditional Probability Distributions; Independence; Covariance and correlation; Variance-covariance matrix; Conditional expectation.*
- 4. Estimation of parameters: Point estimation and estimator properties. Confidence Intervals for means, variances and for the parameter p of the binomial distribution.*
- 5. Parametric hypothesis tests.*
- 6. Non-parametric hypothesis tests: Qui-Square and Kolmogorov-Smirnov tests*
- 7. Markov chains: Definitions and properties. Classification of states. Chapman-Kolmogorov equation.*

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

Os conteúdos programáticos da unidade curricular “Probabilidade e Estatística” foram definidos tendo por base os seus objetivos e englobam os tópicos fundamentais de Probabilidades e Estatística, indispensáveis à aprendizagem futura de conceitos mais avançados que surjam no percurso de formação académica e/ou profissional.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit’s intended learning outcomes:

The syllabus of the course “Probability and Statistics” have been defined based on their objectives and they cover the fundamental topics of Probability and Statistics, vital for future learning of more advanced concepts that arise in the course of academic and/or professional training.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teórico-práticas - Exposição dos conteúdos programáticos ilustrada por exemplos que permitem clarificar os conceitos e resultados apresentados. Resolução de problemas, incentivando-se a participação dos alunos e utilizando-se um software estatístico sempre que se justifique. A avaliação de conhecimentos é feita ao longo do semestre com a realização de testes escritos e caso os estudantes não atinjam as competências esperadas a avaliação é feita por um exame escrito no final do semestre.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Theoretical-practical classes - Presentation of the syllabus with illustrative examples that help to clarify the concepts and results presented. Problem solving with the encouragement of active participation of students and the use of a statistical software when justified. The assessment of student learning is done throughout the semester with periodic evaluation tests and if the students do not reach the expected skills it is done at the end of the semester with a written exam

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

O funcionamento da unidade curricular em aulas teórico-práticas permite a resolução de exercícios imediatamente a seguir a cada conteúdo teórico, o que melhora a aquisição de conhecimentos e competências. Os exemplos e exercícios contemplam a área em que este curso se inclui.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The organization of the curricular unit in theoretical-practical classes allows us to solve exercises immediately after each theoretical content and this improves the acquisition of knowledge and skills by the students. Most of the examples and exercises include the area of this degree.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- Ross, S. M. (2004). *Introduction to Probability Theory for Engineers and Scientists*. 3rd Edition, Elsevier/Academic Press
- Montgomery, D., Runger, GC. (2003) *Applied Statistics and Probability for Engineers* 3rd Edition, Wiley & Sons
- Murteira, B. (1990). *Probabilidades e Estatística*. Vol I e II (2ª ed.) McGraw-Hill.

Mapa IV - Termodinâmica Aplicada

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Termodinâmica Aplicada

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Applied Thermodynamics

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

MT

4.4.1.3. Duração:

1 semestre / semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

60 (T-30;TP-15;PL-15)

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

-

4.4.1.7. Observations:

-

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Paulo Jorge dos Santos Pimentel de Oliveira (T-30;TP-15; PL-15)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

-

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Objectivos gerais:

Conhecer e assimilar os fundamentos da termodinâmica aplicada com vista à resolução de problemas concretos na engenharia em aplicações térmicas envolvendo sistemas não reactivos. Saber analisar sistemas termodinâmicos

simples.

Resultados de aprendizagem:

Conhecer as noções básicas de termodinâmica. Saber analisar processos simples aplicando a 1ª e 2ª lei da termodinâmica. Utilizar tabelas de vapor e equação de estado para gases perfeitos. Efectuar balanços de energia a ciclos de potência (turbina de vapor e turbina de gás) e ciclos frigoríficos, e calcular parâmetros de desempenho. Familiarizar com os princípios da cogeração e do acondicionamento de ar.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

General Objectives:

Gain an understanding and proficiency on the fundamentals of applied thermodynamics with view to solve practical problems in thermal engineering for nonreactive systems. Know how to analyse simple thermodynamics systems.

Learning Outcomes:

Knowledge of basic concepts of thermodynamics. Know how to analyze simple processes by applying the 1st and 2nd Laws of Thermodynamics. Know how to utilize the water vapor tables and the equations of state for ideal gases. Know how to perform energy balances to power cycles (vapor and gas turbine) and refrigeration cycles, and calculate performance parameters. Familiarize and know the principles of cogeneration plants and air conditioning.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. *Conceitos essenciais de termodinâmica.*
2. *Primeira Lei para sistemas fechados.*
3. *Segunda Lei - Entropia.*
4. *Relações termodinâmicas. Gases perfeitos e fluidos incompressíveis.*
5. *Primeira Lei para sistemas abertos.*
6. *Ciclos de potência de vapor.*
7. *Ciclos de turbinas de gás.*
8. *Ciclos frigoríficos simples.*
9. *Cogeração.*

4.4.5. Syllabus:

1. *Basic notions of thermodynamics.*
2. *First law for closed systems.*
3. *Second law. Entropy.*
4. *Thermodynamics relations. Ideal gas and incompressible fluid.*
5. *First law for open systems.*
6. *Vapour power cycles.*
7. *Gas turbine cycles.*
8. *Simple refrigeration cycle.*
9. *Cogeneration.*

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

Resultados de aprendizagem e respectivos capítulos nos conteúdos:

Conhecer as noções básicas de termodinâmica: Caps. 1, 2 e 3.

Saber analisar processos simples aplicando a 1ª Lei (Cap. 2 e 5) e a 2ª Lei (Cap. 3) da termodinâmica: Caps. 2, 3 e 5. Utilizar tabelas de vapor e equação de estado para gases perfeitos: Cap 4. Efectuar balanços de energia a ciclos de potência de turbina de vapor e calcular os respectivos parâmetros de desempenho: Cap. 6

Efectuar balanços de energia a ciclos de potência de turbina de gás e calcular parâmetros de desempenho: Cap. 7

Efectuar balanços de energia a ciclos frigoríficos e calcular parâmetros de desempenho: Cap. 8

Familiarizar com os princípios da cogeração (Cap. 9) e do acondicionamento de ar (eventual) (Cap. 10).

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

Learning outcomes and corresponding chapters in the syllabus:

Knowledge on basic thermodynamics concepts (Chap. 1, 2 and 3)

Know how to analyze simple processes by applying the 1st (Chap. 2) and 2nd (Chap. 3) Laws of Thermodynamics.

Know how to utilize the water vapor tables and the equations of state for ideal gases (Chap. 4).

Know how to perform energy balances to vapor power cycles and calculate performance parameters (Chap. 6).

Know how to perform energy balances to gas-turbine power cycles and calculate performance parameters (Chap. 7).

Know how to perform energy balances to refrigeration cycles and calculate performance parameters (Chap. 8).

Familiarize and gain knowledge on the principles of cogeneration plants (Chap. 9) and air conditioning (Chap. 10, eventually), and know how to calculate such processes.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O ensino segue uma combinação de métodos teórico/práticos e práticos. Há 2 aulas semanais de 2 h cada. Numa aula são expostos os conceitos teóricos e são desde logo dadas ilustrações práticas desses conceitos. Na aula prática são resolvidos exercícios numéricos que têm que ver com a aplicação concreta da teoria a problemas de engenharia térmica. Além destas aulas que constam no horário, existem dois tempos ao longo do semestre em que se realizam trabalhos de laboratório. Avaliação:

Periódica: 2 trabalho de laboratório (TL 17,5%), uma prova escrita (TE 75%) e contabilização de presenças (P, 7,5% (>85%), 5%(>65%) ou 2,5%(>50%)). A nota mínima na prova escrita é 8,5 valores. A nota final é dada pela fórmula

$$NF=0.75NTE+0.175NTL+0.075NP.$$

Final: exame escrito (EX). Requer "Frequência" (fazer e entregar relatório dos trabalhos de laboratório). A nota final entra com resultado lab.: $NF=0.175NTL+0.825NEX$. As provas escritas são com consulta. Notas finais superiores a 16 valores requerem exame.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Teaching methodologies are based on mixed theoretical/practical and practical approaches. There are 2 classes per week with 2 hours each. In one the theoretical concepts are given, followed by practical illustrations. In the practical class, numerical exercises involving application of the theory to concrete thermodynamics engineering problems are solved. In addition, there are two laboratory classes along the semester.

The periodic evaluation: 2 lab works (TL, 17.5%); a written test (TE, 75%); and presences in the theoretical classes (P, 7.5% (>85%), 5% (>65%) or 2.5 (>50%)). Minimum mark in the test is 8.5 (over 20). Final mark:

$$NF=0.75NTE+0.175NTL+0.075NP.$$

The final evaluation: written examination (EX). Requires "frequency" (to carry out and deliver the labs work report). The final mark takes into account the lab result: $NF=0.175NTL+0.825NEX$. Marks above 16 require a final oral examination. Students are allowed to consult books and course notes during written exams and tests.

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

O objectivo último da unidade curricular é a resolução de problemas práticos de engenharia termodinâmica que possam ocorrer na vida profissional. Assim, a introdução quase simultânea de conceitos teóricos e a sua ilustração em situações realistas, nas aulas teórico/práticas, seguido da resolução de problemas mais elaborados de índole numérica, nas aulas práticas, surge como a melhor alternativa para a aprendizagem de Termodinâmica Aplicada. Os trabalhos de laboratório envolvem também medições e cálculos termodinâmicos onde se faz a aplicação de conhecimentos e técnicas de avaliação termodinâmica (sobretudo a nível de balanços energéticos) que foram anteriormente introduzidos. O teste final ou o exame envolve a resolução de 2 problemas de cariz prático que integra conhecimentos dos Caps. 6 a 10 (cálculos de ciclos termodinâmicos de potência ou de frio). Os problemas propostos têm várias alíneas que ajudam o aluno a progressivamente atingir o resultado pretendido. No cálculo dos ciclos ou sistemas com alguma complexidade, torna-se necessário aplicar os balanços energéticos aprendidos nos capítulos anteriores (Caps. 2-5, sobretudo o Cap. 5) aos componentes do ciclo ou aos subsistemas do sistema global. Fica assim assegurado que o conhecimento adquirido sobre grande parte do programa curricular proposto é avaliado. Uma vez que a actividade de um engenheiro na vida prática implica a possibilidade de recorrer a fontes de informação, permite-se que o aluno possa durante o teste ou o exame consultar o material didáctico que entender.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

This curricular unit is oriented towards problem solving in an attempt to emulate the activity of a thermodynamic engineering in real practice. The teaching methodology based on an integrated theoretical/practical-illustration introduction to theory and calculation methods, followed by solution of problems involving numerical calculations in situations close to those found in practice, seem the most adequate, as seen in recent textbooks on Engineering Thermodynamics by well-known specialists (as Moran and Shapiro, or Cengel and Boles). Written tests and exams entail solution of 2 major problems with several sub-questions that guide the student to the final desired answer to the problems. Each problem implies analysis of power or refrigeration cycles, therefore allowing evaluation of the knowledge effectively gained by the student in the main chapters of this curricular unit (Chaps. 6 to 10). Since these thermodynamic cycles are composed by simpler typical equipments, such as turbines, compressors, boilers, condensers, heat-exchangers, etc, the need of knowing how to make energy balances, learned in the previous chapters (Chaps 2 to 5, and mainly in Chap. 5 where the energy equation for open systems is introduced), is also evaluated. Mimicking the activity of a thermodynamic engineer in actual practice, the student is allowed to consult books or other learning material during the written tests and exams. The two laboratory works (involving a heat-exchanger and a refrigeration unit) introduce the student to real-world measurements in thermodynamics equipment from which they need to demonstrate that the energy balances he has learned in the theoretical/practical lectures do hold. His activity in the lab and a written report with the measurements, methods and conclusions are evaluated and taken into account for the final mark.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

"Fundamentos de Termodinâmica Aplicada", P. Pimentel de Oliveira, LIDEL, 466 págs., 2012; 2ª Edição 2015, 495 págs.

"Termodinâmica", Y.A. Cengel e M.A Boles, McGraw-Hill, 2001

"Fundamentals of Engineering Thermodynamics", M.J. Moran e H.N. Shapiro, Wiley, 5th Edition, 2006.

"Thermodynamic and Transport Properties of Fluids, SI Units", G.F.C. Rogers e Y.R. Mayhew, 5th Ed, Blackwell Pub., 1995.

Mapa IV - Ciência dos Materiais

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Ciência dos Materiais

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Materials Science

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

4.4.1.3. Duração:

1 semestre / semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

60 (T-30;TP-30)

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

-

4.4.1.7. Observations:

-

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Abílio Manuel Pereira da Silva (T-30;TP-30)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

-

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Reconhecer e saber escolher os materiais e medir algumas das suas propriedades;

Aprender a caracterizar um material e saber quais as suas propriedades gerais;

Conhecer o comportamento de diferentes materiais quando solicitados a diferentes esforços;

Selecionar um conjunto de materiais para um projeto simples de engenharia aeronáutica, identificando os requisitos e os constrangimentos envolvidos.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

To Recognize and to know how to choose materials and measure some of their properties;

To learn to characterize a material and know its general properties;

To know the behaviour of different materials when works for different solicitations;

To select a set of materials for a simple aeronautical engineering design, identifying the requirements and the constraints involved.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. Introdução. Tabela periódica. Classificação dos materiais.

2. Estrutura cristalina. Defeitos cristalinos.

3. Solidificação, difusão atômica. Soluções sólidas.

4. Diagramas de fases de equilíbrio. Reações invariantes.

5. Propriedades dos materiais. Diagrama tensão deformação. Lei de Hooke.

6. Ligas ferrosas. Aço carbono, ligado e inoxidável. Ferro fundido. Diagrama Fe-C. Tratamento térmico e termoquímico. Diagrama TTT.

7. Ligas não ferrosas. Ligas de alumínio, cobre, titânio, magnésio e zinco. Ligas refratárias.

8. Materiais cerâmicos. Processamento cerâmico. Cerâmica técnica e avançada. Cerâmica eletroeletrónica. Vidro.

9. Materiais poliméricos. Termoplásticos, termoendurecíveis, elastómeros. Copolímeros.

10. Materiais compósitos. Matriz e de reforço. Compósitos naturais. Madeira. Modo de tensão e de deformação. Compósitos laminados e sanduíches.

11. Materiais Avançados. Propriedades elétricas, magnéticas, térmicas e óticas dos materiais. Supercondutores.

4.4.5. Syllabus:

1. Introduction. Periodic table. Classification of materials.

2. Crystalline structure. Crystalline defects.

3. Solidification, atomic diffusion. Solid solutions.

4. Equilibrium phase diagrams. Invariant reactions.

5. Material properties. Strength deformation diagram. Hooke law.

6. Ferrous alloys. Carbon steel, alloyed and stainless steel. Cast iron. Fe-C diagram. Heat and thermochemical treatment. TTT diagram.

7. Non-ferrous alloys. Aluminum, copper, titanium, magnesium and zinc alloys. Refractory alloys.

8. Ceramic materials. Ceramic processing. Technical and advanced ceramics. Electro-electronic ceramics. Glass.

9. Polymeric materials. Thermoplastics, thermosets, elastomers. Copolymers.

10. Composite materials. Matrix and reinforcement. Natural composites. Wood. Stress and deformation mode. Laminated composites and sandwiches.

11. Advanced Materials. Electrical, magnetic, thermal and optical properties of materials. Superconductors.

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

O conhecimento de materiais, suas propriedades, tecnologias de fabrico e tratamentos é fundamental para a aquisição de bases para as disciplinas seguintes como Resistência dos Materiais e Projeto. Além disso, a aquisição e domínio de termos técnicos é essencial para o Engenheiro Aeronáutico nas suas várias vertentes, abrangendo as áreas de projeto, fabrico e manutenção de aeronaves.

Por isso, a unidade curricular de Ciência dos Materiais visa dotar os alunos do conhecimento sobre os diferentes materiais, suas propriedades e processos tecnológicos, numa perspetiva de utilização específica em estruturas e componentes aeronáuticos e aeroespaciais. Para isso, no contexto de aula os alunos são expostos a casos de estudo relacionados com condições de serviço e requisitos de funcionamento de estruturas aeronáuticas e são incentivados a discutir vantagens e limitações do uso de diferentes materiais.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

Knowledge of materials, their properties, manufacturing technologies, and treatments is fundamental for the acquisition of bases for the following disciplines such as Material Strength and Aircraft Design. In addition, the domain of language (technical terms) is essential for the Aeronautical Engineer in its various aspects, covering the areas of aircraft design, manufacture and maintenance.

Therefore, the Materials Science curricular unit aims to provide students with knowledge about the different materials, their properties and technological processes, in a perspective of specific use in aeronautical and aerospace structures and components. For this, in the classroom context students are exposed to case studies related to service conditions and operating requirements of aeronautical structures and are encouraged to discuss advantages and limitations of the use of different materials.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas são do tipo expositivas (teóricas) e recorrendo ao método expositivo, interrogativo e demonstrativo, com o apoio de recursos audiovisuais e digitais

As aulas teórico-práticas consistem na resolução de exercícios em sala de aula com o apoio de fichas de exercícios para permitir ao aluno a compreensão e consolidação das matérias.

TRABALHO DE LABORATÓRIO (TLab)

As aulas em laboratório permitem tomar contacto com diferentes materiais e do seu comportamento através da realização de ensaios.

TRABALHO DE ANÁLISE SÍNTESE (TAS)

Elaboração de um trabalho de análise e síntese de um artigo científico versando sobre um material ou aplicação.

TESTES DE AVALIAÇÃO (TA)

Teste (TA) de avaliação individual

NOTA FINAL = [0,875 x TA] + [0,05 x TLab] + [0,075 x TAS]

Nota mínima para acesso ao Exame: 6 valores.

O Trabalho de Laboratório (TLab) e do Trabalho de Análise e Síntese (TAS) também se reflete nos exames:

NOTA FINAL = [0,875 x NOTA DO EXAME] + [0,05 x TLab] + [0,075 x TAS]

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Theoretical classes using the expository, interrogative and demonstrative method, with the support of slideshows and digital resources

Theoretical-practical classes consist of solving exercises in the classroom with the support of exercise sheets to allow the student to understand and consolidate the subjects.

LABORATORY WORK (TLab)

Laboratory classes allow you to contact different materials and their behaviour through testing.

SYNTHESIS ANALYSIS WORK (TAS)

Elaboration of a work of analysis and synthesis of a scientific article dealing with a material or application.

EVALUATION TESTS (TA)

Individual assessment (TA) test

FINAL GRADE = [0.875 x TA] + [0.05 x TLab] + [0.075 x TAS]

Minimum grade for access to the Exam: 6 points.

Laboratory Work (TLab) and Analysis and Synthesis Work (TAS) is also reflected in the exams:

FINAL GRADE = [0.875 x EXAM NOTE] + [0.05 x TLab] + [0.075 x TAS]

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

A transmissão de conhecimentos é feita, em grande parte, através da exposição oral em sala de aulas teóricas.

Durante estas sessões, a matéria é exposta com recurso a meios audiovisuais sob a forma de apresentações de diapositivos (em Powerpoint), auxiliadas por vídeos em casos seleccionados. Sempre que possível, os alunos terão

contacto com amostras dos materiais e estruturas de modo a facilitar a compreensão das matérias e conceitos lecionadas.

Na aula teórico-prática faz-se a consolidação dos conhecimentos através da resolução de exercícios. Nestas aulas os alunos também realizam uma atividade laboratorial onde tomam contacto com diferentes materiais e analisam o seu comportamento em diferentes ensaios mecânicos.

A avaliação dos alunos é feita com recurso a um teste de avaliação individual, um trabalho de pesquisa bibliográfica sobre um tema proposto (baseado num material ou numa aplicação). Desse trabalho resulta um relatório desenvolvido num ambiente tutorial. Da atividade laboratorial resulta um relatório com a descrição das tarefas e a análise de resultados interpretando os fenómenos observados e relacionando-os com a matéria.

Todas as informações relevantes relativas ao funcionamento da unidade curricular (apontamentos de aula (sebenta com a matéria exposta), fichas de trabalho, artigos científicos escolhidos e demais informações são transmitidas aos alunos através da plataforma moodle e estimula-se o contato com o docente, por forma a garantir que estes tenham uma acesso expedito e direto aos elementos de estudo.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The transmission of knowledge is done, in large part, through oral exposition in theoretical classrooms. During these sessions, the material is exposed using slides shows (powerpoint), assisted by videos in selected cases. Whenever possible, students will have contact with samples of materials and structures in order to facilitate the understanding of the subjects and concepts taught.

In the theoretical-practical class, knowledge is consolidated through the resolution of exercises. In these classes, students also carry out a laboratory activity where they make contact with different materials and analyse their behaviour in different mechanical tests.

The assessment of students is done using an individual assessment test, a bibliographic research work on a proposed theme (based on a material or an application). This work results in a report developed in a tutorial environment. The laboratory activity results in a report describing the tasks and analysing the results, interpreting the observed phenomena and relating them to the subjects.

All relevant information related to the course unit's operation (lecture notes (using the exposed material), worksheets, chosen scientific articles and other information are transmitted to students through the moodle platform and contact with the teacher is encouraged, in order to ensure that they have expeditious and direct access to the elements of study.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- *Abílio P. Silva, Caderno Teórico de Ciência dos Materiais; UBI - Universidade da Beira Interior.*
- *Abílio P. Silva, Fichas de exercícios - (disponibilizado no Moodle).*
- *William F. Smith, Princípios de Ciência e Engenharia dos Materiais, McGraw-Hill, 1998.*
- *William F. Smith, Principles of Materials Science and Engineering, McGraw Hill, 1995.*
- *William D. Callister, Materials Science and Engineering: An Introduction, Wiley, 2005.*
- *William D. Callister, Ciência e Engenharia dos Materiais: Uma introdução, Guanabara, 2012.*
- *Michael F. Ashby, Materials Selection in Mechanical Design, Elsevier, 2005.*
- *M.F. Ashby, Materials and the Environment, eco-informed material choice, Elsevier, 2012.*
- *William F. Smith, J. Hashemi, Fundamentos de Engenharia e Ciência dos Materiais, McGraw-Hill, 2010, SP*
- *James F. Shackelford, Introduction to Materials Science for Engineers, Macmillan, New York.*
- *Lucas Martins Silva, Comportamento mecânico dos materiais, Publindústria, 2012.*

Mapa IV - Estática Aplicada

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Estática Aplicada

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Applied Statics

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

FQ

4.4.1.3. Duração:

1 semestre / semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

60 (TP-60)

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

-

4.4.1.7. Observations:

-

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

João Pinheiro da Providência e Costa (TP-60)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

-

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Ensinar a aplicação das leis básicas da Mecânica a problemas de Engenharia relacionados com o equilíbrio de sistemas. O aluno deve ser capaz de formular um problema de Estática, desenvolver um modelo do sistema, identificar as forças que atuam no sistema, analisar o equilíbrio e determinar as forças ativas ou reações requeridas.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

To teach the application of the basic laws of Mechanics to Engineering problems related to system equilibrium. The student should be able to formulate a problem of Statics, to develop a model of system, to identify the forces that act at the system, to analyze equilibrium and to determine the required active forces or reactions.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Noções principais e axiomas da Estática. Força. Binário. Sistemas equivalentes de forças. Vector principal e momento principal de um sistema. Condições de equilíbrio de um sólido livre.*
- 2. Forças distribuídas. Centro de forças paralelas. Distribuição das massas. Centro de massa. Tensor de inércia.*
- 3. Forças activas e reacções. Princípio de acção e reacção. Condições de equilíbrio de um corpo ligado.*
- 4. Análise de estruturas. Máquinas. Treliças. Forças em vigas. Diagramas de esforço axial, esforço transversal e momento fletor. Forças em cabos.*
- 5. Atrito. Atrito em máquinas. Cunhas. Parafusos. Correias. Veios rotativos.*
- 6. Método do trabalho virtual.*

4.4.5. Syllabus:

- 1. Main notions and axioms of Statics. Strength. Binary. Equivalent force systems. Main vector and main moment of a system. Equilibrium conditions for a free solid.*
- 2. Distributed forces. Center of parallel forces. Mass distribution. Center of mass. Inertia tensor.*
- 3. Active forces and reactions. Principle of action and reaction. Equilibrium conditions of a connected body.*
- 4. Structural analysis. Machines. Trusses. Forces on beams. Axial force, transverse force, and bending moment diagrams. Cables.*
- 5. Friction. Friction on machines. Wedges. Screws. Straps. Rotating shafts.*
- 6. Method of Virtual work.*

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

Sendo o objectivo da disciplina ensinar a aplicação dos princípios básicos da Estática aos problemas de engenharia, a coerência dos conteúdos com os objectivos é plenamente atingida através da exposição dos princípios básicos da Estática seguida de demonstração das aplicações destes aos problemas-modelo da prática da engenharia.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

Since the principal goal of the unit is to teach the application of the basic laws of Statics to Engineering problems, it is fully achieved by presenting first the basic concept, principles and laws of Statics and demonstration of their applications to the model problems of the engineering practice.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teórico-práticas, presenciais, 4 horas semanais.

Trabalho individual ou em grupo fora da sala de aula: 3 horas por semana.

Mini-testes.

Frequência ou Exame.

Critérios de avaliação:

A avaliação tem uma componente de avaliação contínua (mini-testes durante o semestre), uma frequência e exame final.

Para ser admitido é preciso assistir pelo menos 75% das aulas.

As componentes da avaliação têm as seguintes cotações:

Frequências $0 \leq N_f \leq 20$;

Exame $0 \leq N_e \leq 20$;

*Nota final: $Max \{(N_f1 + N_f2) * 0,5, N_e\}$.*

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Theoretical-practical classes, in person, 4 hours per week.

Individual or group work outside the classroom: 3 hours a week.

Mini-tests.

Frequency or Exam.

Rating criteria:

The assessment has a component of continuous assessment (mini-tests during the semester), a frequency and a final exam.

To be admitted one must attend at least 75% of classes.

The evaluation components have the following quotations:

Frequencies $0 \leq Nf1, 2 \leq 20$;

Exam $0 \leq Nex \leq 20$;

*Final note: $Max \{(Nf1+Nf2)*0,5, Nex\}$.*

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

As metodologias de ensino combinam os estudos presenciais com e-learning, a aprendizagem individual com estudos em grupo e a avaliação contínua dos conhecimentos adquiridos ao longo do semestre com a avaliação intercalar e final. É coerente com os objetivos propostos.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The teaching methodologies combine the classroom studies with e-learning, the individual learning with group studies, and continuous evaluation of the acquired knowledge during the term with the mid-term and final evaluation. It is coherent with the proposed goals.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

[L1] F. P. Beer, E. R. Johnston, D. Mazurek, Mecânica Vectorial para Engenheiros. Estática. 11ª Ed., 2019, McGraw-Hill.

[L2] J. L. Meriam, L. G. Kraige, and J. N. Bolton. Meriam's Engineering Mechanics: Vol. 1 - Statics.– John Wiley & Sons; 9th Ed., 2020.

[L3] J. F. Shelley. 700 Solved Problems In Vector Mechanics for Engineers: Vol. 1 – Statics. Schaum's Outlines, 1994.

Mapa IV - Cálculo III

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Cálculo III

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Calculus III

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

M

4.4.1.3. Duração:

1 semestre / semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

60 (TP-60)

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

-

4.4.1.7. Observations:

-

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Nuno Miguel Ferreira Correia (TP-60)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

-

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Esta unidade curricular constitui uma introdução ao estudo das funções complexas, das equações diferenciais, das transformadas de Laplace e das séries de Fourier.

No final da unidade curricular o aluno deverá ser capaz de:

- calcular integrais de linha de uma função complexa
- distinguir e resolver os diferentes tipos de equações diferenciais
- resolver problemas de valores iniciais
- calcular transformadas de Laplace directas e inversas de funções usuais. Resolver equações diferenciais e integrais usando transformadas de Laplace
- determinar séries de Fourier de funções periódicas e de funções definidas em intervalos limitados
- usar o método de separação de variáveis na obtenção de soluções de problemas com equações com derivadas parciais.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

This curricular unit is an introduction to the study of complex functions, differential equations, Laplace transforms and Fourier series.

At the end of the curricular unit the student should be able to:

- calculate line integrals of a complex function
- distinguish and solve the different types of differential equations
- solve initial value problems
- calculate direct and inverse Laplace transforms of usual functions. Solve differential and integral equations using Laplace transforms
- determine Fourier series of periodic functions and defined functions at limited intervals
- use the method of separation of variables to obtain solutions of problems with partial differential equations.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1 - Introdução à Análise Complexa.
- 2 - Equações diferenciais ordinárias de primeira ordem.
- 3 - Equações diferenciais ordinárias lineares de ordem superior à primeira.
- 4 - Sistemas de equações diferenciais ordinárias lineares de primeira ordem.
- 5 - Transformadas de Laplace e aplicação à resolução de equações diferenciais ordinárias e sistemas de equações diferenciais ordinárias.
- 6 - Séries de Fourier e aplicação à resolução de equações às derivadas parciais.
- 7 - Transformadas de Fourier.

4.4.5. Syllabus:

- 1 - Introduction to Complex Analysis.
- 2 - First order ordinary differential equations.
- 3 - Linear ordinary differential equations of a higher order than the first.
- 4 - Systems of first order linear ordinary differential equations.
- 5 - Laplace transforms and application to the resolution of ordinary differential equations and systems of ordinary differential equations.
- 6 - Fourier series and application to solving partial differential equations.
- 7 - Fourier transforms.

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

O capítulo inicial tem como objetivo principal aplicar o Teorema dos Resíduos na resolução de problemas. Nesta unidade curricular os três capítulos seguintes são dedicados à resolução de equações diferenciais. A transformada de Laplace é introduzida para resolver algumas equações diferenciais concretas, mas é também aplicada a outros problemas. Os capítulos em que se aborda um pouco a análise de Fourier são aplicados na resolução da equação do calor, equação das ondas e equação de Laplace.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The initial chapter has as main objective to apply the Residue Theorem in solving problems. In this curricular unit, the following three chapters are dedicated to solving differential equations. The Laplace transform is introduced to solve some concrete differential equations, but it is also applied to other problems. The chapters in which the Fourier analysis is approached are applied in solving the heat equation, wave equation and Laplace equation.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas são teóricas-práticas (TP), onde depois de uma exposição dos conceitos e principais resultados dos conteúdos programáticos são resolvidos exercícios práticos. Os alunos têm ainda à disposição uma lista de exercícios para trabalharem em casa.

A avaliação Ensino-Aprendizagem é constituída por três testes: 5 valores + 7 valores + 8 valores. Para obter aprovação através da avaliação Ensino-Aprendizagem, o aluno tem de obter classificação final igual ou superior a 10 valores. Para ter acesso a exame o aluno tem de obter classificação mínima de 5 valores na avaliação Ensino-Aprendizagem.

Os trabalhadores estudantes e alunos finalistas estão admitidos a exame.
Alunos com classificação igual ou superior a 17 valores farão uma prova suplementar.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The classes are theoretical-practical (TP), where after an exposition of the concepts and main results of the syllabus, practical exercises are solved. Students also have a list of exercises to work at home.

The Teaching-Learning assessment consists of three tests: 5 values + 7 values + 8 values. To get approval through Teaching-Learning assessment, the student must obtain a final grade equal to or higher than 10 values.

To have access to the exam the student must obtain a minimum classification of 5 values. Student workers and senior students are admitted to the exam.

Students with a classification equal to or higher than 17 values will take an additional exam.

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

Em cada um dos capítulos são apresentados resultados matemáticos básicos e fundamentais que explicam e justificam as técnicas aplicadas na resolução dos problemas. Em seguida são apresentados alguns exemplos em conformidade com a matéria lecionada. Depois os alunos são motivados a tentar resolver exercícios, tendo o acompanhamento do professor para esclarecimento de dificuldades e dúvidas.

Existe ainda uma ficha de exercícios relativa a cada capítulo do programa para o aluno resolver em casa; as dúvidas que surgirem podem ser esclarecidas no horário de atendimento ou por contacto eletrónico com o docente.

Preende-se assim que os alunos adquiram as competências necessárias para obter a aprovação.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

In each of the chapters are presented basic and fundamental mathematical results that explain and justify the techniques applied in solving problems. Next are some examples in accordance with the material taught. Then the students are motivated to try to solve exercises, having the accompaniment of the teacher to clarify difficulties and doubts.

There is also an exercise sheet for each chapter of the program for the student to solve at home; any doubts that may arise can be clarified in the opening hours or by electronic contact with the teacher.

It is thus intended that students acquire the necessary skills to obtain approval.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

-An introduction to Laplace Transforms and Fourier Series, P.P.G. Dyke, Springer.

-Operational Mathematics, R. Churchill, McGraw-Hill.

-Complex Variables and Applications, R. Churchill and J. Brown, McGraw-Hill.

-Elementary Differential Equations and Boundary Value Problems, W. Boyce and R. DiPrima, Fourth Edition, John Wiley & Sons, 1986.

-Teoria Elementar de Equações Diferenciais Ordinárias, F. Pestana da Costa, IST Press, 1998.

Mapa IV - Eletromagnetismo e Ótica

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Eletromagnetismo e Ótica

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Electromagnetism and Optics

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

FQ

4.4.1.3. Duração:

1 semestre / semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

60 (T-30;TP-30)

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

-

4.4.1.7. Observations:

-

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

José Alberto Ribeiro Pacheco de Carvalho (T-30;TP-30)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

-

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Ministrar conhecimentos de Electromagnetismo e Óptica, aos níveis teórico, teórico prático e prático, incluindo a realização de trabalhos laboratoriais.

No final da Unidade Curricular o estudante deve demonstrar conhecimentos sobre a criação de campos electromagnéticos por cargas e correntes, acção de campos sobre cargas, meios materiais na presença de campos eléctricos e magnéticos estáticos. Ter noções sobre regimes variáveis em circuitos eléctricos e circuitos de corrente alterna. Mostrar compreender as equações de Maxwell, ondas electromagnéticas e fenómenos básicos da óptica. Saber resolver problemas. Compreender e saber executar trabalhos laboratoriais sobre a matéria.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

Provide knowledge of electromagnetism and optics, at theoretical, theoretical and practical levels, including the conduct of laboratory work.

At the end of the course the student should demonstrate knowledge of the creation of electromagnetic fields by charges and currents, actions of fields on charges, materials in the presence of static electric and magnetic fields. Have notions about transients in electrical circuits and AC circuits. Show understanding Maxwell's equations, electromagnetic waves and basic phenomena of optics. Learn to solve problems. Understand and know how to perform laboratory work on the subject.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Electrostática. Electrostática no vazio e em meios materiais.*
- 2. Corrente Contínua. Leis fundamentais e circuitos em corrente contínua.*
- 3. Magnetostática. Magnetostática no vazio e em meios materiais.*
- 4. Campos electromagnéticos variáveis. Indução electromagnética. Densidade de corrente de deslocamento. Elementos de circuitos em regime quase-estacionário. Equações de Maxwell no vazio. Conservação da energia e potência. Equações de Maxwell em meios materiais. Regimes variáveis em circuitos eléctricos. Corrente alterna.*
- 5. Ondas electromagnéticas. Equações de Maxwell para campos com variação sinusoidal. Equações de onda no vazio. Polarização. Espectro electromagnético. Equações de onda em meios materiais homogéneos, lineares e isotropos. Ondas electromagnéticas em meios materiais. Reflexão e refração de ondas electromagnéticas em interfaces planos. Leis da reflexão e da refração (Leis de Snell - Descartes). Interferência, difracção.*

4.4.5. Syllabus:

- 1. Electrostatics. Electrostatics in vacuum and in materials.*
- 2. Continuous Current. Fundamental laws and DC circuits.*
- 3. Magnetostatics. Magnetostatics in vacuum and in materials.*
- 4. Varying electromagnetic fields. Electromagnetic induction. Displacement current density. Circuit elements in quasi-stationary regime. Maxwell's equations in vacuum. Conservation of energy and power. Maxwell's equations in materials. Transients in electrical circuits. Alternating current.*
- 5. Electromagnetic waves. Maxwell's equations for fields with sinusoidal variation. Wave equations in vacuum. Polarization. Electromagnetic spectrum. Wave equations in homogeneous, linear and isotropic materials. Electromagnetic waves in materials. Reflection and refraction of electromagnetic waves at plane interfaces. Laws of reflection and refraction (Snell – Descartes Laws). Interference, diffraction.*

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

- 1) Objectivos pedagógicos: obter competências sobre a criação de campos electromagnéticos por cargas e correntes, acção de campos sobre cargas, meios materiais na presença de campos eléctricos e magnéticos estáticos; adquirir noções sobre campos electromagnéticos variáveis, regimes variáveis em circuitos eléctricos e circuitos de corrente alterna; compreender as equações de Maxwell, ondas electromagnéticas e fenómenos básicos da óptica; resolver problemas; compreender e executar trabalhos laboratoriais sobre a matéria.*
- 2) Contribuição desta unidade para o curso: permitir aos alunos a aquisição de sólidos conhecimentos básicos teóricos, práticos e laboratoriais dos principais domínios do electromagnetismo, de grande importância para ligação a outras áreas do curso; permite-lhes abordar e compreender um leque alargado de questões do curso.*

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

- 1) Educational objectives: acquisition of skills about creation of electromagnetic fields by charges and currents, actions of fields on charges, materials in the presence of static electric and magnetic fields; understand variable electromagnetic fields, transients in electrical circuits and ac circuits; to know Maxwell's equations, electromagnetic waves and basic optical phenomena; solving problems; understanding and executing laboratory works in the scope of the unit.*
- 2) Contribution of this unit to the course: to allow the acquisition of a solid knowledge of the main electromagnetic*

domains, at the theoretical, practical and laboratory levels; this is very important for connection to other areas of the course, permitting to deal and understand a broad range of problems of the course.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Nas aulas teóricas e práticas o ensino é feito sequencialmente, baseado em material de apoio. Incentivam-se os alunos a serem assíduos e interventivos.

As aulas laboratoriais são dedicadas à explicação e demonstração prévia dos trabalhos, constantes de guia laboratorial, e à sua realização pelos alunos.

Recorre-se à utilização das modernas tecnologias de informação e comunicação.

1) Avaliação contínua: prova escrita, com classificação mínima de 10 (dez) valores. Os alunos com uma classificação inferior, repetem esta prova no exame final. Na componente laboratorial, os alunos formam pequenos grupos, e apresentam um relatório por cada trabalho realizado; é componente obrigatória, com a classificação mínima de 10 (dez) valores.

2) Avaliação por exame final: prova de exame final, com componente teórica e prática, com a classificação mínima de 10 (dez) valores.

3) Fórmula de cálculo da classificação final:

$NF(\text{nota final})=0.8 \times NTP(\text{nota teórica e prática})+0.2 \times NL(\text{nota laboratorial}).$

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Both theoretical and practical teaching activities are sequential, based on support materials. Students are required to attend and participate.

Laboratory classes are dedicated to both explanation and demonstration prior to the works, given in the laboratory guide, and its realization by the students.

Modern information and communication technologies are used, including e-learning.

1) Continuous evaluation: written test, with a minimum grade of 10 (ten). Students with a lower classification repeat this test on the final examination. In the laboratory component, students are part of small groups. A report is presented for every work; this component is mandatory; the minimum grade is 10 (ten).

2) Evaluation by final examination: complete test for the final examination, theoretical and practical, with a minimum grade of 10 (ten).

3) Formula for calculating the final grade:

$NF(\text{final grade}) = 0.8 \times NTP(\text{theoretical and practical grade}) + 0.2 \times NLab(\text{laboratory grade}).$

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

Nas aulas teóricas e práticas o ensino é sequencial, baseado em material de apoio. Incentivam-se os alunos a serem assíduos e interventivos.

As aulas laboratoriais são dedicadas à explicação e demonstração prévia dos trabalhos, constantes de guia laboratorial, e à sua realização pelos alunos.

São utilizadas as modernas tecnologias de informação e comunicação.

Objectivos pedagógicos: obter competências sobre a criação de campos electromagnéticos por cargas e correntes, acção de campos sobre cargas, meios materiais na presença de campos eléctricos e magnéticos estáticos; adquirir noções sobre campos electromagnéticos variáveis, regimes variáveis em circuitos eléctricos e circuitos de corrente alterna; compreender as equações de Maxwell, ondas electromagnéticas e fenómenos básicos da óptica; resolver problemas; compreender e executar trabalhos laboratoriais sobre a matéria.

As metodologias de ensino adoptadas nas aulas teóricas, práticas e de laboratório enquadram-se nos objectivos desta unidade curricular, tendo em atenção que englobam uma componente científica e uma componente tecnológica:

1) Componente científica: compreende aproximadamente 70 % do conteúdo curricular. O material bibliográfico principal de ensino é maioritariamente em português, havendo também algum em inglês. Existe também disponível outro material ligado à investigação, o qual os alunos podem consultar, quer localmente, quer via bases de dados de referência acessíveis pela internet. A ideia é que os alunos contactem com material mais avançado, para o desenvolvimento de competências que permitam a sua integração em equipas de investigação científica, despertando o gosto pelo método científico, pela inovação e empreendedorismo e tendo em vista o incremento da qualidade da produção científica e tecnológica do país.

2) Componente tecnológica: compreende aproximadamente os restantes 30 % do conteúdo curricular. Aqui visam-se aplicações dos conhecimentos adquiridos de electromagnetismo e óptica à resolução de problemas nesta área e à concretização de trabalhos laboratoriais, promovendo-se o contacto com a experimentação, instrumentação e medida. As respectivas competências estão relacionadas e são de grande importância em áreas científicas interdisciplinares ao longo do curso.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

Both theoretical and practical teaching activities are sequential, based on support materials. Students are required to attend and participate.

Laboratory classes are dedicated to both explanation and demonstration prior to the works, given in the laboratory guide, and its realization by the students.

Modern information and communication technologies are used, including e-learning.

Educational objectives: acquisition of skills about creation of electromagnetic fields by charges and currents, actions of fields on charges, materials in the presence of static electric and magnetic fields; understand variable electromagnetic fields, transients in electrical circuits and ac circuits; to know Maxwell's equations, electromagnetic waves and basic optical phenomena; solving problems; understanding and executing laboratory works in the scope of the unit.

The teaching methods adopted in the theoretical, practical and laboratory classes are within the objectives of this unit, taking into account that it includes a scientific and a technological component, as follows:

1) *Scientific component: comprises approximately 70% of the curriculum content. The main bibliography is in its majority written in Portuguese; there are materials in English, too. Other materials related to research are also made available to the students; they are accessible either locally or in reference data bases via internet. The idea is to promote the contact of the students with more advanced material, for development of skills to enable their integration into scientific research teams, enabling the passion for scientific method, innovation and entrepreneurship, aiming to improve the quality of scientific production and technology.*

2) *Technological component: comprises the remaining approximately 30% of the curriculum content. The main aims are applications of fundamental knowledge about electromagnetics and optics to problem solving in this area and realization of laboratory works, promoting contact with experimentation, instrumentation and measurement. The respective skills are not only related but also they are very important in interdisciplinary scientific areas along the course.*

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

1. Bibliografia principal

*. Física para Cientistas e Engenheiros
vol. 2 (Electricidade e Magnetismo, Óptica) , 6ª edição*

P.A. Tipler, G. Mosca

*LTC-Livros Técnicos e Científicos Editora S.A.,
Rio de Janeiro, 2009*

Editora Mc Graw Hill de Portugal Lda, 1999

. Física vols 3 e 4, 4ª edição

D. Halliday, R. Resnick e K. S. Krane

*LTC-Livros Técnicos e Científicos Editora S.A.,
Rio de Janeiro, 1996*

. Electromagnetics

J. D. Kraus

Mc Graw Hill, 1985

. Apontamentos de Electromagnetismo e Óptica

J. A. R. Pacheco de Carvalho, UBI, Covilhã, 2017

. Guia de Laboratórios de Electromagnetismo

J. A. R. Pacheco de Carvalho, UBI, Covilhã, 2017.

2. Bibliografia complementar

. Física

M. Alonso e E. J. Finn

Addison-Wesley Iberoamericana España S.A., 1999

. Campo Electromagnético

L. Brito, M. Fiolhais e C. Providência

Editora Mc Graw Hill de Portugal Lda, 1999

. Electromagnetics

J. A. Edminister, M. Nahvi, 4th edition

Schaum's Outline Series, 2014

Mapa IV - Dinâmica Aplicada

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Dinâmica Aplicada

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Applied Dynamics

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

A

4.4.1.3. Duração:

1 semestre / semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

60 (TP-60)

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

-

4.4.1.7. Observations:

-

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Anna Guerman (TP-60)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

-

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Ensinar a aplicação das leis básicas da Mecânica a problemas de Engenharia relacionados com os sistemas em movimento. O aluno deve ser capaz de formular um problema de Dinâmica, desenvolver um modelo do sistema, achar as equações do movimento do sistema, e analisar o problema de movimento achando as características em causa.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

To teach the application of the basic laws of Mechanics to Engineering problems related to system in motion. The student should be able to formulate a problem of Dynamics, to develop a model of system, to develop the equations of motion, and to determine the required characteristics.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Cinemática do ponto. Posição, velocidade, aceleração. Trajetória. Movimento rectilíneo, curvilíneo e circular.*
- 2. Movimento composto do ponto.*
- 3. Força e Aceleração. Leis de Newton. Equações do movimento.*
- 4. Quantidade de movimento. Conservação de quantidade de movimento. Colisões.*
- 5. Momento cinético.*
- 6. Trabalho de uma força. Princípio do trabalho e energia. Forças conservativas.*
- 7. Força central. Movimento no campo gravítico central.*
- 8. Cinemática do Sólido Rígido. Translação de um sólido rígido. Rotação de um corpo rígido. Movimento plano. Movimento 3D. Ângulos de Euler.*
- 9. Movimento composto do sólido.*
- 10. Dinâmica do Sólido Rígido. Equações do movimento.*
- 11. Momento cinético. Conservação do momento cinético.*
- 12. Rotação em torno de um eixo. Equilíbrio dinâmico.*
- 13. Equações de Euler.*
- 14. Trabalho e Energia no Movimento do Sólido Rígido. Princípio do trabalho e energia. Conservação da energia.*
- 15. Princípio dos trabalhos virtuais.*

4.4.5. Syllabus:

- 1. Kinematics of a particle. Position, velocity, acceleration. Trajectory. Rectilinear, curvilinear, and circular motion.*
- 2. Composed motion of the point.*
- 3. Force and Acceleration. Newton's laws. Equations of motion in rectangular and curvilinear coordinates.*
- 4. Linear momentum. Conservation of linear momentum. Collisions.*
- 5. Angular momentum.*
- 6. Work and Energy. Work of a force. Principle of work and energy. Conservative forces and energy conservation.*
- 7. Central force. Motion in a central gravitational field. Kepler's laws.*
- 8. Kinematics of rigid bodies. Translation of a rigid body. Rotation of a rigid body. Plane motion. 3D motion. Euler angles.*
- 9. Composed motion of a rigid body.*
- 10. Dynamics of Rigid Body. Equations of motion.*
- 11. Kinetic moment. Conservation of kinetic moment.*
- 12. Rotation about an axis. Dynamic balance.*
- 13. Euler equations.*
- 14. Work and energy in the motion of rigid body. Principle of work and energy. Conservation of energy.*
- 15. Principle of virtual works.*

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

Sendo o objectivo da disciplina ensinar a aplicação dos princípios básicos da Dinâmica aos problemas de engenharia, a coerência dos conteúdos com os objectivos é plenamente atingida através da exposição dos princípios básicos da Dinâmica seguida de demonstração das aplicações destes aos problemas-modelo da prática da engenharia.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

Since the principal goal of the unit is to teach the application of the basic laws of Dynamics to Engineering problems, it is fully achieved by presenting first the basic concept, principles and laws of Dynamics and demonstration of their applications to the model problems of the engineering practice.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teórico-práticas, presenciais, 4 horas semanais.

Trabalho individual ou em grupo fora da sala de aula: 4 horas por semana.

Mini-testes.

Frequência ou Exame.

Critérios de avaliação:

A avaliação tem uma componente de avaliação contínua (mini-testes durante o semestre), uma frequência e exame final.

Para ser admitido é preciso assistir pelo menos 75% das aulas.

As componentes da avaliação têm as seguintes cotações:

Frequências $0 \leq Nf \leq 20$;

Exame $0 \leq Nex \leq 20$;

*Nota final: $Max \{(Nf1+Nf2)*0,5, Nex\}$.*

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Theoretical-practical classes, in person, 4 hours per week.

Individual or group work outside the classroom: 4 hours a week.

Mini-tests.

Frequency or Exam.

Rating criteria:

The assessment has a component of continuous assessment (mini-tests during the semester), a frequency and a final exam.

To be admitted one must attend at least 75% of classes.

The evaluation components have the following quotations:

Frequencies $0 \leq Nf_{1,2} \leq 20$;

Exam $0 \leq Nex \leq 20$;

*Final note: $Max \{(Nf1+Nf2)*0,5, Nex\}$.*

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

As metodologias de ensino combinam os estudos presenciais com e-learning, a aprendizagem individual com estudos em grupo e a avaliação contínua dos conhecimentos adquiridos ao longo do semestre com a avaliação intercalar e final. É coerente com os objetivos propostos.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The teaching methodologies combine the classroom studies with e-learning, the individual learning with group studies, and continuous evaluation of the acquired knowledge during the term with the mid-term and final evaluation. It is coherent with the proposed goals.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

[L1] F.P. Beer, S. Sanghi, B. Self, E. R. Johnston, P. Cornwell. Mecânica Vectorial para Engenheiros. Dinâmica. 11ª Ed., 2019, McGraw-Hill.

[L2] J. L. Meriam, L. G. Kraige, and J. N. Bolton. Meriam's Engineering Mechanics: Vol. 2 - Dynamics. – John Wiley & Sons; 9th Ed., 2020.

[L3] R.C.Hibbler. Engineering Mechanics: Dynamics. Pearson; 14th Ed., 2019.

Mapa IV - Fabricação e Manutenção de Aeronaves

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Fabricação e Manutenção de Aeronaves

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Aircraft Manufacturing and Maintenance

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

A

4.4.1.3. Duração:

1 semestre / semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

60 (TP-60)

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

-

4.4.1.7. Observations:

-

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

José Manuel Mota Lourenço da Saúde (TP-60)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

-

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

A disciplina tem objectivamente carácter integrador, permitindo aos alunos associar a sua formação relacionada com projecto aeronáutico (ministrada através das várias disciplinas do curso), às duas fases subsequentes e fundamentais do ciclo de vida de uma aeronave, a saber, a Fabricação e Manutenção Aeronáutica. Neste sentido, aos alunos é-lhes dada a oportunidade de aprender a forma como de um ponto de vista teórico/metodológico se realiza a industrialização de produtos aeronáuticos e ainda como operadores de meios aéreos asseguram o cumprimento das instruções de aeronavegabilidade continuada, materializadas no seu essencial na realização de ações de manutenção.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

The subject is objectively integrative, allowing students to associate their education process related to aeronautical design (taught through the various subjects of the course), with the two subsequent and fundamental phases of the life cycle of an aircraft, namely Aeronautical Manufacturing and Maintenance. In this sense, the students are given the opportunity to learn how from a theoretical/methodological point of view the industrialisation of aeronautical products is carried out and also how aircraft operators ensure the compliance with the instructions of continued airworthiness, materialised in the carrying out maintenance actions.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

PRODUÇÃO AERONÁUTICA:

- A estrutura industrial nacional em matéria de produção aeronáutica; a industrialização da produção aeronáutica; sistemas de qualidade; regulamentação aeronáutica; tecnologias produtivas convencionais: materiais metálicos e compósitos; tecnologias produtivas não convencionais; sistemas ERP (na óptica da engenharia);

MANUTENÇÃO AERONÁUTICA:

- A estrutura industrial nacional em matéria de manutenção aeronáutica; programas de manutenção aeronáutica; metodologias de implementação de sustentação de aeronaves; regulamentação aeronáutica; sistemas de qualidade e manutenção; tecnologias e processos de regeneração de componentes.

A matéria ministrada é ainda completada quando viável com visita a empresas dos sector aeronáutico.

4.4.5. Syllabus:

AERONAUTICAL PRODUCTION:

- The national industrial structure for aeronautical production; industrialisation of aeronautical production; quality systems; aeronautical regulations; conventional production technologies: metallic materials and composites; non-conventional production technologies; ERP systems (from an engineering perspective);

AERONAUTICAL MAINTENANCE:

- The national industrial structure in aeronautical maintenance; aeronautical maintenance programmes; aircraft support implementation methodologies; aeronautical regulations; quality and maintenance systems; component regeneration technologies and processes.

The course subject is further completed, where feasible, with visits to companies in the aeronautical sector.

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

A matéria inclui descrição das normas europeias que estão na base do processo de gestão da parte manutenção e fabricação o que significa que os alunos tomam efetivo contacto com os procedimentos que são utilizados na indústria aeronáutica e nos operadores de transporte. De igual modo é apresentada a metodologia de introdução de programas de gestão da manutenção e de industrialização da produção de aeronaves nos moldes existentes no respetivo setor.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The subject includes a description of the aeronautical European standards that underpin the process of managing the maintenance and manufacturing part, which means that students make effective contact with the procedures that are used in the aviation industry and aircraft transport operators. The methodology for introducing maintenance management programmes and industrialisation of aircraft production along the lines existing in the respective sector is also presented.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Utilização de bibliografia

Apresentações de apoio às aulas entregues aos alunos.

Frequência única que habilita a dispensa de exame.

Classificação de passagem 10 em escala de 0 a 20; Sem exame oral ou trabalhos práticos.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Use of bibliography

Student subject class notes delivered to students.

Attendance of a single examination.

Pass mark 10 on a scale from 0 to 20; No oral examination or practical work.

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

O processo de ensino tem natureza teórica (podendo em alguns casos incluir visitas técnicas à indústria) na medida em que os meios tecnológicos relacionados com manutenção e com produção são de significativos em dimensão, complexidade e custo. De igual modo a implantação de tais recursos implicaria a existência de espaço de elevadas áreas para acomodar meios de produção (fabricação de peças e montagem de aeronaves). De igual modo, uma vez que a Universidade não opera aeronaves, o que permitiria demonstrar a metodologia de gestão da manutenção, a metodologia de ensino tem que ter suporte teórico completado com vídeos e eventualmente visitas a entidades do setor aeronáutico.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The teaching process is of a theoretical nature (which may in some cases include technical visits to industry) because the technological means related to maintenance and production are of significant in size, complexity and cost. Similarly, the implementation of such resources would imply the existence of large areas to accommodate means of production (manufacture of parts and assembly of aircraft). Also, since the University does not operate aircraft, which would allow demonstrating the maintenance management methodology, the teaching methodology has to have theoretical support completed with videos and eventually visits to aeronautical sector entities.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- *Aviation industry quality Systems, Michael Dreikorn, ASQ, ISBN 0-87389-331-x*

- *Fundamentals of modern manufacturing-material, processes and systems, Mikell P. Groover, Prentice Hall, ISBN 0-13312182-8*

- *EASA PART 21*

- *Aviation Maintenance Management Kinnison H.A., McGraw-Hill, ISBN 0-07-142251-X, 2004;*

- *Fundamentals of Aircraft Maintenance Haguma Timothee, Notion Press, Inc., ISBN -10: 1945825995*

- *Aviation Maintenance Management King F., H., Southern Illinois University Press, ISBN 0-8093-1177-1, 1986.*

- *Air Carrier MRO Handbook Hessburg, J., McGraw-Hill, ISBN 0-07-136133-2, 2000.*

- *Aircraft Maintenance & Repair Kroes, Watkins, Delp, Glencoe-Macmillan/McGraw Hill, ISBN 0-02-803459-7, 1993.*

Mapa IV - Introdução ao Desenvolvimento de Aeronaves

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Introdução ao Desenvolvimento de Aeronaves

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Introduction to Aircraft Development

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

A

4.4.1.3. Duração:

1 semestre / semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

60 (TP-45;PL-15)

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

4.4.1.7. Observations:

-

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Miguel Ângelo Rodrigues Silvestre (TP-45;PL-15)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

-

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

- 1. Conhecer o avião: tipos, diferenças relativamente a outras aeronaves, aplicações, classificação, configuração e nomenclatura.*
- 2. Adquirir noções básicas sobre o processo de desenvolvimento dum avião, desde o projeto ao ensaio de um protótipo funcional em voo, e as disciplinas envolvidas.*
- 3. Familiarização com a engenharia assistida por computador, CAE (Computer Aided Engineering), aumentando a prática em desenho assistido por computador, CAD (Computer Aided Design), introduzindo a análise assistida por computador CAA (Computer Aided Analysis), a manufactura assistida por computador, CAM (Computer Aided Manufacturing), e a prototipagem com recurso a controlo numérico por computador, CNC (Computer Numerical Controlled).*
- 4. Experimentar a prática do desenvolvimento de uma aeronave de pequeno porte, pilotada remotamente, desde a conceção ao ensaio em voo.*
- 5. Obter dados de ensaios em voo como forma de realimentar o círculo iterativo do desenvolvimento dum avião.*

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

- 1. To understand the airplane: uses, types, configurations and nomenclature.*
- 2. To gain basic notions about airplane development, from design to the functional prototype flight test, and the related disciplines.*
- 3. To familiarize with to Computer Aided Engineering (CAE): practicing further Computer Aided Design (CAD); introducing Computer Aided Analysis (CAA) and Computer Aided Manufacturing (CAM), including Computer Numerical Controlled (CNC) technology.*
- 4. To experience the development of a small size remotely piloted airplane from the basic configuration sketch to the flight test.*
- 5. To obtain flight testing data as a way to feedback the iterative circle of aircraft design.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Introdução à disciplina: objetivos e programa; metodologia de ensino e critérios de avaliação.*
- 2. Introdução ao desenvolvimento de aeronaves. Tipos de aeronaves. Introdução ao avião: aplicação, configuração e nomenclatura. Evolução da tecnologia aeronáutica. Engenharia assistida por computador, CAE, no desenvolvimento de aeronaves.*
- 3. Introdução às disciplinas do projeto de aeronaves e respetivas ferramentas de análise assistida por computador (CAA): aerodinâmica, propulsão e desempenho, estabilidade e controlo, estrutura e materiais, peso e centragem.*
- 4. Introdução ao projeto de aeronaves: filosofia e conceitos em projeto de aeronaves. Estudos paramétricos no projeto de aeronaves. Exemplo de projeto preliminar de um avião.*
- 5. Interligação entre o desenho, a análise estrutural e a prototipagem rápida (CADCAA-CAM/CNC). O código G.*
- 6. Introdução à obtenção de dados experimentais em ensaios em voo. O papel dos dados experimentais no círculo iterativo de desenvolvimento dum avião.*

4.4.5. Syllabus:

- 1. Introduction to the curricular unit: objectives and program; teaching methodologies and grading.*
- 2. Introduction to aircraft development. Aircraft types. Introduction to the airplane: uses, configuration and nomenclature. Aircraft technology evolution. The CAE role in aircraft development.*
- 3. Introduction to aircraft design disciplines and CAA: aerodynamics; propulsion; performance; stability and control; structure and materials and weight and balance.*
- 4. Introduction to aircraft design: concepts selection and design philosophy. Parametric studies in aircraft design. Preliminary airplane design case for an arbitrary performance goal.*
- 5. The connection between CAD, structural analysis and rapid prototyping (CADCAA-CAM/CNC). Introduction to computer assisted manufacturing. G code programming*
- 6. Introduction to flight test data collection. The role of experimental data feedback to the iterative circle of aircraft design.*

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

O Capítulo 1 introduz ao aluno o programa e modo de funcionamento da unidade curricular.

O objetivo 1 é o tema do Capítulo 2 do programa. Para além disso, o Capítulo 2 dá uma introdução ao processo de desenvolvimento do avião ao papel da CAE, indo de encontro ao objetivo 2.

No Capítulo 3 é feita uma introdução às disciplinas envolvidas no projeto de aeronaves e ferramentas computacionais de aplicação dessas disciplinas no processo de projeto detalhado dum avião como forma de atingir o objetivo 2.

Os Capítulos 4 e 5 são dedicados ao exercício de aplicação dos conhecimentos adquiridos no projeto e

desenvolvimento dum aeromodelo real com todas as vertentes do projecto conceptual, preliminar e detalhado, até à construção do protótipo com recurso a tecnologia CNC, permitindo atingir os Objetivos 3 e 4. O Capítulo 6 do programa permite atingir o objetivo 6.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

Chapter 1 introduces the student to the curricular unit syllabus and how the course works.

Learning outcome 1 is the subject of Chapter 2 of the syllabus. In addition, Chapter 2 gives an introduction to the aircraft development process to the role of CAE, contributing to meet learning outcome 2.

In Chapter 3, an introduction is made to the disciplines involved in aircraft design and respective computational tools for their use in the detailed design process of an airplane as a way to achieve learning outcome 2.

Chapters 4 and 5 are dedicated to the exercise of applying the acquired knowledge in the design and development of a real airplane model with all aspects of the design; conceptual, preliminary and detailed design up to the rapid manufacture of the prototype using the CNC technology, allowing to achieve learning outcomes 3 and 4.

Chapter 6 of the syllabus achieves learning outcome 6.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Nas aulas TP, a matéria é exposta por diapositivos e exemplos demonstrativos e consolidada através de exercícios de aplicação. A avaliação é um teste escrito (40% da nota), três Trabalhos de Avaliação Individual (TAI) e três Trabalhos de Avaliação de Grupo (TAG). Cada trabalho vale 10% da nota. Existe um desafio de desenvolver um avião para um objetivo de desempenho definido. Os exercícios de aplicação consistem em: projeto conceptual através de esboços com justificação dos conceitos a implementar (TAI 1); projeto preliminar baseado em estudos paramétricos em folha de cálculo (TAI 2); projeto detalhado de CAA (TAI 3). Os TAG 1, 2 e 3 serão os relatórios de grupo. O 1 será sobre o projeto. O 2 sobre a construção e validação da estrutura. O 3 sobre o ensaio em voo. Nas aulas práticas de laboratório, o protótipo é construído com tecnologia CNC, a estrutura validada, os sistemas instalados seguindo-se o ensaiado em voo. O exame final é uma melhoria dos mesmos itens de avaliação.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

In TP classes, the subject is exposed by slides and demonstrative examples and consolidated through application exercises. The assessment is a written test (40% of the grade), three Individual Assessment Papers (TAI) and three Group Assessment Papers (TAG). Each assessment paper is worth 10% of the grade. There is a challenge to develop an airplane for a defined performance objective. The application exercises consist of: conceptual design through sketches with justification of the concepts to be implemented (TAI 1); preliminary project based on parametric studies on a spreadsheet (TAI 2); detailed CAA project (TAI 3). TAGs 1, 2 and 3 will be the group reports. The 1st will describe the project. The 2nd about the manufacture and structure validation. The 3rd about the flight test. In PL classes, the prototype is built with CNC technology, the structure is validated, the systems installed and the flight test is performed. The final exam is an improvement on the same assessment items.

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

Nas aulas TP, a matéria é exposta por diapositivos e exemplos demonstrativos, permitindo aos alunos conhecer o avião: tipos, diferenças relativamente a outras aeronaves, aplicações, classificação, configuração e nomenclatura. Com os exemplos demonstrativos e exercícios de aplicação das aulas TP, familiarizam-se com a engenharia assistida por computador, CAE (Computer Aided Engineering), introduzindo a análise assistida por computador CAA (Computer Aided Analysis) nas várias disciplinas envolvidas no projeto detalhado do avião.

Através dos exercícios de aplicação nas aulas TP, que cobrem todas as fases do projeto, e das atividades das aulas PL, os alunos adquirirem as noções básicas sobre o processo de desenvolvimento dum avião, desde o projeto ao ensaio de um protótipo funcional em voo, e as disciplinas envolvidas.

Nas aulas PL, para levar a cabo a construção do protótipo de avião, aumentam a prática em desenho assistido por computador, CAD (Computer Aided Design), a manufactura assistida por computador, CAM (Computer Aided Manufacturing), e a prototipagem rápida com recurso a controlo numérico por computador, CNC (Computer Numerical Controlled).

Nas aulas PL, após o protótipo ser construído com tecnologia CNC e a estrutura validada, os sistemas são instalados e é realizado um voo de ensaio com recolha de alguns dados relevantes para apurar experimentalmente o desempenho do avião. Pelo que os alunos têm a oportunidade de experimentar a prática do desenvolvimento de uma aeronave de pequeno porte, pilotada remotamente, desde a conceção ao ensaio em voo, obtendo dados de ensaio em voo como forma de realimentar o circulo iterativo do desenvolvimento da aeronave.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

In TP classes, the concepts and related theory are exposed by slides and demonstrative examples, allowing students to understand the airplane: uses, types, configurations and nomenclature.

With the demonstrative examples and application exercises of TP classes, they become familiar with computer aided engineering, CAE (Computer Aided Engineering), introducing computer aided analysis CAA (Computer Aided Analysis) in the various disciplines involved in the detailed design of the plane.

Through the application exercises in TP classes, which cover all phases of the project, and the activities of the PL classes, students acquire the basic notions about the development process of an airplane, from the project to the test of a functional prototype in flight, and the disciplines involved.

In the PL classes, by carrying out the construction of the airplane prototype, the students gain practice in computer aided design, CAD (Computer Aided Design), computer aided manufacturing, CAM (Computer Aided Manufacturing), and rapid prototyping using computer numerical control, CNC (Computer Numerical Controlled).

In the PL classes, after the prototype is built with CNC technology and the structure is validated, the systems are installed and a test flight is carried out with the collection of some relevant data to experimentally determine the airplane's performance. So, students have the opportunity to experience the practice of developing a remotely piloted

small aircraft, from conception to flight test, obtaining flight test data as a way to feed the iterative circle of aircraft development.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Silvestre M. A. R., Apontamentos da Disciplina de Introdução ao Desenvolvimento de Aeronaves.

Barnard, R. H., & Philpott, D. R. (2010). Aircraft flight: a description of the physical principles of aircraft flight. Pearson Education.

Anderson, J. D. (1989) Introduction to Flight, McGraw-Hill.

S.F. Hoerner, "Fluiddynamic drag", Selfpublished, Midland Park, New Jersey.

Cutler, J. (1999), Understanding Aircraft Structures, Third Edition, Blackwell Science;

Relvas, C. (2002), Controlo Numérico Computorizado, Publindústria.

Zeid, I. (1991). CAD/CAM theory and practice. McGraw-Hill Higher Education.

Mattson, M. (2009). CNC programming: principles and applications. Cengage Learning.

Mapa IV - Matemática Computacional

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Matemática Computacional

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Computational Mathematics

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

M

4.4.1.3. Duração:

1 semestre / semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

60 (TP-60)

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

-

4.4.1.7. Observations:

-

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

José Carlos Matos Duque (TP-60)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

-

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

O objetivo geral desta unidade curricular é o estudo de métodos numéricos eficientes e estáveis para resolver alguns problemas matemáticos com aplicações na engenharia. O estudo feito de cada método numérico inclui a dedução analítica das fórmulas usadas, a apresentação de técnicas para estimar o erro da solução, a descrição em linguagem algorítmica e a implementação num software adequado. No final desta unidade curricular o aluno deve ser capaz de:

a) analisar os erros e determinar a sua propagação;

b) determinar numericamente zeros de funções;

c) resolver numericamente sistemas de equações algébricas lineares e não lineares

d) interpolar e aproximar funções;

e) derivar e integrar funções numericamente;

f) resolver equações e sistemas de equações diferenciais por métodos numéricos;

g) perante um problema proposto, traduzi-lo de forma matemática, identificar os possíveis métodos para o resolver, escolher o mais adequado, implementá-lo e analisar de forma crítica os resultados.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

The main goal of this curricular unit is the study of efficient and stable numerical methods to solve some mathematical problems with applications in engineering. The study made of each numerical method includes the analytical deduction of the formulas used, the presentation of techniques to estimate the error of the solution, the description in algorithmic language and the implementation in an appropriate software. At the end of this curricular unit the student should be able to:

- a) analyze the errors and determine their propagation;*
- b) determine numerically zeros of functions;*
- c) solve numerically systems of linear equations;*
- d) interpolate and approximate functions;*
- e) derive and integrate functions numerically;*
- f) solve equations and systems of differential equations by numerical methods;*
- g) in face of a proposed problem, translate it mathematically, identify possible methods to solve it, choose the most appropriate, implement it and critically analyze the results.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Erros e respetiva propagação.*
- 2. Zeros e extremos de uma equação não linear.*
- 3. Resolução de sistemas de equações algébricas lineares e não lineares (para qualquer dimensão N finita, e.g. $N = 10$).*
- 4. Interpolação, ajuste de curvas e aproximação de funções.*
- 5. Derivação e integração numérica.*
- 6. Métodos numéricos para equações diferenciais e sistemas de equações diferenciais (para qualquer dimensão N finita, e.g. $N = 8$), com o estudo da consistência, estabilidade e convergência.*
- 7. Implementação dos algoritmos numéricos em Matlab, Maple ou Mathematica;*

4.4.5. Syllabus:

- 1. Errors and their propagation.*
- 2. Zeros and extrema of a non-linear equation.*
- 3. Solving systems of linear and non-linear algebraic equations (for any finite N dimension, e.g. $N = 10$).*
- 4. Interpolation, adjustment of curves and approximation of functions.*
- 5. Numerical derivation and integration.*
- 6. Numerical methods for differential equations and systems of differential equations (for any finite N dimension, e.g. $N = 8$), with the study of consistency, stability and convergence.*
- 7. Implementation of the numerical algorithms in Matlab, Maple or Mathematica.*

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

Os conteúdos programáticos da unidade curricular foram definidos em função dos objetivos e competências a serem adquiridos pelos alunos e enquadram-se dentro dos conteúdos normalmente lecionados em unidades curriculares equivalentes de outras universidades portuguesas e europeias.

Os objetivos definidos, traduzidos nas competências específicas a) – f), são alcançados através dos conteúdos programáticos 1. – 7. respetivamente, a competência específica g) é alcançada de forma transversal em todos os conteúdos programáticos.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The syllabus of the curricular unit was defined according to the objectives and competences to be acquired by the students and is related with the syllabus usually taught in equivalent curricular units of other Portuguese and European universities.

The defined objectives, translated in the specific competences a) - f), are reached through the programmatic contents 1. - 7. respectively, the specific competence g) is reached transversally in all the programmatic contents.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A unidade curricular funciona com aulas teórico-práticas. O docente expõe os conceitos, enuncia e demonstra resultados fundamentais, apresenta exemplos e aplicações. O funcionamento da UC em aulas teórico-práticas permite que sejam feitos exercícios imediatamente a seguir a cada conteúdo teórico, o que melhora a aquisição de conhecimentos e competências. Além disso o estudante é incentivado a participar nas aulas, a interagir com o professor e com os colegas, e a trabalhar autonomamente, sob a forma de realização de exercícios, formulação e resolução de problemas.

A avaliação contínua será feita através da realização de duas provas escritas cotadas de 8 valores cada uma e quatro mini testes a realizar no computador durante as aulas teórico-práticas, valendo 1 valor cada um. O estudante poderá ainda realizar um exame final cotado para 20 valores.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The curricular unit is structured in theoretical-practical classes. The teacher introduces the concepts, states and proves the fundamental results, provides examples and applications. The combination of the theory with the practice in the classes allows the exercises to be performed immediately after each theoretical content, which improves the acquisition of knowledge and skills. In addition, the student is encouraged to participate in classes, to interact with the teacher and with colleagues, and to work autonomously, in the form of exercises, formulation and problem solving. The evaluation carried out during the teaching-learning process consists of two written tests quoted for 8 values each

and four mini tests to be carried out on the computer during the classes, quoted for 1 value each. The student can also take a final exam quoted for 20 values.

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

A estruturação das aulas faseadas em aulas teórico-práticas combina, em simultâneo, as duas vertentes e está baseada na exposição dos conceitos teóricos dos conteúdos programáticos, na apresentação de exemplos práticos de pequena dimensão e na aplicação por parte dos alunos dos conceitos teóricos através da resolução de problemas práticos adequados e ajustados a cada conteúdo programático. Esta estruturação permite, de uma forma proporcional e gradual, que os alunos adquiram as competências necessárias ao longo do semestre para obter a aprovação. A metodologia de ensino encontra-se centrada no aluno, que ao longo do semestre vai aprendendo e aplicando os conceitos adquiridos, com o seu trabalho autónomo e com a ajuda da equipa docente. Desta forma, é dada particular importância à avaliação contínua que permite que o aluno possa, ao longo do semestre, demonstrar faseadamente as competências adquiridas com o seu trabalho.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The structuring of the classes phased in theoretical-practical classes combines, simultaneously, the two strands and is based on the exposition of the theoretical concepts of the programmatic contents, on the presentation of small practical examples and on the students' application of the theoretical concepts through practical problems that are appropriate and adjusted to each programmatic content. This structure allows, in a proportional and gradual way, that students acquire the necessary competences throughout the semester to obtain the approval. The teaching methodology is centered on the student, who during the semester will learn and apply the concepts acquired, with their autonomous work and with the help of the teaching team. In this way, special importance is given to the continuous assessment that allows the student to demonstrate, in the semester, the skills acquired with his work.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

I. Bibliografia principal

- R.L. Burden & J.D. Faires , " Numerical Analysis 9e", 2011, Brooks/Cole, Cengage Learning.
- H. Pina, "Métodos Numéricos", Mc Graw-Hill, Alfragide, 1995.
- M.R. Valença , "Métodos Numéricos", INIC, Braga, 1988.

II. Bibliografia complementar

- J.C. Butcher , "The Numerical Analysis of Ordinary Differential Equations", John Wiley & Sons, Auckland, 1987.
- E. Hairer , S.P. Nørsett & G. Wanner , " Solving Ordinary Differential Equations I ", Springer Series in Comput. Mathematics, Vol. 8, Springer-Verlag, Heidelberg, 1987.
- E. Hairer & G. Wanner , " Solving Ordinary Differential Equations II ", Springer Series in Comput. Mathematics, Vol. 8, Springer-Verlag, Heidelberg, 1987.

Mapa IV - Análise de Circuitos

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Análise de Circuitos

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Circuit Analysis

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EE

4.4.1.3. Duração:

1 semestre / semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

60 (T-30;TP-15;P-15)

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

-

4.4.1.7. Observations:

-

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

António Eduardo Vitória do Espírito Santo (T-30;TP-15;P-15)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

-

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Adquirir conhecimentos da análise de circuitos resistivos, capacitivos e indutivos, em corrente contínua e alternada, circuitos de primeira e de segunda ordem; Resposta natural e forçada a transitórios e em regime estacionário; conceitos sobre fasores; Leis de Kirchhoff das correntes e das tensões, as técnicas e os métodos de análise de circuitos lineares (método das tensões nodais e o métodos das correntes pelas malhas), equivalentes de Thevenin e de Norton e amplificadores operacionais. Adquirir e aplicar conhecimentos sobre elementos fontes independentes e dependentes, circuitos equivalentes, máxima transferência de potência e princípio da sobreposição. Aprender as técnicas de análise de circuitos com amplificadores operacionais (AOs), montagens com andares em cascata, e as técnicas de análise e simplificação de circuitos. Projetar circuitos simples para várias aplicações. Saber utilizar os equipamentos de laboratório mais comuns: fontes, multímetro e osciloscópio.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

Acquire knowledge of the analysis of resistive, capacitive and inductive circuits, in direct and alternating current, first and second order circuits; Natural and forced response to transients and stationary; concepts about phasors; Kirchhoff's laws of currents and voltages, the techniques and methods of analysis of linear circuits (method of nodal voltages and the methods of currents by loops), Thevenin and Norton equivalents and operational amplifiers. Acquire and apply knowledge about independent and dependent source elements, equivalent circuits, maximum power transfer and overlapping principle. Learn the techniques for circuit analysis with operational amplifiers (AOs), using cascade stage assemblies, and circuit analysis and simplification techniques. Design simple circuits for various applications. Know how to use the most common laboratory equipment: sources, multimeter and oscilloscope.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Definições de grandezas eléctricas, unidades SI e prefixos; Elementos de circuito: fontes independentes e dependentes, elementos resistivos, capacitivos e indutivos e a sua associação. Leis experimentais de análise de circuitos em DC, aplicando as leis de Ohm e de Kirchhoff, divisores de tensão e de corrente; Técnicas de análise de circuitos em DC, incluindo os métodos das correntes nodais e das tensões em malhas, linearidade e princípio da sobreposição; Simplificação de circuitos, transformação de fontes e circuitos equivalentes de Thévenin e de Norton. Análise de circuitos em AC nos regimes transitório e forçado sinusoidal, em circuitos de primeira e de segunda ordem; Aplicação das leis de Kirchhoff, de circuitos equivalentes e a aplicação de princípios e teoremas para a análise e simplificação de circuitos; análise de potência em AC com cargas resistivas e com cargas genéricas. Conceitos básicos de AO e circuitos com AOS, e sua análise com sinais e aplicação em electrónica.

4.4.5. Syllabus:

Definitions of electrical quantities, SI units and prefixes; Circuit elements: independent and dependent sources, resistive, capacitive and inductive elements and their association. Experimental laws for analysis of circuits in DC, applying Ohm and Kirchhoff's laws, voltage and current dividers. DC circuit analysis techniques, including nodal current and loop voltage methods, linearity and overlap principle. Simplification of circuits, transformation of sources and equivalent circuits of Thévenin and Norton. Analysis of AC circuits in the transient and forced sinusoidal regimes, in first and second order circuits. Application of Kirchhoff's laws, equivalent circuits and the application of principles and theorems for the analysis and simplification of circuits; AC power analysis with resistive loads and generic loads. Basic concepts of AO and circuits with AOS, and their analysis with signals and application in electronics.

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

O aluno deverá atingir os conhecimentos e as competências que a seguir se indicam:

- 1) Conhecimento e compreensão: leis e técnicas de análise e simplificação de circuitos em DC, incluindo circuitos com AOS; Análise em de circuitos de 1ª e 2ª ordem, em regime transitório e forçado sinusoidal.*
- 2) Análise em Engenharia: análise de circuitos resistivos, capacitivos e indutivos, circuitos com AO, simplificação de circuitos lineares, métodos dos nós e das malhas, assim como a obtenção de circuitos equivalentes.*
- 3) Projeto em Engenharia: circuitos simples com diversas aplicações.*
- 4) Investigação: sistemas e aplicações de circuitos eletrónicos em diversas áreas.*
- 5) Prática em Engenharia: Resolver exercícios de aplicação laboratorial. Saber utilizar o osciloscópio em medidas de tensão, tempo, período e frequência, e o modo XY.*
- 6) Contexto envolvente: desenvolvimento da expressão oral e escrita e desenvolvimento de capacidades de aprendizagem autónoma e auto-orientadas.*

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The student must achieve the following knowledge and skills:

- 1) Knowledge and understanding: laws and techniques for analyzing and simplifying DC circuits, including circuits with OSA; Analysis of 1st and 2nd order circuits, in a transient and forced sinusoidal regime.*
- 2) Analysis in Engineering: analysis of resistive, capacitive and inductive circuits, circuits with AO, simplification of linear circuits, methods of nodes and meshes, as well as obtaining equivalent circuits.*

- 3) *Engineering Design: simple circuits with different applications.*
- 4) *Research: systems and applications of electronic circuits in several areas.*
- 5) *Engineering Practice: Solve laboratory application exercises. Know how to use the oscilloscope in measurements of voltage, time, period and frequency, and the XY mode.*
- 6) *Surrounding context: development of oral and written expression and development of autonomous and self-directed learning skills.*

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As horas de contacto teóricas (2h semanais) têm como finalidade explorar conhecimentos teóricos associados aos conteúdos programáticos da unidade curricular. As horas de contacto teórico-práticas (1 h semanal) têm como desenvolver conhecimentos práticos, através da resolução de problemas e exercícios práticos. Nas aulas de laboratório (1 h semanal, em média, com funcionamento por períodos de 2h, de quinze em quinze dias), desenvolvem-se trabalhos práticos laboratoriais.

A avaliação dos alunos é realizada tendo em conta a seguinte proposta: 25% Laboratórios + 35% Resolução Fichas TP + 40% [Freq. (>7.0) ou Exame]. Classificação de resolução de fichas e de trabalhos experimentais/laboratórios entregues: 9.5 (mínimo).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Theoretical contact hours (2h per week) aim to explore theoretical knowledge associated with the syllabus of the course. The hours of theoretical-practical contact (1 h weekly) are designed to develop practical knowledge, through problem solving and practical exercises. In laboratory classes (1 h weekly, on average, with periods of 2h, every 15 days), practical laboratory work is carried out.

The evaluation of students is carried out taking into account the following proposal: 25% Laboratories + 35% Resolution TP files + 40% [Freq. (> 7.0) or Exam]. Classification of resolution of files and experimental works / laboratories delivered: 9.5 (minimum).

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

O estudante deve demonstrar o conhecimento e a compreensão de situações, na resolução de problemas, com sentido crítico, e as competências na aplicação das leis e princípios fundamentais, bem como de comunicação e de realização de trabalho autónomo e em grupo. Lecionam-se os conceitos teóricos tendo por objetivo a sua vertente prática e aplicação a novas situações. Os alunos são confrontados com a resolução de problemas concretos e a realização de trabalhos práticos laboratoriais de electrotecnicia e de electrónica, e estabelecem contacto com as aplicações e desenvolvimento tecnológico em projetos no sector.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The student must demonstrate knowledge and understanding of situations, in problem solving, with a critical sense, and skills on applying the fundamental laws and principles, as well as communication and carrying out autonomous and group work. Theoretical concepts are taught with the objective of its practical aspect and application to new situations. Students are faced with solving concrete problems and carrying out practical laboratory work on electrotechnics and electronics and establish contact with applications and technological development in projects in the sector.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*Allan R. Hambley, Electrical Engineering - Principles and Applications, Pearson Education, 6th edition.
 Fernando J. Velez, Paulo Oliveira, Luis M. Borges e Ana Rodrigues, Curso de Electrónica Industrial, ETEP – LIDEL, Fev. 2009 (ISBN: 978-972-8480-22-6).
 Richard C. Dorf & James A. Svoboda, Introduction to Electric Circuits, John Wiley & Sons, 7th edition.
 William H. Hayt Jr. e Jack E. Kemerly, Análise de Circuitos em Engenharia, McGraw-Hill.*

Mapa IV - Mecânica dos Sólidos

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Mecânica dos Sólidos

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Solid Mechanics

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

MT

4.4.1.3. Duração:

1 semestre / semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

60 (T-30;TP-30)

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

-

4.4.1.7. Observations:

-

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Paulo Manuel Oliveira Fael (T-30;TP-30)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

-

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Estudos das tensões e deformações em peças solicitadas por vários esforços.

Determinar tensões e deformações em barras esbeltas devidas aos vários tipos de esforços: esforço axial, momento torsor, momento flector e esforço transversal.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

Study of stresses and deformations in components subjected to various loads.

Determine stresses and strains in slender bars due to various types of loads: axial stress, torsion moment, bending moment and transverse loads

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Introdução - Conceito de tensão

Tensão e deformação - Esforço normal

Torção

Flexão pura

Análise e projeto de vigas sujeitas à flexão

Tensões tangenciais em vigas e peças de parede fina

Análise de tensões e deformações

Tensões principais; Critérios de cedência

Deslocamentos transversais de vigas

4.4.5. Syllabus:

Introduction - Concept of stress

Stress and strain - Normal stress

Torsion

Pure bending

Analysis and design of beams subject to bending

Shearing Stresses in Beams and Thin-Walled Members

Stress and deformation analysis

Principal stresses; failure criteria.

Transverse beam displacements

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

A compreensão dos conceitos de tensão é conseguida com os três primeiros capítulos onde se ensina o conceito de tensão e se calculam as tensões devidas a esforços axiais por serem as de mais fácil compreensão por serem constantes. Também são determinadas as respetivas deformações resultantes das tensões e é feita uma introdução à lei de Hooke.

São depois determinadas as tensões devidas a esforços de torção e de flexão em barras com diferentes secções transversais para se perceber como tensões e esforços se relacionam.

São também lecionados os conhecimentos necessários ao cálculo das tensões tangenciais devidas ao esforço transversal e o seu efeito em vigas à flexão. Os conhecimentos adquiridos fornecem as ferramentas necessárias à análise e projeto de vigas à flexão. Para tal, estudam-se os mais comuns critérios de cedência que se aplicam aos materiais dúcteis.

Após o cálculo de estruturas à rotura, são apresentadas técnicas para a determinação das deformações dessas mesmas estruturas.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The understanding of concepts of stress is achieved with the three first chapters of syllabus when we teach the concept of stress and where stresses from axial forces are calculated because they are very easy to understand as they are constant. Also strains and deformations are calculated as consequence of stresses and the Hooke's law is introduced for first time.

After that are determined stresses from torsion and bending in bars with different sections to students understands the relationship of stresses and solicitations.

The knowledge for determination of shear stresses from shear forces on bending is also presented to students witch must consider it on the design of beams. Then they have the skills and they are able to project and design beams. For that they need to know the usual criteria used on ductile materials.

After the design of structures to avoid rupture the techniques for deflection determination are presented.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas são expositivas e de resolução de problemas.

A avaliação é feita por teste de frequência e por trabalhos de casa.

A nota de frequência e de exame é dada por 80% da nota do teste/exame + 20% da nota dos tpc.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Lectures are of an expository and problem solving nature.

The assessment is made by frequency test and homework.

The frequency test and exam grade is given by 80% of the test / exam grade + 20% of the homework grade.

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

Em Mecânica dos Sólidos é fundamental a compreensão da dedução teórica das expressões da tensão e da deformação em barras esbeltas devidas aos vários tipos de esforços possíveis. Torna-se portanto imprescindível a participação dos alunos nas aulas de exposição teórica.

A aplicação dos conceitos teóricos deve ser implementada imediatamente após sua compreensão por parte dos alunos pelo que, nas mesmas aulas, o docente aplica as expressões deduzidas em casos práticos. A Compreensão das matérias deve ser testada pelo que o docente introduz um problema para resolução por parte dos alunos durante as horas de contacto para sentir as dificuldades por parte dos alunos assim como alguma não-compreensão das matérias leccionadas de modo a existir um esclarecimento imediato, por vezes pessoal, das matérias.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

On Solid Mechanics it is fundamental the comprehension of theoretical deduction of expression for stresses and deformation of bars due to different types of solicitation. So, it is very important the student's presence in such classes.

As the application of theoretical concepts must be immediately implemented after the student understanding, in the same classes, teacher applies those expressions on several practical cases. These students understanding must be tested solving a problem during class with the presence and help of the teacher who explains any difficulty, sometimes personally.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Mecânica dos Materiais, 7ª Ed., Beer, Johnston, DeWolf, Mazurek, McGraw-Hill.

Mapa IV - Fundamentos de Aerodinâmica

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Fundamentos de Aerodinâmica

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Fundamentals of Aerodynamics

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

A

4.4.1.3. Duração:

1 semestre / semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

60 (TP-60)

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

-

4.4.1.7. Observations:

-

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

André Resende Rodrigues da Silva (TP-60)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

-

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

OA1. Conhecer as características dos fluidos e correspondente aplicação das leis básicas da Mecânica em Mecânica dos Fluidos.

OA2. Compreender o mecanismo físico de produção de sustentação e a importância da relação sustentação/arrasto num avião.

OA3. Capacidade de análise de escoamentos potenciais e incompressíveis.

OA4. Conseguir utilizar os conceitos de escoamento potencial incompressível e de modelação da camada limite para análise de escoamentos reais.

OA5. Obter a capacidade de análise de situações reais de escoamentos de fluidos.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

LO1. Know the characteristics of fluids and the corresponding application of the basic laws of Mechanics in Fluid Mechanics.

LO2. Understand the physical mechanism of lift production and the importance of the lift / drag ratio in an airplane.

LO3. Ability to analyze potential and incompressible flows.

LO4. To be able to use the concepts of potential incompressible flow and modeling of the boundary layer to analyze real flows.

LO5. Obtain the ability to analyze real fluid flow situations.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. Mecânica dos Fluidos

Introdução. Relações e operadores vetoriais. Propriedades do fluido como meio contínuo. Estática. Dinâmica. Equações da conservação na forma integral e diferencial. Experimentação, análise dimensional e coeficientes aerodinâmicos. Escoamentos: invíscido vs viscoso; interno vs externo: laminar vs turbulento; incompressível vs compressível.

2. Escoamento invíscido incompressível

Campo do escoamento. Função de corrente. Potencial de velocidades. Equação de Bernoulli. Escoamentos tipo vórtice. Escoamento por singularidades. 2D, perfil alar, 3D, asa finita. Sustentação e arrasto de pressão do avião.

3. Escoamento Viscoso

Aproximações de camada limite. Camadas limite laminar e turbulenta na placa plana. Transição. Efeito do gradiente de pressão. Separação. Modelos de turbulência. Corpos não fuselados. Previsão de arrasto de fricção do avião.

4. Aerodinâmica do avião

Desempenho aerodinâmico. Estabilidade e controlo. Previsão das características aerodinâmicas do avião.

4.4.5. Syllabus:

1. Fluid Mechanics

Introduction. Vector relations and operators. Fluid properties as a continuous medium. Static. Dynamics. Conservation equations in integral and differential form. Experimentation, dimensional analysis and aerodynamic coefficients. Flows: inviscid vs viscous; internal vs external: laminar vs turbulent; incompressible vs compressible.

2. Incompressible invisible flow

Flow field. Current function. Velocity potential. Bernoulli equation. Vortex type flows. Flow by singularities. 2D, airfoil. 3D, finite wing. Airplane lift and pressure drag estimates.

3. Viscous flow

Boundary layer approaches. Laminar and turbulent boundary layers on the flat plate. Transition. Pressure gradient effect. Separation. Turbulence models. Analysis of arbitrary 3D bodies. Airplane friction drag estimates.

4. Aerodynamics of the plane

Aerodynamic Performance. Stability and control. Estimates of the aerodynamic characteristics of the airplane.

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

O conteúdo programático foi desenvolvido em torno dos objetivos da disciplina e das respectivas competências que se pretende dar aos alunos. Isto é, primeiro seleccionaram-se os objetivos da disciplina e seu enquadramento no curso, assim como as competências que se pretendiam dar aos alunos. Só depois se seccionaram as matérias

necessárias. Essa é a única forma de garantir a coerência entre os conteúdos programáticos e os objectivos da unidade curricular.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The programmatic content was developed around the objectives of the discipline and the respective competences that are intended to be given to students. Therefore, the objectives of the discipline and its framing in the course were first selected, as well as the skills that were intended to be given to the students. Only then did the necessary materials were sectioned. This is the only way to ensure consistency between the syllabus and the objectives of the course.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas são teórico-práticas. Aqui, a matéria é exposta por diapositivos e exemplos demonstrativos e consolidada através de exercícios de aplicação.

A avaliação de conhecimentos baseia-se no teste escrito final. Onde, em caso de suspeita de violação das regras de avaliação numa prova escrita, o corpo docente reserva-se o direito de convocar o aluno para uma prova oral, que determinará a nota final.

A admissão ao exame final depende da obtenção de frequência de acordo com os critérios abaixo indicados. O resultado da avaliação periódica será:

- Não admitido se a classificação for inferior a 6 valores.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Classes are theoretical-practical. Here, the material is exposed by slides and demonstrative examples and consolidated through application exercises. The knowledge assessment is based on the final written test. Where, in case of suspected violation of the evaluation rules in a written exam, the faculty reserves the right to invite the student to an oral exam, which will determine the final grade.

Admission to the final exam depends on obtaining frequency according to the criteria below. The result of the periodic evaluation will be:

- Not allowed if the classification is less than 6 marks.

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

A apresentação dos conceitos teóricos por diapositivos e exemplos demonstrativos da matéria abordada ao longo dos quatro capítulos do programa, permite aos alunos o conhecimento das características dos fluidos e correspondente aplicação das leis básicas da Mecânica em Mecânica dos Fluidos (OA1) e a compreensão do mecanismo físico de produção de sustentação e a importância da relação sustentação/arrasto num avião (OA2).

A resolução de exercícios de aplicação permite que os alunos consolidem o conhecimento e compreensão da matéria. Mas, acima de tudo adquiram as capacidades previstas nos OA3-5.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The presentation of theoretical concepts by slides and demonstrative examples of the subject covered throughout the four chapters of the program, allows students to know the characteristics of fluids and corresponding application of the basic laws of Mechanics in Fluid Mechanics (LO1) and the understanding of the mechanism physical production of lift and the importance of the lift / drag relationship in an airplane (LO2).

The resolution of application exercises allows students to consolidate their knowledge and understanding of the subject. But above all, acquire the capabilities intended in the LO3-5.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Brederode, V. de, Fundamentos de Aerodinâmica Incompressível, IDMEC, IST, Lisboa

Anderson Jr, J. D. (2010). Fundamentals of aerodynamics. Tata McGraw-Hill Education.

Luís Eça (2015), Aerodinâmica Incompressível: Exercícios, IST Press.

Barata, J.M.M., Mecânica dos Fluidos-Apontamentos, Universidade da Beira Interior.

Barata, J.M.M., Mecânica dos Fluidos-Trabalhos de Laboratório, Universidade da Beira Interior.

Barata, J.M.M., Mecânica dos Fluidos-Problemas, Universidade da Beira Interior.

Batchelor, G.K., An Introduction to Fluid Dynamics, Cambridge University Press.

Doebelin, E.O., Measurements Systems – Application and Design, McGraw-Hill Book Co.

Plotkin, A., Katz, J., Low-Speed Aerodynamics-From Wing Theory to Panel Methods, McGraw-Hill Book Co.

Stinton, D., The Design of the Aeroplane, Blackwell Science (Caps. 1, 2 e 3).

Streeter, V.L., Wylie, E.B., Fluid Mechanics, McGraw-Hill Book Co.

White, F. M. Fluid Mechanics. McGraw-Hill Book Co.

Mapa IV - Desempenho de Voo

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Desempenho de Voo

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Flight Performance

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

A

4.4.1.3. Duração:

1 semestre / semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

60 (TP-45;PL-15)

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

-

4.4.1.7. Observations:

-

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Miguel Ângelo Rodrigues Silvestre (TP-45;PL-15)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

-

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

- 1. Conhecer os princípios fundamentais do desempenho de aviões nas várias fases de voo.*
- 2. Estimar o desempenho de uma dada aeronave de forma a otimizar sua operação.*
- 3. Conseguir comparar aeronaves diferentes por meio das suas características de desempenho.*
- 4. Desenvolver a capacidade de obter e analisar dados de desempenho provenientes de ensaios de aeronaves em voo.*

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

- 1. Get to know the basic principles of aircraft performance in its various flight regimes.*
- 2. To be able to determine the performance of an aircraft in order to optimize its operation.*
- 3. To compare different aircrafts through their flight performance characteristics.*
- 4. Develop the capacity to get and analyze aircraft flight testing data.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Introdução;*
- 2. Atmosfera Padrão;*
- 3. Forças Aplicadas no Avião;*
- 4. Voo Nivelado;*
- 5. Subida e Descida;*
- 6. Descolagem e Aterragem;*
- 7. Voo em Volta;*
- 8. Método da Energia;*
- 9. Ensaios em Voo*

4.4.5. Syllabus:

- 1. Introduction;*
- 2. International Standard Atmosphere;*
- 3. Forces Acting on an Airplane;*
- 4. Level Flight;*
- 5. Climb and Descent;*
- 6. Takeoff and Landing;*
- 7. Turning Flight;*
- 8. Energy Methods;*
- 9. Flight Testing.*

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

O Capítulo 1 introduz os modelos da Atmosfera Padrão e juntamente com o Capítulo 2 estabelecem os princípios físicos para a compreensão e análise das diferentes fases do voo de aviões, que, por sua vez são abordadas nos capítulos seguintes. Através da implementação dos princípios para a análise do desempenho das diferentes fases de voo, torna-se possível estimar o desempenho de uma dada aeronave, de forma a otimizar sua operação, ou comparar o

desempenho contra uma aeronave concorrente. O último capítulo descreve como medir as características aerodinâmicas e de propulsão do avião através de ensaios em voo. São estas características que constituem os dados necessários para estimar o desempenho do avião.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

Chapter 1 Introduces the International Standard Atmosphere and together with Chapter 2 establish the basic physics involved airplane performance in all the flight regimes, each of which are studied in the chapters that follow. Through the implementation of the principles for the analysis of the performance in the different phases of flight, it becomes possible to estimate the performance of a given aircraft, in order to optimize its operation, or to compare its performance against a competing aircraft. The last chapter describes how to obtain the aerodynamics and propulsion characteristics of an aircraft through flight testing, these characteristics constitute the data necessary to estimate the performance of the airplane.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas encontram-se divididas em teórico-práticas e práticas de laboratório. Nas teórico-práticas, a matéria é exposta através de apresentação de diapositivos. Aqui, explica-se a modelação e implementa-se através da resolução de exercícios em folha de cálculo. As folhas de cálculo são utilizadas por cada aluno para estimar por completo o desempenho de vários tipos de avião e entregar o respetivo Trabalho de Avaliação Individual (20%).

Nas aulas práticas de laboratório os alunos realizam em grupo um trabalho de obtenção das características aerodinâmicas e de propulsão de um aeromodelo de avião através de voos de ensaio. Com as características do aeromodelo obtidas, o grupo elabora um relatório e inclui a estimativa do desempenho completo do aeromodelo. Este trabalho de avaliação de grupo constitui 20% da nota final.

60% da nota final é obtido num teste escrito. Os alunos que frequentem a UC podem realizar um teste escrito de exame final que vale a totalidade da nota de exame.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The classes are divided into TP and PL. In the TP classes, the material is given through the presentation of slides. Here, the modeling is explained and implemented by solving exercises in a spreadsheet. The spreadsheets are used by each student to fully estimate the performance of various types of aircraft and deliver the respective Individual Assessment Work (20%).

In PL classes, students perform a group work to obtain the aerodynamic and propulsion characteristics of an airplane model through test flights. With the test flights data, the group prepares a report and includes the estimate of the complete performance of the tested model. This group assessment work constitutes 20% of the final grade.

60% of the final grade and obtained in a written test. Students attending the course can take a written final exam test that is worth the full exam grade.

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

Nas aulas TP são apresentados os princípios fundamentais do desempenho de aviões nas várias fases de voo, permitindo atingir o objetivo de aprendizagem 1. Ainda nas aulas TP, com base na implementação dos princípios fundamentais em exercícios de aplicação em folha de cálculo, estimase o desempenho completo dos vários tipos de avião e identificam-se os pontos ótimos de operação em cada fase de voo a atingir o objetivo de aprendizagem 2. Através do trabalho individual, o aluno analisa e compara aeronaves diferentes por meio das suas características de desempenho, indo de encontro ao objetivo de aprendizagem 3. O último capítulo recai sobre a obtenção das características reais da aerodinâmica e propulsão que constituem o ponto de partida para o cálculo das características globais de desempenho dum avião. Os trabalhos de grupo desenvolvem a capacidade de obter e analisar dados de desempenho provenientes de ensaios de aeronaves em voo. Permitindo, não só, a medição direta das características de desempenho do avião, mas também, a obtenção das características reais da aerodinâmica e propulsão do avião estudado. Com este trabalho de grupo é possível atingir o objetivo de aprendizagem 4.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

In TP classes, the fundamental principles of aircraft performance in the various phases of flight are presented, allowing the achievement of learning outcome 1. Still in TP classes, to achieve learning outcome 2, the fundamental principles are implemented in spreadsheet application exercises. The performance of the various types of aircraft is estimated and the optimal points of operation are identified in each flight phase. Through the individual assessment work, the student analyzes and compares different aircraft through their performance characteristics, meeting learning outcome 3. The last chapter focuses on obtaining the real characteristics of aerodynamics and propulsion that constitute the starting point for calculating the overall performance characteristics of an airplane. The Assessment Group work develops the ability to obtain and analyze performance data from real aircraft flight tests. Allowing, not only, the direct measurement of the performance characteristics of the airplane, but also, the real aerodynamics and propulsion characteristics of the airplane. With this group work it is possible to achieve learning outcome 4.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Silvestre, M. A. R., Gamboa, P. V., Apontamentos de Desempenho de Voo. Universidade da Beira Interior, 2020.

John D. Anderson Jr., "Introduction to Flight", McGraw Hill Co., 4th Edition, 2000

Richard S. Shevell, "Fundamentals of Flight", Prentice Hall, 1989

S. K. Ojha, "Flight Performance of Aircraft", AIAA Education Series, 1995

Francis J. Hale, "Introduction to Aircraft Performance, Selection and Design", John Wiley & Sons, 1984

Nguyen X. Vinh, "Flight Mechanics of HighPerformance Aircraft", Cambridge University Press, 1993

Kimberlin, Ralph D., "Flight testing of fixedwing aircraft", American Institute of aeronautics and Astronautics, 2003

Mapa IV - Vibrações e Ruído

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Vibrações e Ruído

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Vibrations and Noise

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

A

4.4.1.3. Duração:

1 semestre / semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

60 (TP-60)

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

-

4.4.1.7. Observations:

-

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Anna Guerman (TP-60)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

-

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

O aluno deverá adquirir conhecimentos básicos sobre o fenómeno de vibrações em componentes e sistemas de engenharia, sendo capaz de definir e analisar modelos físicos e matemáticos adequados à sua representação. Paralelamente, será feita uma breve introdução ao estudo do ruído numa perspetiva de compreensão física da propagação do som e das suas implicações no domínio da engenharia.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

The student should acquire basic knowledge about the phenomenon of vibrations in engineering components and systems, being able to define and analyze physical and mathematical models appropriate to their representation. In parallel, a brief introduction to the study of noise will be made in a perspective of physical understanding of the propagation of sound and its implications in the field of engineering.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Introdução à Dinâmica Analítica. Revisões de conceitos físicos fundamentais. Discretização de sistemas e graus de liberdade. Elementos de um sistema vibratório.*
- 2. Equações de movimento. Abordagem Newtoniana. Princípio de d'Alembert. Abordagem energética. Princípio dos trabalhos virtuais. Equações de Lagrange.*
- 3. Análise de sistemas vibratórios. Sistemas com um grau de liberdade. Vibrações livres. Vibrações forçadas. Ressonância. Batimento. Introdução ao estudo de sistemas com N graus de liberdade. Técnicas de supressão de vibrações em componentes e estruturas. Casos práticos de interesse no domínio aeroespacial.*
- 4. Introdução ao ruído. Características e propriedades do som. Técnicas de medição do ruído. Métodos para supressão do ruído.*

4.4.5. Syllabus:

- 1. Introduction to Analytical Dynamics. Discretization of systems and degrees of freedom. Elements of a vibratory system.*
- 2. Equations of motion. Newtonian approach. Principle of d'Alembert. Energy approach. Principle of virtual works.*

Lagrange equations.

3. Analysis of vibratory systems. Systems with a degree of freedom. Free vibrations. Forced vibrations. Resonance. Introduction to the study of systems with N degrees of freedom. Vibration suppression techniques in components and structures. Practical cases of interest in the aerospace field.

4. Introduction to noise. Sound characteristics and properties. Noise measurement techniques. Methods for noise suppression.

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

A unidade curricular de Vibrações e Ruído abrange uma área de conhecimento relativa à análise dinâmica de sistemas mecânicos e ao fenómeno do ruído, sendo imprescindível como elemento de formação de base para qualquer curso de Engenharia envolvendo sistemas mecânicos. Assim, o currículo desta unidade curricular está estruturado para que, no final, os alunos sejam capazes de:

- Compreender os conceitos físicos básicos inerentes aos fenómenos das vibrações
- Analisar sistemas mecânicos com um grau ou mais graus de liberdade, obter soluções analíticas relativamente à sua resposta dinâmica e identificar os casos da ressonância
- Compreender as implicações dos fenómenos de vibração para a fiabilidade e integridade dos sistemas mecânicos
- Propor soluções de engenharia que minimizem o problema das vibrações mecânicas
- Compreender o fenómeno do ruído

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The Vibrations and Noise curricular unit covers an area of knowledge related to the dynamic analysis of mechanical systems and the phenomenon of noise, being essential as a basic training element for any Engineering course involving mechanical systems. Thus, the curriculum of this unit is structured so that, after completing the course, students are able to:

- Understand the basic physical concepts inherent to the phenomena of vibrations
- Analyze mechanical systems with one degree or more degrees of freedom, obtain analytical solutions regarding their dynamic response, and identify and describe the cases of resonance
- Understand the implications of vibration phenomena for the reliability and integrity of mechanical systems
- Propose engineering solutions that minimize the problem of mechanical vibrations
- Understand the noise phenomenon

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teórico-práticas presenciais e e-learning.

Trabalos de casa com discussão

Frequência ou Exame

Trabalos de casa com discussão - N_{tpc} , $0 \leq N_{tpc} \leq 8$

Frequência - N_{fr} , $0 \leq N_{fr} \leq 12$

Exame - N_{ex} , $0 \leq N_{ex} \leq 12$

Nota final = $\text{Max}\{(N_{tpc} + N_{fr}); (N_{tpc} + N_{ex})\}$

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Theoretical-practical classes and e-learning

Homework with discussion

Frequency or Exam

Homework with discussion - N_{tpc} , $0 \leq N_{tpc} \leq 8$

Frequency - N_{fr} , $0 \leq N_{fr} \leq 12$

Exam - N_{ex} , $0 \leq N_{ex} \leq 12$

Final grade = $\text{Max}\{(N_{tpc} + N_{fr}); (N_{tpc} + N_{ex})\}$

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

O trabalho desenvolve-se nas aulas teórico-práticas e em casa.

A transmissão de conhecimentos em sala de aula presenciais ou a distância é feita, em grande parte, através da exposição oral em sessões de contacto com carácter de aulas teórico-práticas. Durante estas sessões, a matéria é exposta no quadro ou, em parte, com recurso a meios audiovisuais sob a forma de apresentações de diapositivos. A restante exposição da matéria é feita com recurso a exercícios ou exemplos resolvidos no quadro em sala de aula e disponibilização de informação em formato digital.

Os trabalhos de casa são individuais e contêm 8 exercícios que abrangem a maior parte da matéria. Eles são distribuídos durante o semestre, na semana quando a respetiva matéria é dada. Durante a semana seguinte a recepção do problema o aluno pode tirar dúvidas sobre o conteúdo e resolução dos problemas, acabando este prazo pode consultar o docente exclusivamente sobre o enunciado do exercício.

Os trabalhos são discutidos durante as sessões de discussão no final do semestre, onde o docente coloca várias perguntas sobre a resolução apresentada bem como sobre a parte teórica correspondente.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The work is developed in the theoretical-practical classes and at home.

The learning in classroom in person or remotely by Internet is done, in large part, through oral exposure in contact sessions with the character of theoretical-practical classes. During these sessions, the material is exposed on the board or, in part, using audiovisual media in the form of slide shows. The rest of the material is presented using exercises or examples solved on the board in the classroom and information provided in digital support.

Homework assignments are individual and contain 8 exercises that cover most of the subject. They are distributed

during the semester, in the week when the respective subject is given. During the week following the reception of the problem, the student can ask questions about the content and resolution of the problems, after this period he can consult the teacher exclusively about the statement of the problem.

The works are discussed during the discussion sessions at the end of the semester, where the teacher asks several questions about the presented resolution as well as about the corresponding theoretical part.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- Hartog, J.P.; "Mechanical Vibrations"; Dover Publications; 1985.
- Meirovitch, L.; "Elements of Vibration Analysis"; MacGraw Hill, 1986.
- Rao, S.; "Mechanical Vibrations"; Addison-Wesley; 1990.
- Maia, N. "Introdução à Dinâmica Analítica"; IST Press; Lisboa; 2000.
- Guerman, A.D. "Dinâmica dos Sistemas Mecânicos. Métodos da Mecânica Analítica"; UBI; Covilhã; 2003.
- Guerman, A.D. Apontamentos para as aulas das Vibrações e Ruído. UBI, Covilhã, 2020.

Mapa IV - Propulsão I

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Propulsão I

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Propulsion I

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

A

4.4.1.3. Duração:

1 semestre / semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

60 (TP-60)

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

-

4.4.1.7. Observations:

-

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Francisco Miguel Ribeiro Proença Brójo (TP-60)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

-

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

1. *Compreender os ciclos de funcionamento dos motores de pistão.*
2. *Desenvolver capacidades de análise do ciclo real e dos processos envolvidos.*
3. *Desenvolver a capacidade de projeto do motor a pistão e seus componentes.*
4. *Desenvolver a capacidade de prever o desempenho dum motor a pistão.*
5. *Desenvolver capacidades de análise de propulsão elétrica.*
6. *Desenvolver a capacidade de prever o desempenho duma hélice acoplada a um motor.*

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

1. *Understand the operating cycles of piston engines.*
2. *Develop analysis capabilities of the real cycle and the processes involved.*
3. *Develop the design capability of the piston engine and its components.*
4. *Develop the ability to predict the performance of a piston engine.*

5. Develop electrical propulsion analysis capabilities.
6. Develop the ability to predict the performance of a propeller coupled to an engine.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. Motores de combustão interna a pistão

Tipos de motores, ciclos. Partes constituintes, diagrama de distribuição, acessórios, caixas redutoras para a hélice. Projeto conceptual, escoamentos, turbulência, transferência de calor, parâmetros de projeto e de desempenho. Curvas características. Motores de ignição por faísca, doseamento de combustível, ignição, combustão, índice de octano. Motores de ignição por compressão, doseamento de combustível, pulverização do combustível, inflamação, combustão, número de cetano. Sobrealimentação. Sistemas de lubrificação e de refrigeração. Produtos de combustão, poluentes, emissões e controlo das mesmas.

2. Motores elétricos

Tipos e princípios de funcionamento, parâmetros de desempenho, curvas características. Controladores.

3. Hélices

Princípios de funcionamento, tipos, tecnologia, sistemas de controlo, parâmetros de desempenho, curvas características, compatibilização hélice/motor. Mapa de funcionamento do sistema motor-hélice.

4.4.5. Syllabus:

1. Piston internal combustion engines

Types of engines, cycles. Constituent parts, distribution diagram, accessories, gearboxes for the propeller. Conceptual design, flows, turbulence, heat transfer, design and performance parameters. Characteristic curves. Spark ignition engines, fuel metering, ignition, combustion, octane index. Compression ignition engines, fuel metering, fuel spraying, inflammation, combustion, number of cetane. Supercharging. Lubrication and cooling systems. Combustion products, pollutants, emissions and emissions control.

2. Electric motors

Types and operating principles, performance parameters, characteristic curves. Motor controllers.

3. Propellers

Operating principles, types, technology, control systems, performance parameters, characteristic curves, propeller/engine matching. Operating map of the motor-propeller system.

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

No primeiro bloco de matéria os estudantes ficam a conhecer os tipos de motores de combustão interna a pistão e os seus componentes, a identificação visual dos componentes isolados e montados nos motores e o cálculo de parâmetros de desempenho.

No segundo bloco de matéria é fornecida a informação sobre os tipos de motores elétricos e o cálculo de parâmetros de desempenho.

No terceiro bloco de matéria, são apresentados os hélices, a sua construção, instalação, controlo e a compatibilização com o motor a utilizar.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

First students get to know the types of piston internal combustion engines and their components, the visual identification of the components isolated and mounted on the engines and the calculation of performance parameters. Thereafter, students have information on the types of electric motors and the calculation of performance parameters. Afterwards, are presented the propellers, their construction, installation, control and compatibility with the engine to be used are presented.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas desta unidade curricular são teórico-práticas. São apresentados inicialmente os fundamentos teóricos e em seguida as aplicações práticas, com exemplos de cálculo. As apresentações são efetuadas recorrendo a um computador e projetor de vídeo. Os cálculos da componente prática são efetuados no quadro. Toda a documentação é fornecida aos estudantes numa plataforma de e-learning.

A avaliação periódica baseia-se na realização de uma frequência e de trabalhos conceptuais e/ou experimentais.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The classes of this curricular unit are theoretical-practical. The theoretical foundations are initially presented and then the practical applications, with examples of calculation. Presentations are made using a computer and video projector. The calculations of the practical component are made in the whiteboard. All documentation is provided to students on an e-learning platform.

The periodic evaluation is based on a written test and conceptual and / or experimental work.

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

Com a metodologia de ensino descrita é permitido aos estudantes conhecer os tipos de motores e os seus componentes, a identificação visual dos componentes isolados e montados nos motores e o cálculo de parâmetros de desempenho.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

With the teaching methodology described, students are allowed to know the types of engine and their components, the visual identification of the isolated and mounted components on the engines and the calculation of performance parameters.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- Taylor, C., "Aircraft propulsion – A Review of the Evolution of Aircraft Piston Engines", Smithsonian Institution Press, 1971.
- Smith, H., "Aircraft Piston Engines: From the Manly Baltzer to the Continental Tiara", McGraw-Hill series in aviation, 1981.
- Borden, N.; Cake, W., "Fundamentals of Aircraft Piston Engines", Hayden Book Company, 1970
- Heywood, J.B., "Internal Combustion Engine Fundamentals", McGraw-Hill Bo. Co., New York, 1988.
- Ferguson, C.; Kirkpatrick, C., "Internal Combustion Engines – Applied Thermosciences" 3rd Edition, John Willey and Sons
- "Commercial Aircraft Propulsion and Energy Systems Research: Reducing Global Carbon Emission", The National Academies Press, 2016
- "Propeller Performance and Noise", Lecture Series 1982-08, von Kármán Institute for Fluid Dynamics, Rhode Saint Genese, Vol.1 e 2, 1982.
- Delp, F., "Aircraft Propellers and Controls", Jeppesen, 1979
- Hitchens, F., "Propeller Aerodynamics", Andrews UK, Limited, 2015

Mapa IV - Estruturas Aeroespaciais I

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Estruturas Aeroespaciais I

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Aerospace Structures I

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

A

4.4.1.3. Duração:

1 semestre / semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

60 (TP-60)

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

-

4.4.1.7. Observations:

-

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Pedro Vieira Gamboa (TP-60)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

-

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Pretende-se que o aluno adquira competências adequadas que lhe possibilitem compreender a função dos diversos componentes das estruturas de veículos aeroespaciais, bem como calcular o nível de esforços decorrentes da aplicação de carregamentos associados à operação deste tipo de veículos.

No final da unidade curricular, o aluno deverá ser capaz de:

- *identificar os principais elementos estruturais de uma aeronave e compreender a sua função;*
- *calcular as cargas aplicadas nos diferentes elementos estruturais da aeronave;*
- *compreender os fundamentos teóricos necessários para a definição das equações gerais de equilíbrio, identificando os seus diferentes termos e relacionando as grandezas principais (tensões e extensões);*
- *calcular esforços (tensões e deformações) em componentes aeronáuticos sujeitos a diferentes modos de carregamento;*

- compreender os mecanismos de instabilidade estrutural em membros esbeltos.
- projetar elementos estruturais de aeronaves.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

The student must acquire appropriate skills to understand the function of different structural components of aerospace vehicles, as well as to undertake a stress analysis considering a loading scenario identical to the one obtained in a real operational environment.

At the end of this curricular unit, students should be able to:

- identify the main structural elements of an aircraft and understand their function;
- calculate the loads applied to the various structural elements of the aircraft;
- understand the theoretical background relating to the general equilibrium equations, identifying their different terms and different parameters (stresses and strains);
- calculate stresses and displacements of aerospace components subjected to different types of loads;
- understand structural buckling mechanisms in slender elements.
- design aircraft structural elements.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. *Introdução às estruturas aeronáuticas: conceitos gerais; evolução histórica; tipos de componentes estruturais e sua função; tipos de cargas impostas à aeronave; requisitos de aeronavegabilidade; definição de envelope de voo.*
2. *Cálculo de cargas: definições, diagrama V-n, forças no avião, cargas nas asas, cargas nas empenagens, cargas na fuselagem, cargas no trem de aterragem.*
3. *Análise de estruturas de parede fina: determinação de esforços de flexão (tensões e deslocamentos); esforços de corte e torção em vigas de secção aberta e fechada; idealização estrutural; atraso de corte.*
4. *Análise de tensões em componentes de aeronaves: longarinas com afilamento; vigas com secção variável; fuselagens; asas; aberturas em asas e fuselagens; nervuras e cavernas de fuselagens; ligações.*
5. *Instabilidade estrutural: contextualização do problema em estruturas aeronáuticas; instabilidade elástica e plástica em colunas e vigas; efeito de imperfeições; instabilidade em painéis; aspetos de projeto.*

4.4.5. Syllabus:

1. *Introduction to aerospace structures: general concepts; historical overview, types and function of structural components; types of loads on the aircraft; airworthiness requirements; definition of flight envelope.*
2. *Loads determination: definitions; V-n diagram; forces on the aircraft; wing loads; tail loads; fuselage loads; landing gear loads.*
3. *Analysis of thin-walled structures: stresses under bending loading (stresses and displacements); shear and torsion in open and closed section beams; structural idealization; shear lag.*
4. *Stress in aircraft components: tapered beams; varying cross-section beams; fuselages; wings; cut-outs in fuselages and wings; fuselage frames and wing ribs; joints.*
5. *Structural instability: relevance in aerospace components; Euler buckling of columns and beams; inelastic buckling; effect of initial imperfections; panel buckling; design considerations.*

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

Os exigentes requisitos de projeto das estruturas de aeronaves levam a que estas se caracterizem por elementos diferenciadores relativamente a outro tipo de estruturas usadas noutros modos de transporte. Por isso, e apesar de haver alguns aspetos comuns a outras áreas da Engenharia, as especificidades das estruturas presentes em veículos aeroespaciais justificam a existência de uma UC específica que possibilite a transmissão de conhecimentos de base tecnológica e científica orientados para este tipo de estruturas. Assim, esta unidade curricular surge como complemento natural a outras de natureza mais fundamental associadas à formação de um Engenheiro (por exemplo Mecânica dos Sólidos).

O programa está elaborado por forma que o aluno adquira competências que lhe possibilitem compreender a função dos diversos componentes das estruturas de veículos aeroespaciais, bem como calcular o nível de esforços decorrentes da aplicação de carregamentos associados à operação deste tipo de veículos.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The demanding requirements of the design of aircraft structures explain some important differences of these types of structures when compared to others from other transportation modes. In spite of some similarities to other areas of the Engineering Sciences, the particular characteristics of aircraft structures justify a specific curricular unit aiming at transmitting scientific and technological knowledge regarding this type of structures. In this context, the present curricular unit appears as a natural sequence of other previous fundamental curricular units common to an engineering course (namely Solid Mechanics).

Therefore, the syllabus of this curricular unit was designed so that the student can develop adequate skills in order to understand the function of the different aircraft structural components, as well as to be able to undertake a stress analysis under a loading scenario identical to real operational conditions.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Esta unidade curricular está desenvolvida numa estrutura essencialmente teórico-prática. Nela, as matérias são transmitidas oralmente com apoio de projeção de diapositivos multimédia, de informação complementar escrita no quadro e através de resolução de um número elevado de exercícios. Também é desenvolvido um projeto de dimensionamento de uma estrutura de asa que integra a grande maioria dos tópicos tratados na unidade curricular. A avaliação é feita em três momentos que avaliam aspetos diferentes das competências adquiridas pelos estudantes: dois testes escritos (T1 e T2); e um relatório de projeto (T3).

A classificação de ensino/aprendizagem é calculada com $T = 0,35T1 + 0,35T2 + 0,3T3$. A avaliação de exame é baseada num exame escrito (E1) e no trabalho de projeto realizado durante o semestre (o trabalho só é feito uma vez). A classificação do exame é $E = 0,7E1 + 0,3T3$. A nota final é $F = \max(T,E)$. A aprovação acontece quando $F \geq 10$.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

This curricular unit is structured in a mix of theoretical and practical topics. The material is transmitted orally with multimedia slideshow support, with additional information written on the blackboard and with a large number example problems solved on the blackboard. A design problem of a wing structure is also developed which integrated most of the topics dealt with in classes.

The assessment of this curricular unit is based on two written tests (T1 and T2) and a design report (T3).

The learning process mark is given by $T = 0.35T1 + 0.35T2 + 0.3T3$. The mark of the exam is based on a written test (E1) and the design report previously submitted (this report is done only once). The mark of the exam is $E = 0.7E1 + 0.3T3$. The final mark is $F = \max(T,E)$. Approval occurs for $F \geq 10$.

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

As metodologias de ensino adotadas para esta unidade curricular seguem as tendências de unidades curriculares semelhantes em outras universidades, aliando a exposição oral e multimédia com a discussão dos temas e o trabalho de projeto. A estratégia pedagógica adoptada assenta, também, no desenvolvimento de uma capacidade de análise crítica através da transmissão de conhecimentos teóricos fundamentais, da resolução de problemas práticos correspondentes a situações reais e à elaboração de um trabalho de pesquisa bibliográfica.

Apesar de haver um acompanhamento dos alunos por parte do docente da unidade curricular durante as horas de contacto, tanto nas matérias teóricas como nas práticas, é necessário um trabalho individual superior fora da aula por parte do estudante, ao nível do estudo dos conteúdos da unidade curricular, ao nível do estudo de outras matérias relacionadas contidas nas referências bibliográficas e ao nível da realização do trabalho de projeto. Este trabalho individual fomenta a autonomia e a capacidade crítica do estudante.

Esta unidade curricular não tem componente de prática laboratorial. No entanto, os estudantes podem utilizar os recursos laboratoriais disponíveis fora das horas de contacto, para complementar a sua aprendizagem, nomeadamente, inspecionar as aeronaves existentes no laboratório.

Para apoio à leção desta unidade curricular são utilizados recursos de ensino/aprendizagem diferenciados mas essenciais, nomeadamente:

- Projetor de vídeo
- Livros, artigos e outra bibliografia
- Apontamentos
- Computador
- Folhas de Cálculo
- Modelos de aeronaves desenvolvidas anteriormente na UBI e outros

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The teaching methodologies adopted for this curricular unit follow the trends of similar curricular units in other universities, combining oral exposition and multimedia presentations with the discussion of topics and project work. The adopted pedagogical strategy is also based on the development of a capacity for critical analysis through the transmission of fundamental theoretical knowledge, the resolution of practical problems corresponding to real situations and the elaboration of a bibliographic research work.

Although the professor monitors the progress of the students during the contact hours, both in theoretical and practical subjects, a more extensive individual work by students outside of the classes is necessary, regarding the study of the contents of the curricular unit, the study of other related subjects contained in the bibliographic references and the realization of the project work. This individual work promotes the autonomy and critical capacity of the student.

This curricular unit has no laboratory practice component. However, students can use the available laboratory resources outside the contact hours to complement their learning, including inspecting existing aircraft in the laboratory.

To support the teaching of this curricular unit, different but essential teaching/learning resources are used, namely:

- Video projector
- Books, articles and other bibliography
- Notes
- Computer
- Spreadsheets
- Aircraft models previously developed at UBI and others

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

1. Gamboa. P.V., Apontamentos da unidade curricular - Estruturas Aeroespaciais I, ~580 acetatos, UBI, 2020.
2. T. Megson; "Aircraft Structures for Engineering Students", 6th edition; Butterworth-Heinemann; 2017.
3. Bruce K. Donaldson; "Analysis of Aircraft Structures: An Introduction"; McGraw-Hill; 1993.
4. David Peery; "Aircraft Structures", 2nd edition; McGraw-Hill; 1982.
5. Sun, C.T.; "Mechanics of Aircraft Structures"; Wiley-Interscience; 1998.
6. Beer, F., Johnston, E., DeWolf, J., Mazurek, D.; "Mechanics of Materials", 5th Edition; McGraw-Hill Science; 2008.
7. Beer, F., Johnston, E., Eisenberg, E, Staab, G.; "Vector Mechanics for Engineers – Statics"; McGraw-Hill Science; 2003.
8. Carlos A. G. Moura Branco; "Mecânica dos Materiais", 3ª edição; Fund. Calouste Gulbenkian; 1998.
9. Michael C.Y. Niu, "Airframe Structural Design", Conmilit Press LTD., 1998.

Mapa IV - Dinâmica de Voo e Simulação

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Dinâmica de Voo e Simulação

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Flight Dynamics and Simulation

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

A

4.4.1.3. Duração:

1 semestre / semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

60 (TP-60)

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

-

4.4.1.7. Observations:

-

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Kouamana Bousson (TP-60)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

-

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

- *Saber modelar e analisar a dinâmica do voo dos veículos aeronáuticos de asa fixa;*
- *Saber simular o voo das aeronaves de asa fixa para a validação dos resultados de análise da dinâmica ou mesmo como uma alternativa à análise clássica das qualidades do voo.*

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

- *Knowing how to model and analyze the flight Dynamics of fixed-wing aerial vehicles;*
- *Knowing how to simulate the flight of fixed wing aircraft for the validation of flight dynamics assessment or even as an alternative to the classical analysis of flying qualities.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Parte I (Modelação da Dinâmica do Voo) - Sistemas de Coordenadas. Forças e Momentos. Derivadas de Estabilidade e de Controlo. Estabilidade Estática do Voo Longitudinal. Estabilidade Estática do Voo Latero-direcional. Modelos Gerais da Dinâmica do Voo. Modelos da Dinâmica do Voo Longitudinal. Modelos da Dinâmica do Voo Latero-direcional.

Parte II (Análise da Dinâmica do Voo) - Princípios da Estabilidade no Sentido de Liapunov. Análise da Estabilidade Dinâmica do Voo Longitudinal. Análise da Estabilidade Dinâmica do Voo Latero-direcional. Análise das Qualidades do Voo.

Parte III (Simulação da Dinâmica do Voo) - Simulação da Dinâmica da Tração. Simulação do Voo Longitudinal. Simulação do Voo Latero-direcional. Simulação do Voo Completo.

4.4.5. Syllabus:

Part I (Flight Dynamics Modelling) - Coordinate Frames. Forces and Moments. Stability and Control Derivatives. Static Stability of Longitudinal Flight. Static Stability of Lateral-directional Flight. General Flight Dynamics Models. Longitudinal Flight Dynamics Models. Lateral-directional Flight Dynamics Models.

Part II (Flight Dynamics Analysis) - Liapunov Stability Theory. Dynamic Stability of Longitudinal Flight. Dynamic Stability of Lateral-directional Flight. Handling Qualities Analysis.

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

O currículo da disciplina foi elaborado, por um lado, tendo em conta a evolução da dinâmica dos veículos aéreos, e por outro lado, de modo que haja uma coerência com outras unidades curriculares do mesmo curso e tendo em conta as infraestruturas oferecidas pela Universidade da Beira Interior. Esta disciplina justifica-se no sentido de preparar os alunos, futuros técnicos ou engenheiros aeronáuticos, para facilitar a sua adaptação científica e técnica a projetos no meio industrial aeronáutico.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The contents of this unit were elaborated taking into account on one hand the current trends of flight dynamics models and on the other hand the consistency with respect to other curricular units of the same study curriculum and based on the teaching facilities at the University of Beira Interior. The rationale behind the described contents stems from the necessity to prepare the students, future aeronautical technicians or engineers, for their scientific and technical adaptation to projects in the aeronautical production industry.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O ensino desta unidade curricular é efetuado do seguinte modo:

- 1. A Disponibilização dos apontamentos, antes de cada aula, na plataforma Moodle da unidade curricular no site de internet da Universidade da Beira Interior;*
 - 2. A lecionação está composta por uma parte teórica apresentada com pormenores no quadro (com base nos apontamentos previamente disponibilizados aos alunos em powerpoint ou ficheiros no formato pdf), e por uma parte prática sob a forma de exercícios ou de realização prática laboratorial;*
 - 3. A avaliação na fase de aprendizagem: uma frequência (40%) e dois miniprojetos (60%);*
 - 4. Há um exame final para quem quiser melhorar a sua classificação da aprendizagem;*
- A classificação final na unidade curricular está calculada para cada aluno/aluna como a maior das suas duas classificações c1 e c2, sendo c1 a classificação na fase de aprendizagem e c2 a obtida no exame.*

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching methodologies that are adopted for this curriculum unit are described as follows:

- 1. The lecture notes are made available to the students, before the lecture of each chapter, on the Moodle platform of the curricular unit on the website of the University of Beira Interior;*
 - 2. The lecture is composed of a theoretical part presented with details on the whiteboard (based on the lecture notes that were made available to the students), and a practical part as exercises or as laboratory work;*
 - 3. The evaluation in the learning phase: one test (40%) and two mini-projects (60%);*
 - 4. There is a final exam for anyone who wants to improve their mark;*
- The final mark in the curricular unit is calculated for each student as the highest of the two marks c1 and c2, c1 being the mark obtained during the learning phase and c2 the one obtained in the exam.*

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

A coerência das metodologias de ensino acima mencionadas justifica-se pelo facto de que o diplomado deve ser capaz de modelar, dimensionar, simular, interpretar os resultados numéricos de acordo com os conceitos adquiridos na disciplina e na sua área de formação em geral.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The soundness of the teaching methods that are mentioned above is justified by the fact that the graduate should be able to model, design, simulate and interpret the numerical results in accordance with concepts that are learnt from the curricular unit and from the overall curriculum.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- 1. M.V. Cook, Flight Dynamics. Arnold Publishers, 2009.*
- 2. B. Etkin, L.D. Reid, Dynamic of Flight. Stability and Control. John Wiley & Sons, 1996.*
- 3. R.C. Nelson, Flight Stability and Automatic Control. 2nd. Edition, McGraw-Hill, 1998.*
- 4. R. Vepa, Flight Dynamics, Simulation and Control. CRCPress, 2014.*
- 5. Conjunto de publicações sobre temas específicos e atuais relativos à dinâmica e controlo do voo (publicações a serem disponibilizadas pelo docente da cadeira).*

Mapa IV - Aerodinâmica Aplicada

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Aerodinâmica Aplicada

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Applied Aerodynamics

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

A

4.4.1.3. Duração:

1 semestre / semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

60 (TP-45;PL-15)

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

-

4.4.1.7. Observations:

-

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Jorge Manuel Martins Barata (TP-45;PL-15)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

-

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

OA1. Capacidade de análise e de controle de camadas limites.

OA2. Capacidade de análise e projeto de perfis alares.

OA3. Capacidade de análise e projeto de asas finitas.

OA4. Capacidade de análise e projeto de corpos fuselados.

OA5. Capacidade de análise e projeto das características aerodinâmicas de um avião subsónico por métodos analíticos numéricos e experimentais.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

LO1. Ability to analyze and control boundary layers.

LO2. Ability to analyze and design airfoils.

LO3. Ability to analyze and design finite wings.

LO4. Ability to analyze and design fuselage bodies.

LO5. Ability to analyze and design the aerodynamic characteristics of a subsonic aircraft using numerical and experimental analytical methods.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. Aerodinâmica do Avião. Equilíbrio de forças em diversas situações. Estabilidade. Superfícies sustentadoras, estabilizadoras e de comando.

2. Perfis Alares. Perfil delgado e perfil real. Método de transformação conforme. Transformação de Joukowski. Efeitos da viscosidade. Interação viscosa/inviscida. Método dos painéis. Perfis alares em fluido real. Posição da transição e controle da camada limite no perfil alar. Perda. Tipos de perfis e dispositivos hipersustentadores. Efeitos da compressibilidade.

3. Corpos 3D. Asas Finitas. Métodos de previsão do arrasto induzido. Métodos de linhas sustentadoras, de malhas de vórtice e de painéis 3D. Efeitos da distribuição de corda, torção geométrica, torção aerodinâmica e diedro. Características de perda. Winglets.

4. Previsão da curva de sustentação, polar de arrasto e coeficientes de estabilidade do avião. Ferramentas numéricas: modelação da interação viscosa/inviscida, modelação RANS. Métodos experimentais de caracterização da aerodinâmica.

4.4.5. Syllabus:

1. Aerodynamics of the Airplane. Balance of forces in different situations. Stability. Lifting, stabilizing and control surfaces.

2. Airfoils. Thin airfoil and real airfoil. Conforming mapping. Transformation of Joukowski. Viscosity effects. Viscous / inviscid interaction. Panel method. Wing airfoils in real fluid. Airfoil boundary layer control and transition position. Types of airfoils and high lift devices. Compressibility effects.

3. 3D bodies. Finite Wings. Prediction methods of induced drag. Lifting lines, vortex lattice method and 3D panels methods. Effects of span distribution of chord, geometric twist, aerodynamic twist and dihedral. Stall characteristics.

Winglets.

4. Airplane lift curve, drag polar and aerodynamic stability coefficients prediction. Numerical tools: modeling of viscous/invisible interaction, RANS modeling. Experimental methods for aerodynamic characterization.

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

Depois do capítulo introdutório, no Capítulo 2, abordam-se as metodologias de análise de perfis alares, incluindo a modelação da camada limite, realizando-se os OA1-2.

As metodologias para a previsão das características aerodinâmicas de corpos 3D, incluindo asas finitas são lecionadas no Capítulo 3, indo de encontro aos AO3-4.

O Capítulo 4 é dedicado à análise e projeto das características aerodinâmicas de um avião por métodos analíticos numéricos e experimentais com o propósito de atingir o OA5.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

After the introduction, in Chapter 2, the methodologies for the analysis of wing profiles are approached, including the modeling of the boundary layer, performing the LO1-2.

The methodologies for forecasting the aerodynamic characteristics of 3D bodies, including finite wings, are taught in Chapter 3, meeting the LO3-4.

Chapter 4 is dedicated to the analysis and design of the aerodynamic characteristics of an airplane using numerical and experimental analytical methods in order to achieve LO5.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Nas aulas TP, a matéria é exposta por diapositivos e exemplos demonstrativos e consolidada através de exercícios de aplicação. Um dos exercícios de aplicação é um trabalho individual de avaliação que consiste na previsão das características aerodinâmicas: curva de sustentação, polar de arrasto e coeficientes de estabilidade dum avião. Nas aulas práticas de laboratório é executado um trabalho experimental de caracterização da aerodinâmica de um perfil alar em túnel de vento.

A nota de avaliação periódica (NAP) baseia-se num teste escrito de frequência (NF), num trabalho individual (NTI) e num trabalho de laboratório (NL). A nota da avaliação periódica, NAP, é calculada da seguinte forma:

- $NAP = NF$ se $NF < 8,5$ valores
- $NAP = 0,6 NF + 0,2 NTI + 0,4 NF$ se $NF \geq 8,5$ valores

O resultado da avaliação periódica será:

- Não admitido se a classificação de NAP for inferior a 6 valores.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

In TP classes, the subject is exposed by slides presentations and demonstrative examples, then consolidated through application exercises. One of the application exercises is an individual assessment work that consists of predicting the aerodynamic characteristics: lift curve, drag pole and stability coefficients of an airplane. In practical laboratory classes an experimental work is carried out to characterize the aerodynamics of an alar profile in a wind tunnel.

The periodic assessment note (NAP) is based on a written frequency test (NF), an individual assignment (NTI) and a laboratory assignment (NL). The periodic assessment score, NAP, is calculated as follows:

- $NAP = NF$ if $NF < 8.5$ values
- $NAP = 0.6 NF + 0.2 NTI + 0.4 NF$ if $NF \geq 8.5$ values

The result of the periodic evaluation will be:

- Not allowed if the NAP classification is less than 6 marks.

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

Após a exposição da matéria por meio de apresentações de slides e exemplos demonstrativos, os alunos realizam exercícios de aplicação e consolidação da matéria em sala de aula. O trabalho de avaliação individual consiste em prever as características aerodinâmicas de um avião completo. Neste trabalho final, o aluno coloca em prática os conhecimentos que adquiriu ao longo do curso indo de encontro aos objetivos de aprendizagem 1 a 4. As aulas práticas laboratoriais e relatório de trabalho experimental permitem atingir o objetivo de aprendizagem 5.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

After the subject is exposed by slides presentations and demonstrative examples, students work in classroom consolidation exercises. The individual assessment work consists of predicting the aerodynamic characteristics of a complete airplane. In this final work, the student puts in practice the knowledge the acquired throughout the course in order to achieve learning outcomes 1 to 4. The practical laboratory classes and experimental work allows to reach learning outcomes 5.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Anderson Jr, J. D. (2010). Fundamentals of aerodynamics. Tata McGraw-Hill Education.

Brederode, V., "Aerodinâmica Incompressível: Fundamentos", IST PRESS, Instituto Superior Técnico, Lisboa, 2014 (ISBN 978-989-8481-32-0).

Barata, J.M.M., Aerodinâmica - Trabalhos de Laboratório, Serviços Gráficos, Universidade da Beira Interior, 2017 (ISBN 978-989-654-370-9).

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Instrumentação e Medida

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Instrumentation and Measurements

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

IAC

4.4.1.3. Duração:

1 semestre / semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

60 (T-15;TP-30;PL-15)

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

-

4.4.1.7. Observations:

-

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Bruno Jorge Ferreira Ribeiro (T-15;TP-30;PL-15)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

-

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

A unidade curricular Instrumentação e Medição visa proporcionar aos alunos conceitos básicos relacionados com a metrologia, promover o desenvolvimento de competências para planificação e elaboração de relatórios técnicos, apresentações orais, desenvolvimento de competências relacionadas com atividades laboratoriais experimentais. No final deste curso, o aluno deve ser capaz de:

- Descrever métodos e técnicas para avaliar a qualidade da medição*
- Aplicar métodos para medir grandezas elétricas*
- Compreender as especificações básicas dos transdutores para medir as grandezas não elétricas mais relevantes*
- Descrever os elementos mais importantes da cadeia de medição*
- Projetar sistemas básicos de medição para aplicações específicas*
- Operar com instrumentação laboratorial*
- Montar, em ambiente laboratorial, circuitos elétricos*
- Analisar o desempenho de circuitos elétricos*

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

The curricular unit Instrumentation and Measurement aims to provide the basic concepts related to metrology science and, promote the development of skills for planning and writing technical reports, oral presentations, development of skills related with experimental laboratorial activities.

At the end of this course the student should be able to:

- Describe methods and techniques for evaluating the measurement quality*
- Apply methods to measure of electric quantities*
- Understand the basic transducers specifications for measure the most important non-electrical quantities*
- Describe the most important elements of the measurement chain*
- Design basic measurement systems for specific applications*
- Operate with laboratorial instrumentation*
- Assemble, in laboratorial environment, electrical circuits*
- Analyse the performance of electrical circuits*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1 - A medição e o erro de medição

1.1 Erro de medição

1.2 Incerteza de medição

- 1.3 Padrões e calibração de instrumentos
- 2 – Medição de grandezas eléctricas
- 2.1 Métodos de medição e instrumentação
- 2.2 Caracterização de sinais eléctricos e princípios gerais de detecção
- 2.3 Princípios de medição de corrente, tensão e resistência eléctrica
- 3 – Medição de Grandezas não eléctricas
- 3.1 Princípios e cadeias de medição
- 3.2 características gerais dos transdutores
- 3.3 Transdutores na medição de algumas grandezas não eléctricas.
- 3.4 Condicionamento e terminação de sinal analógico
- 3.5 Cadeia de medição e conversão A/D
- 3.6 Sistemas de instrumentação e "smart sensors"

4.4.5. Syllabus:

- 1- Measurement
- 1.1 measurement error
- 1.2 Measurement uncertainty
- 1.3 Standards and calibration
- 2- Measurement of electrical quantities
- 2.1 Measurement methods and instrumentation
- 2.2 Characteristics of electrical signals and general principles of detection
- 2.3 Measurement techniques to measure current, voltage and impedance
- 3- Measurement of non-electrical quantities
- 3.1 Transducers and measuring chain
- 3.2 General characteristics of transducers
- 3.3 Traducers for measuring specific quantities
- 3.4 Analogue signal processing
- 3.5 Measuring chain and A/D conversion process
- 3.6 Instrumentation systems and smart sensors

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

Fundamentalmente, os objetivos do curso são baseados na aquisição de competências em assuntos relacionados com a medição de grandezas (mensuranda). Na primeira parte do curso, os alunos são sensibilizados para o desafio da medição. Na segunda parte, os alunos compreendem os métodos de medição de grandezas eléctricas. Na terceira parte do curso, os alunos tomam conhecimento de técnicas de medição de grandezas não-elétricas, durante essa parte, os alunos percebem a diversidade de técnicas e tecnologias para medir essas grandezas. No final da unidade, os alunos são sensibilizados para o desafio da conversão analógica para digital, principalmente para os aspetos relacionados com erros e resolução. A natureza prática desta unidade curricular, com várias atividades laboratoriais, dará aos alunos as diversas competências, incluindo a redação de relatórios técnicos, desenvolvimento de projetos, trabalho em equipa e apresentações orais.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

Fundamentally, the aims of this curricular unit are based on the acquirement of skills in topics related to the measurement of quantities (measurand). In the first part of the course, the students are sensitized to the measuring challenge. In the second part, the students become aware of the methods for measurement of electrical quantities. In the third part, the students become aware of measurement techniques to measure non-electrical quantities, during this part, the students become aware for the diversity of techniques and technologies to measure non-electrical quantities. At the end, the students are sensitized to the challenge of the analogue to digital conversion, mainly with the resolution aspects and errors. The practical nature of this curricular unit, with several laboratory activities, will give to the students several skills, including writing technical reports, project developing, teamwork, and oral presentations.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A avaliação final é obtida, com a ajustada ponderação, dos conhecimentos teóricos adquiridos pelo estudante, da sua prestação nas atividades de laboratório, das suas atividades de pesquisa bibliográfica e pelo seu empenho.

Cálculo da Classificação Final

NOTA FINAL = {60%TESTE} +{30%LAB + 10%TI }

LAB > classificação final da avaliação do desempenho laboratorial

TI > Trabalhos de síntese individual

TESTE> Exame final ou média dos dois testes de avaliação realizados ao longo do semestre.

Para ser admitido no exame final, os alunos devem ter uma nota de laboratório de pelo menos 10 valores.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The Assessment is accomplished, with the adjusted weighting, of the theoretical knowledge assimilated by the student, his performance in laboratory activities, his bibliographic research activities and his commitment.

Assessment methods and criteria:

Final mark = {60%TESTE} +{30%LAB + 10%TI }

LAB > Laboratory activities

TI > Research work

TESTE> Exam mark or the average between the evaluation test 1 and 2.
It is necessary to obtain a minimum grade of 9,5 Val at LAB component be admitted to exam.

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
A metodologia de ensino baseia-se na análise “top-down” de vários casos para motivar os alunos, leituras orientadas (pesquisa bibliográfica), atividades laboratoriais que são realizadas em equipa, e um projeto final (também realizado em equipa). A unidade está organizada em dois tipos de aulas diferentes: aulas teóricas com exposição dos temas fundamentais; e aulas práticas com atividades laboratoriais.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:
The teaching methodology is based on analysis “top-down” of several cases to provide motivation for the students, guided readings (bibliography research), laboratory activities that are performed in teamwork, and a final project (also done in teamwork). The unit is organized into two different classes: theoretical classes with exhibition of the fundamental subjects and practical classes with laboratory activities.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

[A] *Instrumentação Electrónica e Técnicas de Medição Aurélio Campilho Edições FEUP – 2000.*

[B] *VIM- Vocabulário Internacional de Metrologia – Conceitos fundamentais e gerais e termos associados (VIM 2012); Instituto Português da Qualidade; 1ª edição; 2012.*

[B] *Georges Asch, Acquisition de donnés – du capteur à l’ordinateur ,Dunod , 3ª edição, Paris 2011, ISBN 978-2-10-056469-9.*

[B] *Georges Asch, Les Capteurs en instrumentation industrielle,5ª édition ,Dunod , Paris, 1999.*

[B] *Joseph J. Carr, Electronic Circuit Guidebook- Vol. 1 - Sensors , Prompt Publications , 1997.*

[B] *T. W. Kerlin , Practical Thermocouple Thermometry , ISA - Instrument Society of America , 1999.*

Mapa IV - Gestão de Projetos Aeronáuticos e Engenharia de Sistemas

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Gestão de Projetos Aeronáuticos e Engenharia de Sistemas

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Aeronautical Project Management and Systems Engineering

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

A

4.4.1.3. Duração:

1 semestre / semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

60 (TP-60)

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

-

4.4.1.7. Observations:

-

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Jorge Miguel dos Reis Silva (TP-60)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

-

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

O planejamento das atividades que decorrem no seio das organizações visa atingir objetivos que satisfaçam necessidades identificadas previamente. Se bem que tal planejamento dependa do modelo de organização e de funcionamento de cada empresa ou serviço, tem vindo a verificar-se uma preferência por modelos que relacionem diretamente as metas a atingir com a disponibilidade de meios humanos e materiais necessárias ao desenvolvimento dessas atividades.

Os sistemas económicos e tecnológicos integram hoje grande quantidade de variáveis, e requerem que os profissionais envolvidos desenvolvam aptidões para atuarem na análise, projeto, e integração de sistemas complexos - otimizando o seu funcionamento.

A Gestão de Projetos Aeronáuticos e Engenharia de Sistemas pretende desenvolver nos alunos, por um lado um raciocínio crítico em torno da matéria e, por outro, as competências que lhes permitam tomar as opções mais adequadas se confrontados com processos de tomada de decisão em cenários reais.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

The planning of activities that take place within organizations aims to achieve objectives that satisfy previously identified needs. Although such planning depends on the organization and functioning model of each company or service, there has been a preference for models that directly relate the goals to be achieved with the availability of human and material resources necessary for the development of these activities.

Today's economic and technological systems integrate a large number of variables, and require that the professionals involved develop skills to act in the analysis, design, and integration of complex systems - optimizing their operation. The Management of Aeronautical Projects and Systems Engineering intends to develop in students, on the one hand, a critical reasoning around the subject and, on the other, the skills that allow them to take the most appropriate options if faced with decision-making processes in real scenarios.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Capítulo 1. Investigação Operacional e Engenharia de Sistemas: Etapas e Instrumentos Metodológicos.

Capítulo 2. Otimização Linear: Problema Geral da Otimização; Programação Linear; Forma Canónica do Problema de Programação Linear; Casos Particulares da Programação Linear (Transportes, Transexpedição, Afetação); Exercícios.

Capítulo 3. Otimização Combinatória: Problemas do Caixeiro-Viajante e da Árvore de Suporte de Custo Mínimo; Problemas de Localização e de Escolha Múltipla; Problema da Determinação de Rotas Ótimas; Exercícios.

Capítulo 4. Gestão de Projetos Aeronáuticos: Planeamento e Monitorização do Projeto em Aeronáutica; Modelos Estáveis (CPM) e Incerteza na Gestão de Projetos (PERT); Exercícios.

Capítulo 5. Engenharia de Sistemas: Métodos de Engenharia de Sistemas; Engenharia de Sistemas na Aeronáutica; Análise de Requisitos; Análise Funcional; Gestão de Iterações de Projeto; Validação e Verificação; Gestão de Risco; Engenharia Concorrente/ Colaborativa; Exercícios.

4.4.5. Syllabus:

Chapter 1. Operational Research and Systems Engineering: Methodological Steps and Instruments.

Chapter 2. Linear Optimization: General Optimization Problem; Linear Programming; Canonical Form of the Linear Programming Problem; Particular Cases of Linear Programming (Transport, Trans-expedition, Affection); Exercises.

Chapter 3. Combinatorial Optimization: Traveling Salesman and Minimum Cost Support Tree Problems; Location and Multiple Choice Problems; Problem of Determining Optimal Routes; Exercises.

Chapter 4. Aeronautical Project Management: Aeronautical Project Planning and Monitoring; Stable Models (CPM) and Project Management Uncertainty (PERT); Exercises.

Chapter 5. Systems Engineering: Systems Engineering Methods; Systems Engineering in Aeronautics; Requirements Analysis; Functional analysis; Project Iteration Management; Validation and Verification; Risk management; Concurrent / Collaborative Engineering; Exercises.

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

Para desenvolver nos alunos o raciocínio crítico e as competências que lhes permitam tomar opções quando confrontados com processos reais de tomada de decisão, a estrutura programática desenvolve-se em 5 capítulos:

Capítulo 1. Situa os conceitos básicos da Investigação Operacional e da Eng.ª de Sistemas.

Capítulo 2. Mostra a complexidade de problemas que integram vários sistemas, subsistemas e variáveis, e também a metodologia de resolução que assenta em princípios simples.

Capítulo 3. Familiariza com a aplicação de vários métodos na resolução de problemas triviais: Caixeiro-Viajante, Localização e Escolha Múltipla, Determinação de Rotas Ótimas.

Capítulo 4. Desenvolve a capacidade para a elaboração e análise de Redes de Atividades em ambientes estáveis (CPM) e de incerteza (PERT) em contexto Aeronáutico.

Capítulo 5. Desenvolve aptidões para a análise, projeto e integração de sistemas complexos (vários subsistemas e variáveis) em ambiente Aeronáutico, otimizando o seu funcionamento.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

In order to develop in students critical thinking and the skills that allow them to make choices when faced with real decision-making processes, the programmatic structure is developed in 5 chapters:

Chapter 1. Situates the basic concepts of Operational Research and Systems Engineering.

Chapter 2. It shows the complexity of problems that integrate several systems, subsystems and variables, but also the resolution methodology that is based on simple principles.

Chapter 3. Familiarize with the application of various methods in solving trivial problems: Traveling Salesman, Location and Multiple Choice, Determination of Optimal Routes.

Chapter 4. Develops the capacity for the elaboration and analysis of Activity Networks in stable environments (CPM) and uncertainty (PERT) in Aeronautical context.

Chapter 5. Develops skills for the analysis, design and integration of complex systems (various subsystems and variables) in the Aeronautical environment, optimizing their operation.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Metodologia de Ensino: as aulas são de carácter teórico-prático recorrendo-se à resolução de exercícios e à análise de casos de estudo que facilitem a compreensão da matéria exposta. Prevê-se ainda a distribuição aos alunos de diversa documentação de apoio.

Avaliação de Conhecimentos: o processo é composto por um único momento de avaliação, a Frequência e/ou o Exame, provas graduadas numa escala de 0-20 valores. Não há nota mínima para admissão a Exame, e os alunos podem recorrer a Exame para melhoria da classificação obtida por Frequência – contando sempre a melhor classificação de ambos os momentos de avaliação. O aluno terá Aprovação na UC desde que obtenha uma classificação igual ou superior a 9,5 valores. Durante o semestre não há controlo de presenças. As Aulas Abertas são a exceção à regra pois requerem presença obrigatória – salvo casos devidamente justificados. Assim, a Participação nas aulas (Abertas) e a Frequência terão pesos de, respetivamente, 10% e 90%.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Teaching Methodology: classes are of a theoretical-practical nature using resolution of exercises and analysis of case studies that facilitate the understanding of the exposed subject. It is also foreseen the distribution to students of diverse supporting documentation.

Student's Assessment: the process consists of a single evaluation moment, the Test and / or the Exam, graded on a scale of 0-20 values. There is no minimum grade for admission to the Exam, and students can use the Exam to improve the classification obtained by Frequency - always counting the best classification of both moments of assessment. Student will have approval in the UC as long as he / she obtains a classification equal to or higher than 9.5 values. During the semester there is no attendance control. Open Classes are the exception to the rule as they require mandatory attendance - except in duly justified cases. Thus, Participation in classes (Open) and Frequency will have weights of 10% and 90%, respectively.

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

A metodologia de ensino adotada para esta unidade curricular segue referências internacionais de unidades curriculares semelhantes sobretudo as ministradas em universidades da Rede PEGASUS - uma parceria das melhores universidades europeias no ensino da Engenharia Aeronáutica/ Aeroespacial e que conta atualmente com 28 membros em 11 países europeus. Deste modo, a metodologia de ensino desta unidade curricular alia a exposição oral e multimédia com a discussão de artigos científicos e a resolução de exercícios. Deste modo, procuram-se desenvolver nos alunos capacidades de análise crítica através da transmissão de conhecimentos teóricos fundamentais, da discussão de artigos científicos, e da resolução de problemas práticos correspondentes a situações reais. Apesar do acompanhamento dos alunos por parte do docente durante as horas de contacto - nas matérias teóricas e nas práticas, é necessário um trabalho individual do aluno fora da sala de aula ao nível do estudo dos conteúdos da unidade curricular, mas também de matérias relacionadas com as referências bibliográficas recomendadas. Este trabalho fomenta a autonomia quer a capacidade crítica do estudante.

Para apoio à leção desta unidade curricular são utilizados recursos de ensino/aprendizagem diferenciados, mas essenciais, nomeadamente: Computador; Projetor de Vídeo; Livros, Artigos e outra Bibliografia; Apontamentos; entre outros.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The teaching methodology adopted for this curricular unit follows international references from similar curricular units, especially those taught in universities of the PEGASUS Network - a partnership of the best European universities in the teaching of Aeronautical / Aerospace Engineering and which currently has 28 members in 11 European countries. In this way, the teaching methodology of this curricular unit combines oral and multimedia exposure with the discussion of scientific articles and the resolution of exercises. In this way, students are sought to develop critical analysis skills through the transmission of fundamental theoretical knowledge, the discussion of scientific articles, and the resolution of practical problems corresponding to real situations.

Despite the monitoring of students by the teacher during contact hours - in theoretical and practical subjects, it is necessary for the student to work individually outside the classroom in terms of studying the contents of the course unit, but also in matters related to recommended bibliographic references. This work fosters both the autonomy and the critical capacity of the student.

To support the teaching of this course, differentiated but essential teaching / learning resources are used, namely: Computer; Video Projector; Books, Articles and other Bibliography; Appointments; among others.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Guerreiro, J., Magalhães A. e M. Ramalhete (1985) Programação Linear, Volumes I (ISBN: 972-9241-03-1) e II (ISBN: 972-9241-04-X), Lisboa, McGraw-Hill.

Hillier, F. and G. Lieberman (1990) Introduction to Operations Research, New Jersey, Prentice-Hall, ISBN: 0-07-100745-8.

Kerzner, H. (1995) Project Management. A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling, USA, International Thomson Publishing Inc., ISBN: 0-442-01907-6

Tavares, L., Oliveira, R., Themido, I. e F. Correia (1996) Investigação Operacional, Lisboa, McGraw-Hill.

Kossiakoff, A., Sweet, W., Seymour, S. and S. Biemer (2011) Systems Engineering Principles and Practice (2nd Edition), ISBN-13: 978-0470405482, ISBN-10: 0470405481, Wiley-Interscience.

NCOSE (2015) INCOSE Systems Engineering Handbook: A Guide for System Life Cycle Processes and Activities (4th Edition), ISBN-10: 1118999401, ISBN-13: 978-1118999400, Wiley.

Mapa IV - Propulsão II

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Propulsão II

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Propulsion II

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

A

4.4.1.3. Duração:

1 semestre / semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

60 (TP-60)

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

-

4.4.1.7. Observations:

-

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Francisco Miguel Ribeiro Proença Brójo (TP-60)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

-

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

- 1. Compreender o ciclo de funcionamento de um motor de turbina de gás*
- 2. Desenvolver a capacidade de determinação do desempenho dos componentes do motor de turbina de gás*
- 3. Desenvolver capacidades de análise do ciclo real de um motor de turbina de gás*
- 4. Desenvolver capacidades de avaliação do desempenho fora do ponto de projeto*
- 5. Conhecer os principais problemas de refrigeração de motor a jato*
- 6. Desenvolver capacidades de análise do ruído de motores de turbina de gás*

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

- 1. Understand the operating cycle of a gas turbine engine*
- 2. Develop the ability to determine the performance of gas turbines components*
- 3. Develop capabilities to analyze the actual cycle of a gas turbine engine*
- 4. Develop performance evaluation capabilities outside the design point*
- 5. Know the main jet engine cooling problems*
- 6. Develop noise analysis capabilities for gas turbine engines*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Ciclo de funcionamento de um motor a jato. Comportamento ideal dos componentes. Efeito de queima a um número de Mach finito. Turbojato com pós-combustor. Turbofan com fluxos de exaustão separados e misturados. Misturador ideal de pressão constante. Turbofan com pós-combustor
Desempenho dos componentes. Equação de força de propulsão. Consumo específico. Tração máxima. Cálculo utilizando valores médios. Componentes de motores: admissão, compressor, câmara de combustão, turbina e tubeira propulsiva. Motores com hélices confinadas.
Ciclo real de um motor de turbina de gás turbojato, turbofan, turbohélice e turbo-eixo.
Desempenho fora do ponto de projeto em motores turbojato, turbofan, turbohélice e turbo-eixo. Curvas características dos componentes.
Refrigeração e ruído em motores de turbina de gás.

4.4.5. Syllabus:

Operating cycle of a jet engine. Optimal component behavior. Burning effect at a finite Mach number. Turbojet with afterburner. Turbofan with separate and mixed exhaust streams. Ideal mixer with constant pressure. Turbofan with afterburner.

Component performance. Propulsion force equation. Specific consumption. Maximum thrust. Calculation using average values. Engine components: intake, compressor, combustion chamber, turbine and propulsive nozzle.

Advanced ducted engines.

Actual cycle of a turbojet, turbofan, turboprop and turboshaft engines.

Performance outside the design point in turbojet, turbofan, turboprop and turboshaft engines.

Component characteristic curves.

Cooling and noise in gas turbine engines.

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

O conteúdo programático foi desenvolvido em torno dos motores de turbina de gás. São apresentados os fundamentos teóricos do cálculo preliminar deste tipo de motores e as aplicações dos diferentes tipos de motores. Com esta unidade curricular, os alunos adquirem competências na escolha, cálculo e análise dos diferentes tipos de motores de turbina de gás.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The programmatic content was developed around gas turbine engines. The theoretical foundations of the preliminary calculation of this type of engines and the applications of the different types of engines are presented. With this curricular unit, students acquire skills in choosing, calculating and analyzing the different types of gas turbine engines.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas desta unidade curricular são teórico-práticas. São apresentados inicialmente os fundamentos teóricos e em seguida as aplicações práticas, com exemplos de cálculo. As apresentações são efetuadas recorrendo a um computador e projetor de vídeo. Os cálculos da componente prática são efetuados no quadro. Toda a documentação é fornecida aos estudantes numa plataforma de e-learning.

A avaliação periódica baseia-se na realização de duas frequências.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The classes of this curricular unit are theoretical-practical. The theoretical foundations are initially presented and then the practical applications, with examples of calculation. Presentations are made using a computer and video projector. The calculations of the practical component are made at the whiteboard. All documentation is provided to students on an e-learning platform.

The periodic evaluation is based on the realization of two written tests.

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

Com a metodologia de ensino descrita é permitido aos estudantes conhecer os tipos de motores e os seus componentes, a identificação visual dos componentes isolados e montados nos motores e o cálculo de parâmetros de desempenho.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

With the teaching methodology described, students are allowed to know the types of motors and their components, the visual identification of the isolated and mounted components on the motors and the calculation of performance parameters.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

El-Sayed, Ahmed, Aircraft Propulsion and Gas Turbine Engines, CRC Press. Saravanamuttoo, H.; Rogers, G.; Cohen, H.; Straznicky, P.; Gas Turbine Theory, Prentice Hall. Oates, G. C., Aerothermodynamics of Gas Turbine and Rocket Propulsion, AIAA.

Oates, G. C. (Ed.), Aerothermodynamics of Aircraft Engine Components, AIAA.

The Jet Engine, The Technical Publications Department, Rolls-Royce plc.

Mattingly, J. D., Heiser, W. H., Daley, D. H., Aircraft Engine Design, AIAA.

Mapa IV - Estruturas Aeroespaciais II

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Estruturas Aeroespaciais II

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Aerospace Structures II

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

A

4.4.1.3. Duração:

1 semestre / semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

60 (TP-45,PL-15)

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

-

4.4.1.7. Observations:

-

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Pedro Vieira Gamboa (TP-45, PL-15)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

-

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Pretende-se que o aluno adquira competências adicionais às obtidas em Estruturas Aeroespaciais I, que permitam analisar com métodos mais avançados esforços e deformações em componentes e estruturas aeroespaciais através da utilização de ferramentas analíticas e computacionais adequadas. Também se pretende que saibam identificar carregamentos críticos de natureza não permanente e desenvolver um componente estrutural aeronáutico.

No final da unidade curricular, o aluno deverá:

- *saber analisar e dimensionar estruturas em compósitos laminados;*
- *saber aplicar o método dos elementos finitos em diferentes situações para calcular esforços em componentes aeronáuticos sujeitos a diferentes modos de carregamento;*
- *compreender os fenómenos aeroelásticos de superfícies sustentadoras e o seu impacto no projeto da estrutura.*
- *compreender os mecanismos de fadiga e saber prever o dano em componentes;*
- *saber projetar, fabricar e ensaiar uma caixa de torção de asa em compósitos laminados.*

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

At the end of this curricular unit, students should acquire additional skills to those obtained in Aerospace Structures I, which will enable them to undertake a more detailed analysis of stresses and deformations in aerospace structures and components by using appropriate analytical and computational tools. It is also intended that they know how to identify critical loadings of a non-permanent nature and to develop an aeronautical structural component.

At the end of the curricular unit, the student must:

- *know how to analyze and size structures in laminated composites;*
- *know how to apply FEM in different situations to calculate stresses on aeronautical components subject to different loading modes;*
- *understand the aeroelastic phenomena of lifting surfaces and their impact on the design of the structure.*
- *understand the mechanisms of fatigue and know how to predict damage in components;*
- *know how to design, manufacture and test a wing box of wings in laminated composites.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Estruturas em materiais compósitos: propriedades dos materiais compósitos utilizados em aeronáutica; análise de esforços em compósitos laminados; tipos de falha; análise de componentes aeronáuticos laminados (asas e fuselagens); fabrico de componentes em compósito laminados.*
- 2. Métodos computacionais para análise estrutural: métodos matriciais (barras, vigas, treliças 2D e 3D); método dos elementos finitos (elementos viga, triangular e quadrilateral); exemplos de aplicação (análise estática); programas comerciais de MEF.*
- 3. Introdução à aeroelasticidade: interação fluido-estrutura; fenómenos de divergência, flutter e reversão de comando; estimativa de velocidades críticas; técnicas para controlo destes fenómenos.*
- 4. Introdução à Mecânica da Fratura: mecanismos de ruína e sua importância para o projeto de estruturas aeronáuticas; energia associada à fratura; propagação de fendas por fadiga e fluência; fator de intensidade de tensão; fatores ambientais.*

4.4.5. Syllabus:

1. Composite structures: characteristics and properties of aerospace composite materials; stress-strain analysis for an orthotropic laminate; types of failure; analysis of laminated aeronautical components (wings and fuselages); manufacturing of laminated composite components.
2. Computational methods for structural analysis: matrice methods (bars, beams, 2D and 3D trusses); the finite element method (beams, triangular and quadrilateral elements); examples and practical problems (static analysis); FEM commercial programs.
3. Introduction to aeroelasticity: fluid-structure interaction; divergence, flutter and control reversal phenomena; estimate of critical speeds; techniques for active control of aeroelastic phenomena.
4. Introduction to Fracture Mechanics: ruin mechanisms and their importance to the design of aircraft structures; energy associated with fracture; crack propagation due to fatigue and creep; definition of stress intensity factor; environmental factors.

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

Atendendo ao facto de existir uma UC anterior dedicada às estruturas de aeronaves (Estruturas Aeroespaciais I) e outras, o programa da presente UC foi estruturado visando transmitir conhecimentos mais avançados, e com maior grau de especialização, na área das estruturas de aeronaves. Assim, são introduzidos vários tópicos fundamentais para o projeto de estruturas aeroespaciais: estruturas em materiais compósitos laminados, abrangendo a análise, dimensionamento e fabrico; método dos elementos finitos para a análise de problemas estruturais, pretendendo-se criar competências mínimas para a utilização de ferramentas computacionais na análise e projeto de estruturas e componentes aeronáuticos; aeroelasticidade de superfícies sustentadoras, dada a sua extrema importância para o projeto de estruturas aeroespaciais modernas; Mecânica da Fratura, dada a sua importância para a compreensão dos fenómenos associados à ruína de componentes e integridade das estruturas aeroespaciais.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

Given the fact that there is a previous curricular unit dedicated to the analysis of aircraft structures (Aerospace Structures I), the syllabus of this curricular unit was structured in order to ensure a deeper knowledge and a greater degree of specialization in the area of aircraft structures. Thus, several fundamental topics for the design of aerospace structures are introduced: structures in laminated composite materials, covering analysis, sizing and manufacturing; finite element method for the analysis of structural problems, intending to create minimum competencies for the use of computational tools in the analysis and design of aeronautical structures and components; aeroelasticity of lifting surfaces, given their extreme importance for the design of modern aerospace structures; Fracture Mechanics, given its importance for understanding the phenomena associated with the ruin of components and integrity of aerospace structures.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Esta unidade curricular está desenvolvida numa estrutura essencialmente teórico-prática. Nela, as matérias são transmitidas oralmente com apoio de projeção de diapositivos multimédia, de informação complementar escrita no quadro e através de resolução de um número elevado de exercícios. Em complemento, existe uma componente de prática de laboratório para fabricar e ensaiar uma asa previamente projetada utilizando os conhecimentos adquiridos. A avaliação é feita em três momentos que avaliam aspetos diferentes das competências adquiridas pelos estudantes: dois testes escritos (T1 e T2); e um relatório de projeto (T3).

A classificação de ensino/aprendizagem é calculada com $T = 0,3T1 + 0,3T2 + 0,4T3$. A avaliação de exame é baseada num exame escrito (E1) e no trabalho de projeto realizado durante o semestre (o trabalho só é feito uma vez). A classificação do exame é $E = 0,6E1 + 0,4T3$. A nota final é $F = \text{maior}(T,E)$. A aprovação acontece quando $F \geq 10$.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

This course is structured in a mix of theoretical and practical topics. The material is transmitted orally with multimedia slideshow support, with additional information written on the board and with a large number example problems solved on the blackboard. The laboratory practice deals with the manufacturing and testing of the wing designed using the gained knowledge.

The assessment of this curricular unit is based on two written tests (T1 and T2) and a design report (T3).

The learning process mark is given by $T = 0.3T1 + 0.3T2 + 0.4T3$. The mark of the exam is based on a written test (E1) and the design report previously submitted (this report is done only once). The mark of the exam is $E = 0.6E1 + 0.4T3$. The final mark is $F = \text{larger}(T,E)$. Approval occurs for $F \geq 10$.

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

As metodologias de ensino adotadas para esta unidade curricular seguem as tendências de unidades curriculares semelhantes em outras universidades, aliando a exposição oral e multimédia com a discussão dos temas e o trabalho de projeto. A estratégia pedagógica adoptada assenta, também, no desenvolvimento de uma capacidade de análise crítica através da transmissão de conhecimentos teóricos fundamentais, da resolução de problemas práticos correspondentes a situações reais e à elaboração de um trabalho de pesquisa bibliográfica.

Esta unidade curricular tem componente de prática laboratorial. Para complementar a aprendizagem, são estudados casos de estudo recorrendo às aeronaves existentes nos laboratórios do departamento de Ciências Aeroespaciais. No âmbito do trabalho de projeto a desenvolver pelos estudantes, são realizadas aulas práticas de demonstração e aplicação de técnicas de fabrico de uma caixa de torção em compósito laminado e do seu ensaio estrutural. São realizadas, também, algumas aulas práticas para demonstração, em laboratório, dos mecanismos de falha de materiais compósitos e para a utilização de técnicas de microscopia para avaliação de dano. Casos de estudo no domínio aeronáutico serão oportunamente analisados procurando despertar o sentido de análise crítica dos alunos.

Apesar de haver um acompanhamento dos alunos por parte do docente da unidade curricular durante as horas de contacto, tanto nas matérias teóricas como nas práticas, é necessário um trabalho individual superior fora da aula por parte do estudante, ao nível do estudo dos conteúdos da unidade curricular, ao nível do estudo de outras matérias

relacionadas contidas nas referências bibliográficas e ao nível da realização do trabalho de projeto. Este trabalho individual fomenta a autonomia e a capacidade crítica do estudante.

Para apoio à lecionação desta unidade curricular são utilizados recursos de ensino/aprendizagem diferenciados mas essenciais, nomeadamente:

- Projetor de vídeo
- Livros, artigos e outra bibliografia
- Apontamentos
- Computador
- Folhas de Cálculo
- Software de FEM/FEA
- Laboratório de fabricação assistida por computador
- Laboratório de estruturas e vibrações
- Modelos de aeronaves desenvolvidas anteriormente na UBI e outros

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The teaching methodologies adopted for this curricular unit follow the trends of similar curricular units in other universities, combining oral exposition and multimedia presentations with the discussion of topics and project work. The adopted pedagogical strategy is also based on the development of a capacity for critical analysis through the transmission of fundamental theoretical knowledge, the resolution of practical problems corresponding to real situations and the elaboration of a bibliographic research work.

This curricular unit has a laboratory practice component. To complement the learning, case studies are studied using existing aircraft in the laboratories of the Aerospace Sciences Department. As part of the project work to be developed by the students, practical classes are held to demonstrate and apply techniques for the manufacturing of a wing box in laminated composites and its structural test. Some practical classes are also held to demonstrate, in the laboratory, the mechanisms of failure of composite materials and for the use of microscopy techniques to evaluate damage. Cases of study in the aeronautical field will be analyzed in due course, seeking to develop critical analysis in the students. Although the professor monitors the progress of the students during the contact hours, both in theoretical and practical subjects, a more extensive individual work by students outside of the classes is necessary, regarding the study of the contents of the curricular unit, the study of other related subjects contained in the bibliographic references and the realization of the project work. This individual work promotes the autonomy and critical capacity of the student.

To support the teaching of this curricular unit, different but essential teaching/learning resources are used, namely:

- Video projector
- Books, articles and other bibliography
- Notes
- Computer
- Spreadsheets
- FEM/FEA software
- Computer aided manufacturing laboratory
- Structures and Vibrations laboratory
- Aircraft models previously developed at UBI and others

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

1. Gamboa, P.V., Apontamentos da unidade curricular - Estruturas Aeroespaciais II, ~420 acetatos, UBI, 2020.
2. T. Megson; "Aircraft Structures for Engineering Students", 6th edition; Butterworth-Heinemann; 2017.
3. Bruce K. Donaldson; "Analysis of Aircraft Structures: An Introduction"; McGraw-Hill; 1993.
4. David Peery; "Aircraft Structures", 2nd edition; McGraw-Hill; 1982.
5. Sun, C.T.; "Mechanics of Aircraft Structures"; Wiley-Interscience; 1998.
6. Dowling, N.E.; "Mechanical Behavior of Materials: Engineering Methods for Deformation, Fracture and Fatigue", 2nd edition; Prentice Hall; New Jersey, USA; 1999.
7. Suresh, S.; "Fatigue of Materials", 2nd edition; Cambridge University Press; Cambridge, U.K.; 1998.
8. Baker, A., Stuart, D., Kelly, D. (Editors); "Composite Materials for Aircraft Structures", 2nd edition; AIAA Education Series; 2004.
9. Carlos A. G. Moura Branco; "Mecânica dos Materiais", 3ª edição; Fund. Calouste Gulbenkian; 1998.

Mapa IV - Projeto de Aeronaves

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Projeto de Aeronaves

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Aircraft Design

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

A

4.4.1.3. Duração:

1 semestre / semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

60 (TP-60)

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

-

4.4.1.7. Observations:

-

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Pedro Vieira Gamboa (TP-60)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

-

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Petende-se que os estudantes adquiram competências no desenvolvimento de uma aeronave sujeita a requisitos e constrangimentos específicos, que saibam aplicar as normas de projeto de aeronaves, que desenvolvam capacidades de integração, decisão e compromisso num projeto multidisciplinar de equipa e que saibam comunicar os seus resultados de forma efetiva.

Com esta UC os alunos devem ser capazes de:

- *descrever o processo tradicional do projeto de aeronaves e adaptá-lo a casos específicos;*
- *desenvolver programas simples para análise e projeto conceptual/preliminar de uma aeronave;*
- *integrar conhecimentos de várias áreas da ciência e da engenharia no desenvolvimento de um projeto multidisciplinar;*
- *realizar o projeto conceptual e preliminar de uma aeronave para responder a requisitos específicos;*
- *analisar resultados de projeto e identificar os parâmetros mais relevantes para a otimização de uma dada aeronave;*
- *comunicar eficazmente os resultados de projeto;*
- *trabalhar em equipa.*

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

Students should acquire skills in the development of an aircraft subject to specific requirements and constraints, know how to apply aircraft design standards, develop integration, decision and compromise capabilities in a multidisciplinary team project and know how to communicate their results effectively.

With this UC students should be able to:

- *describe the traditional aircraft design process and adapt it to specific cases;*
- *develop simple programs for the analysis and conceptual/preliminary design of an aircraft;*
- *integrate knowledge from various areas of science and engineering in the development of a multidisciplinary project;*
- *carry out the conceptual and preliminary design of an aircraft to meet specific requirements;*
- *analyze design results and identify the most relevant parameters for the optimization of a given aircraft;*
- *effectively communicate project results;*
- *work in a team.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

I. Introdução

1. Introdução à unidade curricular. 2. O processo de projeto de aeronaves. 3. Normas de aeronavegabilidade para o projeto de aeronaves.

II. Projeto conceptual

4. Dimensionamento a partir de um desenho conceptual. 5. Escolha do perfil e da geometria da asa e da cauda. 6.

Dimensionamento inicial. 7. Configuração e desenho. 8. Considerações acerca da configuração. 9. Habitáculo, passageiros e carga útil. 10. Integração do sistema propulsivo e do sistema de energia. 11. Trem de aterragem e outros sistemas. 12. Casos de estudo.

III. Dimensionamento, análise e otimização

13. Aerodinâmica. 14. Propulsão. 15. Estruturas e cargas. 16. Peso e centragem. 17. Estabilidade e controlo. 18.

Desempenho. 19. Análise de custos. 20. Otimização.

IV. Projeto de uma aeronave nova

21. Conceito de operação. 22. Conceção da aeronave. 23. Desenvolvimento de ferramenta de análise e otimização. 24.

Dimensionamento e análise. 25. Apresentações orais. 26. Relatório escrito.

4.4.5. Syllabus:

I. Introduction

1. Introduction to the curricular unit. 2. The aircraft design process. 3. Airworthiness standards for aircraft design.

II. Conceptual design

4. Sizing from a conceptual drawing. 5. Selection of the airfoil and geometry of the wings and tail. 6. Initial sizing. 7. Configuration and drawing. 8. Configuration considerations. 9. Cabin, passengers and payload. 10. Integration of the propulsive system and the power system. 11. Landing gear and other systems. 12. Case studies.

III. Sizing, analysis and optimization

13. Aerodynamics. 14. Propulsion. 15. Structures and loads. 16. Weight and balance. 17. Stability and control. 18. Performance. 19. Cost analysis. 20. Optimization.

IV. Design of a new aircraft

21. Concept of operations. 22. Aircraft design. 23. Development of analysis and optimization tool. 24. Sizing and analysis. 25. Oral presentations. 26. Written report.

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

Os conteúdos desta UC estão estruturados em quatro blocos, os três primeiros de caráter expositivo e de discussão e o quarto de caráter prático e de aplicação. Eles foram elaborados com o objetivo principal de dotar os alunos de competências de trabalho em equipa num projeto multidisciplinar complexo em que conhecimentos teóricos e práticos, técnicos e científicos, de várias áreas são necessários, em que o sentido crítico e de compromisso é essencial e, ao mesmo tempo, fomentar o espírito de inovação através de pesquisa de informação científica e tecnológica nova (fora dos conteúdos programáticos do curso) para que os requisitos de um dado projeto possam ser cumpridos.

No essencial, os conteúdos estão desenhados para que os estudantes possam aprofundar, desenvolver e integrar conhecimentos de áreas diferentes (aerodinâmica, propulsão, estruturas, materiais, desempenho de voo, estabilidade e dinâmica de voo, sistemas, etc.) para produzir um projeto de uma aeronave viável e otimizada.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The contents of this curricular unit are structured in four blocks, the first three consisting of oral exposition and discussion of topics and the fourth consisting in practical and application of the knowledge. Those were designed with the main objective to develop teamwork skills in a complex multidisciplinary project in which theoretical and practical, technical and scientific knowledge of various areas is necessary, in which the critical thought and compromise is essential and, at the same time, to foster the spirit of innovation through research of new scientific and technological information (outside the syllabus of the course) so that the requirements of a given project can be met.

In essence, the syllabus is designed so that students can deepen, develop and integrate knowledge from different areas (aerodynamics, propulsion, structures, materials, flight performance, flight stability and dynamics, systems, etc.) to produce a viable and optimized aircraft design.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Esta unidade curricular está estruturada em duas partes: uma parte essencialmente teórica e a outra essencialmente prática. Na primeira, as matérias são transmitidas oralmente com apoio de diapositivos multimédia e de informação complementar escrita no quadro. Na segunda, são ensinadas metodologias para a construção de uma ferramenta de análise e optimização e é projetada uma nova aeronave mediante requisitos de projeto específicos.

A avaliação é feita em três momentos que avaliam aspetos diferentes das competências adquiridas pelos estudantes: um teste escrito (T); três apresentações orais (A) do projeto de grupo; e um relatório de projeto (R).

A classificação de ensino/aprendizagem é calculada com $F = 0,3T + 0,2A + 0,5R$ e a aprovação é obtida com $F \geq 10$. O mesmo repete-se para a classificação de exame, sendo que, neste caso, não se repete o teste escrito nem as apresentações orais mas procede-se apenas à entrega de um relatório de projeto revisto/melhorado.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

This curricular unit is structured in two parts: one essentially theoretical and the other essentially practical. In the first part, the material is transmitted orally with multimedia slideshow support and additional information written on the blackboard. In the second part, methods for building a spreadsheet tool for analysis and optimization are taught and a new aircraft design is partially developed based on specific design requirements.

The assessment of this curricular unit is based on one written test (T), three oral presentations (A) of the team project and one design report (R).

The learning process mark is given by $F = 0.3T + 0.2A + 0.5R$ and approval is obtained if $F \geq 10$. The same is true for the examination classification, but in this case, the written test or oral presentations are not repeated, only a revised/improved design report is delivered.

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

As metodologias adotadas para esta unidade curricular seguem as tendências de UCs semelhantes em outras universidades e a experiência adquirida pela Universidade da Beira Interior no desenvolvimento de várias aeronaves não tripuladas e na condução de vários trabalhos de investigação e desenvolvimento. Esta UC tem quatro horas semanais do tipo teórico-prático e está estruturada em duas partes: uma parte (2 horas) essencialmente teórica e a outra (2 horas) essencialmente prática.

Na primeira parte, as matérias (blocos I, II e III) são transmitidas oralmente com recurso a diapositivos multimédia e de informação complementar escrita no quadro. Os diapositivos são disponibilizados online aos alunos em formato pdf para seu estudo individual e para referência, pois estão construídos na forma de apontamentos. Nesta parte também são mostrados exemplos de aplicação. A discussão dos assuntos expostos é fomentada durante as horas de contacto para melhor interiorização dos mesmos por parte dos estudantes e para desenvolvimento do sentido crítico.

Na segunda parte (bloco IV), são ensinadas metodologias para a construção de uma ferramenta de análise e optimização em folha de cálculo. Com esta base e com os conhecimentos da parte teórica, os alunos desenvolvem em

grupo (tipicamente de 5 alunos) o projeto conceptual e o projeto preliminar de uma aeronave nova para responder a requisitos fornecidos pelo docente. Durante estas aulas também é fomentada a troca de ideias entre grupos e são feitas pequenas apresentações orais ao longo do semestre sobre os desenvolvimentos realizados. Um volume grande deste trabalho tem que ser realizado fora do período da aula devido à extensão do mesmo. Este projeto permite ao aluno desenvolver capacidades de análise e de síntese, recorrendo também a conhecimentos adquiridos noutras UCs, e adquirir competências de decisão crítica e de trabalho de equipa no desenvolvimento de um sistema complexo. No final da UC o projeto é apresentado oralmente e é submetido um relatório de projeto escrito.

Apesar de haver um acompanhamento dos alunos por parte do docente da UC durante as horas de contacto, tanto nas matérias teóricas como nas práticas, é necessário um trabalho individual superior fora da aula por parte do estudante, ao nível do estudo dos conteúdos da UC, ao nível do estudo de outras matérias relacionadas contidas nas referências bibliográficas e ao nível da realização do trabalho de projeto. Este trabalho individual fomenta a autonomia e a capacidade crítica do estudante.

Para apoio à leção desta UC são utilizados recursos de ensino/aprendizagem diferenciados mas essenciais, nomeadamente:

- Projetor de vídeo
- Livros, artigos e outra bibliografia
- Apontamentos
- Computador
- Internet
- Folhas de Cálculo
- Softwares de análise de perfis, asas, hélices, de estabilidade de voo, etc.
- Software de CAD/CAE
- Modelos de aeronaves desenvolvidas anteriormente na UBI e outros

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The methodologies adopted for this curricular unit follow the trends of similar curricular units in other universities and the experience acquired by the University of Beira Interior in the development of several unmanned aircraft and in various research and development work. This curricular unit has four weekly hours of theoretical-practical lectures and is structured in two parts: one part (2 hours) essentially theoretical and the other (2 hours) essentially practical.

In the first part, the materials (blocks I, II and III) are transmitted orally using multimedia slides and supplementary information written on the board. The slides are made available online to students in pdf format for their individual study and for reference, as they are built in the form of notes. In this part, examples of application are also presented. The discussion of the topics presented is fostered during the contact hours for better understanding by the students and for the development of their critical thought.

In the second part (block IV), methodologies are taught for the construction of an analysis and optimization spreadsheet tool. With this basis and with the knowledge of the theoretical part, students develop in teams (typically 5 students) the conceptual design and preliminary design of a new aircraft to meet the requirements provided by the teacher. During these classes, the exchange of ideas among teams is also encouraged and short oral presentations about the design progress are made throughout the semester. A large volume of this work has to be performed outside the class period due to the considerable amount of work required. This project allows the student to develop analytical and synthesis skills, also using knowledge acquired in other curricular units, and to acquire critical decision skills and teamwork in the development of a complex system. At the end of the curricular unit the design is presented orally and a written design report is submitted.

Although the professor monitors the developed students' work during the contact hours, both in the theoretical and practical lectures, a considerable amount of individual work outside the class is necessary by the students, regarding the study of the syllabus of the curricular unit, the study of other related subjects contained in the bibliographic references and the realization of the design work. This individual work promotes the autonomy and critical capacity of the student.

To support the teaching of this curricular unit, different but essential teaching/learning resources are used, namely:

- Video projector
- Books, articles and other bibliography
- Notes
- Computer
- Internet
- Spreadsheets
- Analysis software for: airfoils, wings, propellers, flight stability, etc.
- CAD/CAE software
- Aircraft models developed previously at UBI and others

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

1. Gamboa, P.V., Apontamentos de Projeto de Aeronaves, ~600 acetatos, UBI, 2020
2. Gudmundsson, S., General Aviation Aircraft Design: Applied Methods and Procedures, Elsevier, 2014.
3. Torenbeek, E., Advanced Aircraft Design: Conceptual Design, Analysis and Optimization of Subsonic Civil Airplanes, Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, 2013.
4. Raymer, D. P., Aircraft Design: A Conceptual Approach, 5th edition, AIAA Education Series, 2012.
5. Gundlach, J., Designing Unmanned Aircraft Systems: A Comprehensive Approach, AIAA Education Series, 2012.
6. Howe, D., Aircraft Conceptual Design Synthesis, Professional Engineering Publishing, 2000.
7. Jenkinson, L. R., Simpkin, P., Rhodes, D., Civil Jet Aircraft Design, Arnold, 1999.
8. Roskam, J., Airplane Design – Volumes I to VIII, The University of Kansas, 1990.
9. Stinton, D., The Design of the Aeroplane, Blackwell Science, 1983.
10. Torenbeek, E., Synthesis of Subsonic Airplane Design, Delft University Press, 1982.

4.5. Metodologias de ensino e aprendizagem

4.5.1. Adequação das metodologias de ensino e aprendizagem aos objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências) definidos para o ciclo de estudos:

Nas horas de contacto as tipologias de aula são teóricas, teórico-práticas e práticas de laboratório. As metodologias de ensino usadas no ciclo de estudos nas suas várias unidades curriculares são principalmente: exposição oral da matéria por parte do docente, normalmente recorrendo a meios audiovisuais; resolução de problemas em sala de aula; análise de casos de estudo; discussão de tópicos; realização de trabalhos experimentais; realização de trabalhos computacionais; estudo individual; realização de trabalhos de casa; realização de projetos de grupo; realização de apresentações orais; escrita de relatórios; participação em aulas abertas; realização de visitas; entre outras. O engenheiro tem que ter uma formação científica e técnica de base forte o que se consegue através do estudo, da análise e da aplicação prática fazendo uso de criatividade e de rigor. É desta forma que os licenciados na sua atividade profissional poderão contribuir para uma sociedade coesa, saudável e inovadora.

4.5.1. Evidence of the teaching and learning methodologies coherence with the intended learning outcomes of the study programme:

During contact hours, class typologies can be theoretical, theoretical-practical and laboratory practices. The teaching methodologies used in the study cycle in its various curricular units are mainly: oral exposition of the subject by the teacher, usually using audiovisual media; problem solving in the classroom; analysis of case studies; discussion of topics; conducting experimental work; performing computational work; individual study; doing homework; implementation of group projects; oral presentations; writing of reports; participation in open classes; conducting visits; among others. The engineer has to have a strong basic scientific and technical training what is achieved through the study, analysis and practical application making use of creativity and rigor. This is how graduates in their professional activity can contribute to a cohesive, healthy and innovative society.

4.5.2. Forma de verificação de que a carga média de trabalho que será necessária aos estudantes corresponde ao estimado em ECTS:

Todas as UCs têm um valor em ECTS que exprime a quantidade de trabalho em horas que cada estudante deverá cumprir para concluir a UC com êxito, ou seja, são contabilizadas as horas totais de contacto, de trabalho individual e de grupo, entre outras. Na UBI, estima-se que 1 ECTS corresponde a 28H de trabalho. O corpo docente faz uma estimativa das horas de trabalho de acordo com as atividades programadas, incluindo as avaliações, os conteúdos da UC e o material de estudo indicado aos estudantes. Questionários pedagógicos semestrais, aplicados aos estudantes, são um instrumento fundamental para obter informação sobre o tempo despendido por aqueles para adquirir as competências definidas nas UC. Neste inquérito, é perguntado se o tempo gasto na UC corresponde aos ECTS definidos ou não. Adicionalmente, o delegado de ano reúne com o Diretor de Curso para exprimir as opiniões dos estudantes sobre esta matéria. Informação de UCs passadas foi usada para calcular os ECTS das UCs deste curso.

4.5.2. Means to verify that the required students' average workload corresponds the estimated in ECTS.:

All Curricular Units have a value expressed in ECTS, which corresponds to the total amount of hours (hours of contact time, hours of individual and/or group work, and others) that each student have to work in order to successfully complete the Curricular Unit. At UBI, one (1) ECTS corresponds to twenty-eight (28) working hours. Teaching staff estimates working hours based upon the programmed activities (assessments included), the syllabus and the student's study materials. Semi-annual pedagogical questionnaires applied to students are a fundamental instrument to obtain information about the working time needed to acquire the competences defined in the Curricular Unit plan. In this survey, students are asked to calculate working hours in addition to lecturing hours and to classify the adequacy of the ECTS. Furthermore, the year delegate meets with the Course Director to express students' opinions on this subject. Information from past CUs, has been used to set the ECTS for this course.

4.5.3. Formas de garantia de que a avaliação da aprendizagem dos estudantes será feita em função dos objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

Existem três mecanismos principais para verificar e garantir que a avaliação é adequada aos objetivos de aprendizagem:

- 1- Os critérios de avaliação de cada UC são publicadas online pelo docente responsável no início de cada semestre. Esta informação é validada pelo Diretor de Curso, tendo em atenção os objetivos e conteúdos programáticos da UC e os objetivos do ciclo de estudos.*
- 2- Os estudantes, através de um questionário realizado no final de cada semestre, avaliam cada UC tendo em conta os critérios de avaliação da UC por comparação com a informação publicada. O resultado destes questionários serve para o docente poder melhorar, entre outros aspetos, os critérios de avaliação aplicados.*
- 3- Quaisquer desvio na aplicação dos critérios de avaliação podem ser comunicados pelos estudantes ao Diretor de Curso e/ou ao Provedor do Estudante, os quais atuam junto do docente da UC em questão para corrigir esses desvios.*

4.5.3. Means of ensuring that the students assessment methodologies are adequate to the intended learning outcomes:

There are three main mechanisms to verify and ensure that assessment is appropriate to the learning objectives:

- 1- The evaluation criteria of each CU are published online by the responsible professor at the beginning of each semester. The Course Director, considering the objectives and syllabus of the course, and the objectives of the study cycle, validates this information.*
- 2- Students, through a questionnaire conducted at the end of each semester, evaluate each CU considering the evaluation criteria of the CU against the published information. The result of these questionnaires acts to enable the professor to improve, among other aspects, the assessment criteria applied.*
- 3- Any deviation in the application of the evaluation criteria may be communicated by the students to the Course Director and/or the Provedor do Estudante, who act with the CU professor to correct these deviations.*

4.5.4. Metodologias de ensino previstas com vista a facilitar a participação dos estudantes em atividades científicas (quando aplicável):

NA

4.5.4. Teaching methodologies that promote the participation of students in scientific activities (as applicable):

NA

4.6. Fundamentação do número total de créditos ECTS do ciclo de estudos

4.6.1. Fundamentação do número total de créditos ECTS e da duração do ciclo de estudos, com base no determinado nos artigos 8.º ou 9.º (1.º ciclo), 18.º (2.º ciclo), 19.º (mestrado integrado) e 31.º (3.º ciclo) do DL n.º 74/2006, de 24 de março, com a redação do DL n.º 65/2018, de 16 de agosto:

Este 1º ciclo de estudos apresenta uma duração de 6 semestres com um total de 180 ECTS, conforme artigo 9º do DL n.º 74/2006, à semelhança da maior parte de outros ciclos de estudos em Engenharia Aeronáutica/Aeroespacial do espaço europeu (por exemplo TU Delft, Politécnico di Milano, Politécnico di Torino, University of Stuttgart, Bristol University, entre outros) e que são conhecidos como BEng Degrees. Também existem 1º ciclos de estudos em Engenharia Aeronáutica/Aeroespacial com duração de 7 ou 8 semestres (210 ou 240 ECTS, respetivamente) como, por exemplo, os de Munich University e ETSIA Madrid, designados de BSc Degree, mas são menos comuns. Em Portugal e no resto da Europa, cursos de 1º ciclo em áreas afins tendem a ter 6 semestres de duração (180 ECTS). Também se verifica que a predominância dos 2º ciclos tem a duração de 4 semestres (120 ECTS). Esta combinação facilita a mobilidade e a progressão no ensino superior em área igual ou afim dentro do espaço nacional e europeu.

4.6.1. Justification of the total number of ECTS credits and of the duration of the study programme, based on articles 8 or 9 (1st cycle), 18 (2nd cycle), 19 (integrated master) and 31 (3rd cycle) of DL no. 74/2006, republished by DL no. 65/2018, of August 16th:

This 1st study cycle has a duration of 6 semesters with a total of 180 ECTS, according to Article 9 of DL No. 74/2006, like most other 1st study cycles in Aeronautical/Aerospace Engineering in the European space (TU Delft, Politécnico di Milano, Politécnico di Torino, University of Stuttgart, Bristol University, among others) and which are known as BEng Degrees. There are also 1st study cycles in Aeronautical/Aerospace Engineering with 7 or 8 semesters duration (210 or 240 ECTS, respectively) such as those at Munich University and ETSIA Madrid, called BSc Degree, but are less common. In Portugal and the rest of Europe, 1st study cycles in related areas tend to be 6 semesters long (180 ECTS). It is also verified that the predominance of the 2nd study cycles lasts 4 semesters (120 ECTS). This combination facilitates mobility and progression in higher education in the same area or in related areas within the national and European area.

4.6.2. Forma como os docentes foram consultados sobre a metodologia de cálculo do número de créditos ECTS das unidades curriculares:

Tendo em conta os objetivos de cada unidade curricular e os conteúdos definidos para atingir esses objetivos, os docentes que participaram na elaboração dos conteúdos definiram as horas previstas para o trabalho em sala de aula/laboratórios (horas e contacto) e as horas previstas para o estudo, o trabalho individual, o trabalho de grupo, e a avaliação. Cada 28h de trabalho equivale a 1 ECTS. Tendo em conta os valores médios das horas de trabalho estimados para as várias unidade curriculares, houve algum trabalho iterativo nos conteúdos das unidade curriculares para uniformizar o volume de trabalho de cada unidade curricular para se aproximarem a ECTS idênticos.

4.6.2. Process used to consult the teaching staff about the methodology for calculating the number of ECTS credits of the curricular units:

Taking into account the objectives of each curricular unit and the syllabus defined to achieve those objectives, the teachers who participated in the preparation of the syllabus defined the foreseen hours necessary work in the classroom/laboratories (contact hours) and the foreseen hours for studying, for individual work, for group work, and for evaluation. Every 28 hours of work corresponds to 1 ECTS. Taking into account the average values of the estimated working hours for the various curricular units, there was some iterative work in the syllabus of the curricular units to standardize the workload of each curricular unit to approach identical ECTS.

4.7. Observações

4.7. Observações:

<sem resposta>

4.7. Observations:

<no answer>

5. Corpo Docente

5.1. Docente(s) responsável(eis) pela coordenação da implementação do ciclo de estudos.

5.1. Docente(s) responsável(eis) pela coordenação da implementação do ciclo de estudos.

A coordenação da implementação da Licenciatura em Engenharia Aeronáutica é feita pelos Doutores Pedro Vieira Gamboa (atual Diretor de Curso do Mestrado Integrado em Engenharia Aeronáutica), Kouamana Bousson, Anna Guerman, Francisco Miguel Ribeiro Proença Brójo, Jorge Miguel dos Reis Silva, Miguel Ângelo Rodrigues Silvestre. Todos são doutorados há mais de 10 anos, investigam na área fundamental do ciclo de estudos de Aeronáutica e Astronáutica e têm um regime de dedicação à instituição de 100%.

As áreas de formação académica destes docentes abrangem grande parte das áreas de formação do curso. As suas áreas de doutoramento são as seguintes:

Pedro Vieira Gamboa: Engenharia Aeronáutica

Kouamana Bousson: Engenharia de Controlo Automático

Anna Guerman: Física e Matemática – Mecânica Teórica

Francisco Miguel Ribeiro Proença Brójo: Engenharia Mecânica

Jorge Miguel dos Reis Silva: Transportes

Miguel Ângelo Rodrigues Silvestre: Engenharia Aeronáutica

5.3 Equipa docente do ciclo de estudos (preenchimento automático)

5.3. Equipa docente do ciclo de estudos / Study programme's teaching staff

Nome / Name	Categoria / Category	Grau / Degree / Especialista / Specialist	Área científica / Scientific Area	Regime de tempo / Employment regime	Informação/ Information
Pedro Vieira Gamboa	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Aeronáutica	100	Ficha submetida
António Jorge Gomes Bento	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Deolinda Isabel da Conceição Mendes	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Valderi Reis Quietinho Leithardt	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor	Ciência da Computação	25	Ficha submetida
José Albertino Almeida de Figueiredo	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Química	100	Ficha submetida
João Manuel Milheiro Caldas Paiva Monteiro	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Aeronáutica	100	Ficha submetida
Luisa Maria Jota Pereira Amaral	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Paulo Jorge dos Santos Pimentel de Oliveira	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Engenharia Mecânica	100	Ficha submetida
Abílio Manuel Pereira da Silva	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Mecânica	100	Ficha submetida
Nuno Miguel Ferreira Correia	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
José Alberto Ribeiro Pacheco de Carvalho	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Ciências (Física Aplicada)	100	Ficha submetida
Anna Guerman	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Mecânica Racional	100	Ficha submetida
José Manuel Mota Lourenço da Saúde	Professor Catedrático convidado ou equivalente	Doutor	Engenharia Aeronáutica	0	Ficha submetida
Miguel Ângelo Rodrigues Silvestre	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Aeronáutica	100	Ficha submetida
José Carlos Marques Duque	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
António Eduardo Vitória do Espírito Santo	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Electrotécnica e de Computadores	100	Ficha submetida
Paulo Manuel Oliveira Fael	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Mecânica	100	Ficha submetida
André Resende Rodrigues da Silva	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Aeronáutica	100	Ficha submetida
Francisco Miguel Ribeiro Proença Brójo	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Mecânica	100	Ficha submetida
Kouamana Bousson	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Engenharia do Controlo Automático	100	Ficha submetida
Jorge Manuel Martins Barata	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Engenharia Mecânica (Aerodinâmica de Jactos)	100	Ficha submetida
Bruno Jorge Ferreira Ribeiro	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Eletrotécnica	100	Ficha submetida
Jorge Miguel dos Reis Silva	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Transportes	100	Ficha submetida
João Pinheiro da	Professor Catedrático ou	Doutor	Física	100	Ficha

<sem resposta>

5.4. Dados quantitativos relativos à equipa docente do ciclo de estudos.**5.4.1. Total de docentes do ciclo de estudos (nº e ETI)****5.4.1.1. Número total de docentes.**

24

5.4.1.2. Número total de ETI.

22.25

5.4.2. Corpo docente próprio - Docentes do ciclo de estudos em tempo integral**5.4.2. Corpo docente próprio – docentes do ciclo de estudos em tempo integral.* / "Full time teaching staff" – number of teaching staff with a full time link to the institution.***

Corpo docente próprio / Full time teaching staff	Nº / No.	Percentagem / Percentage
Nº de docentes do ciclo de estudos em tempo integral na instituição / No. of teaching staff with a full time link to the institution:	22	98.876404494382

5.4.3. Corpo docente academicamente qualificado – docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor**5.4.3. Corpo docente academicamente qualificado – docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor* / "Academically qualified teaching staff" – staff holding a PhD***

Corpo docente academicamente qualificado / Academically qualified teaching staff	ETI / FTE	Percentagem / Percentage
Docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor (ETI) / Teaching staff holding a PhD (FTE):	22.25	100

5.4.4. Corpo docente do ciclo de estudos especializado**5.4.4. Corpo docente do ciclo de estudos especializado / "Specialised teaching staff" of the study programme.**

Corpo docente especializado / Specialized teaching staff	ETI / FTE	Percentagem* / Percentage*
Docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor especializados nas áreas fundamentais do ciclo de estudos (ETI) / Teaching staff holding a PhD and specialised in the fundamental areas of the study programme	12	53.932584269663
Especialistas, não doutorados, de reconhecida experiência e competência profissional nas áreas fundamentais do ciclo de estudos (ETI) / Specialists not holding a PhD, with well recognised experience and professional capacity in the fundamental areas of the study programme	0	0
		22.25

5.4.5. Estabilidade e dinâmica de formação do corpo docente.**5.4.5. Estabilidade e dinâmica de formação do corpo docente. / Stability and development dynamics of the teaching staff**

Estabilidade e dinâmica de formação / Stability and training dynamics	ETI / FTE	Percentagem* / Percentage*
Docentes do ciclo de estudos em tempo integral com uma ligação à instituição por um período superior a três anos / Teaching staff of the study programme with a full time link to the institution for over 3 years	22	98.876404494382
Docentes do ciclo de estudos inscritos em programas de doutoramento há mais de um ano (ETI) / FTE number of teaching staff registered in PhD programmes for over one year	0	0
		22.25

Pergunta 5.5. e 5.6.

5.5. Procedimento de avaliação do desempenho do pessoal docente e medidas conducentes à sua permanente atualização e desenvolvimento profissional.

Os docentes são avaliados com base no Regulamento de Avaliação do Desempenho dos docentes (RAD). O RAD-UBI, publicado pelo Despacho n.º 17013/2010 de 15 de outubro, com a redação dada pelo Despacho n.º 10129/2014 e respetiva retificação de 16 de setembro de 2014, engloba as vertentes de: Investigação (investigação científica, criação cultural ou desenvolvimento tecnológico); Ensino (desempenho pedagógico e acompanhamento e orientação de estudantes); Transferência de Conhecimento e Tecnologia (extensão universitária, divulgação científica e valorização económica e social do conhecimento) e Gestão Universitária (participação na gestão da instituição e em tarefas relevantes atribuídas pelos órgãos competentes). Para a permanente atualização dos docentes contribui a política de estímulo à investigação de qualidade, determinada pelo Instituto Coordenador da Investigação, com o objetivo de incentivar projetos de investigação e reconhecer o mérito dos investigadores.

5.5. Procedures for the assessment of the teaching staff performance and measures for their permanent updating and professional development.

Academic staff evaluation is based on the Teacher Performance Evaluation Regulation (RAD). The RAD-UBI, published by Despacho No. 17013/2010 of October 15, with the wording given by Despacho No. 10129/2014 and its rectification dated September 16, 2014, includes the following aspects: Research (scientific investigation, cultural creation or technological development); Teaching (pedagogical performance and monitoring and orientation of students); Transfer of knowledge and technology (university extension, scientific dissemination and economic and social valuation of knowledge) and University Management (participation in the management of the institution and in relevant tasks attributed by the competent bodies). For the permanent updating of the teaching staff, UBI has set up a policy to stimulate high-quality research, determined by the Research Coordinating Institute, with the aim of encouraging research projects and recognizing the merit of researchers.

5.6. Observações:

<sem resposta>

5.6. Observations:

<no answer>

6. Pessoal Não Docente

6.1. Número e regime de tempo do pessoal não-docente afeto à lecionação do ciclo de estudos.

A lecionação das matérias teóricas, teórico-práticas, práticas e das práticas de laboratório é feita na íntegra pelos docentes do ciclo de estudos. No entanto, existe algum pessoal não docente que dá apoio no funcionamento dos laboratórios. Os Técnicos de Laboratório mantêm os laboratórios operacionais e dão apoio na preparação de equipamento e de consumíveis para as práticas de laboratório e outras aulas de cariz prático. Também colaboram na execução de instalações experimentais e protótipos necessários à realização de alguns trabalhos. Assim, neste ciclo de estudos colaboram 6 técnicos: 2 técnicos nos Laboratórios de Aeronáutica, ambos em regime de tempo integral; 1 técnico nos laboratórios de Mecânica em regime de tempo integral; e 3 técnicos nos laboratórios de Física em regime de tempo integral.

6.1. Number and work regime of the non-academic staff allocated to the study programme.

The teaching of the theoretical, theoretical-practical, practical and laboratory practices is fully done by the professors of the study cycle. However, there are some non-teaching staff who support the functioning of laboratories. Laboratory Technicians keep the labs operational and support the preparation of equipment and consumables for laboratory practices and other hands-on classes. They also collaborate in the execution of experimental installations and prototypes necessary for the works. Thus, in this study cycle there is the collaboration of 6 technical staff: 2 technicians in the Aeronautical laboratories, both full-time; 1 technician in full-time in the Mechanical laboratories; and 3 technicians in full time in the Physics Laboratories.

6.2. Qualificação do pessoal não docente de apoio à lecionação do ciclo de estudos.

Para além dos técnicos, também alguns administrativos desempenham tarefas de secretariado referentes aos processos académicos das várias unidades curriculares do ciclo de estudos e dão apoio de secretariado ao pessoal docente e aos alunos. Também existe outro pessoal não docente ligado ao ciclo de estudos, em particular aquele que está no secretariado da Faculdade de Engenharia, nos Serviços Académicos e nos Serviços de Documentação da universidade. OS colaboradores mais diretos são:

Técnico dos laboratórios de Aeronáutica – 12º ano

Técnico dos laboratórios de Aeronáutica – Licenciatura

Técnico dos laboratórios de Mecânica – Licenciatura

Técnico dos laboratórios de Física – Licenciatura

Técnico dos laboratórios de Física – Licenciatura

Técnico dos laboratórios de Física – 12º ano

Secretária da Faculdade de Engenharia - Doutoramento

Secretária do Departamento de Ciências Aeroespaciais - 12º ano

6.2. Qualification of the non-academic staff supporting the study programme.

In addition to the technical staff, some administrative staff also performs secretarial tasks relating to the academic processes of the various curricular units of the study cycle and provide secretarial support to teaching staff and students. There are also other non-teaching staff linked to the study cycle, in particular those who are in the secretariat of the Faculty of Engineering, the Academic Services and the University Documentation Services. The collaborators more closely related to the study cycle are:

*Aeronautical laboratories Technician - 12th grade
Aeronautical laboratories Technician - BEng
Mechanical laboratories Technician - BEng
Physics laboratories Technician - BEng
Physics laboratories Technician - BEng
Physics laboratories Technician - 12th grade
Secretary of the Faculty of Engineering - PhD
Secretary of the Department of Aerospace Sciences - 12th grade*

6.3. Procedimento de avaliação do pessoal não-docente e medidas conducentes à sua permanente atualização e desenvolvimento profissional.

O pessoal não docente é avaliado de acordo com o SIADAP. Periodicamente são determinados por Despacho Reitoral: fixação de objetivos em função do Plano de Atividades; transcrição dos objetivos e competências para a plataforma informática; ponderação dos parâmetros da classificação final; composição do Conselho de Coordenação da Avaliação (CCA); constituição da equipa de trabalho para acompanhamento; calendarização; realização de eleições para os vogais representantes dos funcionários na Comissão Paritária (CP) e nomeação dos representantes da Administração na CP. O processo de avaliação compreende: definição de objetivos e competências; monitorização dos objetivos e competências; autoavaliação; avaliação; a harmonização das avaliações e homologação das classificações. Através do CFIUTE, são disponibilizados cursos de formação inicial e contínua, promovidos pela UBI, por instituições externas ou em parceria, e financiados por programas ou pela UBI.

6.3. Assessment procedures of the non-academic staff and measures for its permanent updating and personal development

Non-Academic Staff is evaluated in accordance with the Performance Evaluation System, the (so-called) SIADAP. A Rector's Order often determines: objectives established according to UBI's Operational Plan; upload of the information (objectives/competencies) to the system; weighting of the evaluation parameters; composition of the Evaluation Coordination Council; constitution of the monitoring team; timescale; elections for non-teaching staff representatives to the Joint Committee (JC) and the appointment of the Administration representatives to the JC. Evaluation process comprehends: the definition of objectives/competencies; monitoring of objectives/competencies; self-evaluation; evaluation; harmonisation of the evaluations and homologation of the results. CFIUTE, the Centre for Training and Interaction of the University with the Business Sector, provides Initial and Continuous Training, promoted by UBI and/or external institutions and financed by UBI itself or through programmes.

7. Instalações e equipamentos

7.1. Instalações físicas afetas e/ou utilizadas pelo ciclo de estudos (espaços letivos, bibliotecas, laboratórios, salas de computadores, etc.):

- Laboratório de Aerodinâmica e Propulsão (367m²)
- Laboratório de Anemometria (65m²)
- Laboratório de Aviónica e Controlo (82m²)
- Laboratório de CFD - Dinâmica de Fluidos Computacional (52m²)
- Laboratório de Estruturas e Vibração (50m²)
- Laboratório de Electrónica (130m²)
- Laboratório de Informática (81m²)
- Laboratório de Fabrico Assistido por Computador (52m²)
- Laboratório de Investigação em Transportes (20m²)
- Laboratório de Mecânica Aplicada e Sistemas Mecânicos (100m²)
- Laboratório de Termodinâmica Aplicada e Transmissão de Calor (120m²)
- Laboratório de Mecânica dos Materiais e Tecnologia Mecânica (120m²)
- Laboratório de Electrotecnia (150m²)
- Laboratório de Sistemas Digitais (95m²)
- Laboratório de Química (86m²)
- Laboratório de Mecânica (142m²)
- Sala de Projecto (81m²)
- Sala de projeto colaborativo (36m²)
- Sala de Estudo (53m²)
- Gabinete de Apoio Técnico (17m²)
- Ferramentaria e sala de Materiais (14m²)
- Sala de Informática (83m²)
- Salas de Aula (2079m²)
- Biblioteca Central (2743m²)

7.1. Facilities used by the study programme (lecturing spaces, libraries, laboratories, computer rooms, ...):

- Aerodynamics and Propulsion Laboratory (367m²)
- Anemometry Laboratory (65 m²)
- Avionics and Control Laboratory (82m²)
- CFD - Computational Fluid Dynamics Laboratory (52m²)
- Laboratory of Structures and Vibrations (50m²)
- Electronics Laboratory (130 m²)
- Computer Science Laboratory (81m²)
- Computer Assisted Manufacturing Laboratory (52 m²)
- Transports Research Laboratory (20m²)
- Laboratory of Applied Mechanics and Mechanical Systems (100 m²)
- Laboratory of Applied Thermodynamics and Heat Transfer (120 m²)
- Laboratory of Mechanics of Materials and Mechanical Technology (120 m²)
- Electrotechnics Laboratory (150 m²)
- Digital Systems Laboratory (95 m²)
- Chemistry Laboratory (86 m²)
- Mechanics Laboratory (142 m²)
- Project Room (81 m²)
- Collaborative Project Room (36m²)
- Study Room (53 m²)
- Technical Support Room (17 m²)
- Tools and Materials Room (14 m²)
- Computer room (83 m²)
- Classrooms (2079 m²)
- Teaching staff offices (124 m²)
- Central Library (2743 m²)

7.2. Principais equipamentos e materiais afetos e/ou utilizados pelo ciclo de estudos (equipamentos didáticos e científicos, materiais e TIC):

- Túneis de vento (secções: 800x800mm, 300x300mm, 300x400mm; demonstração de voo; geração de fumo) equipados com manómetros e balanças
- Instalação experimental para estudo de escoamentos isentrópicos
- Banco de ensaios para turbina
- Motores de combustão interna com 4 e 9 cilindros; motor turbojacto
- Multímetros digitais, osciloscópios e analisadores de sinais
- Equipamento de anemometria de fio quente
- Simulador de voo
- Equipamento de demonstração: instrumentação do cockpit, sistema de combustível de aeronave, trem de aterragem hidráulico
- Equipamento informático (PCs com software: FORTRAN, C, Python, TECPLOT, Ansys, CATIA, MATLAB, Labview, etc)
- Máquinas de ensaios universais para caracterização estrutural
- Autoclave e estufa para fabrico de compósitos
- Unidade de demonstração e análise de ruído
- Equipamento de microscopia (óptica e MEV)
- Vários UAVs eléctricos instrumentados
- Outras instalações experimentais: motor eléctrico sem escovas; motor junkers; pulsojato sem válvulas; etc

7.2. Main equipment or materials used by the study programme (didactic and scientific equipment, materials, and ICTs):

- Wind tunnels (sections: 800x800mm, 300x300mm, 300x400mm; flight demonstration; smoke wind tunnel) with manometers and balances
- Experimental facility for the study of isentropic flows
- Engine test bench for experimental reaction turbine
- Internal combustion engines with 4 opposed and 9 radial cylinders; axial flow turbine engine
- Digital multimeters, oscilloscopes and signal analyzer
- Hot wire anemometry equipment
- Laser anemometry equipment
- Flight simulator
- Demonstration equipment: cockpit instruments; airplane fuel system; landing gear mockup
- Computer equipment (PC's with software: FORTRAN, C, Python, TECPLOT, Ansys, CATIA, MATLAB, Labview, etc)
- Universal testing machines for mechanical characterization
- Autoclave and heater device for fabrication of composites
- Noise demonstration unit and noise analyzer
- Microscopy equipment (optical and SEM)
- Several instrumented electric UAVs
- Other experimental installations: brushless electric motor; junkers engine; valveless pulsejet; etc

8. Atividades de investigação e desenvolvimento e/ou de formação avançada e desenvolvimento profissional de alto nível.

8.1. Centro(s) de investigação, na área do ciclo de estudos, em que os docentes desenvolvem a sua atividade científica

8.1. Mapa VI Centro(s) de investigação, na área do ciclo de estudos, em que os docentes desenvolvem a sua atividade científica / Research centre(s) in the area of the study programme where teaching staff develops its scientific activity

Centro de Investigação / Research Centre	Classificação (FCT) / Classification FCT	IES / HEI	N.º de docentes do CE integrados / Number of study programme teaching staff integrated	Observações / Observations
Centre for Mechanical and Aerospace Science and Technologies (C-MAST)	Muito Bom	Universidade da Beira Interior (UBI)	7	
Laboratório Associado de Energia, Transportes e Aeronáutica (LAETA)	Excelente	IDMEC, INEGI, ADAI, UBI	3	
Instituto de Investigação e Inovação em Engenharia Civil para a Sustentabilidade (CERIS)	Excelente	Associação do Instituto Superior Técnico para a Investigação e o Desenvolvimento (ISTID)	1	
Electromechatronic Systems Research Centre (CISE)	Muito Bom	Universidade da Beira Interior (UBI)	1	
Centro de Matemática e Aplicações da Universidade da Beira Interior (CMA-UBI)	Muito Bom	Universidade da Beira Interior (UBI)	6	

Pergunta 8.2. a 8.4.

8.2. Mapa-resumo de publicações científicas do corpo docente do ciclo de estudos, em revistas de circulação internacional com revisão por pares, livros ou capítulos de livro, relevantes para o ciclo de estudos, nos últimos 5 anos.

<http://www.a3es.pt/si/iportal.php/cv/scientific-publication/formId/1fc48057-02df-3e5c-1b87-5f5b94667700>

8.3. Mapa-resumo de atividades de desenvolvimento de natureza profissional de alto nível (atividades de desenvolvimento tecnológico, prestação de serviços ou formação avançada) ou estudos artísticos, relevantes para o ciclo de estudos:

<http://www.a3es.pt/si/iportal.php/cv/high-level-activities/formId/1fc48057-02df-3e5c-1b87-5f5b94667700>

8.4. Lista dos principais projetos e/ou parcerias nacionais e internacionais em que se integram as atividades científicas, tecnológicas, culturais e artísticas desenvolvidas na área do ciclo de estudos.

Exemplos de projetos:

-“MAGAL Constellation”. UTAustin, EFACEC, CEiiA, Omnidea Lda, CIIMAR, IN+, IT Aveiro, UBI. Business R&D - Cooperation Projects, International Partnerships, UT-Austin, FEDER, PORTUGAL2020. 2020-2023

-Leading Research Fellow, “The development of integrated optimization method and mathematical model of the spacecraft movement in ultra-low planets’ orbits” developed in TsAGI, Moscow, Russia, and Moscow State University “Michail Lomonosov”. 2020-2022

-Leading Research Fellow, “Study of Small Satellite Formation Flying Dynamics and Control” in the Moscow Center of Fundamental and Applied Mathematics (Russian National Program). 2020-2021

-“HYPROP - Propulsão Híbrida Elétrica”. TEKEVER, PIEP, UBI, FSD Bleu Cape. 2019-2022

-“3-AMADEUS 3-Axis Magnetic Attitude Demonstration Experiment for a Unit Spacecraft”, CEiiA and UBI. 2019-2020

-“Nanostar”. Aerospace Valley, Madrid Aerospace Cluster, Institute Polytechnique de Bordeaux, ISAE Supaero, University of Montpellier, Universidade Politécnica de Madrid, Universidade Carlos III de Madrid, UBI, IST. 2018-2020

-“INFANTE – Satélite para aplicações marítimas e comunicações a partir de constelações”. TEKEVER, AST, Critical Software, GMV, HPS, Omnidea, Spinworks, CEiiA, FCT-UNL, FEUP, INL, IPN, ISEP, ISQ, ISR Lisboa, IT Aveiro, UBI, Edisoft, Deimos Engenharia, Optimal. 2017-2020

-“EmaDeS - Energia, Materiais e Desenvolvimento Sustentável”. C-MAST/UBI. 2017-2020

-“Environmentally Friendly Aeronautical Transport Systems”, QREN. 2013-2015

-“CHANGE - Combined morPHing Assessment software usiNG flight Envelope data and mission based morphing prototype wing development”, FP7. TEKEVER, DLR, UBI, Cranfield University, Swansea University, INVENT GmbH, MMETU, TUDelft. 2012-2015

-“DesAIR - Design of Environmentallyfriendly Structures for AIRcraft”, QREN. Amorim Cork Composites, UBI, INEGI, Almadesign. 2012-2015

-“Nature - Novas Tecnologias Biomiméticas para Aerodinâmica de Baixo Reynolds”, FCT. 2012-2015

-“MAAT - Multibody Advanced Airship for Transport”, FP7. 2011-2015

-“SpaceProp – Modelação Numérica MHD em Tuberias de Impulsores MPD para Propulsão Espacial”, FCT. 2011

-“ODySSea - Orbital Dynamics of Space Systems”, FCT, COMPETE, QREN e FEDER. 2010-2013

-“DyCSol – Dynamics and Control of a Solar Sail”, AILA e CRUPDAAD. 2010-2012

-“AIRDEV – Business Models for Airport Development Management”, FCT e MITPortugal. 2009-2012

-“Desert Hawk III Propeller Design”, UBI, Lockheed Martin Corporation, 2009-2010.

-“CODIS - Controlo e Dinâmica de Sistemas Espaciais”, FCT. 2007

-“SIMUAV - Design and Implementation of a Simulator for UAVs”, ADI. Critical Software, UBI, Universidade de Coimbra. 2007-2008

Exemplos de parcerias:

RMIT University, Austrália; Federal Research Center e Moscow Aviation Institute, Rússia; Universitat Politècnica de Valencia, Espanha; Cranfield University, Reino Unido; University of Saint Thomas, MN, USA; CEiiA; que resultaram em mais de 20 publicações científicas.

8.4. List of main projects and/or national and international partnerships underpinning the scientific, technologic, cultural and artistic activities developed in the area of the study programme.

Sample projects:

- “MAGAL Constellation”. UTAustin, EFACEC, CEiiA, Omnidea Lda, CIIMAR, IN+, IT Aveiro, UBI. Business R&D - Cooperation Projects, International Partnerships, UT-Austin, FEDER, PORTUGAL2020. 2020-2023
- Leading Research Fellow, “The development of integrated optimization method and mathematical model of the spacecraft movement in ultra-low planets’ orbits” developed in TsAGI, Moscow, Russia, and Moscow State University “Michail Lomonosov”. 2020-2022
- Leading Research Fellow, “Study of Small Satellite Formation Flying Dynamics and Control” in the Moscow Center of Fundamental and Applied Mathematics (Russian National Program). 2020-2021
- “HYPROP - Propulsão Híbrida Elétrica”. TEKEVER, PIEP, UBI, FSD Bleu Cape. 2019-2022
- “3-AMADEUS 3-Axis Magnetic Attitude Demonstration Experiment for a Unit Spacecraft”, CEiiA and UBI. 2019-2020
- “Nanostar”. Aerospace Valley, Madrid Aerospace Cluster, Institute Polytechnique de Bordeaux, ISAE Supaero, University of Montpellier, Universidade Politécnica de Madrid, Universidad Carlos III de Madrid, UBI, IST. 2018-2020
- “INFANTE – Satélite para aplicações marítimas e comunicações a partir de constelações”. TEKEVER, AST, Critical Software, GMV, HPS, Omnidea, Spinworks, CEiiA, FCT-UNL, FEUP, INL, IPN, ISEP, ISQ, ISR Lisboa, IT Aveiro, UBI, Edisoft, Deimos Engenharia, Optimal. 2017-2020
- “EmaDeS - Energia, Materiais e Desenvolvimento Sustentável”. C-MAST/UBI. 2017-2020
- “Environmentally Friendly Aeronautical Transport Systems”, QREN. 2013-2015
- “CHANGE - Combined morphing Assessment software using flight Envelope data and mission based morphing prototype wing development”, FP7. TEKEVER, DLR, UBI, Cranfield University, Swansea University, INVENT GmbH, MMETU, TUDelft. 2012-2015
- “DesAIR - Design of Environmentallyfriendly Structures for AIRcraft”, QREN. Amorim Cork Composites, UBI, INEGI, Almadesign. 2012-2015
- “Nature - Novas Tecnologias Biomiméticas para Aerodinâmica de Baixo Reynolds”, FCT. 2012-2015
- “MAAT - Multibody Advanced Airship for Transport”, FP7. 2011-2015
- “SpaceProp – Modelação Numérica MHD em Tubeiras de Impulsores MPD para Propulsão Espacial”, FCT. 2011
- “ODySSea - Orbital Dynamics of Space Systems”, FCT, COMPETE, QREN e FEDER. 2010-2013
- “DyCSol – Dynamics and Control of a Solar Sail”, AILA e CRUPDAAD. 2010-2012
- “AIRDEV – Business Models for Airport Development Management”, FCT e MITPortugal. 2009-2012
- “Desert Hawk III Propeller Design”, UBI, Lockheed Martin Corporation, 2009-2010.
- “CODIS - Controlo e Dinâmica de Sistemas Espaciais”, FCT. 2007
- “SIMUAV - Design and Implementation of a Simulator for UAVs”, ADI. Critical Software, UBI, Universidade de Coimbra. 2007-2008

Sample partnerships:

RMIT University, Australia; Federal Research Center e Moscow Aviation Institute, Russia; Universitat Politècnica de Valencia, Spain; Cranfield University, UK; University of Saint Thomas, MN, USA; CEiiA; which have resulted in more than 20 scientific papers being published.

9. Enquadramento na rede de formação nacional da área (ensino superior público)

9.1. Avaliação da empregabilidade dos graduados por ciclo de estudos similares com base em dados oficiais:

Em 2016, 2017, 2018 e 2019 (dados provisórios), a Taxa de Empregabilidade (TE) para Mestrados Integrados na área científica deste ciclo de estudos é

MI em Eng. Aeronáutica – UBI (96,2%/97,9%/98,5%/97,8%)

MI em Eng. Aeroespacial – IST (97,0%/97,5%/99,1%/99,7%)

e para Licenciaturas em área próxima é

1º Ciclo em Ciências de Engenharia Aeroespacial – Universidade Lusófona do Porto (-/-/87,5%/100%)

1º Ciclo em Ciências Aeronáuticas – ISEC Lisboa (100%/97,9%/96,2%/100%)

A TE global destes ciclos de estudos em 2018 é 98,6%.

Fonte: DGEEC | <https://www.dgeec.mec.pt/np4/92/>

Verifica-se uma TE alta (~99%) que corresponde a uma taxa de desemprego de 1%. Isto é uma indicação da necessidade de quadros com competências científicas e técnicas da Engenharia Aeronáutica/Aeroespacial em todos os ramos da aviação e áreas afins e que os cursos criam profissionais que dão resposta às necessidades do mercado. A maior parte dos profissionais fica no país: o setor aeronáutico está em crescimento em Portugal.

9.1. Evaluation of the employability of graduates by similar study programmes, based on official data:

In 2016, 2017, 2018 and 2019 (provisional data), the Employability Rate (ER) for Integrated Masters (IM) in the scientific area of this study cycle is

*IM in Aeronautical Engineering - UBI (96.2%/97.9%/98.5%/97.8%)
IM in Aerospace Engineering - IST (97.0%/97.5%/99.1%/99.7%)
and for degrees in related scientific area is
First Cycle in Aerospace Engineering Sciences - Universidade Lusófona do Porto (-/-/87.5%/100%)
First Cycle in Aeronautical Sciences - ISEC Lisboa (100%/97.9%/96.2%/100%)
The overall ER of these study cycles in 2018 is 98.6%.*

Source: DGEEC | <https://www.dgeec.mec.pt/np4/92/>

The ER is high (~99%), corresponding to an unemployment rate of 1%. This is an indication of the great need for specialized staff with scientific and technical skills in Aerospace Engineering in all sectors of aviation and related areas and that the courses create professionals who respond to the market needs. Most professionals stay in the country: the aeronautical sector is growing in Portugal.

9.2. Avaliação da capacidade de atrair estudantes baseada nos dados de acesso (DGES):

Nos últimos 4 anos letivos (2016/2017, 2017/2018, 2018/2019 e 2019/2020) o n.º de inscritos no 1º ano, pela 1ª vez, nos ciclos de estudos da área foi

MI em Eng. Aeronáutica – UBI (60, 60, 70, 72);

MI em Eng. Aeroespacial – IST (135, 150, 155, 164);

1º Ciclo em Ciências de Eng. Aeronáutica – Atlântida (4, 5, 5, 10);

1º Ciclo em Ciências de Eng. Aeroespacial – Universidade Lusófona do Porto (0, 10, 9, 9);

1º Ciclo em Ciências Aeronáuticas – ISEC Lisboa (29, 23, 15, 12);

totalizando 267 novos alunos em 2019/2020, de um total de 1081 inscritos em todos os anos dos ciclos de estudos.

Nos últimos 4 anos (2017, 2018, 2019, 2020), o n.º de candidatos do contingente geral ao MI em Engenharia

Aeronáutica da UBI (curso que dá origem a este) foi o seguinte: 272, 201, 273, 234. Destes, os seguintes candidataram-se em primeira opção: 91, 84, 114, 78. A nota do último colocado na 1ª fase do concurso nacional foi: 167,5; 162,2; 165,6; 172,4.

Fonte: DGEEC | <https://www.dgeec.mec.pt/np4/EstatVagasInsc/>

9.2. Evaluation of the capability to attract students based on access data (DGES):

In the last 4 academic years (2016/2017, 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020) the no. of enrolled students in the 1st year, for the 1st time, in the study cycles of the area was

IM in Aeronautical Engineering - UBI (60, 60, 70, 72);

IM in Aerospace Engineering - IST (135, 150, 155, 164);

1st Cycle in Aeronautical Engineering Sciences - Atlântida (4, 5, 5, 10);

1st Cycle in Aerospace Engineering Sciences - Universidade Lusófona do Porto (0, 10, 9, 9);

1st Cycle in Aeronautical Sciences - ISEC Lisboa (29, 23, 15, 12);

totaling 267 new students in 2019/2020, out of a total of 1081 enrolled in all years of the study cycles.

In the last 4 years (2017, 2018, 2019, 2020), the no. of candidates from the general contingent to the IM in Aeronautical Engineering of UBI was: 272, 201, 273, 234. Of these, the following applied in 1st option: 91, 84, 114, 78. The last candidate's score in the 1st phase was: 167.5; 162.2; 165.6; 172.4.

Source: DGEEC | <https://www.dgeec.mec.pt/np4/EstatVagasInsc/>

9.3. Lista de eventuais parcerias com outras instituições da região que lecionam ciclos de estudos similares:

Não existem instituições na região que lecionam ciclos de estudos similares. Prevê-se, no entanto, criar formas de colaboração com Instituições de ensino superior com cursos de Engenharia Aeronáutica/Aeroespacial (Instituto Superior Técnico, Academia da Força Aérea) e outras Universidades e Escolas com atividades ligadas ao ramo Aeronáutico/Aeroespacial (Universidade de Évora, Universidade do Porto - FEUP, Universidade do Minho, Instituto Politécnico de Setúbal).

9.3. List of eventual partnerships with other institutions in the region teaching similar study programmes:

In the region there are no institution that teach similar study programmes. However, some partnerships can be made with Universities with Aeronautical/Aerospace Degrees (Instituto Superior Técnico, Academia da Força Aérea) and other Universities and Schools with activities in the field of Aeronautics/Aerospace (Universidade de Évora, Universidade do Porto - FEUP, Universidade do Minho, Instituto Politécnico de Setúbal).

10. Comparação com ciclos de estudos de referência no espaço europeu

10.1. Exemplos de ciclos de estudos existentes em instituições de referência do Espaço Europeu de Ensino Superior com duração e estrutura semelhantes à proposta:

O plano de estudos foi criado tendo em conta a história dos ciclos de estudo de Engenharia da UBI, o atual Mestrado Integrado em Engenharia Aeronáutica da UBI e outros ciclos de estudo de Licenciatura em Engenharia Aeronáutica/Aeroespacial no panorama Europeu (TU Delft, Politecnico di Milano, Politecnico di Torino, University of Stuttgart, Bristol University, Munich University, ETSIAE Madrid, IST, entre outros) e internacional (UFMG, AeroAstro-MIT, ITA). No panorama europeu, os 1º ciclos de estudo têm a duração típica de 3 anos (6 semestres) com um total de 180 ECTS, cobrem as áreas fundamentais da Matemática, Mecânica e Aeronáutica/Astronáutica e têm uma forte componente prática de projeto e ensaio.

10.1. Examples of study programmes with similar duration and structure offered by reference institutions in the European Higher Education Area:

The study programme was created taking into account the history of UBI's engineering study cycles, UBI's current Integrated Master's Degree in Aeronautical Engineering and other studies cycles in Aeronautical/Aerospace Engineering in the European panorama (TU Delft, Politecnico di Milano, Politecnico di Torino, University of Stuttgart, Bristol University, Munich University, ETSIAE Madrid, IST, among others) and international (UFMG, AeroAstro-MIT, ITA). In the European panorama, the 1st study cycles have a typical duration of 3 years (6 semesters) with a total of 180 ECTS, cover the fundamental areas of Mathematics, Mechanics and Aeronautics/Astronautics and have a strong practical component of design and testing.

10.2. Comparação com objetivos de aprendizagem de ciclos de estudos análogos existentes em instituições de referência do Espaço Europeu de Ensino Superior:

De uma forma geral, os 1º ciclos estudos em Engenharia Aeronáutica/Aeroespacial do panorama europeu (e mesmo internacional) pretendem formar licenciados com conhecimentos científicos sólidos, uma formação de engenharia diversificada mas ao mesmo tempo aprofundada, e com capacidade de desenvolver projetos de engenharia aplicada. Integrando os objetivos e planos de estudos desses ciclos de estudos, este novo 1º ciclo de estudos em Engenharia Aeronáutica apresenta-se com um cariz multidisciplinar e integrador essencial para a aquisição de competências que, em última análise, permitam o desenvolvimento de aeronaves (ou sistemas aeroespaciais em geral), suportado numa forte base de Matemática, Física e Mecânica; diversificando para Aerodinâmica, Propulsão, Estruturas, Mecânica de Voo, entre outras áreas; e com grande ênfase na componente aplicada com recurso a trabalhos práticos de análise, projeto, construção e teste.

10.2. Comparison with the intended learning outcomes of similar study programmes offered by reference institutions in the European Higher Education Area:

In general, the 1st study cycles in Aeronautical/Aerospace Engineering of the European (and even international) panorama intend to train graduates with solid scientific knowledge, a diversified but thorough engineering training, and capable of developing applied engineering projects. Integrating the objectives and study plans of these cycles of studies, this new 1st study cycle in Aeronautical Engineering presents itself with a multidisciplinary and integrative character essential for the acquisition of skills that ultimately allow the development of aircraft (or aerospace systems in general), supported by a strong background of Mathematics, Physics and Mechanics; diversifying for Aerodynamics, Propulsion, Structures, Flight Mechanics, among other areas; and with great emphasis on the applied component using practical work of analysis, design, construction and testing.

11. Estágios e/ou Formação em Serviço

11.1. e 11.2 Estágios e/ou Formação em Serviço

Mapa VII - Protocolos de Cooperação

Mapa VII - Protocolos de Cooperação

11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:

<sem resposta>

11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):

<sem resposta>

11.2. Plano de distribuição dos estudantes

11.2. Plano de distribuição dos estudantes pelos locais de estágio e/ou formação em serviço demonstrando a adequação dos recursos disponíveis.(PDF, máx. 100kB).

<sem resposta>

11.3. Recursos próprios da Instituição para acompanhamento efetivo dos seus estudantes nos estágios e/ou formação em serviço.

11.3. Recursos próprios da Instituição para o acompanhamento efetivo dos seus estudantes nos estágios e/ou formação em serviço:

<sem resposta>

11.3. Institution's own resources to effectively follow its students during the in-service training periods:

<no answer>

11.4. Orientadores cooperantes

11.4.1. Mecanismos de avaliação e seleção dos orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço, negociados entre a instituição de ensino superior e as instituições de estágio e/ou formação em serviço (PDF, máx. 100kB).

11.4.1 Mecanismos de avaliação e seleção dos orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço, negociados entre a instituição de ensino superior e as instituições de estágio e/ou formação em serviço (PDF, máx. 100kB).

<sem resposta>

11.4.2. Orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço (obrigatório para ciclo de estudos com estágio obrigatório por lei)

11.4.2. Mapa X. Orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço (obrigatório para ciclo de estudos com estágio obrigatório por Lei) / External supervisors responsible for following the students' activities (mandatory for study programmes with in-service training mandatory by law)

Nome / Instituição ou estabelecimento a que pertence / Institution Name	Categoria Profissional / Professional Title	Habilitação Profissional (1)/ Professional qualifications (1)	Nº de anos de serviço / Nº of working years
---	---	---	---

<sem resposta>

12. Análise SWOT do ciclo de estudos

12.1. Pontos fortes:

- O corpo docente é doutorado há mais de três anos, permitindo uma sólida lecionação das matérias e desenvolvimento de trabalhos;
- As salas de aula e laboratórios são adequadas;
- A sólida formação em ciências básicas e específicas dos estudantes do 1º ciclo em Engenharia Aeronáutica prepara-os para ingressar em 2º ciclos de Engenharia Aeronáutica ou afins;
- A UBI tem duas unidades de investigação em Ciências Aeroespaciais, LAETA e C-MAST, ambas com bons indicadores;
- A existência de um laboratório de fabrico assistido por computador no Departamento de Ciências Aeroespaciais e de um Laboratório de Fabricação da UBI proporciona um reforço de atividades experimentais;
- Existe uma relação próxima entre alunos e docentes, o que fomenta o espírito académico e de colaboração num ambiente de aprendizagem através da aplicação de conhecimentos;
- Em competições internacionais, os alunos orientados pelos docentes rivalizam com as melhores universidades;
- A UBI atrai alunos estrangeiros e incentiva programas de intercâmbio internacional.

12.1. Strengths:

- The faculty staff has been a PhD for more than three years, allowing a solid teaching of the subjects and development of works;
- Classrooms and laboratories are suitable;
- The solid training in basic and specific sciences of students of the 1st cycle in Aeronautical Engineering prepares them to enter 2nd cycles of Aeronautical Engineering or the like;
- UBI has two aerospace science research units, LAETA and C-MAST, both with good indicators;
- The existence of a computer-aided manufacturing laboratory in the Aerospace Sciences Department and a Manufacturing Laboratory of UBI provides a good support for experimental activities;
- There is a close relationship between students and teachers, which fosters academic spirit and collaboration in a learning environment through the application of knowledge;
- In international competitions, students guided by teachers rival the best universities;
- UBI attracts foreign students and encourages international exchange programs.

12.2. Pontos fracos:

- O corpo docente pertencente ao Departamento de Ciências Aeroespaciais, apesar de qualificado, é pouco numeroso, o que exige um esforço acrescido na conjugação das atividades letivas, de investigação e de gestão. A percentagem de docentes da área científica fundamental do curso (Aeronáutica e Astronáutica) é de 54%;
- Orçamento anual corrente é reduzido, o que dificulta a atualização mais regular de alguns equipamentos e a reposição ou reparação atempada e mais regular de outros;
- A percentagem de professores Catedráticos e Associados é inferior a 50%.

12.2. Weaknesses:

- The number teaching staff belonging to the Department of Aerospace Sciences, though qualified, is small, which demands additional effort to combine teaching, research and management activities. The percentage of professors in the fundamental scientific area of the course (Aeronautics and Astronautics) is 54%;
- Reduced annual budget, which prevents more regular updating of some equipment and more regular replacement or repair of others;
- The percentage of Associate and Full Professors is less than 50%.

12.3. Oportunidades:

- Elevada procura por parte de alunos com médias de candidatura elevada, permite o preenchimento das vagas com estudantes capazes e motivados;
- O setor da indústria aeronáutica tem-se desenvolvido nos últimos anos em Portugal, sendo notória a capacidade do mercado em absorver os graduados de forma consistente;
- O curso de Engenharia Aeronáutica da UBI é o que funciona há mais tempo em Portugal;
- A UBI figura nos rankings internacionais e tem uma Faculdade de Engenharia sólida quando comparada com as universidades concorrentes (em termos de localização no interior no país e dimensão das instituições);
- A localização no interior e a pequena dimensão da UBI, embora constituam inconvenientes, também podem ser vistos como vantagens. Os alunos conseguem tirar partido do baixo custo e alta qualidade de vida do interior do país e estudar num ambiente acolhedor de uma pequena universidade numa cidade universitária;
- Criação de novas parcerias com outras instituições de ensino superior e empresas.

12.3. Opportunities:

- High demand on the part of students with high average application grades, allows the filling of vacancies with capable and motivated students;
- The aeronautical industry has developed in recent years in Portugal, being notorious the market's ability to consistently absorb graduate;
- UBI's Aeronautical Engineering course is the one that has been running for the longest time in Portugal;
- UBI is in the international rankings and has a solid Faculty of Engineering when compared to competing universities (in terms of location in the interior in the country and size of institutions);
- UBI's interior location and small size, although may be regarded as shortcoming, can also be seen as an advantage. Students can take advantage of the low cost and high quality of life of the interior of the country and study in a welcoming environment of a small university in a university town;
- Creation of new partnerships with other higher education institutions and companies.

12.4. Constrangimentos:

- O facto de a UBI ser uma universidade do Interior, com tempos e custos de acesso elevados, pode contribuir para que alguns bons alunos não se candidatem em primeira opção e dificulta mais o intercâmbio científico com outras instituições de Portugal e do estrangeiro;
- O financiamento público é reduzido e, entre outros aspetos, tem dificultado o crescimento do corpo docente nas áreas fundamentais do ciclo de estudos;
- O nível remuneratório (salários e bolsas) não permite competir com instituições de referência na atração de quadros internacionais;
- A indústria aeronáutica na Beira Interior é reduzida, pelo que os licenciados deste curso deixam a região ou empregam-se noutros setores se quiserem permanecer na mesma. Esta situação não cria atratividade para investimentos futuros e para a fixação de quadros qualificados nesta área do saber na região;
- A falta de um aeródromo adjacente à UBI.

12.4. Threats:

- The fact that UBI is an interior university, with high travelling times and costs to reach it, can contribute to some good students not applying to it as a first choice and makes it more difficult for scientific exchange with other institutions in Portugal and abroad;
- Public funding is low and, among other things, has hampered the growth of faculty in the key areas of the study cycle;
- The level of remuneration (salaries and scholarships) does not allow to compete with reference institutions in attracting international staff;
- The aeronautical industry in Beira Interior is reduced, so graduates of this course leave the region or go themselves to other sectors if they want to stay in it. This situation does not create attractiveness for future investments and for the settling of qualified staff in this area of knowledge in the region;
- The lack of an airstrip adjacent to UBI.

12.5. Conclusões:

Os ciclos de estudos em Engenharia Aeronáutica da UBI têm tradição de captar bons alunos, de fornecer uma formação sólida e de alimentar o mercado de trabalho nacional e internacional com elevados níveis de empregabilidade.

Desta análise SWOT conclui-se que este 1º ciclo de estudos em Engenharia Aeronáutica fornece as condições necessárias, suficientes e diferenciadoras para formar profissionais competitivos para o mercado aeroespacial e afim nacional e internacional. Apesar de haver espaço para melhorias, em particular ao nível do número de docentes na área fundamental, a qualificação do corpo docente, as condições de estudo e aprendizagem bem como a ligação próxima entre docentes e alunos, são mais valias que contribuem para o sucesso do ciclo de estudos. O crescimento do setor aeroespacial no mundo e em particular no país proporciona grandes oportunidades para a consolidação e crescimento do ciclo de estudos, permitindo a sua atualização contínua e o aprofundamento e criação de programas

de colaboração com outras instituições. A interioridade da região, resultante principalmente do reduzido investimento é, provavelmente, o maior constrangimento. No entanto, a região onde a UBI se insere torna-se atrativa para estudar dadas a sua elevada qualidade de vida em geral e o seu baixo custo de vida.

12.5. Conclusions:

UBI's cycles of studies in Aeronautical Engineering have a tradition of attracting good students, providing solid training and feeding the national and international labor market with high levels of employability. From this SWOT Analysis it is concluded that this 1st cycle of studies in Aeronautical Engineering provides the necessary, sufficient and differentiating conditions to train competitive professionals for the international aerospace and related market. Although there is room for improvement, particularly in the level of the number of teachers in the fundamental area, the qualification of the teaching staff, the conditions of study and learning as well as the close relationship between teachers and students, are and added value that contributes to the success of the study cycle. The growth of the aerospace sector in the world and in particular in the country provides great opportunities for the consolidation and growth of the study cycle, allowing its continuous updating and the deepening and creation of collaboration programs with other institutions. The interiority of the region, mainly resulting from reduced investment is probably the greatest difficulty. However, the region where UBI is located becomes attractive to study given its high quality of life in general and its low cost of living.