

NCE/19/1901141 — Apresentação do pedido - Novo ciclo de estudos

1. Caracterização geral do ciclo de estudos

1.1. Instituição de Ensino Superior:
Universidade De Coimbra

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

1.2. Unidade orgânica (faculdade, escola, instituto, etc.):
Faculdade De Ciências E Tecnologia (UC)

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

1.3. Designação do ciclo de estudos:
Licenciatura em Engenharia Mecânica

1.3. Study programme:
Bachelor in Mechanical Engineering

1.4. Grau:
Licenciado

1.5. Área científica predominante do ciclo de estudos:
Engenharia Mecânica

1.5. Main scientific area of the study programme:
Mechanical Engineering

1.6.1 Classificação CNAEF – primeira área fundamental, de acordo com a Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março (CNAEF-3 dígitos):
521

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:
NA

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:
NA

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:

140

1.10. Condições específicas de ingresso.

Provas de Ingresso: Física e Química (07) e Matemática A (19).

"Mudança de par Instituição/Curso", "Titulares de outro curso superior" Acesso maiores de 23 anos" e Concurso especial de acesso para estudantes internacionais, os quais se regem por normativos específicos

1.10. Specific entry requirements.

Admission Tests: Physics and Chemistry (07) and Mathematics A (19

"Change of pair Institution / Program", "Holders of another higher education degree" Access over 23 years old "and Special access contest for international students, which are governed by specific regulations.)

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:

O ciclo de estudos irá recorrer essencialmente às instalações do Departamento de Engenharia Mecânica (DEM), situadas no Pólo II da Universidade de Coimbra

1.12. Premises where the study programme will be lectured:

The study cycle will mainly use the premises of the Department of Mechanical Engineering (DEM), located in the Campus II of the University of Coimbra.

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

[1.13._Regulamento_Creditacao_Formacao_Anterior_Experiencia_Profissional_UC.pdf](#)

1.14. Observações:

<sem resposta>

1.14. Observations:

<no answer>

2. Formalização do Pedido

Mapa I - Reitor da Universidade de Coimbra

2.1.1. Órgão ouvido:

Reitor da Universidade de Coimbra

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

[2.1.2._71_Eng_Mecanica_Licenciatura_compressed.pdf](#)

Mapa I - Conselho Científico da Faculdade de Ciências e Tecnologia de Universidade de Coimbra

2.1.1. Órgão ouvido:

Conselho Científico da Faculdade de Ciências e Tecnologia de Universidade de Coimbra

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

[2.1.2._CC_FCTUC_22_01_2020.pdf](#)

Mapa I - Conselho Pedagógico da Faculdade de Ciências e Tecnologia de Universidade de Coimbra

2.1.1. Órgão ouvido:

Conselho Pedagógico da Faculdade de Ciências e Tecnologia de Universidade de Coimbra

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

[2.1.2._Extrato_ataCP_FCTUC_20200415_signed_100k.pdf](#)

Mapa I - Plano de correspondência

2.1.1. Órgão ouvido:

Plano de correspondência

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

[2.1.2._LEM.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:

A formação académica do Engenheiro Mecânico, na Universidade de Coimbra, visa prepará-lo para o projeto de máquinas e processos; para a conceção e a fabricação de peças e máquinas em geral; para ações de desenvolvimento na área energética e ambiental; para a gestão da produção; para manutenção de equipamentos e também para atuarem como empreendedores nas áreas industriais afins. A formação ao nível do primeiro ciclo confere formação nos vários domínios da engenharia mecânica proporcionando uma base sólida para a prossecução de estudos bem como uma habilitação inicial para a integração no mercado de trabalho.

3.1. The study programme's generic objectives:

The academic background of the Mechanical Engineer at the University of Coimbra aims to prepare him for design and manufacture of parts and machines in general; for development actions in the energy and environmental area; for production management; for equipment maintenance; to act as entrepreneurs in the related industrial areas. Bachelor degree provides training in the several fields of mechanical engineering providing a solid basis for master studies as well as an initial qualification for integration in industrial companies.

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

Capacidade para aplicar conhecimentos de matemática, ciência e engenharia mecânica.

Capacidade para realizar experiências e para analisar os resultados

Capacidade para calcular sistemas mecânicos simples para aplicações de engenharia.

Capacidade para integrar equipas de engenharia multidisciplinares.

Capacidade para identificar e resolver problemas de engenharia mecânica.

Os alunos adquirem também um conjunto de competências transversais que garantem a sua formação global e estimulam a sua participação cívica, crítica e inovadora, promovendo o seu desenvolvimento pessoal, nomeadamente: competências interpessoais, de comunicação, de liderança e de ética no trabalho.

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

Ability to apply knowledge of math, science and mechanical engineering.

Ability to carry out experiments and to analyze results.

Ability to design simple mechanical systems for engineering applications.

Ability to integrate multidisciplinary engineering teams.

Ability to identify and solve mechanical engineering problems.

Students also acquire a set of soft skills that guarantee their global training and encourage their civic, critical and innovative participation, promoting their personal development, namely: interpersonal, communication, leadership and ethics skills in the field of job.

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 formação que se pretende conferir aos alunos é suportada por um corpo docente muito bem qualificado, que se encontra maioritariamente a desenvolver as suas atividades de investigação em unidades classificadas com "Excelente". Esta ligação permite que os alunos tenham conhecimento das atividades de investigação desenvolvidas pelos docentes. Desta forma, o curso contribui para que o conhecimento existente e desenvolvido na UC seja

transmitido pelos seus alunos para as futuras organizações empregadoras. A aproximação dos alunos à sociedade civil consegue-se também com o convite de pessoas, provenientes de diferentes domínios da sociedade, para a organização de seminários e “workshops” e ainda pelo envolvimento dos alunos, sob orientação dos docentes, nos projetos de investigação e de prestação de serviços entre o DEM-FCTUC e empresas. Deste modo, os alunos adquirem também um conjunto de competências transversais que garantem a sua formação global e estimulam a sua participação crítica e inovadora, promovendo o seu desenvolvimento pessoal e uma participação cívica. Entre essas competências transversais destacam-se: competências interpessoais, de comunicação, de liderança e de ética no trabalho. Neste contexto, os objetivos do Licenciatura em Engenharia Mecânica encontram-se em linha com os três pilares da estratégia da UC: Ensino, Investigação e Transferência de saber.

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 education that is intended for the students is supported by a very well qualified teaching staff, which is mainly developing its research activities in units classified as “Excellent”. This link allows students to be aware of the research activities carried out by the teachers. In this way, the course contributes to the transmission by its students of the existing and developed knowledge from UC to the future employing organizations. Students can also be closer to civil society by inviting people from different areas of society to organize seminars and workshops, and by involving students, under the guidance of teachers, in research and development projects. of DEM-FCTUC and companies. In this way, students also acquire a set of transversal competences that guarantee their global formation and stimulate their critical and innovative participation, promoting their personal development and civic participation. Among these transversal competences are: communication, leadership and professional ethic competences. In this context, the objectives of the Bachelor in Mechanical Engineering are in line with the three pillars of the UC strategy: Teaching, Research and Knowledge Transfer.

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 - n.a.

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

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

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 / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Mínimos optativos* / Minimum Optional ECTS*	Observações / Observations
Matemática	Mat	30		
Física	Fis	12		
Informática	Inf	6		

Química	Qui	6		
Competências Transversais	CT	6		
Ciências de Engenharia	CE	39		
Ciências de Engenharia Mecânica	CEM	81		
(7 Items)		180	0	

4.3 Plano de estudos

Mapa III - n.a. - 1º Ano/1º Semestre - 1st Year/1st Sem

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

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

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:
1º Ano/1º Semestre - 1st Year/1st Sem

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	Observações / Observations (5)
Álgebra Linear e Geometria Analítica/ Linear Algebra and Analytic Geometry	Mat	Sem	162	T- 42; TP- 28	6	
Análise Matemática I / Mathematical Analysis I	Mat	Sem	162	T- 42; TP- 28	6	
Desenho Técnico / Technical Drawing	CE	Sem	162	T- 28; TP- 28	6	
Estrutura e Propriedades dos Materiais / Structure and Properties of Matter	Qui	Sem	162	T- 28; TP- 28	6	
Mecânica Aplicada I / Applied Mechanics I	Fis	Sem	162	T-28; TP- 28	6	
(5 Items)						

Mapa III - n.a. - 1º Ano/2º Semestre - 1st Year/2nd Sem

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

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

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:
1º Ano/2º Semestre - 1st Year/2nd Sem

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	Observações / Observations (5)
--------------------------------------	---------------------------------------	------------------------	------------------------------------	------------------------------------	------	--------------------------------

Análise Matemática II / Mathematical Analysis II	Mat	Sem	162	T-42; TP- 28	6
Métodos Numéricos e Computacionais / Numerical and Computational Methods	CE	Sem	162	T-42; TP- 28	6
Física Geral / General Physics	Fis	Sem	162	T-42; TP-28	6
Programação de Computadores / Computer Programming	Inf	Sem	162	T-28; TP-28	6
Mecânica Aplicada II / Applied Mechanics II	CE	Sem	162	T-28; TP-28	6

(5 Items)**Mapa III - n.a. - 2ºAno/1º Semestre - 2nd Year/ 1st Sem****4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):***n.a.***4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):***n.a.***4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:***2ºAno/1º Semestre - 2nd Year/ 1st Sem***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	Observações / Observations (5)
Análise Matemática III / Mathematical Analysis III	Mat	Sem	162	T- 42; TP- 28	6	
Probabilidades e Estatística / Probability and Statistics	Mat	Sem	162	T- 28; TP- 28	6	
Elasticidade e Plasticidade / Elasticity and Plasticity	CE	Sem	162	T- 28; TP- 28	6	
Mecânica dos fluidos / Fluid Mechanics	CEM	Sem	162	T- 28; TP- 28	6	
Termodinâmica / Thermodynamics	CEM	Sem	162	T- 28; TP- 28	6	

(5 Items)**Mapa III - n.a. - 2º Ano/ 2º Semestre - 2nd Year/ 2nd Semester****4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):***n.a.***4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):***n.a.***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	Observações / Observations (5)
--------------------------------------	---------------------------------------	------------------------	------------------------------------	------------------------------------	------	--------------------------------

Resistência de materiais / Strength of Materials	CE	Sem	162	T- 28; TP- 28	6
Tecnologias de Conformação e Corte / Forming and Cutting Technologies	CEM	Sem	162	T- 28; TP- 28	6
Materiais metálicos / Metallic Materials	CEM	Sem	162	T- 28; TP- 28	6
Complementos de termodinâmica e fluidos / Complements of Fluids and Thermodynamics	CEM	Sem	162	T- 28; TP- 28	6
Manutenção Industrial / Industrial Maintenance	CEM	Sem	81	TP- 28	3
Gestão da Qualidade / Quality Management	CE	Sem	81	TP- 28	3

(6 Items)

Mapa III - n.a. - 3º Ano/ 1º Semestre - 3rd Year/ 1st Sem

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

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

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:
3º Ano/ 1º Semestre - 3rd Year/ 1st Sem

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	Observações / Observations (5)
Introdução ao Projeto Mecânico / Introduction to Mechanical Design	CEM	Sem	162	T- 28; TP- 28	6	
Mecânica das estruturas / Mechanic of Structures	CEM	Sem	162	T- 28; TP- 28	6	
Automação Industrial / Industrial Automation	CEM	Sem	162	T- 28; TP- 28	6	
Transmissão de Calor / Heat Transfer	CEM	Sem	162	T- 28; TP- 28	6	
Materiais não metálicos / Non-Metallic Materials	CEM	Sem	162	T- 28; TP- 28	6	

(5 Items)

Mapa III - n.a. - 3º Ano/ 1º Semestre - 3rd Year/ 2nd Sem

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

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

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:
3º Ano/ 1º Semestre - 3rd Year/ 2nd Sem

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	Observações / Observations (5)
Modelação de Sistemas Mecânicos / Mechanical Systems Modeling	CEM	Sem	162	TP- 56	6	
Sistemas e equipamentos de Energia / Energy Equipments and Systems	CEM	Sem	162	TP - 56	6	
Tecnologias de Fundição e Ligação / Casting and Joining Technologies	CEM	Sem	162	T- 28; TP- 28	6	
Instrumentação e métodos de medição / Instrumentation and Measurement Methods	CE	Sem	162	T- 28; TP- 28	6	
Ética, comunicação e liderança / Ethics, Communication and Leadership	CT	Sem	81	TP- 28	3	
Contabilidade e análise de custos / Accounting and cost analysis	CT	Sem	81	TP- 28	3	

(6 Items)

4.4. Unidades Curriculares

Mapa IV - Álgebra Linear e Geometria Analítica

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Álgebra Linear e Geometria Analítica

4.4.1.1. Title of curricular unit:
Linear Algebra and Analytic Geometry

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:
Mat

4.4.1.3. Duração:
Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:
162

4.4.1.5. Horas de contacto:
42 T; 28 TP

4.4.1.6. ECTS:
6

4.4.1.7. Observações:
<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:
<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):
João Luís Cardoso Soares 2(42:T; 28:TP)*

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:
Cândida Maria Rainho Oliveira Pereira (84:TP), Dmitry Vorotnikov (28:TP)

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

O estudante aprovado nesta unidade curricular deverá ser capaz de:

1. Classificar e resolver sistemas usando o método de eliminação de Gauss e operações com matrizes;
2. Calcular determinantes de ordem 2 e 3 e desenvolver determinantes de qualquer ordem usando a fórmula de Laplace;
3. Analisar a invertibilidade de uma matriz através da característica ou do determinante;
4. Calcular inversas de matrizes de ordem 2 e 3 usando o algoritmo de Gauss-Jordan;
5. Determinar uma base e a dimensão de um subespaço de R^n e aplicar o processo de ortogonalização de Gram-Schmidt;
6. Aplicar o método dos mínimos quadrados para determinar soluções aproximadas de sistemas;
7. Calcular valores e vetores próprios e averiguar se uma matriz é diagonalizável;
8. Aplicar os conhecimentos adquiridos à resolução de problemas nas diversas áreas da ciência e da engenharia.

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

The student who successfully completes this course will be able to:

1. Solve and classify linear systems using Gauss elimination and matrix operations;
2. Compute 2 by 2 and 3 by 3 determinants and expand any determinant using the Laplace expansion;
3. Study the invertibility of a matrix using the rank or the determinant;
4. Compute the inverse of a matrix of order 2 or 3 using the Gauss-Jordan method;
5. Compute a basis and the dimension of a subspace in R^n and apply the Gram-Schmidt orthonormalisation process;
6. Use the method of least squares to determine approximate solutions of linear systems;
7. Compute eigenvalues and eigenvectors and determine whether a given matrix is diagonalisable;
8. Apply the acquired knowledge to solving problems in science and engineering.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. Matrizes e Sistemas de Equações Lineares
2. Determinantes
3. Espaços Vetoriais e Transformações Lineares
4. Espaços Vetoriais com Produto Interno
5. Valores Próprios e Vetores Próprios. Diagonalização de Matrizes
6. Aplicações

4.4.5. Syllabus:

1. Matrices and Linear Systems
2. Determinants
3. Vector Spaces and Linear Transformations
4. Vector Spaces with an Inner Product
5. Eigenvalues and Eigenvectors. Matrix Diagonalisation
6. Applications

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

A disciplina inicia-se com uma introdução à teoria das matrizes e sistemas de equações lineares. O método de eliminação de Gauss, que reduz a matriz do sistema à forma em escada usando operações com matrizes, permite a classificação do sistema e a determinação do conjunto solução. A teoria elementar dos determinantes é relacionada com as noções de característica de uma matriz, sua invertibilidade e com a resolução de sistemas. Estes conteúdos são fundamentais para se atingirem os primeiros quatro objetivos, bem como o sétimo. Segue-se o estudo dos subespaços de R^n , das transformações lineares e do produto interno. Estes tópicos estão envolvidos no processo de ortogonalização de Gram-Schmidt e no método dos mínimos quadrados, que figuram nos objetivos quinto e sexto. Termina-se com a teoria da diagonalização de matrizes dando-se especial ênfase às aplicações que se enquadram no âmbito do ciclo de estudo a que a disciplina está associada.

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

The course starts with the introduction of matrices and linear systems. The Gaussian Elimination reduces the matrix of a linear system to row echelon form, using matrix operations, and enables the classification of the system and the computation of its solution set. The elementary theory of determinants is related to the notion of rank, invertibility of a matrix and to linear system solving. This part of the syllabus is essential to the achievement of the first four learning outcomes, as well as the seventh. The study of subspaces of R^n , linear transformations and inner products follows. These topics are involved in the Gram-Schmidt and least squares processes, of fifth and sixth learning outcomes. The course ends with the theory of diagonalisation of matrices. Special emphasis is given to applications related to the scientific area of the degree to which the course is associated.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas são de tipo teórico e teórico-prático. Os métodos de ensino são predominantemente expositivos nas componentes teóricas. Nas componentes práticas são resolvidos problemas sob a orientação do professor. Na

exposição prevalece uma forte interação entre os conceitos e a sua aplicação concreta dando um papel central à visualização e à análise de situações particulares antes de proceder a uma abstração progressiva das noções a introduzir. Ao longo do semestre é disponibilizado apoio tutorial à resolução das tarefas propostas.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching in this course assumes two formats: theoretical and example classes. During a theoretical class teaching is mostly expository. During an example class teaching consists of problem solving by the students under the guidance of the lecturer. A strong interaction between notions and their practical application is emphasised. In this task, the visualization and the analysis of concrete examples takes on a central role and prepares the way for the abstract definitions. Tutorial support is available to students to help them on the tasks assigned by the lecturers.

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

Na parte teórica das aulas, a teoria que alicerça as aplicações é explicada, são descritas as técnicas necessárias e são feitos exemplos concretos. Na parte prática o estudante é incentivado a desenvolver as suas próprias competências no domínio da teoria e das suas aplicações. É a ligação entre estes dois tipos de ensino que promove a aprendizagem dos conteúdos da unidade curricular e leva ao alcance dos seus objetivos.

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

During the theoretical part of classes the lecturer describes the theory underlying the applications, the required problem solving techniques and many concrete examples. During example parts of classes the student is encouraged to develop his/hers own skills in the fields of the theory and applications. It is this interplay between these two types of teaching that can promote acquisition of the syllabus and the attainment of the course objectives.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- [1] Ana Paula SANTANA, João QUEIRÓ (2010). *Introdução à Álgebra Linear. Trajectos Ciência, 10. Gradiva.*
- [2] Luís T. MAGALHÃES (1989). *Álgebra Linear como Introdução a Matemática Aplicada. Texto Editora.*
- [3] Chris RORRES, Howard ANTON (2014). *Elementary linear algebra with supplemental applications, international student version, Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 11ª ed.*
- [4] David R. HILL e Bernard KOLMAN (2013). *Álgebra Linear com Aplicações, Livros Téc. e Cient. Editora, 9ª ed.*
- [5] Gilbert STRANG (1988). *Linear Algebra and its Applications, San Diego: Harcourt Brace Jovanovich.*

Mapa IV - Análise Matemática I

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Análise Matemática I

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Mathematical Analysis I

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

Mat

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

42:T; 28:TP

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

Isabel Maria Narra de Figueiredo (84:T; 56:TP)

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

Carlos Leal (84:T+56:TP); Maria Elisabete Barreiro (42:T+28:TP)

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

O estudante aprovado nesta unidade curricular deverá ser capaz de:

- 1. Estudar a continuidade e diferenciabilidade de funções reais de variável real;*
- 2. Traçar curvas em coordenadas polares e paramétricas;*
- 3. Calcular derivadas e primitivas de funções elementares;*
- 4. Resolver problemas envolvendo aproximações lineares, diferenciais e derivação implícita;*
- 5. Usar o Teorema Fundamental do Cálculo para calcular áreas de figuras, comprimentos de curvas suaves e volumes de sólidos de revolução;*
- 6. Resolver equações diferenciais de variáveis separáveis e lineares de primeira ordem;*
- 7. Resolver problemas envolvendo aplicações das equações diferenciais em contextos de modelação matemática.*

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

The student who successfully completes this course will be able to:

- 1. Analyse the continuity and differentiability of real functions of real variable;*
- 2. Draw curves in polar and parametric coordinates;*
- 3. Compute derivatives and primitives of elementary functions;*
- 4. Solve problems involving linear approximations, differential and implicit differentiation;*
- 5. Use the Fundamental Theorem of Calculus to compute areas, lengths and volumes of solids of revolution;*
- 6. Solve first order differential equations by separable of variables and solve linear differential equations of first order;*
- 7. Solve problems involving applications of differential equations in mathematical modelling.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

I. Funções e curvas reais de variável real

I.1 Funções trigonométricas, funções hiperbólicas e suas inversas

I.2 Limites, continuidade e diferenciabilidade de funções reais de variável real

I.3 Curvas parametrizadas e coordenadas polares

II. Integração

II.1 Primitivas

II.2 Integral definido e aplicações

II.3 Integrais impróprios

III. Equações diferenciais ordinárias de primeira ordem

III.1 Variáveis separáveis

III.2 Equações lineares

4.4.5. Syllabus:

I. Functions and curves of a real variable

I.1 Trigonometric and hyperbolic functions and their inverses

I.2 Limits, continuity and differentiability of functions of a real variable

I.3 Parameterized curves and polar coordinates

II. Integration

II.1 Primitives

II.2 Riemann integral and applications

II.3 Improper integrals

III. Ordinary Differential Equations

III.1 Separable differential equations

III.2 First order linear differential equations

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

No âmbito do objetivo de aprendizagem que se refere ao cálculo de limites de sucessões e funções, o programa

contempla a formalização e consolidação dos conceitos de limite e de derivada de função real. A noção de derivada é também necessária para os conteúdos programáticos e objetivos de aprendizagem subsequentes, nomeadamente os que se referem à integração. A técnica de primitivação é fundamental ao cálculo integral e suas aplicações. Finalmente, para o domínio dos métodos principais de resolução de equações diferenciais ordinárias, é necessário aprender os métodos indicados nas últimas secções do programa.

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

The syllabus contemplates the formalisation and consolidation of the concepts of limit and derivative of real function which is necessary for the learning outcome that refers to the computations of limits of sequence and functions. The notion of derivative is also necessary for the subsequent topics and expected learning outcomes, namely those concerning integration. The integration of functions technique is fundamental to integral calculus and its applications. Finally, to learn the main methods of solving ordinary differential equations, it is necessary to learn the methods indicated in the last sections of the program.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas são de tipo teórico e teórico-prático. Os métodos de ensino são predominantemente expositivos nas componentes teóricas. Nas componentes práticas são resolvidos problemas sob a orientação do professor. Na exposição prevalece uma forte interação entre os conceitos e a sua aplicação concreta dando um papel central à visualização e à análise de situações particulares antes de proceder a uma abstração progressiva das noções a introduzir. Ao longo do semestre é disponibilizado apoio tutorial à resolução das tarefas propostas.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching in this course will assume two formats: theoretical and example classes. During a theoretical class teaching is mostly expository. During an example class teaching will consist of problem solving by the students under the guidance of the lecturer. A strong interaction between notions and their practical application is emphasized. In this task, the visualization and the analysis of concrete examples takes on a central role and prepares the way for the abstract definitions. Tutorial support will be available to students to help them on the tasks assigned by the lecturers.

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

Na parte teórica das aulas, a teoria que alicerça as aplicações é explicada, são descritas as técnicas necessárias e são feitos exemplos concretos. Na parte prática o estudante é incentivado a desenvolver as suas próprias competências no domínio da teoria e das suas aplicações. É a ligação entre estes dois tipos de ensino que promove a aprendizagem dos conteúdos da unidade curricular e leva ao alcance dos seus objetivos.

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

During the theoretical part of classes the lecturer describes the theory underlying the applications, the required problem solving techniques and many concrete examples. During example parts of classes the student is encouraged to develop his/hers own skills in the fields of the theory and applications. It is this interplay between these two types of teaching that can promote acquisition of the syllabus and the attainment of the course objectives.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

[1] James Stewart, *Cálculo, volumes I e II, tradução da 8ª edição norte-americana, Cengage Learning, 2017.*

[2] Jaime Carvalho e Silva: *Princípios de Análise Matemática Aplicada, McGraw-Hill, Lisboa (1994).*

[3] Gilbert Strang, *Calculus, Wellesley-Cambridge Press, 1991. (Disponível online em: <https://ocw.mit.edu/resources/res-18-001-calculus-online-textbook-spring-2005/textbook/>)*

[4] Elon Lages Lima, *Curso de Análise, volume 1, 11ª edição, Projecto Euclides, IMPA, 2004.*

Mapa IV - Desenho Técnico

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Desenho Técnico

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Technical Drawing

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CE

4.4.1.3. Duração:

Semestral**4.4.1.4. Horas de trabalho:****162****4.4.1.5. Horas de contacto:****T:28; PL:28****4.4.1.6. ECTS:****6****4.4.1.7. Observações:****<sem resposta>****4.4.1.7. Observations:****<no answer>****4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):****Nelson Miguel Lopes Soares, 112 h****4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:****<sem resposta>****4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

O desenho técnico é uma forma de comunicação gráfica para a transmissão de informação sobre a forma, a dimensão, o material e a função de uma entidade física. Como todas as formas de linguagem tem regras, vertidas em normas, cuja aplicação visa evitar equívocos de interpretação e facilitar a sua execução.

Os objectivos de aprendizagem desta disciplina são:

OA1 – Promover a familiarização dos alunos com as regras da realização de desenhos multivista;

OA2 – Desenvolver a capacidade de interpretação de desenhos multivista através da realização de perspectivas;

OA3 – Promover a familiarização dos alunos com os conceitos e as regras relativas à indicação de dimensões, tolerâncias e estado de superfície;

AO4 – Promover a familiarização dos alunos com a representação de tubagens e instrumentos de controlo;

OA5 – Desenvolver capacidade para realizar esboços à mão livre ou com a ajuda de instrumentos básicos.

OA6 – Desenvolver a capacidade para utilizar programas de CAD de modelação de sólidos.

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

The technical drawing is a form of graphic communication for the transmission of information about the shape, size, material and function of a physical entity. Like all forms of language has rules, contained in standards whose application preteds to avoid misinterpretation and facilitate their realization.

The learning objectives of this course are:

LO1 - Promoting students' familiarity with the rules of multiview drawings;

LO2 - Develop the ability to interpret multiview drawings by conducting isometric drawings;

LO3 - Promoting familiarize students with the concepts and rules concerning indication of dimensions, tolerances and surface state;

LO4 - Promoting familiarizing students with the representation of piping and control instruments;

LO5 - Develop the ability to perform freehand sketches.

LO6 - Develop the ability to use CAD programs for solid modeling.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. Introdução. O Desenho Técnico como linguagem gráfica. Normalização. 2. Sistemas de projecção. Projecção cilíndrica ortogonal, Geometria de Monge e desenho multivista. Tipos de linhas. Escolha de vista. Vistas parciais, deslocadas e interrompidas. Vistas auxiliares. 3. Cortes e secções. Corte total, meio corte e corte parcial. Cortes por planos concorrentes e paralelos. Secções. 4. Projecção axonométrica. Projecção Oblíqua. Projecção Ortogonal. Perspectiva Isométrica. Construção de perspectivas rápidas. 5. Cotagem. Linhas de chamada, linhas de cota e cotas. Inscrição de cotas. Símbolos complementares de cotagem. Critérios de cotagem. 6. Complementos de cotagem. Sistema normalizado de tolerâncias. Inscrição de cotas tolerânciadas nos desenhos. Acabamentos superficiais: indicação do estado de superfície. 7. Desenho de tubagens. Perspectiva isométrica e representação esquemática de circuitos de distribuição de fluidos. Simbologia.

4.4.5. Syllabus:

1. Introduction. Technical Drawing as graphic language. Standardization. 2. Projection systems. Orthographic cylindrical projections. First angle projection. Multiview drawings. Types of lines. Possible and principal view. Partial views. Technical drawing conventions. Auxiliary views. 3. Sectioning. Full sections and the cutting plane. Half or partial sections. Revolved sections. Sections through ribs. 4. Axonometric projection. Methods of projection. Isometric drawing. Different methods for isometric drawing construction. 5. Dimensioning. Notation. Principles of dimensioning. Placement of dimensions. Complementary symbols. Criteria for dimensioning. 6. Dimensional tolerancing. Dimensional tolerance systems and standards. Surface roughness. 7. Piping Design. Isometric and schematic representation of fluid distribution channels (PID). Symbology

**4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
A correspondência entre os conteúdos programáticos e os objectivos de aprendizagem é a seguinte:**

OA 1 - Conteúdos programáticos: 1, 2 e 3

OA 2 - Conteúdo programático: 4

OA 3 - Conteúdo programáticos: 5 e 6

OA 4 - Conteúdo programático: 7

Os objectivos de aprendizagem 5 e 6 serão alcançados através do desenvolvimento individual dos conteúdos programáticos de 1 a 5 nas aulas práticas.

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

The correspondence between the syllabus and learning objectives are as follows:

LO 1 - Program contents: 1, 2 and 3

LO 2 – Program contents: 4

LO 3 – Program contents: 5 and 6

LO 4 - Program contents: 7

The learning objectives 5 and 6 shall be achieved through the individual development of the program contents items from 1 to 5 in practical classes.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Nas cinco primeiras secções do programa as aulas teóricas são essencialmente expositivas dos conceitos, regras e normas; estas aulas servem ainda para apresentar o trabalho a realizar nas aulas práticas. As duas últimas secções do programa são apenas trabalhadas nas aulas teóricas que passam a incluir a resolução de exercícios.

Nas aulas práticas os alunos realizam três tipos de exercícios: i) Desenhos multivista de modelos virtuais; ii) Desenhos em perspectiva isométrica de peças representadas pelas suas vistas; iii) Modelos tridimensionais, em CAD, de peças em perspectiva isométrica.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

During the first five sections of the syllabus the lectures are expository of the concepts, rules and standards; these classes also serve to introduce the work to be done in practical classes. The last two sections of the program are worked only in lectures that start to include exercises for the application of those concepts.

In the practical classes, students perform three different types of exercises: i) multiview drawings of parts from virtual models, ii) isometric drawings from multiview drawings iii) CAD three-dimensional models of parts represented by isometric drawings.

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

Esta unidade curricular tem um carácter essencialmente prático pelo que a valorização do trabalho realizado nas aulas práticas se justifica. Na primeira metade do semestre os alunos são chamados a esboçar, em papel milimétrico, ou isométrico, desenhos multivista, ou perspectivas. A representação de peças em perspectiva isométrica visa desenvolver a competência de leitura de desenhos multivista.

Na segunda parte os alunos são chamados a desenvolver modelos virtuais tridimensionais utilizando um programa de CAD. O objectivo desta parte é o de levar os alunos a familiarizarem-se com programas de modelação de sólidos. Os comandos trabalhados nesta fase são básicos: de sketch, de construção de formas tridimensionais e de cotagem. As competências relacionadas com as tolerâncias e a representação de tubagens são desenvolvidas com exercícios de determinação de ajustamentos normalizados e com exercícios de representação esquemática de diagramas de processo e instrumentação.

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

This course is essentially practical and so the evaluation of the work done in practical classes is justified. In the first half of the term, the students are asked to sketch on graph paper (or isometric paper), multiview (MD) (or isometric) drawings. This aims to focus on the practice as a means of familiarization with the representation of parts by MD. The

representation of parts in isometric drawing aims to develop the reading competence of MD.

In the second part of the term students are asked to develop virtual models of parts using a CAD program. The main objective of this is to lead students to become familiar with programs for modeling solids. The commands worked in this phase are the basic sketch, three-dimensional construction and dimensioning.

Skills related to tolerances and piping are developed with exercises regarding the determining of standard fittings from the limits values of interference or allowance and regarding the schematic representation of diagrams (PID).

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- *Desenho Técnico Moderno - Arlindo Silva, João Dias, Luís Sousa - Lidel;*
- *Desenho Técnico - Luis Veiga da Cunha - Fundação Calouste Gulbenkian;*
- *Desenho Técnico Básico - Vol. 3 - Simões Moraes - Porto Editora; Desenho*
- *Technical Drawings, volume 1. Technical drawing in general; Mechanical engineering drawing; Construction drawings – ISO Standards Handbooks, third edition 1997. (ISBN 92-67-10262-1)*
- *Technical Drawings, volume 2. Graphical symbols; Technical product documentation; Drawing equipment – ISO Standards Handbooks, third edition 1997. (ISBN 92-67-10263-X)*
- *Engineering Drawing And Graphic Technology – Thomas E. French, Thomas Ewing French, Charles J. Vierck, Robert Jay Foster – McGraw-Hill Education, 14th edition, 1993 - 745 páginas*
- *Technical drawing - Frederick Ernest Giesecke – Edição Prentice Hall/Pearson Education, 2003*

Mapa IV - Estrutura e Propriedades dos Materiais

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Estrutura e Propriedades dos Materiais

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Structure and Properties of Matter

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

Qui

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

T - 28; TP - 28

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

Albano Augusto Cavaleiro Rodrigues de Carvalho (T - 28)

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

Cristina Maria Gonçalves dos Santos Louro (TP - 14); Ana Paula da Fonseca Piedade (TP-14)

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

O engenheiro mecânico deve adquirir o mínimo de competência específica na relação íntima entre a ligação química e a estrutura atómica e as propriedades da Matéria, só assim poderá compreender e agir numa forma sustentada sobre a

sua utilização. Da matéria ao material há a inscrição da mensagem que a aplicação o obriga, ou seja a conformação, de modo a cumprir a sua utilidade na Engenharia Mecânica. Para a compreensão da influência da estrutura no desempenho dos materiais é fundamental o estudante perceber o significado das diferentes propriedades, em particular as mecânicas, razão para lecionar os conceitos bases sobre as diferentes propriedades. Além disso, é também objetivo, com estes conceitos básicos, dar competências aos estudantes para mais facilmente poderem adquirir os conhecimentos em diversas unidades curriculares que irão encontrar durante o curso.

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

The mechanical engineer must acquire a minimum of specified competence on the relation between chemical bonding/atomic structure/properties of matter, in order to understand and act in a sustainable way on their applications. From the matter to the final material there is the conformation, which is crucial to fulfill its usefulness in Mechanical Engineering. For the understanding of the influence of the structure on the performance of the materials, it is fundamental that the student is able to know the meaning of the different properties, in particular the mechanical ones, reason why basic concepts about the properties should be acquired. Moreover, it is also an objective, with these basic concepts, to give to the students the necessary competences in order that they can learn easier the subjects to be taught in other curricular units of the course.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Ligação química. Simetria molecular e estrutura.

Ordem e desordem na matéria.

Estrutura dos materiais (metais e ligas, cerâmicas e vidros, polímeros e compósitos).

Defeitos cristalinos.

Fenómenos de transporte: difusão e precipitação, crescimento de fases, mudanças de fase.

Conceitos mecânicos - Noções de tensão e deformação; Ensaio de tração,

Propriedades mecânicas dos materiais para engenharia - módulo de elasticidade, tensão limite de elasticidade, ductilidade, dureza, resiliência, tenacidade à fratura, fadiga, fluência.

Propriedades físicas: térmicas, óticas, elétricas.

Propriedades químicas: oxidação, corrosão.

4.4.5. Syllabus:

Chemical bonding. Molecular symmetry and structure.

Order and disorder in the matter.

Structure of materials (metals and alloys, ceramics and glass, polymers and composites).

Crystalline defects.

Transport phenomena: diffusion and precipitation, phase growth, phase changes.

Mechanical concepts; stress and strain; Tensile test.

Mechanical properties of engineering materials; Young's modulus; yield strength, ductility, hardness, resilience, fracture toughness, fatigue, creep.

Physical properties: mechanical, thermal, optical, electrical.

Chemical properties: oxidation, corrosion.

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

O objectivo é fornecer competências sobre a estrutura da matéria e relacioná-la com as propriedades, cujo conhecimento é fundamental para as disciplinas a jusante de Ciência e Engenharia de Materiais. São leccionados tópicos relacionados com ligação química, estrutura molecular, cristalinidade e amorfismo, solidificação, difusão e transformações de fase, tendo sempre em atenção os principais materiais utilizados em engenharia mecânica (metais e ligas, cerâmicos e vidros, polímero e compósitos). São dadas as noções básicas sobre propriedades que permitirão aos alunos fazer uma apreciação sustentada do desempenho comparativo dos materiais. Deste modo, os conteúdos programáticos desta unidade curricular são os considerados na maioria dos livros de introdução à ciência dos materiais e permitem aos alunos do mestrado Integrado em Engenharia Mecânica adquirirem as bases necessárias para poderem perceber o trinómio ligação química/estrutura/propriedades.

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

The main objective of the course is to provide expertise on the structure of matter and relate it to the properties, to provide the necessary basis for the disciplines downstream of Materials Science and Engineering. Topics related to chemical bonding, molecular structure, crystalline and amorphous, solidification, diffusion and phase transformations are taught, bearing in mind the type of materials most used in mechanical engineering (metals and alloys, ceramics and glass, polymer and composites). On the other hand, the basic concepts about properties are taught which will allow the students to do the suitable comparison of the performance of materials. Therefore, the syllabus of this course is considered in most introductory books on materials science and allow students to acquire the necessary bases in order to realize the trinomial chemical bonding / structure / properties.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Para além de aulas formais iniciadoras aos temas de índole fundamental, onde serão ministrados os conceitos básicos

e estimulada a discussão sobre a sua importância para o futuro Engenheiro Mecânico, procurar-se-á passar da matéria ao material. As aulas serão sempre apoiadas por exemplos mais aplicados para demonstrar o assunto e o seu interesse para a compreensão da utilidade dos Materiais. Em todas as aulas serão incentivadas posturas pró-ativas por parte dos alunos, necessárias à aquisição das competências adstritas à disciplina.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

In addition to presential formal lessons of key themes that integrate the syllabus, in which the basic concepts will be taught as well as the discussion is stimulated on its importance for the future mechanical engineers, an attempt is made to pass from the matter to the material. The classes will be always supported by more applied examples to demonstrate the subject and its interest for the understanding of the importance of the materials. Proactive stance by the students will be encouraged during the classes which is crucial for skills acquisition.

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

A metodologia de ensino baseia-se essencialmente em aulas presenciais do tipo teórica e teórico-prática nas quais se tenta sempre relacionar os assuntos leccionados com a engenharia mecânica. Em geral, os métodos de ensino utilizados não deixam de respeitar uma linha comum a outras disciplinas do mestrado. No entanto, os alunos são encorajados a ter uma postura pró-ativa, sendo incentivados a procurar literatura sobre o conteúdo programático da disciplina e a colocar questões sobre novos materiais com propriedades avançadas. Não sendo possível falar de todos os materiais dados os constantes avanços científicos nesta área, a pesquisa da literatura por parte dos alunos é uma forma de captar a sua atenção para esta área do conhecimento e aumentar a sua motivação. Por outro lado, pretende-se um estudo contínuo ao longo do semestre, pelo que a avaliação será realizada com recurso a testes sobre partes da matéria, o que lhes permite ter uma visão oportuna das dificuldades sentidas.

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

The teaching methodology is mainly based on theoretical and practical presential classes, in which the correlation between subjects taught and mechanical engineering is targeted. In general, the teaching methods used follow a common line of other disciplines of the MSc. However, students are encouraged to take a proactive stance and are encouraged to look for literature on the syllabus of the course and ask questions about new materials with advanced properties. Since it is not possible to mention all the materials due to the constant scientific advances in this area, this methodology is a way to capture their attention to this area of knowledge and to increase their motivation on the course. On the other hand, a continuous study throughout the semester is targeted, being the evaluation performed by tests about parts of the subjects, which allows the students to have a timely view of their understanding of the syllabus.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

***Materials Science and Engineering, An Introduction; William D. Callister, John William and Sons, 2007
William F. Smith, "Princípios de Ciência e Engenharia dos Materiais", McGraw-Hill Higher Education, 1998
Michael F. Ashby, Hugh Shercliff, David Cebon, Materials: Engineering, Science, Processing and Design 2nd edition, BH (Butterworth-Heinemann, Elsevier, 2007***

Mapa IV - Mecânica Aplicada I

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Mecânica Aplicada I

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Applied Mechanics I

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CE

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

T - 28; TP - 28

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):**Fernando Antunes; T-28; TP-112****4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:**

<sem resposta>

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

Fornecer competências na análise de problemas de estática do corpo rígido e estruturas. Mais especificamente, pretende-se que o aluno consiga identificar e caracterizar os diferentes tipos de forças, representar o diagrama de forças, fazer a análise do equilíbrio de forças (um corpo, multi-corpo e mecanismos) e aplicar ao estudo de vigas e treliças. Além disso, pretende-se uma compreensão da estática de mecanismos envolvendo atrito (fusos e correias) e a análise de sistemas para multiplicação de força (alavancas, roldanas, rodas dentadas). As situações analisadas localizam-se preferencialmente à superfície da Terra, onde os corpos estão sujeitos à força gravítica desta e à ação da atmosfera. A abordagem é essencialmente analítica, tendo como base as leis de Newton, a lei de atração gravítica e a rigidez dos corpos.

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

Analysis of static problems of rigid body and structures. More specifically, the objective is to identify and characterize the different types of forces, the representation of the force diagram, the analysis of the balance of forces (one rigid body, multi-body and mechanisms) and the application to the study of beams and trusses. In addition, it is intended an understanding of the static mechanisms involving friction (spindles and belts) and the analysis of systems for force multiplication (levers, pulleys, gears). The situations analyzed are preferably located on the Earth's surface, where bodies are subject to its gravitational force and the action of the atmosphere. The approach is essentially analytical, based on Newton's laws, the law of gravitational attraction, and the rigidity of bodies.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. Conceitos fundamentais: o tempo, o espaço, a matéria e a energia. 2. Diagrama de forças: Estudo das forças (peso, atrito, fios, molas, amortecedores, fluidos em repouso e em movimento, motores e cilindros); Diagrama de forças; Análise de mobilidade. 3. Estática da partícula. 4. Estática do corpo rígido. 5. Estática multi-corpo (abordagem matricial). 6. Estática de vigas e treliças. 7. Estática de sistemas hipostáticos (estabilidade e multiplicação de força). 8. Geometria de massas.

4.4.5. Syllabus:

1. Fundamental concepts: time, space, matter and energy. 2. Diagram of forces: Study of forces (weight, friction, wires, springs, dampers, fluids at rest and in motion, motors (electric and internal combustion), and hydraulic and pneumatic cylinders), free body diagram. Analysis of mobility. 3. Statics of the particle. 4. Statics of the rigid body. 5. Multi-body-statics. 6. Statics of beams and trusses. 7. Static of hypostatic systems (stability and multiplication of forces). 8. Mass geometry.

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

O objetivo geral é estudar a estática, i.e., as situações que envolvem equilíbrio de forças. As forças são pois os elementos principais, pelo que há um esforço significativo no sentido da compreensão dos diferentes tipos de forças. O diagrama de forças surge naturalmente da compreensão das forças. A aprendizagem parte de situações mais simples, envolvendo somente um ponto, para situações mais complexas envolvendo corpos rígidos, estruturas e equipamentos hipostáticos, isto é, que podem mover-se.

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

The overall goal is to study static, i.e., situations involving balance of forces. Forces are therefore the main elements, so there is a significant effort to understand the different types of forces. The force diagram comes naturally after understanding the forces. Learning starts from simpler situations, involving only one point, to more complex situations involving rigid bodies, structures and hypo-static equipment, i.e., that can move.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas teóricas são lecionadas com base em slides em power-point. A experiência de lecionação da disciplina indica falta de metodologia na abordagem às situações estudadas, pelo que se procuram desenvolver metodologias sistemáticas de ataque aos problemas. As aulas teórico-práticas compreendem a resolução de problemas de carácter aplicado, envolvendo situações do dia-a-dia e de engenharia. Alguns dos problemas são resolvidos pelos estudantes, de modo a sua independência relativamente ao professor.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The theoretical lectures are taught using power-point slides. The teaching experience of the discipline indicates the lack of methodology to approach situations studied, therefore effort is devoted to develop systematic methodologies. In the practical classes the problems proposed are realistic involving daily situations and engineering problems. Some of the problems are solved by the students, to promote independence relatively to the teacher.

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

As metodologias de ensino têm por objetivo pôr o aluno em contacto com problemas práticos envolvendo estática, isto é, equilíbrio de forças. Pretende-se mostrar o interesse do assunto para um engenheiro mecânico, através da análise de estruturas, mecanismos e máquinas reais. A experiência de lecionação da disciplina indica falta de metodologia na abordagem às situações estudadas. Assim, as aulas teóricas compreendem a utilização de slides em power-point, com vista a desenvolver metodologias sistemáticas de ataque aos problemas. As aulas teórico-práticas compreendem a resolução de problemas de carácter aplicado, promovendo a aplicação dos conceitos teóricos. A disciplina progride naturalmente de situações mais simples para situações mais complexas.

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

Teaching methodologies aim to bring students into contact with practical problems involving static, that is, balance of forces. It is intended to show the interest of the subject to a mechanical engineer by analyzing real structures, mechanisms and machines. The experience of teaching the discipline indicates lack of methodology in approaching the situations studied. Thus, the theoretical classes include the use of power point slides to develop systematic methodologies for attacking problems. Theoretical-practical classes include solving applied problems, promoting the application of theoretical concepts. Discipline naturally progresses from simpler to more complex situations.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*F. Antunes, "Mecânica Aplicada – Uma abordagem prática", Lidel – Edições Técnicas, Lda., 2012
Ferdinand P. Beer, David F. Mazurek e E. Russell Johnston, "Vector Mechanics for Engineers: Statics and Dynamics", McGraw-Hill, 12ª Edição, 2019, ISBN: 125963809X
James L. Meriam, L. G. Kraige, J. N. Bolton, Engineering Mechanics: Statics, 9th Edition, 2018, Wiley ISBN: 978-1-119-39262-0*

Mapa IV - Análise Matemática II**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Análise Matemática II

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Mathematical Analysis II

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

MAT

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

42:T; 28:TP

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):**António José Esteves Leal Duarte (84:T; 56:TP)****4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:****Daniel Marques Pinto (84:TP)****4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):****O estudante aprovado nesta unidade curricular deverá ser capaz de:**

- 1. Calcular limites de sucessões e de séries numéricas;**
- 2. Identificar o intervalo de convergência de uma série de potências;**
- 3. Calcular o polinómio de Taylor e a série de Taylor de uma função;**
- 4. Calcular a série de Fourier de uma função periódica.**
- 5. Reconhecer funções de duas variáveis que não são contínuas num ponto;**
- 6. Calcular as direções de maior crescimento de uma função real de duas variáveis;**
- 7. Resolver um problema de extremos condicionados.**

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):**The student who successfully completes this course will be able to:**

- 1. Compute limits of sequences and series;**
- 2. Determine the convergence interval of a power series;**
- 3. Compute the Taylor polynomial and the Taylor series of a function.**
- 4. Compute the Fourier series of a periodic function.**
- 5. Detect non-continuous real functions of two variables at a given point;**
- 6. Compute the directions of greatest growth of a real function of two variables;**
- 7. Solve a constrained extrema problem.**

4.4.5. Conteúdos programáticos:**I. Séries**

- I.1 Sucessões e séries numéricas**
- I.2 Critérios de convergência**
- I.3 Séries de potências (fórmula e série de Taylor)**
- I.4 Séries de Fourier**

II. Funções reais de várias variáveis reais

- II.1 Limite e continuidade**
- II.2 Derivação parcial**
- II.3 Diferenciabilidade**
- II.4 Regra da Cadeia**
- II.5 Derivadas Direcionais**
- II.6 Extremos de funções. Multiplicadores de Lagrange**

4.4.5. Syllabus:**I. Series**

- I.1 Sequences and number series**
- I.2 Convergence criteria**
- I.3 Power series (Taylor formula and Taylor series)**
- I.4 Fourier Series**

II. Real functions of several variables

- II.1 Limits and continuity**
- II.2 Partial derivatives**
- II.3 Differentiability**
- II.4 Chain rule**
- II.5 Directional derivatives.**

II.6 Maxima and minima. Lagrange Multipliers

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Para um domínio apropriado da técnica de aproximação de funções por séries de potências ou por séries trigonométricas, é necessário estudar a definição de série, de convergência e suas propriedades. Tal leva ao estudo dos critérios de convergência que, por sua vez, permitem o estudo da natureza da série. Os objetivos de aprendizagem que se referem às propriedades elementares das funções reais de duas variáveis (continuidade e direções de maior crescimento) estão apoiados no estudo da extensão da noção de limite ao contexto de funções com mais do que uma variável e no estudo da noção de derivação parcial. A derivação parcial tem também um papel fundamental na resolução de problemas de extremos condicionados.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
To be able to approximate functions by power series it is necessary to study the definition of series, convergence and their properties. This leads to the general criteria of convergence of series which, in turn, enables the study of the nature of the series. The learning outcomes that refer to the elementary properties of real functions of two variables (continuity and directions of greatest growth) are supported by the study of the extension of the notion of limit to the context of functions with multiple variables and also by the study of the notion of partial derivatives. Partial derivatives also play a key part in solving constrained extrema problems.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
As aulas são de tipo teórico e teórico-prático. Os métodos de ensino são predominantemente expositivos nas componentes teóricas. Nas componentes práticas são resolvidos problemas sob a orientação do professor. Na exposição prevalece uma forte interação entre os conceitos e a sua aplicação concreta dando um papel central à visualização e à análise de situações particulares antes de proceder a uma abstração progressiva das noções a introduzir. Ao longo do semestre será disponibilizado apoio tutorial à resolução das tarefas propostas.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):
The teaching in this course will assume two formats: theoretical and example classes. During a theoretical class teaching is mostly expository. During an example class teaching will consist of problem solving by the students under the guidance of the lecturer. A strong interaction between notions and their practical application is emphasized. In this task, the visualization and the analysis of concrete examples takes on a central role and prepares the way for the abstract definitions. Tutorial support will be available to students to help them on the tasks assigned by the lecturers.

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Na parte teórica das aulas, a teoria que alicerça as aplicações é explicada, são descritas as técnicas necessárias e são feitos exemplos concretos. Na parte prática o estudante é incentivado a desenvolver as suas próprias competências no domínio da teoria e das suas aplicações. É a ligação entre estes dois tipos de ensino que promove a aprendizagem dos conteúdos da unidade curricular e leva ao alcance dos seus objetivos.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:
During the theoretical part of classes the lecturer describes the theory underlying the applications, the required problem solving techniques and many concrete examples. During example parts of classes the student is encouraged to develop his/hers own skills in the fields of the theory and applications. It is this interplay between these two types of teaching that can promote acquisition of the syllabus and the attainment of the course objectives.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
 [1] James Stewart: *Cálculo, Volumes I e II.*, Cengage Learning, (tradução da 8ª edição norte-americana) 2017
 [2] Gabriel E. Pires: *Cálculo diferencial e integral em \mathbb{R}^n .* IST Press (Coleção Ensino da Ciência e da Tecnologia), 2012.
 [3] Ana d'Azevedo Breda, Joana Nunes da Costa: *Cálculo com funções de várias variáveis.* McGraw-Hill, Lisboa (1996).
 [4] Erwin Kreyszig: *Advanced Engineering Mathematics,* Willey (10ª edição: 2014).
 [5] Spiegel, M. (1977) – *Análise de Fourier,* Coleção Schaum.

Mapa IV - Física Geral

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Física Geral

4.4.1.1. Title of curricular unit:
General Physics

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

Fis

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

42:T; 28:TP

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

Filipa Isabel Gouveia de Melo Borges Belo Soares (T:42; TP:28)

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

João Manuel Rendeiro Cardoso (TP:84)

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

Reconhecer e utilizar conceitos e princípios básicos da Física, estimulando a sua ligação ao estudo dos sistemas com interesse para a Engenharia Mecânica.

Saber utilizar as metodologias e as técnicas adequadas em Física, aplicando-as em situações e em sistemas com interesse para a Engenharia Mecânica.

Reconhecer a importância da Física na interpretação e explicação de fenómenos da área da ciência e da tecnologia.

Preparar, processar, interpretar e comunicar informação física, utilizando fontes bibliográficas pertinentes, discurso adequado e as ferramentas apropriadas.

Competências genéricas a atingir: competência em analisar e síntese; competência para resolver problemas; competência em raciocínio crítico; competência em aprendizagem autónoma; competência em aplicar na prática os conhecimentos teóricos; competência em organização e planificação; competência em comunicação oral e escrita; competência em gestão da informação; adaptabilidade a novas situações; criatividade

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

Identify and use concepts and basic principles of Physics, encouraging their connection to the study of systems that are important for Mechanical Engineering.

Know how to use the methodologies and techniques that are adequate in Physics, applying them in situations and in systems that are important for Mechanical Engineering.

Identify the importance of Physics in the interpretation and explanation of phenomena in the field of science and technology.

Prepare, process, interpret and communicate physical information, using pertinent bibliography sources, appropriate speech and tools.

General skills to reach: competence in analysis and synthesis; competence to solve problems; critical thinking; competence in autonomous learning; competence in applying theoretical knowledge in practice; competence in organizing and planning; competence in oral and written communication; competence in information management; adaptability to new situations; creativity.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

ELECTROMAGNETISMO:

Carga eléctrica e lei de Coulomb.

Campo eléctrico e potencial eléctrico.

Condutores e dieléctricos.

Corrente eléctrica. Circuitos de corrente contínua.
Condensadores e circuitos RC.
Campo magnético. Fontes de campo magnético.
Força de Lorentz. Forças entre correntes eléctricas.
Indução electromagnética e lei de Faraday.
Indutores e circuitos RLC

ÓPTICA:

Princípios da óptica geométrica.
Espelhos e lentes ideais; aberrações. Instrumentos ópticos.
Natureza ondulatória da luz. Espectro electromagnético.
Polarização, interferência e difracção.
Lasers - noções básicas.

RADIOACTIVIDADE:

Estrutura do núcleo; isótopos.
Declínio radioactivo;

4.4.5. Syllabus:

ELECTROMAGNETISM:

Electric charge and Coulomb's law.
Electric field and electric potential
Conductors and dielectrics.
Electric current. Direct-current circuits.
Capacitors and RC circuits.
Magnetic field. Sources of magnetic field.
Lorentz force. Forces between electric currents.
Electromagnetic induction and Faraday's law.
Inductors and RLC circuits.

OPTICS:

Principles of geometrical optics.
Mirrors and thin lenses; aberrations. Optical instruments.
The wave picture of light. The electromagnetic spectrum.
Polarization, interference and diffraction.
The basis of lasers.

RADIOACTIVITY:

Nuclear structure; isotopes.
Radioactive decay.

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

Para poder reconhecer e utilizar conceitos e princípios básicos da Física, fazendo a sua ligação ao estudo dos sistemas com interesse na engenharia, é importante, antes de mais fazer a generalização desses conceitos, a partir do conhecimento prévio. Esta generalização só é possível com alguns conhecimentos prévios de Análise Matemática, que estes alunos já possuem, uma vez que esta unidade curricular decorre ao longo do 2º semestre. Os 3 principais tópicos abordados nesta disciplina dão a base necessária para os alunos poderem entender e avançar para a compreensão de assuntos que serão lecionados noutras disciplinas do curso.

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

The teaching strategy and methods adopted aim at engaging the student in the learning process and his personal development, and lead to the development of some generic competencies of instrumental, personal and systemic nature.

With the knowledge and comprehension of the matters taught in the theoretical classes and the exercises with practical applications given in the theoretical-practical classes, conditions exist for the development of competencies in problem solving, critical reasoning, applying in practice theoretical knowledge and, at a more advanced level, analysis and synthesis.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Método de ensino expositivo, onde serão frequentemente referenciados os sistemas físicos cujas descrições sejam de maior interesse aos estudantes de Engenharia Mecânica. Será dada ênfase a situações do dia-a-dia que possam ser explicadas utilizando conceitos de Física lecionados no âmbito desta unidade curricular. Serão utilizados exemplos para ilustrar a utilidade e a importância da Física enquanto uma unidade curricular estruturante em cursos de ciência e de tecnologia.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Lecture method of teaching including frequent reference to physical systems whose description may interest more to Mechanical Engineering students. A reference to everyday situations that may be explained using concepts of Physics which are learned in this curricular unit, will be emphasized. Examples will be given to show the utility and importance of Physics as a structuring curricular unit in science and technology courses.

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

A estratégia e o método de ensino adotado procuram envolver os alunos no processo de aprendizagem e na sua valorização pessoal, e assim levar ao desenvolvimento, para além de competências técnicas específicas, de algumas competências genéricas, de natureza instrumental, pessoal e sistémicas.

Com o conhecimento e a compreensão das matérias lecionadas nas aulas teóricas e os exercícios de aplicação prática que se procura que os alunos resolvam nas aulas teórico-práticas estão criadas as condições para o desenvolvimento das competências em resolver problemas, em raciocínio crítico, em aplicar na prática os conhecimentos teóricos e, num nível mais avançado, da competência em análise e síntese.

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

The teaching strategy and methods adopted aim at engaging the student in the learning process and his personal development, and lead to the development of some generic competencies of instrumental, personal and systemic nature.

With the knowledge and comprehension of the matters taught in the theoretical classes and the exercises with practical applications given in the theoretical-practical classes, conditions exist for the development of competencies in problem solving, critical reasoning, applying in practice theoretical knowledge and, at a more advanced level, analysis and synthesis.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

P.A. Tipler, G. Mosca "Física" 5ª ed., Livros Técnicos e Científicos, Rio de Janeiro, Vol.2 e 3 (2006)

Young & Freedman "Física" 12ª ed., Pearson Education do Brasil, São Paulo, Vol.III e IV (2009)

M. Alonso, E.J. Finn "Física", Pearson Educación Espanha (em português), Madrid (1999)

Mapa IV - Mecânica Aplicada II**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Mecânica Aplicada II

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Applied Mechanics II

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CE

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

T -28; TP - 28

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

Fernando Antunes; T-28; TP-112

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

<sem resposta>

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

O aluno deve ter competências para analisar a cinemática e dinâmica da partícula, corpo rígido e mecanismos. Mais especificamente, pretende-se que saiba: fazer análises de mobilidade; analisar os movimentos básicos do corpo rígido (translação, rotação, movimento plano); fazer a análise cinemática de mecanismos (pela definição e seguindo o caminho do movimento); determinar a inércia equivalente de mecanismos; fazer análises dinâmicas da partícula e corpo rígido utilizando a abordagem de Newton; fazer análises dinâmicas de mecanismos utilizando formulações energéticas. O aluno deve ainda apreender conceitos fundamentais de vibrações mecânicas. O estudo é feito com base em problemas realistas, utilizando uma abordagem analítica e tendo por base as leis de Newton, a lei de atração gravítica e a não deformação dos corpos. As situações analisadas localizam-se à superfície da Terra, onde os corpos estão sujeitos à força gravítica desta e à ação da atmosfera.

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

The student must have skills to analyze kinematics and dynamics of a particle, rigid body and mechanisms. More specifically, the student must know about: mobility analysis; the basic movements of the rigid body (translation, rotation, flat movement); the kinematic analysis of mechanisms (using the definition or following the path of movement); equivalent inertia of mechanisms; dynamic analyzes of particle and rigid body using Newton's approach; dynamic analysis of mechanisms using energy formulations. The student must also learn basic concepts of mechanical vibrations. The study is based on realistic problems, using an analytical approach and based on Newton's laws, the law of gravitational attraction and the non-deformation of bodies. The situations analyzed are located on the Earth's surface, where bodies are subject to its gravitational force and the action of the atmosphere.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. Forças e Diagrama de Forças; Análise de mobilidade. 2. Cinemática da partícula; Cinemática do corpo rígido: Movimentos de translação, rotação em torno de um eixo e plano; Cinemática de mecanismos: diferentes tipos de mecanismos (rotação-rotação; translação-rotação; 4 barras; etc.); Máquinas como agrupamentos de mecanismos. 3. Dinâmica da partícula; Dinâmica do corpo rígido: Inércias de translação, de rotação e equivalente (mecanismos); Teoremas fundamentais da dinâmica; Dinâmica de um corpo rígido; Formulações energéticas da dinâmica (energia cinética, trabalho e potência, teoremas de variação da energia cinética e energia mecânica, equações de Lagrange). 4. Vibrações mecânicas de sistemas com um grau de liberdade, em vibração livre e forçada.

4.4.5. Syllabus:

1. Forces and Diagram of forces; Mobility Analysis. 2. Particle kinematics; Rigid Body Kinematics: Movements of translation, rotation about an axis and plane movement; Kinematics of mechanisms: different types of mechanisms (rotation-rotation; translation-rotation; 4 bars; etc.); Machines as groupings of mechanisms. 3. Particle dynamics; Rigid body dynamics: Inertia of translation, rotation and equivalent inertia (mechanisms); Fundamental theorems of dynamics; Dynamics of a rigid body; Energetic formulations of dynamics (kinetic energy, work and power, theorems of kinetic energy and mechanical energy, Lagrange equations). 4. Mechanical vibrations of systems with a degree of freedom in free and forced vibration.

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

O objetivo da disciplina é estudar a cinemática e dinâmica de partícula, corpo rígido e mecanismos. No ponto 1 do programa revêm-se conceitos fundamentais (de Mecânica Aplicada I), nomeadamente forças, diagrama de forças e análise de mobilidade. O ponto 2 centrado na cinemática, estudam-se sucessivamente (do mais simples para o mais complexo) a partícula, o corpo rígido, mecanismos e máquinas (agrupamentos de mecanismos). A análise do corpo rígido introduz o movimento de rotação, e a análise de mecanismos é feita com base na interação entre corpos. O ponto 3 centra-se totalmente na dinâmica, iniciando-se com o estudo da inércia de translação, de rotação e equivalente (em mecanismos). A dinâmica da partícula e do corpo rígido é feita com base na lei de Newton. As formulações energéticas são ferramentas extremamente potentes, fundamentais para a análise de mecanismos. No capítulo 5 faz-se a aplicação da dinâmica ao estudo das vibrações mecânicas.

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

The aim of the course is to study the kinematics and dynamics of particle, rigid body and mechanisms. Point 1 of the program reviews key concepts (from Applied Mechanics I), namely forces, force diagram and mobility analysis. Point 2, centered on kinematics, studies successively (from the simplest to the most complex) the particle, the rigid body, mechanisms and machines (clusters of mechanisms). Rigid body analysis introduces rotational motion, and mechanism analysis is based on the interaction between bodies. Point 3 focuses entirely on dynamics, starting with the

study of translational, rotational and equivalent inertia (in mechanisms). The particle and rigid body dynamics are based on Newton's law. Energy formulations are extremely powerful tools, fundamental for the analysis of mechanisms. Chapter 5 applies the dynamics to the study of mechanical vibrations.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas teóricas são lecionadas com base em slides em power-point. As aulas teórico-práticas compreendem a resolução de problemas de carácter aplicado, envolvendo situações do dia-a-dia e de engenharia. A avaliação tem duas partes: avaliação escrita (15 valores); um trabalho prático obrigatório em grupos de 2 alunos (5 val.). O trabalho versa uma qualquer máquina, devendo os alunos desmontar o equipamento e explicar em termos conceptuais e quantitativos o seu funcionamento. O programa Working Model é utilizada durante as aulas para visualizar diferentes conceitos.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Theoretical classes are taught based on power point slides. Theoretical-practical classes include the solving of applied problems, involving everyday situations and engineering situations. The evaluation has two parts: written evaluation (15 points); a practical work in groups of 2 students (5 val.). The work is any machine, and students must disassemble the equipment and explain in conceptual and quantitative terms how it works. The Working Model program is used during class to visualize different concepts.

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

Pretende-se em Mecânica Aplicada mostrar o interesse da mecânica para um engenheiro mecânico, através da análise de mecanismos e máquinas reais. A experiência de leção indica falta de metodologia na abordagem às situações estudadas. Assim, as aulas teóricas compreendem a utilização de slides em power-point, com vista a desenvolver metodologias sistemáticas de ataque aos problemas. As aulas teórico-práticas compreendem a resolução de problemas de carácter aplicado, promovendo a aplicação dos conceitos teóricos. Nos trabalhos práticos, cada grupo de 2 elementos desmonta uma máquina (proposta pelo grupo, tendo em conta a disponibilidade e interesses particulares dos alunos). O trabalho prático tem-se revelado bastante importante, pois promove a aplicação dos conceitos, permite um contacto com uma máquina, e promove a exploração do mundo sensível em termos mecânicos.

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

It is intended in Applied Mechanics to show the interest of mechanics for a mechanical engineer by analyzing real mechanisms and machines. The teaching experience indicates lack of methodology in the approach to the studied situations. Thus, the theoretical classes include the use of power point slides to develop systematic methodologies for attacking problems. In the theoretical-practical applied problems are solved, promoting the application of theoretical concepts. Some of the exercises are solved by the students. In the practical work, each group of 2 elements disassembles a machine (proposed by the group, taking into account the availability and particular interests of the students). Practical work has proved to be very important as it promotes the application of concepts, allows contact with a machine, and promotes the exploration of the mechanically sensitive world.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*F. Antunes, "Mecânica Aplicada – Uma abordagem prática", Lidel – Edições Técnicas, Lda., 2012
Ferdinand P. Beer, David F. Mazurek e E. Russell Johnston, "Vector Mechanics for Engineers: Statics and Dynamics", McGraw-Hill, 12ª Edição, 2019, ISBN: 125963809X
J. L. Meriam, L. G. Kraige, "Engineering Mechanics: Dynamics", Wiley, 2015, ISBN: 1119022533*

Mapa IV - Métodos Numéricos e Computacionais

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Métodos Numéricos e Computacionais

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Numerical and Computational Methods

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CE

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

4.4.1.5. Horas de contacto:

T - 28; TP - 28; PL - 14

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Programação de Computadores: Noções básicas de algoritmia, organização geral de um programa de computador, incluindo tipo de dados, instruções de entrada-saída, atribuições decisórias, atribuições repetitivas e funções. Álgebra Linear: Noções de notação indicial; vectores e matrizes; operações com matrizes; sistemas de equações algébricas lineares, incluindo método de eliminação de Gauss; matrizes invertíveis e determinação da matriz inversa; determinantes; valores próprios e vectores próprios.

4.4.1.7. Observations:

Computer Programming: Basic notions of algorithm, main structure of a computer program, including data type, input-output instructions, decision-making tasks, repetitive tasks and functions. Linear Algebra: Basic notions of indicial notation; vectors and matrices; matrix operations; systems of linear algebraic equations, including the Gauss elimination method; invertible matrices; Determining the inverse matrix; determinants; eigenvalues and eigenvectors

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

Marta Cristina Cardoso de Oliveira (T - 28; PL - 14)

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

Luís Filipe Martins Menezes (TP - 14); Dulce Maria Esteves Rodrigues (TP -14)

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

Fornecer competências na área da análise numérica aos alunos de Engenharia, através de uma formação teórica significativa e de uma componente aplicada de introdução à resolução de problemas de engenharia, com recurso a métodos iterativos. O desenvolvimento e implementação de algoritmos numéricos simples permite ao aluno adquirir a percepção necessária sobre as dificuldades numéricas que podem surgir e possíveis soluções que podem ser adoptadas para ultrapassar essas dificuldades.

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

Provide skills in the numerical analysis field to engineering students, through a significant theoretical background and an applied component focusing on the resolution of engineering problems, using iterative methods. The development and implementation of simple numerical algorithms allows the students to acquire the necessary awareness about the numerical difficulties that may arise and possible solutions that can be adopted to overcome those difficulties.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Noções elementares de análise tensorial: notação, tensores e operações básicas em coordenadas cartesianas.*
- 2. Equações não lineares: condições gerais para a sua resolução; métodos iterativos; condições de convergência; critérios de paragem.*
- 3. Sistemas de equações lineares: métodos iterativos; condições de convergência; critérios de paragem.*
- 4. Sistemas de equações não lineares: método iterativo de Newton-Raphson.*
- 5. Interpolação polinomial: condições gerais para a sua determinação; métodos de interpolação; Erro de interpolação.*
- 6. Integração numérica: métodos de integração; erro da integração numérica.*
- 7. Equações diferenciais ordinárias: métodos de resolução; erro e propagação do erro; extensão à resolução de sistemas de equações diferenciais ordinárias.*
- 8. Programação de métodos numéricos: elaboração de algoritmos e sua implementação.*

4.4.5. Syllabus:

- 1. Elementary notions of tensor analysis: notation, tensors and basic operations in Cartesian coordinates.*
- 2. Nonlinear equations: general conditions for their solving; iterative methods; convergence conditions; stopping criteria.*
- 3. Systems of linear equations: iterative methods; convergence conditions; stopping criteria.*
- 4. Systems of nonlinear equations: Newton-Raphson iterative method.*
- 5. Polynomial interpolation: general conditions for their evaluation; interpolation methods; Interpolation error.*

6. Numerical integration: integration methods; numerical integration error.

7. Ordinary differential equations: methods for their resolution; error and its propagation; extension to systems of ordinary differential equations.

8. Programming of numerical methods: development of algorithms and their implementation.

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

Nesta unidade curricular abordam-se os principais tópicos necessários para a resolução numérica de problemas de engenharia. A compreensão pelo aluno dos métodos numéricos requer que este conheça os seus princípios teóricos, de modo a definir as condições necessárias para a sua aplicação, em função do problema em análise e as suas vantagens e desvantagens em relação a outros métodos. As aulas teóricas fornecem a base para a compreensão dos problemas em análise e dos métodos numéricos passíveis de serem utilizados. Nas aulas teórico-práticas os alunos resolvem problemas sem recurso a meios computacionais. Nas aulas práticas os alunos desenvolvem algoritmos e procedem à sua implementação recorrendo a meios computacionais. Com esta abordagem os alunos ficarão aptos para utilizar os métodos numéricos na resolução de problemas de engenharia geralmente encontrados na sua prática profissional.

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

This course addresses the main topics required for solving engineering problems numerically. The students' full understanding of the numerical methods requires the knowledge of their theoretical principles, in order to be able to define the necessary conditions for their application, depending on the problem under analysis, and their advantages and disadvantages over other methods. The theoretical lectures provide the basis for understanding the problems under analysis and the numerical methods that can be used in their solving. In theoretical-practical classes students solve problems without the use of computational resources. In practical classes students develop algorithms and proceed to their implementation using computational means. With this approach students will be able to use the numerical methods in solving engineering problems commonly encountered in their professional practice.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas teóricas têm a forma de aulas magistrais onde os problemas em análise são enquadrados, recorrendo a exemplos, e os métodos numéricos são abordados. Nas aulas teórico-práticas procede-se à análise e resolução de problemas, seleccionados de modo a ilustrarem os problemas abordados nas aulas teóricas. Em todas as aulas teórico-práticas são propostos trabalhos sobre a matéria em estudo, para os alunos resolverem em casa. Nas aulas práticas os alunos desenvolvem e implementam pequenos algoritmos para testar os métodos numéricos na resolução de um problema analisado na aula teórico-prática.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The theoretical lectures take the form of master classes where the problems are outlined, using examples, and the numerical methods are discussed. In theoretical-practical classes selected problems, which illustrate the issues discussed in the theoretical lectures, are analysed and solved. In all theoretical-practical classes, the students are invited to solve some problems on the subject under study at home. In practical classes students develop and implement algorithms to test the application of the numerical methods to problem previously discussed in the theoretical-practical class.

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

A metodologia de ensino utilizada combina aulas de exposição teórica da matéria, com ênfase em problemas de engenharia, com aulas teórica-práticas em que os alunos resolvem problemas concretos sem recurso a meios computacionais, e aulas práticas em que os alunos são convidados a explorar os recursos computacionais para a resolução de problemas previamente analisados nas aulas teórico-práticas. A aplicação dos métodos numéricos em diferentes contextos procura alertar os alunos para as potencialidades e perigos associados à sua utilização. A resolução de problemas em sala de aula garante que o aluno, após a aquisição dos conceitos teóricos, seja capaz de aplicar os métodos numéricos a problemas típicos de engenharia. Neste contexto, o trabalho laboratorial proposto corresponde a um caso de estudo típico de engenharia mecânica ou de gestão industrial.

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

The teaching methodology combines theoretical classes where the subjects are addressed emphasising on mechanical engineering problems, with theoretical-practical classes in which students solve real problems, without using computational resources, and practical classes in which students are invited to explore the computational resources to solve problems previously studied in the theoretical-practical classes. The application of the numerical methods in different contexts attempts to alert students to the possibilities and dangers associated with their use. The solving of problems in classroom environment ensures that students, after the acquisition of theoretical concepts, are able to apply numerical methods to typical engineering problems. In this context, the proposed laboratory work corresponds to a case study typical of mechanical or industrial management engineering.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

M.C. Oliveira, L.F. Menezes,; Diapositivos de apoio à disciplina, continuamente atualizados .

S.C. Chapra, R.P. Canale, Métodos Numéricos para Engenharia, Mc Graw Hill, 2008.

F. Correia dos Santos, J. Duarte, Nuno D. Lopes, Fundamentos de análise numérica: com python 3 e R, Edições Sílabo, 2ª Edição, 2019.

J. Simon, Excel programming: your visual blueprint for creating interactive spreadsheets, Wiley Publishing, 2nd Edition, 2005.

José Alberto Rodrigues, Métodos Numéricos - Introdução, Aplicação e Programação, Coleção Matemática 20, Ed. Sílabo, 2003.

F. Correia dos Santos, Fundamentos de Análise Numérica, Coleção Matemática 19, Ed. Sílabo, 2002.

Heitor Pina, Métodos Numéricos, Ed. McGraw-Hill, 1995.

A.J.C. Varandas, J. Brandão, A.A.C.C. Pais; Introdução à programação FORTRAN e cálculo científico, Minerva, Coimbra, 1994.

Stephen J. Chapman, Introduction to fortran 90/95; McGraw-Hill, Boston, 1998 (Basic Engineering Séries and Tools).

Mapa IV - Programação de Computadores

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Programação de Computadores

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Computer Programming

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

Inf

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

T - 28h; TP - 28h

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

*Matemática, ao nível do 12º ano.
Conhecimentos básicos de Inglês.*

4.4.1.7. Observations:

*Mathematics, 12º year level
English, at basic level.*

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

António Manuel Gameiro Lopes - 112 horas

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

Miguel Rosa Oliveira Panão - 56 horas

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

O objetivo primeiro da presente disciplina de Programação de Computadores, sendo ministrada a alunos de cursos não especializados em Informática, não é o de ensinar somente uma linguagem de programação. De facto, a linguagem de programação deve ser entendida como somente um meio auxiliar na comunicação com o computador. O objetivo passa, sim, por treinar aluno para o “pensamento da programação”: a disciplina mental, a aquisição de estratégias de ataque dos problemas, o raciocínio lógico, a capacidade de construir estruturas de variáveis e algoritmos que possibilitem uma eficiente resolução dos problemas. Trata-se de uma enorme mais-valia para o resto do curso e, mais

tarde, para vida profissional. A disciplina de Programação de Computadores deve, assim, melhorar a capacidade do aluno para abordar os problemas, definir uma lógica de análise e uma correspondente estratégia de resolução

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

The primary objective of the present discipline of Computer Programming, which is taught to students that are not supposed to be specialists in Informatics, is not merely that of teaching a programming language. In fact, the programming language must be understood as only an aid for communicating with the computer. The aim is, rather, to train students for the correct strategy to approach and solve problem – this includes the mental discipline, the acquisition strategies of attack problems, logical reasoning, the ability to build structures of variables and algorithms that enable efficient resolution of problems. This is a huge asset for the rest of the course and, later, for professional life. The discipline of Computer Programming should thus improve the student's ability to address the problems, define a logical analysis and a corresponding resolution strategy.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Aulas teóricas:

1. **Noções Gerais. 1.1 - Sistemas de numeração e conversão. 1.2 - Tipos de problemas passíveis de resolução em computador e dificuldades inerentes. 1.3 - Linguagens de programação.**
2. **Elementos base da linguagem Visual Basic e noções básicas sobre a interface gráfica.**
3. **Noções sobre tipos de dados. Operadores aritméticos e precedências.**
4. **Esquemas de programação estruturada. Fluxogramas. 4.1 - Instruções decisórias. If-Then; Select Case. 4.2 - Instruções de ciclo. For-Next; Do-Loop. 4.3 – Procedimentos: Subrotinas; Funções**
5. **Âmbito de variáveis. Variáveis indexadas.**
6. **Operações de leitura e de escrita.**
7. **Gestão de erros.**
8. **Recursividade**

Aulas práticas:

Para além de outras aplicações demonstrativas dos conceitos básicos, serão implementadas aplicações para:
 - *Conversão de números entre bases de numeração - Regressão linear pelo método dos mínimos quadrados - Cálculo de integrais pelo método dos Trapézios - Ordenação*

4.4.5. Syllabus:

Theoretical classes:

1. **Basics. 1.1 - Computer architecture. 1.2 - Numbering systems and conversions. 1.3 - Types of problems that can be solved by programming and difficulties. 1.4 - Programming languages**
2. **Basic Elements of Visual Basic language and basics of the GUI.**
3. **Understanding data types. Arithmetic operators and precedence.**
4. **Schemes for structured programming. Flowcharts. 4.1 – Conditionals: If-Then; Select Case. 4.2 – Loops: For-Next; Do-Loop. 4.3 - Procedures: subroutines, functions**
5. **Scope of Variables. Indexed variables**
6. **Operations for reading and writing files.**
7. **Managing errors.**
8. **Recursion**

Practical classes:

Apart from other demo applications of basic concepts, applications are implemented to: - Converting numbers between numbering bases - Linear regression by the least squares method - Calculation of integrals by the method of trapezium - Sorting

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

O conteúdo programático foca as bases essenciais da programação, dando aos alunos os conhecimentos necessários para que, uma vez finalizada a disciplina, estes estejam aptos a desenvolver os próprios programas. É dada particular ênfase à utilização de subrotinas e funções, bem como à utilização de argumentos, de modo a que o aluno adquira as competências necessárias a uma programação tão estruturada quanto possível. Houve o cuidado de incluir a leitura e escrita de dados em ficheiro, por se tratar de uma componente bastante útil em tarefas de engenharia. Por outro lado, conceitos mais avançados, como programação de classes, não são abordados

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

The syllabus focuses on the essential concepts of programming, giving students the skills so that once completed the course, they are able to develop their own programs. Particular emphasis is given to the use of subroutines and functions, and the use of arguments, so that the students acquire the skills necessary for a as structured as possible programming. Care was taken to include reading and writing data from files, as this is a very useful component in engineering tasks. On the other hand, more advanced concepts, such programming of classes, are not addressed.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas teóricas consistem numa exposição oral pelo docente, suportada pela projeção de diapositivos em PowerPoint. A exposição teórica é intercalada com a programação de pequenos exemplos onde é implementada a matéria lecionada.

As aulas práticas têm lugar numa sala com 26 computadores individuais. As aulas consistem, na resolução de um conjunto de exercícios propostos pelo docente. À medida que o semestre progride, o docente vai deixando progressivamente aos alunos a responsabilidade de delinear a sua estratégia de ataque do problema, a construção do fluxograma e subsequente implementação

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Theoretical classes consist of an oral presentation by the teacher, supported by the projection of slides in PowerPoint. The theoretical presentation is interspersed with small code examples.

Practical classes take place in a room with 26 individual computers. Classes consist basically in solving a set of exercises proposed by the teacher. As the semester progresses, the teacher will gradually leave students the responsibility to devise their strategy to attack the problem, building the flowchart and subsequent implementation.

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

Para aprender programação, é importante que o aluno adquira uma base sólida dos princípios à custa de exemplos demonstrativos dos conceitos básicos e que, por outro lado, possa praticar através da abordagem de problemas concretos, com implementação em computador. Ambas as perspetivas são asseguradas pelas aulas teóricas e pelas aulas práticas, respetivamente. A variedade de problemas adotados durante as aulas permite, dentro do tempo disponível, por em prática todas as ferramentas básicas da programação (ciclos de repetição, instruções decisórias, procedimentos de função e de subrotina, comunicação com ficheiros) contribuindo muito, para tal, a possibilidade de o aluno poder trabalhar diretamente no seu computador, nas aulas práticas.

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

To learn programming, it is important that students acquire a solid foundation of the principles at the expense of examples demonstrating the basics and that, moreover, can practice by addressing specific problems with computer implementation. Both perspectives are ensured by the theoretical and practical classes, respectively. A variety of problems adopted during class allows, within the time available, to put into practice all the basic tools of programming (cycles, decision instructions, subroutine and function procedures, communication with files) contributing greatly to this, the possibility of the student being able to work directly on his own computer, in practical classes.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

António Gameiro Lopes, "Introdução à Programação em Visual Basic 2010", FCA – Editora de Informática, Lda., ISBN-978-972-722-644-3; 448 páginas, 2010.

Mapa IV - Análise Matemática III**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Análise Matemática III

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Mathematical Analysis III

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

Mat

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

42:T; 28:TP

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:*Análise Matemática I, Análise Matemática II e Álgebra Linear e Geometria Analítica***4.4.1.7. Observations:***Mathematical Analysis I, Mathematical Analysis II and Linear Algebra and Analytic Geometry***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Raquel Susana Giraldes Caseiro (84:T; 56:TP)***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Margarida Melo (56:TP)***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***O estudante aprovado nesta unidade curricular deverá ser capaz de:*

- 1. Calcular áreas e volumes usando integrais duplos e triplos, bem como o centro de massa de um sólido (com densidade homogénea ou não);*
- 2. Calcular áreas e comprimentos de curvas no espaço usando integrais curvilíneas e integrais de superfície;*
- 3. Resolver problemas envolvendo as ligações entre os diversos integrais estudados (integrais duplos, triplos, curvilíneas e de superfície);*
- 4. Resolver problemas envolvendo aplicações dos integrais estudados em contextos de modelação matemática.*
- 5. Resolver equações diferenciais lineares de ordem superior à primeira;*
- 6. Resolver sistemas de equações diferenciais lineares com coeficientes constantes;*
- 7. Calcular a transformada de Laplace e a sua inversa;*
- 8. Resolver uma equação diferencial usando a transformada de Laplace ou de Fourier;*
- 9. Resolver problemas envolvendo aplicações das equações diferenciais em contextos de modelação matemática.*

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):*The student who successfully completes this course will be able to:*

- 1. Compute areas and volumes, as well as the center of mass of a solid (with arbitrary density function), using double and triple integrals;*
- 2. Compute areas and lengths of curves in space using line and surface integrals;*
- 3. Solve problems involving the connections between the types of integrals studied (double, triple, line and surface integrals);*
- 4. Solve problems involving applications of integration to mathematical modelling.*
- 5. Solve higher order linear differential equations;*
- 6. Solve systems of linear differential equations with constant parameters;*
- 7. Compute the Laplace transform and its inverse;*
- 8. Solve a differential equation using the Laplace or Fourier transforms;*
- 9. Solve problems involving applications of differential equations in mathematical modelling*

4.4.5. Conteúdos programáticos:*I. Cálculo integral em R^2 e R^3* *I.1 Integral duplo e aplicações**I.2 Integral triplo e aplicações**I.3 Mudanças de variáveis**I.4 Integral curvilíneo. Teorema de Green**I.5 Integral de superfície. Teoremas de Stokes e da divergência**II. Equações Diferenciais Lineares**II.1 Métodos do polinómio anulador, de abaixamento de ordem e da variação das constantes**II.2 Sistemas de equações lineares com coeficientes constantes**II.3 Transformadas de Laplace e de Fourier e aplicações à resolução de equações lineares.***4.4.5. Syllabus:***I. Integral calculus in R^2 and R^3* *I.1 Double integrals and applications**I.2 Triple integrals and applications**I.3 Change of variables**I.4 Line integrals. Green's Theorem**I.5 Surface integrals. Stoke's and divergence theorems*

II. Linear Differential Equations

II.1 Annihilator, reduction of order and variation of parameters methods

II.2 Systems of linear differential equations with constant parameters

II.3 Laplace and Fourier transforms and applications in solving differential equations.

- 4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
O conceito de integral de uma função de uma única variável é estendido a integrais duplos e triplos de funções de duas e três variáveis. O conhecimento da integração dupla e tripla permite a construção dos integrais curvilíneos e de superfície e o estudo das suas consequências. A segunda parte da unidade curricular foca no importante capítulo das equações diferenciais lineares de ordem superior e a sua resolução por várias técnicas, das quais se destacam as recorrentes às transformadas de Laplace e Fourier.
- 4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
The concept of integral of a function of a single variable is extend to double and triple integrals of functions of two and three variables. The knowledge of double and triple integration allows the construction of line and surface integration, and the analysis of its consequences. The second part of the curricular unit focuses on the important chapter of higher order linear differential equations and their resolution by various techniques, such as using the Laplace and Fourier transforms.
- 4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
As aulas são de tipo teórico e teórico-prático. Os métodos de ensino são predominantemente expositivos nas componentes teóricas. Nas componentes práticas são resolvidos problemas sob a orientação do professor. Na exposição prevalece uma forte interação entre os conceitos e a sua aplicação concreta dando um papel central à visualização e à análise de situações particulares antes de proceder a uma abstração progressiva das noções a introduzir. Ao longo do semestre é disponibilizado apoio tutorial à resolução das tarefas propostas.
- 4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):
The teaching in this course assumes two formats: theoretical and example classes. During a theoretical class teaching is mostly expository. During an example class teaching consists of problem solving by the students under the guidance of the lecturer. A strong interaction between notions and their practical application is emphasized. In this task, the visualization and the analysis of concrete examples takes on a central role and prepares the way for the abstract definitions. Tutorial support is available to students to help them on the tasks assigned by the lecturers.
- 4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Na parte teórica das aulas, a teoria que alicerça as aplicações é explicada, são descritas as técnicas necessárias e são feitos exemplos concretos. Na parte prática o estudante é incentivado a desenvolver as suas próprias competências no domínio da teoria e das suas aplicações. É a ligação entre estes dois tipos de ensino que promove a aprendizagem dos conteúdos da unidade curricular e leva ao alcance dos seus objetivos.
- 4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:
During the theoretical part of classes the lecturer describes the theory underlying the applications, the required problem solving techniques and many concrete examples. During example parts of classes the student is encouraged to develop his/hers own skills in the fields of the theory and applications. It is this interplay between these two types of teaching that can promote acquisition of the syllabus and the attainment of the course objectives.
- 4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
 [1] James Stewart: *Cálculo, Volumes I e II. Cengage Learning, (tradução da 8ª edição norte-americana) 2017*
 [2] Gabriel E. Pires: *Cálculo diferencial e integral em Rn. IST Press (Coleção Ensino da Ciência e da Tecnologia), 2012.*
 [3] Ana d'Azevedo Breda, Joana Nunes da Costa: *Cálculo com funções de várias variáveis. McGraw-Hill, Lisboa (1996).*
 [4] Dennis G. Zill: *Equações Diferenciais com aplicações em modelagem. Cengage Learning (tradução da 10ª edição norte-americana), 2016*
 [5] Figueiredo, D.; Neves, A.. *Equações Diferenciais Aplicadas. Coleção Matemática Universitária, IMPA, R. Janeiro, 2018.*
 [6] Spiegel, M. – *Análise de Fourier, Coleção Schaum 1977.*

Mapa IV - Elasticidade e Plasticidade

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Elasticidade e Plasticidade

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Elasticity and Plasticity

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CE

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

T - 28; TP - 28

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Álgebra Linear, Cálculo I-III, Métodos Numéricos e Computacionais, Mecânica Aplicada

4.4.1.7. Observations:

Linear Algebra, Calculus I-III, Numerical Methods and Computing, Applied Mechanics

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

José Valdemar Bidarra Fernandes (T: 28h; TP: 28h)

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

<sem resposta>

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

Esta disciplina tem por objectivo o estudo da teoria matemática relativa ao comportamento de sólidos deformáveis em regime elástico e plástico. São aqui leccionadas as noções de tensores da tensão e da deformação, superfícies limite de elasticidade (isotrópica e anisotrópica) e as relações tensão – deformação em regimes elástico e plástico.

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

This course aims to study the mathematical theory related to the behavior of deformable solids in elastic and plastic regime. Here are taught the concepts of stress and strain tensors, yield surfaces (isotropic and anisotropic) and stress - strain relationships in elastic and plastic regime.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Noções gerais de Elasticidade e Plasticidade. Tensor das tensões. Tensor das deformações. Representação gráfica dos estados de tensão e de deformação. Relações tensão-deformação no domínio elástico, de materiais isotrópicos e anisotrópicos (Lei de Hooke Generalizada). Superfícies limite de elasticidade isotrópicas (Tresca, von Mises, etc.). Superfícies limite de elasticidade anisotrópicas (Hill'48, etc.). Relações tensão-deformação no domínio plástico (lei de plasticidade associada). Coeficiente de anisotropia (sua definição a partir dos parâmetros do critério de plasticidade). Leis de encruamento.

4.4.5. Syllabus:

General concepts of Elasticity and Plasticity. Stress tensor. Strain tensor. Graphical representation of stress and strain states. Stress-strain relationships in the elastic regime of isotropic and anisotropic materials (Generalized Hooke's Law). Isotropic yield surfaces (Tresca, von Mises, etc.). Anisotropic yield stress surfaces (Hill'48, etc.). Stress-strain relationships in plastic regime (associated flow rule.). Anisotropy coefficient (its definition from the parameters of the yield criterion). Hardening laws.

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

Nesta unidade curricular abordam-se os principais tópicos para compreender como ocorrem as deformações elástica e plástica de materiais. A compreensão destes assuntos requer que o aluno conheça as leis que regem o comportamento

dos materiais e definir as condições para a sua aplicação. As aulas teóricas fornecem a base para a compreensão destas questões. Nas aulas teórico-práticas os alunos resolvem problemas.

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

This course examines the major topics to understand the elastic and plastic deformation of materials. The comprehension of these issues requires that the student knows the laws governing the behaviour of materials and set the conditions for their application. The lectures provide the basis for understanding these issues. In practical classes students solve problems.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas de exposição dos conteúdos definidos no programa e aulas práticas com resolução de problemas convenientemente escolhidos. Acompanhamento tutorial de trabalhos a realizar pelos alunos.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Lectures of the content defined in the program, and practical classes with resolution of chosen problems. Tutorial follow-up of work to be performed by the students.

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

Nas aulas de exposição são apresentados os conteúdos definidos no programa da Unidade Curricular, procurando mostrar exemplos elucidativos. Deste modo, são leccionados os conceitos teóricos associados aos estados de tensão e deformação e às deformações elástica e plástica de materiais.

O acompanhamento tutorial permite orientar os alunos durante a realização de trabalhos. Pretende-se com esta complementaridade de formação, teórica e aplicada, desenvolver no aluno competências específicas nesta área.

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

In class exposure are presented the content defined in the program of the course, trying to show illustrative examples. Thereby the theoretical concepts taught are associated with stress and strain states and with the elastic and plastic deformation of materials.

The tutorial allows monitoring guide students while performing work. It is intended to complement their training, theoretical and applied, and developing specific skills in this area

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

J.V.B. Fernandes, Plasticidade - Notas do Professor (Texto Principal).

C. Rebelo, Tensores - Notas do Professor (Texto Principal).

R. Hill, The mathematical theory of plasticity, Clarendon Press, 1950.

L.E. Malvern, Introduction to the mechanics of a continuous medium, Prentice-Hall, INC. 1969.

L. Katchanov, Éléments de la théorie de la plasticité, MIR, 1975.

J. Lemaitre e J.-L. Chaboche, Mechanics of solid materials, Cambridge University Press, 1994.

R. Parnes, Solid mechanics in engineering. - John Wiley, 2001.

Mapa IV - Termodinâmica

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Termodinâmica

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Thermodynamics

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CEM

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

T:26; TP:26; OT:2; PL:2

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

José Manuel Baranda Moreira da Silva Ribeiro, 56 h

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

<sem resposta>

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

O objectivo geral da disciplina é conferir aos alunos as competências necessárias e suficientes para poderem realizar, em unidades curriculares subsequentes, e na sua vida profissional, análises detalhadas do funcionamento dos diferentes tipos de processos e máquinas termodinâmicas.

Essas competências são:

Desenvolver e saber usar a noção física concreta de sistema, substância pura, propriedade, processo, estado e equação de estado termodinâmico;

Desenvolver de forma precisa e quantificável o conceito físico de trabalho, calor e energia;

Compreender e saber aplicar o princípio da conservação de energia para sistemas fechados e abertos;

Desenvolver de uma forma precisa e concreta a noção física da 2ª Lei da termodinâmica, de entropia e de exergia e saber aplicá-las na análise e optimização do funcionamento de processos e máquinas termodinâmicas

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

The general objective of the course is to provide the students with necessary and sufficient skills to be able to perform, in subsequent curricular units, and in their professional life, detailed analyzes of different types of processes and thermodynamic machines.

These skills are: a) Develop and know how to use the concrete physical notion of thermodynamic system, pure substance, property, process, state and equation of state; b) Accurately and quantifiably develop the physical concept of work, heat and energy; c) Understand and know how to apply the principle of energy conservation for closed and open systems; d) Develop in a precise and concrete way the physical notion of the 2nd Law of thermodynamics, entropy and exergy and know how to apply them in the analysis and optimization of the operation of thermodynamic processes and machines.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. Conceitos fundamentais; 2. Energia, trabalho, calor e 1ª Lei da Termodinâmica; 3. Propriedades das substâncias puras; 4. Aplicação da 1ª Lei a sistemas fechados; 5. Aplicação da 1ª Lei a sistemas abertos; 6. 2ª Lei da termodinâmica noção de motor e máquina frigorífica; 7. Entropia e o princípio do aumento de entropia, limites à operação dos sistemas e 3ª Lei da Termodinâmica; 8. Exergia, disponibilidade e optimização do funcionamento dos sistemas.

4.4.5. Syllabus:

1. Fundamental concepts; 2. Energy, work, heat and 1st Law of Thermodynamics; 3. Properties of substances; 4. Application of the 1st Law to close systems; 5. Application of the 1st Law to open systems; 6. 2nd Law of Thermodynamics, notion of heat engines and refrigerator machines; 7. Entropy, availability, limits to systems operation and principle of increase of entropy; 8. Exergy, availability and system optimization.

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

Trata-se de uma disciplina clássica na formação de base em Engenharia Mecânica, pelo que o conteúdo programático é o essencial para conferir, no período de um semestre, a formação fundamental para analisar detalhadamente o funcionamento de processos e sistemas termodinâmicos simples. O conhecimento base envolve os principais princípios da termodinâmica: conservação de energia e aumento da entropia, apresentados sob uma perspectiva macroscópica, aplicados aos sistemas e processos típicos dos que constituem a base de sistemas mais complexos como motores e máquinas frigoríficas.

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

This is a classic discipline in basic mechanical engineering training, so the syllabus is essential to provide, within a semester, the fundamental training to analyse in detail the operation of simple thermodynamic processes and systems. Basic knowledge involves the main principles of thermodynamics: energy conservation and entropy increase, presented from a macroscopic perspective, applied to systems and processes typical of those that form the basis of more complex systems such as engines and refrigerators.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas teóricas consistem na exposição oral dos aspetos mais importantes dos assuntos sumariados, que o aluno terá possibilidade de aprofundar através do estudo da bibliografia aconselhada, acompanhado pelo professor durante as horas de atendimento e/ou tutoriais. As aulas Teórico-Práticas, serão utilizadas para desenvolver, ilustrar e resolver quantitativamente a aplicação a problemas concretos dos conceitos teóricos e metodológicos, apresentados nas aulas teóricas. Os alunos serão motivados a avaliar o modo como estão a adquirir os conhecimentos através de quizz tests.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The lectures consist of oral presentation of the most important aspects of the summarized subjects, which the student will be able to deepen through the study of the recommended bibliography, accompanied by the teacher during the hours of attendance and / or tutorials. Theoretical-Practical classes will be used to develop, illustrate and quantitatively solve the application to concrete problems of theoretical and methodological concepts presented in theoretical classes. Students will be motivated to evaluate how they are acquiring knowledge through quizz tests.

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

Os alunos são encorajados a explorar a literatura sobre o conteúdo programático da disciplina. Pretende-se motivar os alunos para a aprendizagem das matérias à medida que são leccionadas e desenvolvam as suas capacidades de forma autónoma, e criativa, que lhes permita ter uma visão global e oportuna à abordagem de análise de processos e sistemas termodinâmicos simples. A realização de quizz tests pretende estimular a atenção durante as aulas. Durante as aulas, a exposição dos conceitos é intercalada com a apresentação de exemplos comuns e de aplicação dos conceitos. Nas aulas teórico-práticas, são enunciados, identificados, analisados e resolvidos problemas com um cariz tão próximo quanto possível da prática em engenharia com recurso aos mais modernos métodos de cálculo e acesso a informação (tabelas).

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

Students are encouraged to explore the literature on the syllabus of the subject. It is intended to motivate students to learn the subjects as they are taught and to develop their skills in an autonomous and creative way, allowing them to have a global and timely view of the analysis of simple thermodynamic processes and systems. Quiz tests are intended to stimulate attention during classes. During the classes, the exposition of the concepts is interspersed with the presentation of common examples and application of the concepts. In the practical classes, problems are identified, identified, analysed and solved as closely as possible to engineering practice using the most modern methods of calculation and access to information (tables).

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Por ordem de consulta sugerida (By suggested consultation order):

- Çengel Y. A., Boles, M., *Thermodynamics, an engineering approach* 6ª Edição, McGraw-Hill, 2007.
- Moran, M. Shapiro, H. Boettner, D. Bailey, M. *Principles of Engineering Thermodynamics*, ed. Wiley, 8th Edition, SI, 2012
- Borgnakke, C. Sonntag, R. *Fundamentals of Thermodynamics*, Wiley, 7th ed. 2009.
- Oliveira, P. *Fundamentos de termodinâmica aplicada*, 2ª edição, LIDEL.
- A. C. de Sales Luís "Termodinâmica Macroscópica", Ed. dos Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., Rio de Janeiro, Brasil, 1980.
- W. C. Reynolds & H. C. Perkins "Engineering Thermodynamics", Mc Graw-Hill Kogakusha, Ltd., Tokyo, Japão, 1977.
- W. C. Reynolds "Thermodynamic Properties in SI - graphs, tables and computational equations for 40 substances", Department of Mechanical Engineering, Stanford University, U.S.A., 1979.

Mapa IV - Mecânica dos Fluidos**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Mecânica dos Fluidos

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Fluid Mechanics

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CEM

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

T - 28h; TP - 28h

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

António Manuel Gameiro Lopes - 112 horas

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

<sem resposta>

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

A disciplina tem por objetivo principal dotar os alunos de uma sólida e autónoma formação de base sobre o comportamento de fluidos – líquidos e gases – em repouso ou em escoamento, tendo em vista aplicações de engenharia mecânica. É estruturada através de um total de seis capítulos, que asseguram a introdução dos conceitos de base e também um conjunto inicial de aplicações. Todas estas matérias se centram sobre a análise de fenómenos de transporte (de quantidade de movimento, de energia e de massa) que ocorrem em escoamentos de fluidos nas mais diversas aplicações práticas inerentes ao exercício da profissão.

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

The main objective of this unit is to provide students with solid and autonomous knowledge on fluids' behavior, to be used in practical engineering applications. It is divided into six chapters, including basic concepts that will be applied to practical engineering problems. Fluid behavior is viewed as a particular case of transport phenomena (mass, momentum, energy) that may be encountered along the student's professional life.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Introdução. Conceitos fundamentais. Distribuição de pressão num fluido. Relações integrais aplicadas a um volume de controlo. Relações diferenciais aplicadas a um elemento de fluido. Regime laminar e regime turbulento. Escoamento no interior de condutas.

4.4.5. Syllabus:

Introduction. Fundamental concepts. Pressure distribution within a fluid. Integral relations applied to a control volume. Differential relations applied to a fluid element. Laminar and turbulent Reynolds-number regimes. Viscous flow in ducts.

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

O conteúdo dos cinco primeiros capítulos foi elaborado para fornecer aos alunos conhecimentos básicos sobre o comportamento dos fluidos. De facto, é a primeira vez que os alunos lidam com este assunto. O sexto capítulo é já uma aplicação clara de engenharia.

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

the contents of the first five chapters were designed in order to give the students basic knowledge on fluid behavior. In

fact, this is the very first time students are dealing with this subject. The sixth chapter is already a clear engineering application.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas (T): Exposição da matéria teórica, incentivando a participação ativa dos alunos. No final de cada aula é realizado um mini teste sobre a matéria da aula.

Aulas teórico-práticas (TP): alternadamente, professor e grupos de alunos conduzem discussão e resolução de problemas previamente definidos. O trabalho de grupo dos alunos é avaliado.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Theoretical lectures (T): Oral discussion on previously defined topics with active participation of students.

Practical lectures (TP): Students are divided in groups to do team work to present a practical problem discussion and resolution.

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

Toda a unidade curricular se encontra estruturada no sentido de promover trabalho autónomo de cada aluno, e também em trabalho de grupo. Apresentações de trabalhos de grupo e discussão oral destinam-se a desenvolver capacidades de expressão escrita e oral, tirando o melhor partido das mais recentes tecnologias disponíveis.

Discussões e avaliação procuram incentivar e premiar o desenvolvimento de espírito crítico em relação às soluções encontradas, procurando alternativas possíveis e realistas, do ponto de vista da engenharia. Trata-se de colocar o conhecimento de mecânica dos fluidos ao serviço de aplicações práticas de âmbito geral.

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

The whole unit intends to promote students' autonomy and ability to do team work. Group presentations and oral discussions aim at promoting students' skills like oral expression and the use of recent techniques for oral and written presentations. Discussions and evaluation do promote and reward critical analyses that are made about results found through different possible approaches of practical problems, seeking for solutions that are realistic in terms of practical engineering. This is all about making knowledge on fluid mechanics useful for broader type ranges of work in engineering.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Livro de apoio/ Companion book:

Oliveira LA, Lopes AMG (2016) Mecânica dos Fluidos – Fundamentos de Física e Matemática. LIDEL – Edições Técnicas, ISBN-978-989-752-238-3

Livros de Leitura Recomendada/Other references:

ÇENGEL, Y. A. & Cimbala, J. M. (2006), Fluid Mechanics: Fundamentals and Applications. McGraw-Hill Companies, Inc. Também disponível em tradução brasileira, editada por McGraw-Hill Portugal.

MASSEY, B. S. (1970) Mechanics of Fluids. Van Nostrand Reinhold Company, London. Também disponível em tradução portuguesa, editada pela Fundação Calouste Gulbenkian.

MUNSON, B. R., YOUNG, D. F. & OKIISHI, T. H. (2002), Fundamentals of Fluid Mechanics (4ª. ed.). John Wiley & Sons. Também disponível em tradução brasileira, editada por Edgard Blücher.

WHITE, F. M. (1999) Fluid Mechanics (4ª ed). McGraw-Hill Book Company, New York. Também disponível em tradução brasileira, editada por McGraw-Hill Portugal.

Mapa IV - Probabilidades e Estatística

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Probabilidades e Estatística

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Probability and Statistics

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

Mat

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

28 T ; 28 TP

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

Jorge Campos da Silva André: 56h

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

<sem resposta>

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

Esta disciplina proporciona duas grandes competências específicas, a saber:

1. *Compreensão do que é uma previsão probabilística/estatística de um fenómeno, distinguindo-a de uma previsão determinística (já familiar) e reconhecendo os casos em que aquela se torna interessante/necessária; e*
2. *Capacidade para fazer algumas análises probabilísticas e estatísticas de fenómenos (cf. 3.5), empregando as teorias matemáticas das Probabilidades e da Estatística Indutiva. O foco é colocado na capacidade de aplicação versátil, eficaz e segura da teoria a uma grande variedade de problemas práticos com interesse para qualquer especialidade de engenharia e para a vida profissional em geral.*

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

1. *Understanding of a probabilistic/statistic prediction of a phenomenon, distinguishing it from a deterministic prediction (already familiar) and being able to recognize the cases when it becomes interesting or even necessary; and*
2. *Capacity to perform some probabilistic and statistical analyses of phenomena (see 3.5), making use of the mathematical theories of Probability and Inferential Statistics. The focus is put on the ability to apply the theory in a versatile, effective and sure way to solve a great variety of practical problems of interest in any field of engineering and in life in general.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

0. *Porquê estudar Prob. e Estat. em engenharia?*

1. **PROBABILIDADES.** 1.1. *Conceitos de exp. aleatória e probabilidade (Clássico, Empírico), Leis das probab. 1.2. Variáveis Aleatórias. 1.2.1. Conceito e formas de caract. (F. de probab, densidade de probab. e distribuição, Momentos), e conceito de modelo de probab. 1.2.2. Mod. discretos: Uniforme, Binomial, Poisson. 1.2.3. Mod. contínuos: Uniforme, Exponencial, Normal, T-student, Qui-quadrado, F-Snedcor. 1.2.4. Funções determinísticas de variáveis aleatórias: Resultados analíticos (Finitos, Assimptóticos) e Método de Monte-Carlo.*
2. **ESTATÍSTICA INDUTIVA.** 2.1. *Obj. e Conceitos-base (População, Amostra, Estatísticas). 2.2. Estimação de parâmetros por intervalos de confiança: Estimadores amostrais (Conceito, Mét. de geração, Variável fulcral, Estimadores comuns, Estimação pontual), Intervalos de confiança (Mét. da Variável fulcral e Geral). 2.3. Testes de hipóteses: Paramétricos (Mét. geral) e Não-paramétricos (Teste do Qui-quadrado).*

4.4.5. Syllabus:

0. *Why to study Probability and Statistics in engineering?*

1. **PROBABILITY.** 1.1. *Concepts of random exp. and probability (Classical, Empirical), Laws of probability. 1.2. Random variables. 1.2.1. Concept and forms of charact. (Probability, Probab. density and Distribution Functions, Moments), and concept of probab. model. 1.2.2. Discrete models: Uniform, Binomial, Poisson. 1.2.3. Continuous models: Uniform, Exponential, Normal, T-student, Chi-squared, F-Snedcor. 1.2.4. Deterministic functions of random variables: Analytical results (Finite, Asymptotic) and Monte-Carlo simulation.*
2. **INFERENCE STATISTICS.** 2.1. *Obj. and basic concepts (Population, Sample, Statistics). 2.2. Estimation of parameters through confidence intervals: Sample estimators (Concept, Generation, Fulcrum variable, Common estimators, Point estimation), Confidence intervals (Fulcrum variable and General meth.). 2.3. Tests of hypotheses: Parametrical (General meth.) and Non-parametrical (Test of Chi-squared).*

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Os conteúdos programáticos, expostos com a metodologia pedagógica explicada em 23, são perfeitamente adequados para atingir os objetivos enunciados em 19.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
The syllabus, presented with the pedagogical methodology explained in 23, is perfectly adequate to achieve the curricular unit's objectives stated in 19.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
Apoia-se essencialmente em aulas com carácter misto T e TP, em que à exposição da teoria se segue imediatamente a sua execução prática na resolução de problemas, seguindo a estratégia pedagógica apresentada em 23.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):
Essentially based on classes with a mixed T and TP character, in which the presentation of the theory is immediately followed by the resolution of some problems of application, according with the pedagogical strategy presented in 23.

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

- 1. Selecionar os tópicos teóricos com maior interesse prático.*
- 2. Seguir uma exposição das matérias motivante para um engenheiro, que torne transparente o interesse do desenvolvimento da teoria e evidencie a sua estrutura lógica interna.*
- 3. Tirar partido de interpretações físicas para motivar o estudo e facilitar a compreensão da teoria.*
- 4. Reduzir o formalismo matemático ao mínimo indispensável para a compreensão da teoria adequada a um engenheiro.*
- 5. Apresentar apenas demonstrações que auxiliem a compreensão da teoria desejável para um engenheiro.*
- 6. Selecionar problemas: aplicados e realistas; ilustrando aplicações de engenharia variadas; com diversos graus de dificuldade.*
- 7. Cuidar a metodologia de resolução dos problemas: evidenciando as vantagens práticas de uma abordagem baseada na teoria, incentivando a ligação teoria-prática, e prestando atenção às fases preliminares (e.g., interpretação) que assumem tanta relevância em problemas de engenharia..*

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

- 1. To select theoretical topics with real practical interest.*
- 2. To present the subjects in a motivating way for an engineer, making clear the interest and logical structure of the theory.*
- 3. To take advantage of physical interpretations to motivate the theory and facilitate its understanding.*
- 4. To reduce the mathematical formalism to the minimum required for a useful understanding of the theory to an engineer.*
- 5. To present only the mathematical demonstrations which truly aid the understanding of the theory desirable to an engineer.*
- 6. To select problems: applied and realistic; that illustrate many engineering applications; with different degrees of difficulty.*
- 7. To take care with the methodology of resolution of problems: making evident the practical advantages of resolutions based on the theory; illustrating the link between theory and practice; taking time with the basic interpretation of the problems, typical of engineering problems.*

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
Probabilidades e Estatística para Engenharia (Probability and Statistics, in Portuguese), Jorge André (Ed. LIDEL - Edições Técnicas, 2ª ed., 2018).

Mapa IV - Complementos de termodinâmica e fluidos

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Complementos de termodinâmica e fluidos

4.4.1.1. Title of curricular unit:
Complements of Fluids and Thermodynamics

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:
CEM

4.4.1.3. Duração:
Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:
162

4.4.1.5. Horas de contacto:
T- 28; TP- 28

4.4.1.6. ECTS:
6

4.4.1.7. Observações:
<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:
<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):
Almerindo Domingues Ferreira, 28h

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:
José Manuel Baranda Ribeiro, 28 h

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
O estudante deverá possuir competências para:
** na análise dimensional, indicar as variáveis importantes a considerar para a resolução de um dado problema, reduzindo a complexidade dos problemas à sua forma mais simples. Adicionalmente, o estudante deverá entender se uma fórmula é dimensionalmente coerente com as unidades do resultado que pretende obter;*
** Calcular os caudais numa rede de condutas, determinar a perda de carga associada, e dimensioná-la;*
** Determinar a curva de uma instalação, e selecionar uma bomba apropriada, e conhecer as características do seu ponto de funcionamento;*
** Conhecer o princípio de funcionamento dos sistemas de conversão de energia ou de produção de frio: motores alternativos, turbinas a gás, motores a vapor e máquinas frigoríficas;*
** analisar o funcionamento dos sistemas de conversão de energia e produção de frio, nomeadamente, para calcular eficiências, identificar factores que afectam essa eficiência e otimizar a sua performance.*

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
After completing this course, the student is eligible to:
** In dimensional analysis, highlight the important variables that must be considered to solve a given problem, and reduce the complexity of a problem to a simpler form. Additionally, the student must recognize if a formula is dimensionally coherent the result foreseen;*
** Calculate flow rates in a pipe network, determine the associated pressure loss, and design it;*
** Determine an installation curve, select a suitable pump, and know the characteristics of its operating point;*
** Know the working principle of the main Energy conversion systems like: internal combustion engines, gas turbines, steam engines and refrigeration machines*
** Determine efficiencies, identify factors affecting efficiencies and optimize energy conversion and refrigeration systems*

4.4.5. Conteúdos programáticos:
Análise dimensional e Semelhança; Redes de distribuição de fluidos; Bombas e ventiladores: Curvas características, seleção de uma bomba, Cavitação

Ciclos de potência a gás: de ignição por faísca, ignição por compressão e Brayton; Ciclos de potência a vapor; ciclos de refrigeração por compressão de vapor.

4.4.5. Syllabus:

*Dimensional analysis and similarity; Pipe networks; Pumps and ventilators: characteristic curves, pump selection, cavitation;
Gas power cycles: spark and compression ignition, Brayton; steam power cycles; refrigeration cycles.*

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

O conteúdo está programado para conferir ao aluno capacidade para resolver problemas práticos de engenharia envolvendo o escoamento de fluidos e a termodinâmica. Para tal, recorre-se aos conceitos teóricos e introduzidos nas disciplinas de Mecânica de Fluidos e Termodinâmica Aplicada (ambas lecionadas no 3º semestre).

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

Syllabus are designed in order to enable students to deal with practical engineering problems involving thermodynamics and flow of fluids. Basic knowledge acquired in Fluid Mechanics and Applied Thermodynamics (both from the 3rd semester) is fully applied and extended in this course.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas (T): exposição da matéria definida. A participação ativa de cada aluno na discussão é objeto de avaliação. No final de cada aula é realizado um mini teste.

Aulas teórico-práticas (TP): resolução de problemas previamente definidos, sendo estimulada a participação ativa de cada aluno na discussão da sua solução, a qual é objeto de avaliação.

Método de avaliação: mini-testes: (5%) + exame final (95%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Theoretical lectures (T): oral exposition of the defined topics. Individual participation of students in the discussion is evaluated. A quiz will be performed at the end of each lecture.

Practical lectures (TP): resolution of practical problems previously defined. Individual participation in the problem resolution is evaluated.

Evaluation Method: quizzes (5%) + final exam (95%).

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

unidade curricular está estruturada no sentido de promover a participação ativa do aluno através do seu trabalho autónomo, e também do trabalho em grupo. O estímulo para participação na aula através da resolução de problemas, e da discussão oral, destina-se a promover a resolução de problemas em grupo, e a desenvolver a capacidade de expressão oral.

O incentivo à participação nas discussões, e conseqüente avaliação, procura incentivar e premiar o desenvolvimento de espírito crítico. Trata-se de colocar em prática a aplicação dos conhecimentos adquiridos nas áreas da mecânica dos fluidos e termodinâmica em aplicações práticas de engenharia.

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

The course unit is structured for a practical application of the basic knowledge acquired in fluid mechanics and thermodynamics. It aims to promote the active participation of each student through his autonomous work as well as team work. The encouraging participation, whether in solving a specific problem, or on an oral discussion, intends to promote the problem solution in the group and to develop oral expression skills. The incentive to participate in the discussions, and consequent evaluation, intends to encourage and develop the critical spirit.

The whole unit aims to apply the basic knowledge of fluid mechanics and thermodynamics in engineering applications.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Oliveira, L.A., Lopes, A.G. (2016) – "Mecânica dos Fluidos" (5.ª ed.). ETEP - LIDEL.

White, F.M. (2011) – "Fluid Mechanics" (7th ed). McGraw-Hill Book Company, New York.

Çengel, Y.A., Cimbala, J.M. (2006) – "Fluid Mechanics: Fundamentals and Applications". McGraw-Hill Companies, Inc. Houghtalen, R.J., Osman Akan, A. Hwang, N.H.C. (2010) – "Fundamentals of Hydraulic Engineering Systems" (4th ed.).

Çengel Y. A., Boles, M., Thermodynamics, an engineering approach 6º Edição, McGraw-Hill, 2007.

Moran, M. Shapiro, H. Boettner, D. Bailey, M. Principles of Engineering Thermodynamics, ed. Wiley, 8th Edition, SI, 2012

Borgnakke, C. Sonntag, R. Fundamentals of Thermodynamics, Wiley, 7th ed. 2009.

Oliveira, P. Fundamentos de termodinâmica aplicada, 2ª edição, LIDEL.

Mapa IV - Gestão da Qualidade**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Gestão da Qualidade

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Quality Management

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CE

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

81

4.4.1.5. Horas de contacto:

28 TP

4.4.1.6. ECTS:

3

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

Cristóvão Silva (28h TP)

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

<sem resposta>

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

A qualidade é um dos principais factores que influenciam a aquisição de um número crescente de produtos e serviços – quer o cliente seja um indivíduo, uma empresa industrial ou uma organização pública. Assim, a compreensão dos conceitos associados à qualidade, à sua medição e controlo (ao nível do projecto e fabrico), são fundamentais para o sucesso das organizações.

Pretende-se com esta disciplina que os alunos adquiram os fundamentos da gestão da qualidade, e que apreendam as ferramentas disponíveis para a sua implementação, medição e controlo, quer na fase de projecto, quer na fase de execução de um produto ou serviço.

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

The Quality is one of the main factors taken into account by customers when deciding which product or service should be acquired. Thus the understanding of the quality concepts and how to measure and control the quality is vital for the success of any business.

After this course the student should be able to: understand and discuss the concept of quality in what concerns its application in engineering; use the tools available to measure and control the quality of a product/service during its development/project and production stage.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Conceito de qualidade*
- 2. As ferramentas base para a resolução de problemas*
- 3. Análise Modal de Falhas e Efeitos*
- 4. O controlo estatístico do processo*
- 5. Inspeção por amostragem*
- 6. Seis Sigma*

4.4.5. Syllabus:

- 1. The concept of quality*
- 2. The basic toolset to problem solving*

- 3. *Failure Mode and Effects Analysis*
- 4. *Statistical process control*
- 5. *Sampling*
- 6. *Six Sigma*

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
O módulo 1 do programa definido garante a aquisição dos conhecimentos acerca do conceito de qualidade no âmbito da engenharia, demonstrando a sua importância para a melhoria do desempenho das organizações. Nos módulos 2, 3, 4 e 5 descreve-se um conjunto de ferramentas utilizadas para a medição e controlo da qualidade desde a fase de desenvolvimento do produto até a fase da sua produção. O módulo 6 preetende familiarizar os alunos com os conceitos/ferramentas mais recentes utilizadas no âmbito da melhoria de produtos/processos.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
Module 1 of the defined program ensures the acquisition of knowledge about the concept of quality in engineering, demonstrating its importance for improving the performance of organizations. Modules 2, 3, 4 and 5 describe a set of tools used for quality measurement and control from product development to production. Module 6 aims to familiarize students with the latest concepts/tools used within the framework of product/process improvement.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
Aulas para exposição da matéria recorrendo a powerpoints e outros suportes digitais. Resolução de problemas recorrendo às ferramentas da qualidade. Pretende-se que os problemas sejam resolvidos em grupo de modo a promover a discussão acerca das diferentes abordagens que podem ser seguidas para resolver os problemas propostos. Resolução autónoma (trabalho de casa) de problemas por parte dos alunos e discussão dos resultados obtidos em sala de aula.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):
Lessons to expose the subject using powerpoints and other digital media. Problem solving using quality tools. The problems will be solved in groups in order to promote discussion about the different approaches that can be followed to solve the proposed problems. Autonomous problem solving (homework) by students and discussion of results in classroom.

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
A metodologia de ensino proposta promove a discussão entre os alunos dos conceitos ligados à gestão da qualidade. A resolução de problemas práticos recorrendo às ferramentas ensinadas permitirá que o aluno adquira competências na implementação de medidas conducentes à melhoria da qualidade nas organizações. O trabalho de casa tem por objetivo incentivar os alunos a aprofundar os seus conhecimentos de forma autónoma.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:
The proposed teaching methodology promotes discussion among students of concepts related to quality management. Solving practical problems using the tools taught will enable the student to acquire skills in implementing measures leading to quality improvement in organizations. Homework aims to encourage students to deepen their knowledge autonomously.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
*C. Silva, Gestão da Qualidade (Apontamentos da disciplina), DEM (Texto Principal).
A.V. Feigenbaum (2004), Total Quality Control, 4th ed., McGraw-Hill.
J. De Feo (2014), Juran's Quality Management and Analysis, 6th ed., Mc Graw Hill.
D. Duret and M. Pillet (2009), Qualidade na Produção: da ISO 9000 ao Seis Sigma, Lidel.
T. Pysdek, P. Keller (2018), The six Sigma Handbook, 5th ed., Mc Graw-Hill*

Mapa IV - Manutenção Industrial

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Manutenção Industrial

4.4.1.1. Title of curricular unit:
Industrial Maintenance

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CEM

4.4.1.3. Duração:
Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:
81

4.4.1.5. Horas de contacto:
TP - 28

4.4.1.6. ECTS:
3

4.4.1.7. Observações:
<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:
<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):
Amílcar Ramalho; 28 horas

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:
<sem resposta>

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
- *Conhecer e aplicar os princípios de gestão da manutenção quanto aos aspectos técnicos, económicos, documentais e de efectivos;*
- *Capacidade de aplicar análises de fiabilidade para a partir de dados históricos estimar os períodos de substituição de componentes em programas de manutenção preventiva do tipo sistemático;*
- *Conhecer as técnicas de análise de condição e de diagnóstico cuja aplicação em manutenção preditiva é mais relevante;*
- *Capacidade de desenvolver programas de manutenção preditiva por aplicação de técnicas de análise de vibrações;*
- *Conhecer as propriedades dos lubrificantes e os principais métodos analíticos com relevância para a manutenção.*
As principais competências a desenvolver são: instrumentais (Competência em organização e planificação; Competência para resolver problemas), pessoais (Competência em relações interpessoais e raciocínio crítico) e sistémicas (aplicar na prática os conhecimentos teóricos e adaptabilidade a novas situações).

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
- *Knowledge and ability to apply the principles of maintenance management concerning the aspects: technical, economical, and staff;*
- *Ability to apply reliability analysis of historical data to estimate the replacement or repair interval of components in systematic preventive maintenance programs;*
- *Knowledge of the more relevant techniques for analyzing and diagnosing the equipment condition in the scope of predictive maintenance;*
- *Ability to develop predictive maintenance programs based on vibration analysis techniques;*
- *Knowledge of the lubricant properties and the main lubricant analytical methods relevant to the maintenance.*
The aim is the development of instrumental skills (Competence in organizing and planning; ability to solve problems), personal (Skills in interpersonal relationships and critical thinking) and systemic (apply in practice the theoretical knowledge and adaptability to new situations)

4.4.5. Conteúdos programáticos:
1 - Introdução à gestão da manutenção.
2 - Organização documental da manutenção.
3 - Aplicação da fiabilidade à manutenção preventiva sistemática.
4 - Manutenção condicionada ou preditiva.
5 - Aplicação da análise de vibrações à manutenção condicionada de máquinas rotativas.
6 - Gabinete técnico ou serviço de métodos de manutenção.
7 - Planeamento da manutenção.

8 - Análise dos custos de manutenção.

9 - Lubrificação e lubrificantes

4.4.5. Syllabus:

1 - Introduction to maintenance management.

2 - Documentary organization of maintenance.

3 - Application of reliability to systematic preventive maintenance.

4 - Condition analysis or predictive maintenance.

5 - Application of vibration analysis to conditioned maintenance of rotating machines.

6 - Technical office or maintenance methods service.

7 - Maintenance planning.

8 - Analysis of maintenance costs.

9 - Lubrication and lubricants.

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

A manutenção tem um cariz fortemente aplicado. O conteúdo programático está organizado por capítulos cuja organização reflecte de perto o conjunto de objectivos que se pretendem alcançar. A forma como os capítulos estão sequenciados permite que após a introdução dos conceitos básicos (capítulos 1 e 2), sejam imediatamente abordados os três capítulos que requerem um maior trabalho autónomo dos estudantes (capítulos 3, 4 e 5), permitindo desta forma uma maior dedicação dos estudantes às matérias mais exigentes

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

Maintenance is a strongly applied topic. The syllabus is organized into chapters whose organization closely reflects the set of objectives to be achieved. The way in which the chapters are sequenced allows that after the introduction of the basic concepts (chapters 1 and 2), the three chapters that require more autonomous work of the students (chapters 3, 4 and 5) are immediately addressed, thus allowing a greater students' dedication to the most demanding subjects

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A carga letiva da disciplina está organizada em aulas teórico-práticas com o objetivo de permitir uma aplicação imediata dos conhecimentos, sempre que as temáticas o permitam. O plano de aulas teórico-práticas é ajustado ao longo do semestre para permitir que todos os alunos tenham uma sessão de laboratório para aplicar a medição de vibrações ao diagnóstico de avarias de máquinas rotativas

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching time of the course is organized in theoretical-practical classes in order to allow an immediate application of knowledge. Theoretical-practical times are planned throughout the semester to allow students to have a lab session to apply vibration measurement to rotary machine fault diagnostics.

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

Esta unidade curricular pretende transmitir aos estudantes conhecimentos que lhes permitam atuar como técnicos superiores de manutenção. Para tal, ao longo do semestre os estudantes participam ativamente na implementação de modelos de fiabilidade vocacionados para manutenção preventiva. A formação teórica é complementada com a resolução de problemas e a participação em sessões laboratoriais de demonstração e aplicação de técnicas de análise e de diagnóstico.

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

This course aims to impart to students knowledge to enable them to act as senior maintenance technicians. To this end, throughout the semester students actively participate in the implementation of reliability models for preventive maintenance. Theoretical training is complemented by problem solving and participation in laboratory sessions demonstrating and applying analysis and diagnostic techniques.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Handbook of Maintenance Management and Engineering. Ed.: Ben-Daya, M., Duffuaa, S.O., Raouf, A., Knezevic, J., Ait-Kadi, D. Springer (2009)

Practical Reliability Engineering, 5th Edition. Patrick P. O'Connor, Andre Kleyner. Wiley (2012)

Organização e Gestão da Manutenção. José Paulo Saraiva Cabral. Lidel (2006)

François Monchy, La fonction Maintenance, Ed. Masson.

Luis Andrade Ferreira, Uma introdução à manutenção, Publindústria

R. Keith Mobley, An introduction to predictive maintenance, Van Nostrand Reinhold.

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:***Materiais Metálicos*****4.4.1.1. Title of curricular unit:*****Metallic Materials*****4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:*****CEM*****4.4.1.3. Duração:*****Semestral*****4.4.1.4. Horas de trabalho:*****162*****4.4.1.5. Horas de contacto:*****T-28; TP-28*****4.4.1.6. ECTS:*****6*****4.4.1.7. Observações:*****<sem resposta>*****4.4.1.7. Observations:*****<no answer>*****4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):*****Bruno Miguel Quelhas de Sacadura Cabral Trindade (T-28; TP-28)*****4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:*****<sem resposta>*****4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

O conhecimento dos diferentes materiais utilizados em engenharia é uma das principais competências específicas que se exige a um engenheiro mecânico. De forma a poder intervir tanto na produção e no processamento de materiais como na concepção e desenvolvimento de projectos de engenharia, o engenheiro mecânico deve possuir não só conhecimentos abrangentes acerca da natureza dos diferentes tipos de materiais, mas também um conhecimento preciso e quantitativo das propriedades de cada material. A disciplina de Materiais Metálicos visa fornecer competências sobre estrutura / propriedades / processamento / desempenho de materiais metálicos, enfatizando os aspectos tecnológicos e económicos que devem presidir à sua aplicação em componentes de engenharia.

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

Knowledge of the different materials used in engineering is one of the main specific skills required for a mechanical engineer. In order to be able to intervene in the production and processing of materials as in the conception and development of engineering projects, the mechanical engineer must have comprehensive knowledge not only about the nature of the different types of materials, but also a precise and quantitative knowledge of the properties of each material. The discipline of Metallic Materials aims to provide expertise on structure / properties / processing / performance alloys, ferrous and non ferrous, emphasizing the technological and economic aspects that should govern its application in engineering components.

4.4.5. Conteúdos programáticos:***Introdução à Ciência e Engenharia dos Materiais.******Ligas Metálicas de Engenharia.******Parte I - Ligas Ferrosas.******1.1 Aços ao Carbono – convencionais, principais propriedades mecânicas.******Papel dos elementos de liga. Transição dúctil /frágil******Mecanismos de endurecimento de aços.***

Aços ao carbono de alta e ultra alta resistência.

Tratamento térmico de ligas ferrosas: Recozimento, Têmpera e Revenido.

Tratamentos de superfície: Cementação, Nitruração e Carbonitruração.

Aços ligados: inoxidáveis, ferramenta.

1.2. Ferros fundidos.

Branços, cinzentos, maleáveis e nodulares (dúctil).

Influência dos elementos de liga.

Tratamentos térmicos de ferros fundidos: maleabilização.

II -Ligas não ferrosas.

Mecanismos de endurecimento por deformação mecânica e por formação de segunda fase.

Propriedades.

4.4.5. Syllabus:

Introduction to Materials Science and Engineering.

Engineering metallic alloys.

Part I - Ferrous Alloys.

1.1 Carbon Steels - conventional, main mechanical properties.

Role of alloying elements. Ductile / brittle transition

Mechanisms of hardening.

High carbon steel and ultra high strength.

Heat treatments of ferrous alloys: Annealing, Hardening and Tempering.

Surface treatment: carburizing, nitriding and carbonitriding.

Alloyed steels, stainless steels, tool steels.

1.2. Cast irons.

White, gray, malleable and nodular (ductile).

Influence of alloying elements.

Heat Treatments of cast irons (softening).

II-Non-ferrous alloys

Hardening mechanisms (plastic deformation and formation of the second phase).

Properties.

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

O objectivo principal da unidade curricular é fornecer competências sobre materiais metálicos (ferrosos e não ferrosos) usados em engenharia, quer em termos de composição química quer em termos de estrutura e propriedades. Para tal são estudados vários tipos de aços e ferros fundidos e a forma de alterar a sua estrutura, mediante a utilização de tratamentos térmicos. São estudados processos de alteração das propriedades superficiais como a cementação, a nitruração e a carbonitruração. As ligas metálicas não ferrosas são outra classe de materiais que é estudada nesta unidade curricular. Dá-se particular ênfase às ligas leves à base de Al, Mg e Ti. As ligas de Ni e Cu são também alvo de estudo. Deste modo, os conteúdos programáticos desta unidade curricular são os considerados na maioria dos livros de ciência e engenharia de materiais e permitem aos alunos do Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica adquirirem conhecimentos do trinómio ligação química / estrutura / propriedades.

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

The main objective of the course is to provide expertise on metallic materials (ferrous and non ferrous) used in engineering in terms of chemical composition, structure and properties. Various types of steels and cast irons are studied as well as the way to change their structure through the use of heat treatments. Surface treatments are taught such as carburizing, nitriding and carbonitriding. The non-ferrous alloys is another class of materials that is studied in this course. A particular emphasis on light alloys based on Al, Mg and Ti is given in this course. Ni and Cu-based alloys are also studied.

Thus, the syllabus of this course are considered in most books on materials science and engineering and allow students of the Master in Mechanical Engineering acquire knowledge of the trinomial chemical bonding / structure / properties.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

São ministrados nas aulas teóricas os conceitos sobre ligas metálicas de engenharia e estimulada a discussão sobre a sua importância para o futuro Engenheiro Mecânico. As aulas teórico-práticas reforçam-se estes conceitos dando-se particular ênfase ao trinómio estrutura-propriedades- aplicação. As aulas serão sempre apoiadas por exemplos de fabrico de equipamentos de grande impacto mediatiático. Em todas as aulas serão incentivadas posturas pró-activas por parte dos alunos, necessárias à aquisição das competências adstritas à disciplina.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The concepts of engineering metallic alloys are taught in theoretical lectures. Discussion about its importance for the future Mechanical Engineer is stimulated. TP classes reinforce these concepts by giving particular emphasis to structure-properties-application relationship. Classes will be always supported by examples of equipment

manufacturing with major media impact. In all classes, proactive stances by the students is encouraged, necessary for skills acquisition.

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
A metodologia de ensino baseia-se essencialmente em aulas presenciais do tipo teórica e teórico-prática nas quais tenta-se sempre relacionar os assuntos leccionados com a engenharia mecânica. Em geral, os métodos de ensino utilizados não deixam de respeitar uma linha comum a outras disciplinas do mestrado. No entanto, os alunos são encorajados a ter uma postura pró-ativa, sendo incentivados a procurar literatura sobre o conteúdo programático da disciplina e a colocar questões sobre novos materiais com propriedades avançadas. Não sendo possível falar de todos materiais dados os constantes avanços científicos nesta área, a pesquisa da literatura por parte dos alunos é uma forma de captar a sua atenção para esta área do conhecimento e aumentar a sua motivação. Por outro lado, pretende-se um estudo contínuo ao longo do semestre, pelo que existe uma série de mini-testes, o que lhes permite ter uma visão oportuna das dificuldades sentidas.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:
The teaching methodology is mainly based on theoretical and practical presential classes, in which the correlation between subjects taught and mechanical engineering is targeted. In general, the teaching methods used follow a common line of other disciplines of the MSc. However, students are encouraged to take a proactive stance and are encouraged to look for literature on the syllabus of the course and ask questions about new materials with advanced properties. Since it is not possible to mention all the materials due to the constant scientific advances in this area, this methodology is a way to capture their attention to this area of knowledge and to increase their motivation on the course. On the other hand, a continuous study throughout the semester is target, with a series of mini-tests, which allows the students to have a timely view of their understanding of the syllabus.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

W.F. Smith, Princípios de Ciência e Engenharia dos Materiais, McGraw-Hill, 1998.

W.D. Callister and D.G. Rethwisch, Materials Science and Engineering: An introduction, Wiley, Edição 9E, 2016.

Mapa IV - Resistência de Materiais

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Resistência de Materiais

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Strength of Materials

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CE

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

T- 28; TP - 28

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

Ana Paula Betencourt Martins Amaro; 56h

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

<sem resposta>

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

Resistência de Materiais estuda o comportamento de elementos estruturais atendendo às suas condições de utilização e às solicitações a que estão sujeitos. Quanto aos seus objetivos pode ser dividida em duas áreas fundamentais:

- **a primeira, verifica a estabilidade dos elementos estruturais, conhecidas as solicitações exteriores e os materiais utilizados na sua construção. Da análise dos estados de tensão e deformação a que esses elementos ficam sujeitos é possível verificar o seu dimensionamento;**
- **a segunda, conhecidas as solicitações exteriores e a função a desempenhar pelos elementos estruturais, define as formas e dimensões, bem como as características mecânicas dos materiais a utilizar.**

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

The Strength of Materials studies the behavior of structures taking into account these conditions and the stresses to which are subjected. The objectives of the Strength of Materials can be divided into two areas:

- **The first, checks the stability of the elements, if external loads and materials used in the manufacture are known. Through the analysis of the stress and strain states developed is possible to verify the design and dimensions of the structure;**
- **The second, defines the forms and dimensions, as well as the mechanical properties of materials to be used if the external loads and the role played by the structural elements are known.**

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Determinação dos esforços em estruturas isostáticas: tipo de esforços e respectivos diagramas. Princípio da sobreposição dos efeitos das forças. Comportamento de elementos estruturais solicitados axialmente: estado de tensão e deformação em tracção ou compressão; energia potencial de deformação; noção de coeficiente de segurança; resolução de sistemas hiperestáticos. Comportamento de elementos estruturais solicitados por torção: corte puro; estado de tensão; torção de veios de secções circular e não circular; analogia da membrana de Prandtl; torção de perfis de secção aberta e fechada; perfis multicelulares. Comportamento de elementos estruturais solicitados por flexão: introdução às teorias de vigas; flexão de vigas de eixo reto; flexões pura e simples; equação diferencial da linha elástica. Flexão de vigas de eixo curvo. Dimensionamento de elementos estruturais sujeitos a flexão e torção - carregamentos multiaxiais.

4.4.5. Syllabus:

Determination of the internal actions in isostatic structures: type of internal actions and diagrams. Principle of superposition of the effects of forces. Structural behavior of elements axially loaded: stress and strain state in bars loaded axially; potential energy of deformation; concept of the safety factor; resolution of hyperstatic systems. The behavior of structural components loaded by torsion: pure torsion; shear stress state; torsion of shafts with circular and non-circular cross section; the method of Prandtl's membrane analogy; torsion of closed and open thin-walled sections of profiles; multi-shape profiles. Analysis of beams: a brief preamble to the beam theories; beams of straight geometric axle; pure and simple bending; differential equation of the beam deformation. Beams of strong curved axle. Dimensioning of structural elements subjected to bend and torsion- multiaxial loadings.

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

A Resistência de Materiais é uma disciplina que estuda a resistência e rigidez dos elementos de construção mecânica tendo em conta as suas condições de utilização. Pelos temas que aborda é, necessariamente, uma disciplina fundamental no âmbito de um curso como o da Engenharia Mecânica.

Os princípios gerais da Resistência de Materiais têm o seu fundamento nas leis básicas da Mecânica, a parte da Física que tem por objetivo o estudo do movimento ou do equilíbrio dos corpos e das causas que os produzem ou os modificam, e em particular daquelas que fazem parte da Estática.

A Resistência de Materiais desempenha um papel fundamental no que diz respeito à fixação das dimensões dos componentes estruturais, o que implica o conhecimento das tensões e deformações máximas que nele ocorrem, e a verificação de que, em nenhum ponto dessas estruturas, são ultrapassadas as tensões e as deformações máximas admissíveis para os materiais de que são fabricadas.

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

The Strength of Materials has as objective the study of the strength and stiffness of the mechanical components having in consideration its conditions of use. In the course of Strength of Materials fundamental topics for the preparation of the future mechanical engineers are teach. These topics are a prerequisite for later courses in other areas studied in the graduation of Mechanical Engineering.

The general principles of Strength of Materials have its foundation in the basic laws of mechanics, the physics part of

which aims is to study the motion or equilibrium of bodies and the causes that produce or modify them, and in particular those that are a part of the static.

The Strength of Materials plays a key role in the determination of the dimensions of the structural components, which implies knowledge of the maximum stresses and strains that occur in those components and check if in any point of the structures are not exceeded the maximum permissible stresses of the materials used.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A Resistência de Materiais é uma unidade curricular onde são abordados conceitos básicos não só para outras unidades curriculares lecionadas nos anos seguintes, mas também para quem no futuro tiver que projetar elementos estruturais. Por este motivo a presença dos alunos nas aulas parece essencial já que o acompanhamento contínuo da matéria auxilia a sua compreensão e apreensão, condições fundamentais para um bom aproveitamento na unidade curricular. Assim, todos os alunos que não tenham o estatuto de trabalhadores estudantes ficarão sujeitos ao regime de marcação de presenças.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The objective of the Strength of Materials is the study of basic concepts used not only to other topics in the following years of the Mechanical Engineer Master but also for the future that have to design structural elements. For this reason the presence of students in class seems essential once the continuous monitoring of the matter helps its understanding, a fundamental condition to profit the knowledge obtained in the course. Thus, all students who do not have the status of student workers must be presents in the classes.

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

Durante as aulas os alunos são incentivados a participar quer colocando questões pertinentes sobre as matérias nela lecionadas, assim como resolvendo os problemas que lhes vão sendo propostos.

Pretende-se, assim, motivar os alunos para que estudem as matérias à medida que são lecionadas, o que lhes permite ter uma visão oportuna e crítica das dificuldades sentidas.

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

During the classes students are encouraged to participate either by asking questions relevant to the matters therein taught, as well as solving the problems that are proposed

The aim is to motivate students to study the subjects as they are taught, allowing them to have a vision of timely difficulties.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

“Resistência de Materiais – Parte I-Estática”, Ana P.B. Martins Amaro; Maria Augusta Neto; José Maria O. Sousa Cirne – 2017; Publicação didática DEM/UC

“Resistência de Materiais – Parte II”, Ana P.B. Martins Amaro; Maria Augusta Neto; José Maria O. Sousa Cirne – 2019; Publicação didática DEM/UC

Beer, F. P.; Johnston, E.R.; DeWolf, J. "Resistência dos Materiais (Mecânica dos Materiais)", Edições McGraw-Hill, 4ª Edição, 2006

Branco, C. Moura, "Mecânica dos Materiais", Edição Fundação Calouste Gulbenkian

Craig Jr., Roy R. "Mecânica dos Materiais", 2ª Edição, LTC Editora, 2003

da Silva, V. Dias "Mecânica e Resistência dos Materiais", Edição Teresa Barreto Xavier, 4ª edição

Féodosiev, -V. "Resistência dos Materiais", Editora Lopes da Silva

Gomes, J. F. Silva "Mecânica dos Sólidos e Resistência dos Materiais", Edições INEGI, Porto, 2004

Hibbeler, R. C. "Resistência dos Materiais", 9ª Edição, Pearson, Prentice Hall

Nash, William "Resistência dos Materiais", Edições McGraw-Hill

Mapa IV - Tecnologias de Conformação e Corte

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Tecnologias de Conformação e Corte

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Forming and Cutting Technologies

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CEM

4.4.1.3. Duração:

Semestral**4.4.1.4. Horas de trabalho:****162****4.4.1.5. Horas de contacto:****T-28; TP - 28****4.4.1.6. ECTS:****6****4.4.1.7. Observações:****<sem resposta>****4.4.1.7. Observations:****<no answer>****4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):****Dulce Maria Esteves Rodrigues (T-28; TP-28)****4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:****<sem resposta>****4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

Com esta unidade curricular pretende-se documentar os alunos sobre os processos tecnológicos de conformação plástica de materiais metálicos e maquinagem. São mencionados e discutidos os comportamentos dos materiais quando submetidos a estes processos, referindo as particularidades e ensaios próprios de caracterização do comportamento mecânico. São referidos os aspectos teóricos e experimentais do comportamento dos materiais, durante a deformação plástica a frio e a quente. Em resumo, os estudantes adquirem competências acerca dos mecanismos de deformação plástica, de rotura dúctil e de recuperação da estrutura deformada (restauração e recristalização).

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

This course aims to document the students about the technological processes of metal forming by plastic deformation and metal cutting. The behaviour of materials when subjected to these processes is analysed and discussed, indicating their particular characteristics and tests used for the characterization of the materials mechanical behaviour. The theoretical and experimental aspects of the material behaviour, during cold and hot plastic deformation are also introduced. In brief, the students acquire skills about the physical mechanisms of plastic deformation of ductile rupture and recovery of the deformed structure (restoration and recrystallization).

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Mecanismos de deformação plástica. Influência da temperatura e da velocidade de deformação. Ensaios de caracterização mecânica e leis constitutivas.

Introdução aos processos tecnológicos de conformação por deformação plástica na massa e na chapa.

Introdução aos processos tecnológicos de corte de chapa.

Introdução aos processos tecnológicos de maquinagem.

Métodos de cálculo em plasticidade – teoria e aplicações: método da energia uniforme e da fatia elementar.

Seleção de processos tecnológicos de deformação plástica em função dos materiais a processar, da aplicação e do custo.

4.4.5. Syllabus:

Mechanisms of plastic deformation. Influence of temperature and strain rate. Mechanical characterization tests and constitutive laws.

Introduction to technological processes of plastic deformation in sheet and in bulk materials.

Introduction to sheet metal cutting processes. Introduction to machining.

Plasticity calculation methods - theory and applications: uniform energy and elemental slice method.

Selection of technological processes of plastic deformation according to the materials to be processed, the application and the cost.

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

Nas aulas de exposição são apresentados os conteúdos do programa da Unidade Curricular, complementados com apresentação e discussão de exemplos. Nas aulas teórico-práticas aplicam-se os conceitos teóricos na resolução de problemas associados aos processos de conformação e de maquinagem. Há acompanhamento tutorial dos alunos na realização de ensaios sobre alguns temas do programa, e discussão dos resumos de textos técnicos. Pretende-se com esta complementaridade de formação desenvolver no aluno as competências específicas e genéricas contempladas nos objetivos da Unidade Curricular. Durante as aulas são entregues aos alunos textos sobre o conteúdo programático da disciplina. Estes textos reflectem a perspectiva e experiência dos docentes nestes temas e facilitam o trabalho aos alunos nas áreas leccionadas, algumas de desenvolvimento relativamente recente.

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

In the lecture classes the contents of the program is presented together with the presentation and discussion of examples. In practical classes, the students use calculation methods to solve problems related with the topics of the course. The tutorial follow-up allows guide students during carrying out of tests and promote the discussion of technical texts. It is intended with this complementary training the students develop the specific and generic skills described in the objectives of the course. During the classes are delivered to the students texts on the syllabus of the course. These texts reflect the perspective and experience of teachers in these areas and facilitate the work of the students in the areas taught, some of relatively recent development.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Nos módulos teóricos são apresentados os conceitos fundamentais. Estes módulos assumem a forma de conferências com recurso a transparências e vídeos. Nos módulos teórico-práticos procede-se à análise e resolução de problemas e à realização de problemas que ilustram os temas versados. Os alunos têm uma participação activa em todo o processo formativo, sendo solicitados a comentar e debater alguns dos temas abordados na disciplina.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The fundamental aspects are presented in theoretical classes. These classes take the form of lectures using slides and videos. In theoretical-practical modules students proceed to the consideration and resolution of problems that illustrate the themes presented. Students participate actively in the process of formation, being asked to comment and discuss some of the topics covered in the course

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

A compreensão pelo aluno das tecnologias leccionadas no âmbito da unidade curricular requer que este conheça os princípios teóricos que lhe estão subjacentes, assim como o modo como podem ser aplicadas e as limitações que apresentam. As aulas teóricas fornecem a base para a compreensão dos princípios e as aulas teórico-práticas permitem interiorizar as aplicações e perceber as limitações que cada tecnologia apresenta.

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

The understanding by the student of the technologies taught within the course requires that the student knows the underlying theoretical principles, as well as how they can be applied and the limitations they present. Theoretical classes provide the basis for understanding that theoretical principles and the practical classes allow the student to internalize the applications and understand the limitations that each technology presents.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- J. Lemaitre e J.-L. Chaboche, *Mechanics of solid materials*, Cambridge University Press, 1994.
- Jorge Rodrigues e Paulo Martins, *Tecnologia Mecânica, Tecnologia da Deformação Plástica*, Vols. I, II e III, Escolar Editora, 2005-2011.
- DAVIM, J. Paulo. *Princípios da maquinagem*. 1995.
- HUMPHREYS, Frederick John; HATHERLY, Max. *Recrystallization and related annealing phenomena*. Elsevier, 2012.

Mapa IV - Automação Industrial

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Automação Industrial

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Industrial Automation

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CEM

4.4.1.3. Duração:**Semestral****4.4.1.4. Horas de trabalho:****162****4.4.1.5. Horas de contacto:****T - 28; TP - 28****4.4.1.6. ECTS:****6****4.4.1.7. Observações:****<sem resposta>****4.4.1.7. Observations:****<no answer>****4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):****José Luís Ferreira Afonso | 84 horas****4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:****Pedro Mariano Simões Neto; 56 horas****4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

Encontramos hoje no mercado produtos que há algum tempo atrás tinham um preço muito mais elevado. Ora se são mais baratos é porque foram produzidos com menor custo e existem em grandes quantidades. A Automação é uma das atividades que contribui de forma decisiva para esta redução dos custos. A utilização de máquinas e equipamentos que facilitam o trabalho humano existe desde o início da Revolução Industrial. No século XX surgem os equipamentos que operam automaticamente e nos quais a interferência do Homem é muito mais reduzida do que no caso da mecanização. Veja-se, por exemplo, o caso dos robôs. Nesta unidade curricular abordaremos os aspetos relacionados com a atuação propriamente dita, nas suas vertentes hidráulica, pneumática e elétrica. Os conhecimentos ministrados nesta unidade curricular permitirão ao aluno ser capaz de ler, interpretar e projectar um circuito hidráulico, pneumático ou elétrico (autómatos) que integre qualquer máquina ou equipamento industrial.

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

Today, we can find products in the market that some time ago had a much higher price. However, they are cheaper because they were produced at a lower cost and exist in large quantities. Automation is one of the activities that contribute decisively to this cost reduction. The use of machinery and equipment that smooth the human labor has existed since the beginning of the Industrial Revolution. In the twentieth century appears the equipment operating automatically and in which the interference of man is much smaller than in the case of mechanization, for example, the case of robots. This course will cover the aspects related to the operation itself, in hydraulic, pneumatic and electric areas. The skills taught in this course will enable the student to be able to read, interpret and project an hydraulic, pneumatic or electric (programmable logic controller (PLC)) circuit incorporating any machine or industrial equipment.

4.4.5. Conteúdos programáticos:**1 - HIDRÁULICA****1.1- Princípios das forças hidráulicas, campos de aplicação, vantagens e limitações dos sistemas hidráulicos****1.2 - Componentes hidráulicos****1.3 - Classificação dos circuitos hidráulicos****1.4 - Circuitos elementares****1.5 - Circuitos com dispositivos de retenção****1.6 - Sequência de movimentos****1.7 - Circuitos que funcionam a diversas pressões****1.8 - Circuitos com variação de velocidade****1.9 - Análise e síntese de circuitos hidráulicos****2 - PNEUMÁTICA****2.1 - Introdução, campos de aplicação, vantagens e limitações dos sistemas pneumáticos****2.2 - Componentes pneumáticos**

- 2.3 - *Métodos sequenciais de elaboração de circuitos: método intuitivo, método de cascata, método passo-a-passo e diagramas de Karnaugh*
- 2.4 - *Sistemas de emergência*
- 3 - **ELECTROHIDRÁULICA E ELECTROPNEUMÁTICA**
- 3.1 - *Vantagens e limitações dos comandos elétricos*
- 3.2 - *Técnicas de comando elétrico*
- 3.3 - *Elementos elétricos, electropneumáticos e electrohidráulicos*
- 3.4 - *Grafcet*
- 3.5 - *Autómatos programáveis*

4.4.5. Syllabus:

1- HYDRAULIC

- 1.1-*Principles of hydraulic forces, application fields, advantages and limitations of hydraulic systems*
- 1.2 - *Hydraulic components*
- 1.3 - *Classification of hydraulic circuits*
- 1.4 - *Elementary circuits*
- 1.5 - *Circuits with shut-off devices*
- 1.6 - *Sequential moves*
- 1.7 - *Circuits which operate at different pressures*
- 1.8 - *Circuits with speed variation*
- 1.9 - *Analysis and Project of hydraulic circuits*

2 - PNEUMATIC

- 2.1 - *Introduction, application fields, advantages and limitations of pneumatic systems*
- 2.2 - *Pneumatic components*
- 2.3 – *Sequential methods for project of pneumatics circuits: intuitive method, cascade method step-by-step method and Karnaugh's diagrams*
- 2.4 - *Emergency Systems*
- 3 – **ELECTRO-HYDRAULIC AND ELECTRO-PNEUMATIC**
- 3.1-*Advantages and limitations of electric controls*
- 3.2 - *Electrical Control Techniques*
- 3.3 - *Electrical elements*
- 3.4 - *Grafcet*
- 3.5 - *Programmable logic controllers (PLCs)*

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

A unidade curricular aborda as principais formas de energia utilizadas no domínio da atuação em Automação.

Na Óleo-hidráulica é importante conhecer os princípios que regem a criação da força, bem como a aplicabilidade dos circuitos hidráulicos. O estudo dos componentes hidráulicos ajuda o aluno a familiarizar-se com os circuitos hidráulicos. Esta aprendizagem vai dotar o aluno de capacidades que lhe permitem analisar e projectar um circuito hidráulico.

A Pneumática aborda os aspetos relacionados com os dispositivos que utilizam o ar comprimido como fonte de energia.

Atingida esta fase são estudados diversos métodos sequenciais de elaboração de circuitos pneumáticos com vista a dotar os alunos de capacidades que lhe permitam construir dispositivos que possam cumprir qualquer sequência de movimentos.

Nas últimas sessões é feita uma abordagem à energia elétrica e aos autómatos no que se refere à sua utilização associada, quer à energia hidráulica, quer à energia pneumática.

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

The syllabus of the course covers the main forms of energy used in the field of operation in Automation.

In the oil-hydraulic is important to understand the principles that govern the creation of the force as well as the applicability of hydraulic circuits. The study of hydraulic components help the student become familiar with the hydraulic circuits. This knowledge will provide the student skills that allow him to analyse and to project a hydraulic circuit.

The Pneumatic discusses aspects related with devices that use compressed air as an energy source since its production to its preparation and use.

Reached this phase, several methods of sequential development of pneumatic circuits are studied in order to provide students skills to build devices that can perform any sequence of movements.

In the last sessions, an approach to electric power and programmable logic controllers is made, in relation to their use associated either to the hydraulic and pneumatic energy.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas teóricas destinam-se a explicar a função, constituição e utilização dos componentes, bem como a construir circuitos hidráulicos e pneumáticos, e programação de autómatos.

As aulas teórico-práticas serão dedicadas a resolver problemas de automação reais utilizando as técnicas de

construção de circuitos hidráulicos e pneumáticos.

Uma grande parte das aulas teórico-práticas serão realizadas no laboratório, sendo orientadas de forma a que os circuitos construídos possam ser implementados e testados em banca de ensaios ou ainda através de simulação em computador ou autómato programável.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The theoretical classes intend the explanation of the function, composition and use of the various components, as well as to build hydraulic and pneumatic circuits, and PLC programming.

The theoretical-practical classes will be dedicated to solving real or fictitious automation problems, using the construction techniques of hydraulic and pneumatic circuits.

A large part of the theoretical-practical classes will be conducted in the laboratory, being oriented so that the circuits built can be implemented and tested in bench trials, through computer simulation or programmable logic controller.

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

As aulas teóricas destinam-se à exposição dos temas do programa, o que vai dar ao aluno a possibilidade de aplicar os conhecimentos adquiridos na resolução de problemas, reais ou fictícios.

Nas aulas teórico-práticas, numa primeira fase, os alunos são convidados a resolver problemas, que vão desde um mecanismo simples para atuação de uma plataforma elevatória até sequências de movimentos mais complexas para realização de tarefas repetitivas. Numa segunda fase os alunos podem implementar, em banca de ensaios, os circuitos desenvolvidos. A utilização de um programa informático permite fazer o mesmo em computador. Todas as aulas têm um período para apresentação e esclarecimento de dúvidas.

A automação industrial é uma disciplina que implica uma forte aproximação do aluno aos meios utilizados para o seu desenvolvimento. A metodologia adotada, que obriga o aluno a projetar e a experimentar aquilo que desenvolveu, parece ser a mais adequada à realização dos objetivos propostos.

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

The theoretical classes are intended to expose the topics mentioned in the program of the course, which will give the student the opportunity to apply their acquired knowledge in solving problems, real or fictitious. In the theoretical-practical classes the students are asked to solve problems that range from a simple mechanism for the action of a platform lift to more complex sequences of movements to perform repetitive tasks. In the second phase, students can implement the circuits developed in trials bank. The use of software allows them to do the same on the computer.

These activities are developed in the laboratory. All classes have a period for presentation and answer questions. Industrial automation is a discipline that involves a strong approach by the students to the means used for its development. The methodology, that requires the student to design and experience the developed work, seems to be the most appropriate to achieve the proposed objectives.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Manesis, S., Nikolakopoulos, G. - Introduction to Industrial Automation, CRC Press, 2018

Lamb, F. - Industrial Automation: Hands On, McGraw-Hill, 2013

Groover, M. P. - Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing, Pearson, 2015

Ferreira da Silva, A. J. S., Almeida, A. M. - Automação Pneumática, Publindústria, 2014

Pinto, J. R. - Técnicas de Automação, ETEP, 2004

Afonso, J. - Circuitos Hidráulicos - Parte prática, Secção de textos da FCTUC, Revisto 2017

Afonso, J. - Circuitos Hidráulicos - Parte teórica, Secção de textos da FCTUC, Revisto 2017

Afonso, J. - Circuitos Pneumáticos - Parte prática, Secção de textos da FCTUC, Revisto 2017

Afonso, J. - Circuitos Pneumáticos - Parte teórica, Secção de textos da FCTUC, Revisto 2017

Hasebrink, J. P., Kobler, R. - Introdução à Pneumática, Festo, Berkheim, 1975

Mapa IV - Transmissão de Calor

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Transmissão de Calor

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Heat Transfer

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CEM

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:**162****4.4.1.5. Horas de contacto:****T-28; TP-28****4.4.1.6. ECTS:****6****4.4.1.7. Observações:****<sem resposta>****4.4.1.7. Observations:****<no answer>****4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):****Miguel Rosa Oliveira Panão (T-22; TP-22)****4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:****José Joaquim da Costa (T-6; TP-6)****4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

Nesta disciplina, o aluno aprende a distinguir os diferentes mecanismos de transmissão de calor – condução, convecção e radiação –, a física subjacente a cada um, bem como a sua conjugação e relevância, numa grande variedade de problemas do âmbito da engenharia térmica.

O aluno desenvolve competências para caracterizar a transferência de calor nos processos térmicos, tendo por base as leis fundamentais dos diferentes mecanismos de transmissão de calor, conjugadas através de balanços térmicos, e aplicando os conhecimentos adquiridos à análise térmica de diversos exemplos de sistemas de engenharia e ao dimensionamento dos tipos mais comuns de permutadores de calor.

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

In this course, the student learns to distinguish the different mechanisms of heat transfer – conduction, convection and radiation –, the underlying physics, as well as its relevance and conjugation in a variety of problems within the scope of thermal engineering.

The student develops skills for characterizing heat transfer in thermal processes, based on the fundamental laws of the different modes of heat transfer, combined in energy balances, and applying the acquired knowledge to the thermal analysis of several examples in engineering systems and dimensioning of the most common types of heat exchangers.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Enquadramento: processos, equações fundamentais e balanços térmicos.***
- 2. Condução em regime permanente***
- 3. Condução em regime transiente***
- 4. Convecção térmica***
- 5. Radiação térmica***
- 6. Permutadores de calor***

4.4.5. Syllabus:

- 1. Introduction: heat transfer Modes, fundamental laws and energy balances.***
- 2. Steady-state heat conduction.***
- 3. Transient heat conduction***
- 4. Thermal convection.***
- 5. Thermal radiation.***
- 6. Heat exchangers.***

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

Trata-se de uma disciplina clássica na formação de base em Engenharia Mecânica, pelo que o conteúdo programático é o essencial para conferir, no período de um semestre, a formação fundamental para caracterizar, interpretar e dimensionar os diferentes processos térmicos presentes em diversos sistemas de engenharia. O conhecimento base envolve os diferentes modos de transmissão de calor, em regime permanente ou transiente, e com recurso a balanços

térmicos. Uma parte desses conhecimentos é sumariamente aplicada ao dimensionamento e à análise do desempenho de permutadores de calor.

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

This is a classic discipline of the background knowledge in Mechanical Engineering. The program contents are the key to provide, in a semester term, the basic formation for the characterization, interpretation and dimensioning of different thermal processes in engineering systems. The knowledge-base acquired involves different heat transfer modes, in either steady or transient conditions, using appropriate thermal balances. Part of this knowledge is finally applied in the performance analysis and dimensioning of the most common types of heat exchangers.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas teóricas recorrem, sempre que possível, a experiências simples para introduzir cada modo de transmissão de calor, estimulando o sentido crítico ao longo do processo de aprendizagem, e explorando os conceitos-base quando aplicados a exemplos práticos presentes em diversas aplicações de engenharia.

As aulas teórico-práticas dedicam-se, de forma interactiva, à análise e resolução de problemas onde a aplicação dos conhecimentos teóricos, tanto quanto possível, liga-se à prática da engenharia.

Métodos de avaliação:

- 2 Frequências em Época Normal;
- Exame em Época de Recurso.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Lectures include, as much as possible, simple experiments to introduce each heat transfer mode, stimulating critical thinking throughout the learning process, and exploring the fundamental concepts when applied to examples present in different engineering applications.

Practical classes are devoted to the interactive analysis and solving of practical problems where the application of the theoretical knowledge connects, as much as possible to engineering practice.

Methods of assessment:

- 2 Midterm exams (Normal Season);
- Exam (Recourse Season);

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

Os alunos são encorajados a explorar a literatura sobre o conteúdo programático da disciplina. Pretende-se motivar os alunos para a aprendizagem das matérias à medida que são leccionadas e desenvolvam as suas capacidades de forma autónoma, e criativa, que lhes permita ter uma visão global e oportuna à abordagem de análise de processos térmicos. A avaliação contínua facultativa pretende estimular a atenção durante as aulas. Semanalmente, uma síntese das diversas matérias é enviada por email para consolidação de conhecimentos. Durante as aulas, a exposição do docente é intercalada com a apresentação de exemplos comuns de aplicação dos conceitos. Nas aulas práticas, são enunciados, identificados, analisados e resolvidos problemas com um cariz tão próximo quanto possível da prática em engenharia. Desde o início do período lectivo que o aluno dispõe dos enunciados dos problemas, de uma coletânea de exames resolvidos e de uma compilação de diversos materiais de apoio adicionais.

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

Students are encouraged to explore the literature on the course syllabus. Classes intend to motivate students in learning the lectured material while developing their skills autonomously, creatively, allowing them a global and timely vision of current approaches to the analysis of thermal processes. An optional continuous evaluation intends to stimulate their attention during class. Weekly, a synthesis of the several lectured topics is sent by email to consolidate their knowledge. During classes, teaching is intercalated with the presentation of common examples to applied the concepts learned. In practical classes, the enunciation, identification, analysis and solving of problems is, as close as possible, to engineering practice. Since the beginning of classes, students have available a collection of problems, solved exams and a compilation of several additional support materials to be used during classes.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Por ordem de consulta sugerida (By suggested consultation order):

- Incropera, DeWitt, Bergman, Lavine, "Fundamentals of Heat and Mass Transfer", John Wiley & Sons, 7th ed., 2011, ISBN: 978-0470-50197-9
- Rui Figueiredo, e colab. de José Costa e António Raimundo, "Transmissão de Calor - Fundamentos e Aplicações", LIDEL, 2015, ISBN: 978-972-757-983-9
- Miguel Oliveira Panão, "Sebenta de Transmissão de Calor", 2a. Ed., 2020.
- Yunus A. Çengel, "Transferência de Calor: uma abordagem prática", 3ª edição, McGraw-Hill Interamericana do Brasil, 2009.
- M.J. Moran, H.N. Shapiro, B.R. Munson and D.P. DeWitt, Introduction to Thermal Systems Engineering: Thermodynamics, Fluid Mechanics, and Heat Transfer, John Wiley & Sons, 2003.

Mapa IV - Introdução ao Projecto Mecânico**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:***Introdução ao Projecto Mecânico***4.4.1.1. Title of curricular unit:***Introduction to Mechanical Design***4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***CEM***4.4.1.3. Duração:***Semestral***4.4.1.4. Horas de trabalho:***162***4.4.1.5. Horas de contacto:***T- 28; TP- 28***4.4.1.6. ECTS:***6***4.4.1.7. Observações:***<sem resposta>***4.4.1.7. Observations:***<no answer>***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***José António Martins Ferreira; 56 horas***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Diogo Mariano Simões Neto; 56 h***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Pretende-se dar ao aluno um conhecimento vasto e integrador de cálculo de componentes mecânicos em projectos de média complexidade, abordando projecto estático e à fadiga. São apresentados métodos de cálculo para elementos de ligação e transmissão mecânica. No final da disciplina, o aluno deverá ser capaz de fazer o dimensionamento de elementos mecânicos, nomeadamente juntas soldadas, ligações aparafusadas, veios e chavetas. Deve ainda desenvolver capacidade para a seleção criteriosa de rolamentos e uniões de veios.***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***It is intended to give the student a vast and integrating knowledge of mechanical component calculation in medium complexity projects, addressing static design and fatigue. Calculation methods for connecting elements and mechanical transmission are presented. At the end of the course, the student should be able to design mechanical elements, namely welded joints, bolted connections, shafts and keys. It should also develop capacity for careful selection of rolling bearings and shaft joints.***4.4.5. Conteúdos programáticos:***Introdução: Metodologias de projeto, Dimensionamento à resistência, Concentração de tensões, Dimensionamento à rigidez, Critérios de cedência, Tenacidade à fratura. Fadiga: Ensaios, Curvas S-N, Fadiga a baixo número de ciclos, Parâmetros de fadiga, Tensão admissível de fadiga para amplitude de tensão constante, Dimensionamento para solicitações biaxiais de flexão e torção, lei de Miner. Veios e Uniões: Dimensionamento de veios para cargas estáticas e à fadiga, Dimensionamento à deformação, Velocidade crítica, Chavetas, Uniões de veios. Rolamentos: Tipos, Vida e capacidade de carga, Seleção de rolamentos rígidos de esferas e de contacto angular com base na vida nominal. Parafusos: Parafusos de movimento, Dimensionamento, Parafusos com pretensão, Parafusos à fadiga, Parafusos sujeitos a carregamentos excêntricos. Ligações Soldadas: Tipos de juntas, Cálculo estático de juntas soldadas, Cargas*

fora do plano dos cordões, Dimensionamento à fadiga, Melhoria da resistência à fadiga.

4.4.5. Syllabus:

Introduction: Design Methodologies, Dimensioning for strength, Stress concentration, Dimensioning for rigidity, Yield criteria, Fracture toughness. Fatigue: Testing, S-N curves, Low cycle fatigue, Fatigue parameters, Safe fatigue stress for constant load amplitude, Biaxial fatigue design under bending and torsion in ductile materials, Miner's law. Shafts and couplings: Shaft design for static and fatigue loads, Design for deformation, Critical speed, Keys, Shaft couplings. Rolling bearings: Types, Life and load capacity, Selection of rigid ball and angular contact bearings based on nominal life. Screws: Motion screws, Screws with pre-tension, Fatigue of screws, Eccentric loaded screws. Welded joints: Types of joints, Static calculation of welded joints, Off-planar loads, Fatigue design of welded structures, Improving fatigue strength.

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

Trata-se de uma área formativa de base na Engenharia Mecânica, que no entanto está em permanente evolução, reflexo do desenvolvimento permanente nos domínios dos novos materiais, novas filosofias de projecto e novos métodos de cálculo. Apesar disso, grande parte do programa, referente aos conceitos, solicitações e métodos de análises de cálculo, constitui a base para fornecendo aos alunos os conceitos necessários para a selecção e dimensionamento dos elementos de máquinas leccionados. Por outro lado é possível introduzir os novos avanços científicos em termos de caracterização do comportamento mecânico dos materiais e dos métodos de cálculo.

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

This is a basic formative area in Mechanical Engineering, which is nevertheless a scientific area in permanent evolution, reflecting the continuous development in the fields of new materials, new design philosophies and new methods of calculation. However, much of the program, referring to the concepts, applications and analytical methods of calculation, remains the basic programme, providing students with the concepts needed for the selection and design of machine elements taught. On the other hand it is possible to introduce the new scientific advances in terms of characterizing the mechanical behavior of materials and methods of calculation.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Nas aulas teóricas faz-se a apresentação e desenvolvimento dos tópicos que correspondem ao conteúdo programático da disciplina. Aulas teórico-práticas desenvolvem aplicações dos conceitos ministrados nas aulas teóricas a problemas concretos, procurando-se que o aluno tenha uma participação activa sugerindo estratégias de resolução dos problemas propostos. Os alunos devem ainda fazer um pequeno projecto dum equipamento focado essencialmente no dimensionamento e será realizado em parte nas aulas e maioritariamente em horário extra aulas.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Theoretical classes present and develop topics that correspond to the syllabus of the course. Theoretical-practical classes develop applications of the concepts taught in theoretical classes to concrete problems, seeking that the student has an active participation suggesting strategies for solving the proposed problems. Students should also make a small project of equipment mainly focused on dimensioning and will be carried out partly in class and mostly overtime.

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

Nas aulas teóricas desenvolvem-se os tópicos que correspondem ao conteúdo programático da disciplina. Estes tópicos são alvo de aplicações analíticas e também com recurso a aplicações informáticas, nas aulas teórico-práticas desenvolvendo nos alunos o espírito crítico e de grupo podendo estes adquirir um conhecimento vasto e integrador de cálculo de componentes mecânicos em projectos de média complexidade.

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

Theoretical classes develop topics that correspond to the syllabus of the discipline. These topics are the target of analytical solutions and also using computer applications, in theoretical-practical classes, developing students' critical and group spirit, which can acquire a vast and integrating knowledge of the calculation of mechanical components in projects of medium complexity.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*C.M. Branco, J.A.M. Ferreira, J.D.M. Costa e A. Ribeiro "Projecto de Orgãos de Máquinas", Ed. Fundação C. Gulbenkian, 3ª ed, 2008.
R. C. Juvinal, K. M. Marshek, "Fundamentals of Machine Component Design", 5ª Edição, John Wiley & Sons, 2012.
- J.E. Shigley, C.R. Mischke, R.G. Budynas, Projeto de engenharia mecânica, 7ª ed. - Porto Alegre: Bookman, 2005.
R. L. Norton, "Machine Design – an Integrated Approach", 3ª Edição, Prentice Hall Inc., 2006.
K. S. Eduards, Jr. and R. B. McKee, "Fundamentals of Mechanical Component Design", Ed. McGraw-Hill Int., 1991.*

Mapa IV - Materiais não Metálicos**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Materiais não Metálicos

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Non-Metallic Materials

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CEM

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

T - 28, TP - 28

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

Ana Paula da Fonseca Piedade (T - 28; TP - 28)

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

<sem resposta>

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

o conhecimento dos diferentes materiais utilizados em engenharia é uma das principais competências específicas que se exige a um engenheiro mecânico. De forma a poder intervir tanto na produção e no processamento de materiais como na concepção e desenvolvimento de projectos de engenharia, o engenheiro mecânico deve possuir não só conhecimentos abrangentes acerca da natureza dos diferentes tipos de materiais, mas também um conhecimento preciso e quantitativo das propriedades de cada material. A disciplina de Materiais não Metálicos visa fornecer competências sobre estrutura / propriedades / processamento / desempenho de materiais não metálicos, enfatizando os aspectos tecnológicos e económicos que devem presidir à sua aplicação em componentes de engenharia.

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

Knowledge of the different materials used in engineering is one of the main specific skills required for a mechanical engineer. In order to be able to intervene in the production and processing of materials as in the conception and development of engineering projects, the mechanical engineer must have comprehensive knowledge not only about the nature of the different types of materials, but also a precise and quantitative knowledge of the properties of each material. The discipline of Non-Metallic Materials aims to provide expertise on structure / properties / processing / performance of non metallic materials emphasizing the technological and economic aspects that should govern its application in engineering components.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Parte I. Materiais cerâmicos e vidros

1. Cerâmicas tradicionais e técnicas

1.1. Pós (dimensão, distribuição forma e estrutura

1.2. Conformação (estado líquido e sólido)

1.3. Introdução à sinterização. Sinterização no estado sólido e com fase líquida

1.4. Propriedades. Módulo de Weibull

1.5. Aplicações de materiais cerâmicos

2. Vidros.

2.1. Composição química

2.2. Processamento

Parte II. Materiais poliméricos

1. Introdução aos polímeros

2. Estrutura. cristalinidade e amorfismo

3. Temperatura de transição (fusão e vítrea)

4. Tipos de polímeros.

4.1. Tipos de plásticos: Termoplásticos, Termoendurecíveis

5. Relação estrutura e propriedades

6. Comportamento mecânico

7. Processos de transformação de polímeros.

Parte III. Materiais Compósitos

1. Noção de compósito

2. Fibras para reforço

3. Compósitos de matriz polimérica

4. Compósitos de matriz metálica

5. Compósitos de matriz cerâmica

6. Propriedades mecânicas dos materiais compósitos

7. Noções sobre processamento de compósitos

4.4.5. Syllabus:

Part I - Ceramics and glass

1. Ceramics and traditional techniques

1.1. Powders (size, shape and distribution structure (4S))

1.2. Conformation (liquid and solid)

1.3. Introduction to sintering. Sintering in solid and liquid phase

1.4. Properties. Weibull modulus

1.5 . Applications of ceramic materials

2. Glasses

2.1. Chemical composition

2.2. Processing

Part II - Polymeric Materials

1. Introduction to polymers

2. Structure: crystalline and amorphous

3. Transition temperature (melting and glass)

4. Types of polymers (biopolymers, plastics, elastomers and fibers).

4.1 Types of plastics: thermoplastics, thermosets

5. Relationship between structure and properties

6. Mechanical behavior

7. Transformation processes of polymers.

Part III. Composite Materials

1. Notion of composite.

2. Fibers for reinforcement

3. Polymer matrix composites

4. Metal matrix composites

5. Ceramic matrix composites

6. Mechanical properties of composite materials

7. Understanding composite processing

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

O objectivo principal da unidade curricular é fornecer competências sobre materiais não metálicos de engenharia quer em termos de composição química quer em termos de estrutura e propriedades, cujo conhecimento é fundamental para um engenheiro mecânico. De modo a atingir este objectivo, o conteúdo programático aborda três classes de materiais: cerâmicos, polímeros e compósitos. Para cada classe, são discutidas a estrutura, as propriedades mecânicas, algumas noções sobre o processamento e a influência deste nas propriedades finais.

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

The main objective of the course is to provide expertise on non-metallic engineering materials in terms of chemical composition, structure and properties, which knowledge is essential for a mechanical engineer. Three classes of materials are studied: ceramics, polymers and composites. To attain this goal, the syllabues covers three classes of materials: ceramic; pplymers and compositites. For each class, the following topicas are discussed: structure,

mechanical properties, some notions about processing and its influence on the postforming mechanical properties.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

São ministrados nas aulas teóricas os conceitos sobre materiais não metálicos de engenharia e estimulada a discussão sobre a sua importância para o futuro Engenheiro Mecânico. As aulas teórico-práticas reforçam-se estes conceitos dando-se particular ênfase ao trinómio estrutura-propriedades- aplicação. As aulas serão sempre apoiadas por exemplos de fabrico de equipamentos de grande impacto mediático. Em todas as aulas serão incentivadas posturas pró-ativas por parte dos alunos, necessárias à aquisição das competências adstritas à disciplina.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The concepts of non-metallic engineering materials are taught in teoretical lectures. Discussion about its importance for the future Mechanical Engineer is stimulated. TP classes reinforce these concepts by giving particular emphasis to structure-properties-application relationship. Classes will be always supported by examples of equipment manufacturing with major media impact. In all classes, proactive stances by the students is encouraged, necessary for skills acquisition.

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

A metodologia de ensino baseia-se essencialmente em aulas presenciais do tipo teórica e teórico-prática nas quais tenta-se sempre relacionar os assuntos leccionados com a engenharia mecânica. Em geral, os métodos de ensino utilizados não deixam de respeitar uma linha comum a outras disciplinas do mestrado. No entanto, os alunos são encorajados a ter uma postura pró-ativa, sendo incentivados a procurar literatura sobre o conteúdo programático da disciplina e a colocar questões sobre novos materiais com propriedades avançadas. Não sendo possível falar de todos materiais dados os constantes avanços científicos nesta área, a pesquisa da literatura por parte dos alunos é uma forma de captar a sua atenção para esta área do conhecimento e aumentar a sua motivação. Por outro lado, pretende-se um estudo contínuo ao longo do semestre, pelo que existe uma série de mini-testes, praticamente todas as semanas, o que lhes permite ter uma visão oportuna das dificuldades sentidas.

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

The teaching methodology is mainly based on theoretical and practical presential classes, in which the correlation between subjects taught and mechanical engineering is targeted. In general, the teaching methods used follow a common line of other disciplines of the MSc. However, students are encouraged to take a proactive stance and are encouraged to look for literature on the syllabus of the course and ask questions about new materials with advanced properties. Since it is not possible to mention all the materials due to the constant scientific advances in this area, this methodology is a way to capture their attention to this area of knowledge and to increase their motivation on the course. On the other hand, a continuous study throughout the semester is target, with a series of mini-tests, almost each week, which allows the students to have a timely view of their understanding of the syllabus.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

W.F. Smith, Princípios de Ciência e Engenharia dos Materiais, McGraw-Hill, 1998.

W.D. Callister and D.G. Rethwisch, Materials Science and Engineering: An introduction, Wiley, Edição 9E, 2016.

Mapa IV - Mecânica das Estruturas

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Mecânica das Estruturas

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Mechanic of Structures

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CEM

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

T- 28; TP - 28

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

Maria Augusta Neto; 56h

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

<sem resposta>

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

A Disciplina pretende apresentar-se como fator de união entre a aprendizagem de conhecimentos de base e a sua aplicação na resolução de problemas reais. Assim, deve demonstrar a necessidade de modelar a realidade em termos matemáticos, de introduzir hipóteses simplificadoras e de utilizar formulações alternativas. No final, os alunos devem estar habilitados a: 1) Aplicação dos métodos energéticos ao cálculo de deslocamentos; 2) Resolução de sistemas hiperestáticos pelo método das forças; 3) Resolução analítica de problemas de instabilidade elástica – encurvadura; 4) Aplicar princípios de trabalho e variacionais na formulação de problemas estruturais unidimensionais; 5) Obter soluções analíticas dos deslocamentos e tensões de elementos estruturais unidimensionais simples; 6) Aplicar os princípios energéticos para desenvolver elementos finitos com fins específicos e implementar o método dos elementos finitos para a resolução numérica de problemas de estruturas uni-dimensionais.

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

The course aims to present itself as a factor of unity between the learning of basic knowledge and its application in solving real problems. So, should demonstrate the need to model the reality in mathematical terms, to introduce simplifying assumptions and using alternative formulations. In the end, students should be able to: 1) Application of the energy methods to calculate displacements; 2) Solving hyperstatic systems by the method of forces; 3) Solving Elastic instability problems – buckling; 4) Apply virtual work and variational principles for the formulation of one-dimensional structural problems; 5) Obtain analytical solutions of displacements and stresses of one-dimensional structural elements; 6) Application of the principles to develop finite elements for specific purposes and implement the finite element method for the numerical solution of one-dimensional structural problem.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Formulação e resolução de problemas em Mecânica de Estruturas**
- 2. Aplicação dos métodos energéticos ao cálculo de deslocamentos: Energia potencial de deformação; Teorema de Castigliano e sua generalização; Teorema de reciprocidade dos trabalhos e dos deslocamentos.**
- 3. Resolução de sistemas hiperestáticos pelo método das forças: Definição do grau de hiperestaticidade; Definição de equações canónicas; Aplicação de propriedades de simetria de estruturas e de sistemas de forças;**
- 4. Instabilidade elástica - encurvadura: Problema de Euler; Determinação da carga crítica e sua dependência das condições de fronteira; Dimensionamento à encurvadura.**
- 5. Formulação e resolução do problema de barras, veios e vigas. Formulação do problema: Formulação diferencial; Formulação integral fraca. Resolução do problema: Métodos analíticos; Métodos numéricos: desenvolvimento e aplicação de elementos finitos.**
- 6. Formulação e resolução numérica de numérica de problemas unidimensionais combinados.**

4.4.5. Syllabus:

- 1. Formulation and solution of problems in Solid Mechanics**
- 2. Application of the energy methods to calculate displacements: Potential energy of deformation; Castigliano theorem and its generalization; Theorem of reciprocity of works and displacements.**
- 3. Solving hyperstatic systems using the method of forces: Definition of the hyperstaticity degree; Canonical equations; Application of symmetry properties of structures and systems of forces;**
- 4. Elastic instability - buckling: Euler problem; Definition of critical load and its dependence on boundary conditions, Buckling design.**
- 5. Formulation and solution of problems of bars, shafts and beams. Formulation of the problem: Differential Formulation; Weak integral formulation. Troubleshooting: Analytical methods; Numerical methods: development and**

application of finite elements.

6. Formulation and numerical solution of one-dimensional coupled problems

- 4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**
O programa foi concebido para abordar de forma integrada a formulação e resolução de problemas em mecânica de estruturas. Nesse sentido, são apresentadas e discutidas as diferentes formulações do problema de elasticidade e, conseqüentes, métodos de resolução dos mesmos. Posteriormente, são utilizados problemas unidimensionais simples para exemplificar a obtenção de soluções analíticas de problemas em mecânica de estruturas. A resolução numérica de problemas em mecânica de estruturas é acompanhada da explanação do método dos elementos finitos e, desenvolvimento de elementos finitos para aplicação em elementos estruturais unidimensionais do tipo barra, veio e viga. Ao longo da exposição dos conteúdos são utilizados exemplos de aplicação onde é necessário utilizar elementos finitos unidimensionais compostos: barra-veio, barra-viga, veio-viga, barra-veio-viga. A resolução de problemas de elementos estruturais reticulados é baseada na aplicação do método dos elementos finitos.
- 4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**
The syllabus was designed to address in an integrated approach the formulation and solution of structural mechanics problems. Subsequently, using simplified mathematical models, the three-dimensional formulations are reduced to their one-dimensional formulations. Simple one-dimensional problems are used to exemplify how to obtaining analytical solutions of problems in structures. The numerical solution of problems is accompanied by an explanation of the finite element method and the development of one-dimensional finite elements that can be used in applications of structural elements of the type bar, shaft and beams. Throughout the explanation of the contents, the application examples are select such that it is necessary to use coupled one-dimensional finite elements: bar-shaft, bar-beam, shaft-beam, bar-shaft-beam. The resolution of reticular problems is based on the application of the one-dimensional finite elements.
- 4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**
Cada aula teórica será dividida em duas partes: numa primeira parte (30 mn) serão tiradas dúvidas sobre a matéria que foi apresentada na aula anterior e que os alunos devem ter estudado em casa; seguidamente será apresentada a matéria que deve ser estudada para a aula seguinte (1:30 hora). Nas aulas teórico-práticas a primeira parte (30 mn) será utilizada para esclarecimento de dúvidas e, seguidamente, será resolvido um ou mais problemas ilustrativos da matéria e será distribuído um ou mais problemas para serem resolvidos em casa.
- 4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):**
Each lecture will be divided into two parts: the first part (30 min) will be taken questions on the subject that was presented in the previous class and, that students must have studied at home, then the topic that should be studied to next class is presented (1:30 hours). The first part of the practical lessons (30 min) will be used to clarify doubts. Thereafter one or more illustrative problems of matter will be solved and, one or more problems will be distributed to be solved at home by students.
- 4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**
As metodologias de ensino estão em coerência com os objectivos da unidade curricular dado que:
 1) *A exposição do programa associada à apresentação de casos práticos e à sua resolução possibilita uma explicitação adequada dos conteúdos;*
 2) *A exposição das questões e desafios da modelação numérica, suportada pela obtenção de soluções analíticas, possibilita a compreensão dos limites associados aos vários modelos numéricos, bem como o desenvolvimento do espírito crítico fundamentado em questões teóricas.*
O regime de avaliação foi concebido para medir até que ponto as competências foram desenvolvidas.
- 4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:**
During the classes students are encouraged to participate either by asking questions relevant to the matters the teaching methodologies are consistent with the objectives of the course because:
 1) *Exposure of the program associated with the presentation of practical cases and their resolution allows an adequate explanation of the contents;*
 2) *The exposure of the issues and challenges of numerical modeling, supported by analytical solutions, enables the understanding of the limitations associated with several numerical models, as well as the development of critical thinking based on theoretical questions.*
The assessment system was designed to measure the extent to which skills were developed.
- 4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**
M.A. Neto, A. Amaro, L. Roseiro, J. Cirne, R. Leal, Engineering computation of structures: the finite element method, Springer, <https://www.springer.com/gp/book/9783319177090>, 2015.
A. Amaro, M.A. Neto, J. Cirne, R. Resistência de Materiais – Parte II, publicações didáticas DEM/UC, 2019.

- R.P. Leal, Mecânica de Sólidos (Apontamentos da disciplina), DEM, 2005/6 (Texto Principal).*
I.H. Shames e C.L. Dym, Energy and finite element methods in structural mechanics, McGraw Hill, 1985.
J.N. Reddy, An introduction to the finite element method, McGraw Hill, 1986.
L.J. Segerlind, Applied finite element analysis, John Wiley and Sons, 1984.
E. Oñate, Cálculo de estruturas por el método de elementos finitos. Análisis estático lineal, CIMNI, 1992.

Mapa IV - Contabilidade e Análise de Custos

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Contabilidade e Análise de Custos

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Accounting and Cost Analysis

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CT

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

81

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP - 28

4.4.1.6. ECTS:

3

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

Gabriela Fernandes (28 horas)

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

<sem resposta>

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

Esta disciplina tem como objetivo principal a familiarização dos alunos com a contabilidade e análise de custos. Pretende-se que os alunos compreendam os conceitos fundamentais da contabilidade geral e custos, o processo de construção dos mapas financeiros mais importantes, o modo como se interliga a contabilidade geral e a contabilidade de custos ou analítica; aprendam nomeadamente a lógica subjacente aos sistemas de custeio, as atividades de orçamentação e controlo de custos, de forma a compreender a realidade económica e financeira das empresas onde irão trabalhar e para dialogar com os seus gestores, economistas e contabilistas. Também, não pode ser esquecido o elevado número de engenheiros que, mais cedo ou mais tarde, acaba por desempenhar o cargo de gestor. Assim, nesta disciplina serão abordados essencialmente aspetos económicos e financeiros, mas sob a perspetiva do engenheiro.

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

The main objective of this curricular unit is to get the students acquainted with cost accounting. After this curricular unit, the student should comprehend the fundamental concepts of general and cost accounting, the process of developing the most important financial statements, the way in which general accounting and cost accounting are interconnected; to learn in particular the logic behind costing systems, budgeting and cost control activities, in order to

understand the economic and financial reality of companies where they will work and to be able to engage in informed discussions with their managers, economists and accountants.

Also, it cannot be forgotten that a large number of engineers will, sooner or later, end up assuming a position in management. Therefore, in this curricular unit, we will deal with economic and financial aspects, but from the perspective of the engineer.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. *Contabilidade Geral: Conceitos básicos e o Sistema de Normalização Contabilística - Balanço e Demonstração de Resultados*
2. *Contabilidade Geral vs. Contabilidade Analítica: objetivos e utilidade*
3. *Custos e proveitos: principais conceitos e classificação*
4. *Componentes e apuramento do custo industrial, custo complexo*
5. *Relações custos/volume/resultados*
6. *Sistemas de custeio*

4.4.5. Syllabus:

1. *General Accounting: Basic concepts and Accounting Standards System - Balance Sheet and Profit/Loss Statement*
2. *General Accounting vs Cost Accounting: objectives and usefulness*
3. *Expenses and Revenues: concepts and classification*
4. *Components and calculation of industrial cost, complex cost*
5. *Relating costs/volume/results*
6. *Costing systems*

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

Esta unidade curricular inicia os alunos no domínio da contabilidade e gestão de custos, no entanto é necessário que primeiro compreendam como é produzida a informação contabilística ao nível da contabilidade geral ou financeira, nomeadamente os principais mapas financeiros: Balanço e Demonstração dos Resultados. A contabilidade de custos confere os conceitos fundamentais que serão aplicados na gestão e análise de custos e no desenvolvimento de sistemas de custeio que permitem apurar o custo unitário dos produtos e demais objetos de custo, permitindo assim, analisar margens e resultados, e suportar a tomada de decisão.

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

This course introduces the students to the field of cost accounting, but they must first understand how accounting information is produced at the general or financial accounting level, namely the main financial statements: Balance Sheet and Profit/Loss Statement. Cost accounting provides the fundamental concepts that will be applied in management and cost analysis and in the development of costing systems that enable the computation of the unit cost of products and other cost objects to be determined, thus allowing to analyze margins and results, and to support decision making.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

De forma a facilitar o desenvolvimento das competências, a UC usa diferentes abordagens pedagógicas. Aulas para a exposição de conteúdos e para apresentação de exemplos práticos de consolidação de conhecimentos. Aulas para a resolução das fichas de exercícios e para esclarecimento de dúvidas dos alunos na resolução de exercícios complementares e problemas mais complexos que devem realizar após as aulas. Resolução de exercícios mais complexos em grupo de trabalho, que permitem tratar de problemas de maior dimensão e mais próximos da realidade. Discussão de trabalhos de grupo em sala de aula.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

In order to facilitate the development of skills, this course uses different pedagogical approaches. Lectures to expose the course contents and to present practical examples for knowledge consolidation. Classes for solving exercises and clarifying students' doubts in solving complementary exercises and more complex problems that must be done after classes. Solving more complex exercises within group work, allowing addressing larger and closer-to-reality problems. Discussion of group work in classroom.

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

A metodologia de ensino proposta promove a discussão entre os alunos dos conceitos ligados à contabilidade geral e de gestão e análise de custos. A resolução de problemas práticos recorrendo aos métodos ensinados permite que os alunos adquiram familiaridade com a área da gestão, quer de empresas quer industrial. O trabalho de casa tem por objetivo incentivar os alunos a aprofundar os seus conhecimentos de forma autónoma. E, o trabalho em grupo e a utilização de modelos em EXCEL permitem uma compreensão mais holística dos conteúdos programáticos da unidade curricular.

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

The proposed teaching methodology promotes the discussion among students of the concepts related to general accounting and management and cost analysis. Solving practical problems using the methods taught enables the students to become more familiar with management, both business and industrial. The homework aims at encouraging students to deepen their knowledge autonomously. Additionally, group work and the use of EXCEL models allow a more holistic understanding of the curricular unit contents.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

1. Almeida, R., Dias, A.I., Albuquerque, F., Carvalho, F. & Pinheiro, P. (2010). *SNC Explicado*, 2º ed., Editora ATF.
2. Almeida, R., Almeida, M.C., Dias, A.I., Albuquerque, F., Carvalho, F. & Pinheiro, P. (2013). *SNC Casos Práticos e Exercícios Resolvidos*, 3º ed., Editora ATF.
3. Caiado, A. (2020). *Contabilidade Analítica e de Gestão*, 9ª ed., Áreas Editora.
4. Ferreira, R. (2007). *Contabilidade para Não Contabilistas*, Coimbra: Edições Almedina.
5. Nabais, F. & Nabais, C. (2016). *Prática de Contabilidade Analítica e de Gestão*, Lidel.
6. Sousa, A. (1999). *Introdução à gestão - uma abordagem sistémica*, Editorial Verbo.
7. Thuesen, G. & Fabrycky, W. (2001). *Engineering economy*, 9th Edition, Prentice Hall Internationals, Series in industrial and systems engineering, New Jersey.

Mapa IV - Ética, Comunicação e Liderança**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Ética, Comunicação e Liderança

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Ethics, Communication and Leadership

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:**4.4.1.3. Duração:**

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

81h

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP:28

4.4.1.6. ECTS:

3

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

Ana Luísa Sousa Pinto, 28h

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

<sem resposta>

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

O estudante deverá aprender como adquirir as competências necessárias para ser um engenheiro de sucesso. Em particular, serão discutidas competências não técnicas (também conhecidas como soft skills). É expectável que os estudantes desenvolvam aspetos do "saber ser" (componente interpessoal/humana) que complementem o "saber fazer" proporcionado pela sua formação académica de base. O curso ajudará, assim, os estudantes a: melhorar a

comunicação verbal, não verbal e a escuta ativa; preparar, organizar, escrever (e apresentar) uma comunicação com recurso a ferramentas adequadas; reconhecer e aplicar os princípios de liderança; melhorar as aptidões de trabalho em equipa; desenvolver a auto-motivação e promover a motivação em outros; gerir o tempo; manifestar ética e deontologia nas ações desenvolvidas.

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

The student must learn how to acquire the skills necessary to be a successful engineer. In particular, non-technical skills (also known as soft skills) will be discussed. Students are expected to develop aspects of "know-how-to-be" (interpersonal / human component) to complement the "know-how" provided by their basic academic background. The course will thus help students to: improve verbal, nonverbal communication and active listening; prepare, organize, write (and present) a communication using appropriate tools; recognize and apply the principles of leadership; improve teamwork skills; develop self-motivation and promote motivation in others; manage time; manifest ethics and deontology in the actions developed.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- *A importância das competências transversais (soft skills) para o mercado de trabalho atual - o caso específico das engenharias*
- *Soft skills:*
 - *comunicação;*
 - *liderança e gestão de equipas;*
 - *motivação;*
 - *gestão de tempo;*
 - *ética e deontologia.*

4.4.5. Syllabus:

- *The importance of soft skills for the current labor market - the specific case of engineering*
- *Soft skills:*
 - *communication;*
 - *leadership and team management;*
 - *motivation;*
 - *time management;*
 - *ethics and deontology.*

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

Os desafios económicos e as mudanças decorrentes da globalização fizeram com que o mercado de trabalho deixasse de ter só em consideração as competências técnicas para ter também em consideração as competências transversais. Tratando-se de uma cadeira introdutória, pretende-se numa primeira fase chamar a atenção para a relevância das competências transversais para os cursos de engenharia, para, posteriormente, apontarmos soft skills essenciais (comunicação, liderança, gestão de equipas, motivação, gestão do tempo e ética e deontologia) para o desempenho adequado da função de engenheiros.

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

The economic challenges and changes that come from globalization have made the labor market consider hard skills as well as soft skills. As this is an introductory course, it is intended, in the first phase, to draw attention to the relevance of soft skills for engineering courses, and then point out essential soft skills (communication, leadership, team management, motivation, time management and ethics and deontology) for the proper performance of the function of engineers.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Exposição e métodos activos (trabalhos sobre textos; debates; análise de casos; exercícios práticos; sessões de brainstorming; trabalhos de grupo).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Lectures and active methods (work on texts; debates; case studies; practical exercises; brainstorming sessions; workgroups).

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

A aprendizagem activa requer atividades cuidadosamente construídas que desafiam os estudantes a executar tarefas. Pode ser feita de várias formas: aprendizagem baseada em problemas; aprendizagem baseada em projetos; aprendizagens de descoberta; simulações, jogos, debates, etc. A aprendizagem está baseada no aprender fazendo e os estudantes estão envolvidos na sua própria aprendizagem. Para desenvolver soft skills, os estudantes devem refletir completamente sobre as suas ações. A aprendizagem ativa geralmente é feita em cooperação - a aprendizagem

cooperativa em grupo fornece o ambiente e as interações necessárias para aprender soft skills.

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

Active learning requires carefully constructed activities that challenge students to perform tasks. It can be done in several ways: problem-based learning; project-based learning; discovery learning; simulations, games, debates, etc. Learning is based on learning by doing and students are involved in their own learning. To develop soft skills students must fully reflect on their actions. The active learning is usually done in cooperation - cooperative group learning provides the environment and interactions necessary to learn soft skills.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- *Chenicheri S. N., Arun P. & Patricie M. (2009). Re-engineering graduate skills – a case study, European Journal of Engineering Education, 34:2, 131-139, DOI: 10.1080/03043790902829281*
- *Fachada, M. O. (2014). A pratica da liderança - a liderança na prática. Edições Sílabo.*
- *Fachada, M. O. (2018). Psicologia das relações interpessoais. Edições Sílabo.*
- *Gonçalves, S. (2014). Psicossociologia do trabalho e das organizações. Lisboa: Pactor.*
- *Kondalkar, V.G. (2007). Organizational behavior. New Age International Publishers*
- *Miguel Pinha et al. (2007). Manual de comportamento organizacional e gestão. Lisboa: RH Editora.*
- *Pulko, H. S. & Parikh, S. (2003). Teaching 'Soft' Skills to Engineers . The international Journal of Electrical Engeneering & Education, 40 (4), 243-254*
- *Robbins, S. & Jugde, T. (2012). Organizational behavior. Pearson.*

Mapa IV - Instrumentação e Métodos de Medição

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Instrumentação e Métodos de Medição

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Instrumentation and Measurement Methods

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CE

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

T-28; TP-28

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

Manuel Carlos Gameiro da Silva; 56h

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. *Proporcionar formação que permita aos alunos seleccionar, configurar e operar sensores e sistemas de medida.*
2. *Transmitir conhecimentos iniciais sobre sistemas e aplicações computacionais de aquisição automática de dados.*
3. *Fomentar o desenvolvimento de novas competências associadas ao trabalho experimental, nomeadamente a identificação de problemas, a planificação das montagens, a análise e a síntese da informação*
4. *Consciencializar os alunos da importância que os métodos experimentais podem ter na resolução dos problemas de engenharia.*
5. *Levar os alunos a aperceberem-se da complementaridade entre a teoria e a prática.*
6. *Desenvolver a capacidade de exposição oral e escrita dos alunos, bem como as aptidões para a planificação e elaboração de relatórios e sessões de apresentação.*

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

1. *To Provide training to enable students to select, configure and operate sensors and measurement systems.*
2. *To transmit Initial knowledge about systems and automatic data acquisition computational application.*
3. *To encourage the development of new skills associated with experimental work, including identifying problems, planning of experimental facilities and measuring chains, analysis and synthesis of information*
4. *To promote the students aware of the importance of the experimental methods can have in solving engineering problems.*
5. *Lead students to realize the complementarity between theory and practice.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

PARTE I - CONCEITOS GERAIS SOBRE SISTEMAS DE MEDIDA

- 1 – *Aplicações dos Sistemas de Medida (SM)*
- 2 – *Descrição funcional de sistemas de medida e definições gerais*
- 3 – *Características estáticas de sistemas de medida*
- 4 – *Características dinâmicas dos sistemas de medida*
- 5 – *Processamento de Sinal*

PARTE II – SENSORES E TRANSDUTORES

- 6 – *Grandezas Cinemáticas*
- 7 – *Força, Binário e Potência*
- 8 – *Medições e Visualizações em Escoamentos*
- 9 – *Temperatura e Fluxo de Calor*
- 10 – *Pressão e Som*

4.4.5. Syllabus:

PART I - GENERAL CONCEPTS ABOUT MEASUREMENT SYSTEMS

- 1 - *Applications of Measurement Systems*
- 2 - *Functional description of measurement systems and general definitions*
- 3 – *Static Characteristics of measurement systems*
- 4 - *Dynamic characteristics of measurement systems*
- 5 - *Signal Processing*

PART II - SENSORS AND TRANSDUCERS

- 6 - *Kinematic Quantities*
- 7 - *Force, Torque and Power*
- 8 – *Visualizations and Measurements in Flows*
- 9 - *Temperature and Heat Flux*
- 10 - *Pressure and Sound*

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

Os conteúdos programáticos estão coerentes com os objetivos da unidade curricular porque as matérias abordadas garantirão a aquisição dos conhecimentos e obter as competências necessárias para permitir aos alunos avaliar a qualidade dos ambientes interiores nos seus múltiplos aspectos, conhecer os aspectos regulamentares relacionados com esta área científica e integrar os conhecimentos adquiridos nas diferentes actividades que irão desenvolver na sua vida profissional.

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

The syllabus is consistent with the curricular unit's objectives because the matters addressed ensure the acquisition of knowledge and gain the skills necessary to allow students to evaluate the quality of indoor environments in its many aspects, meet regulatory aspects related to this area and integrate the scientific knowledge acquired in the different

activities that will develop in his professional life.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Ensino em sala de aula:

- *Exposição dos temas em debate com os estudantes (estudante-docente e estudante-estudante).*
- *Utilização de laboratórios virtuais desenvolvidos pelo docente para demonstração dos conceitos*
- *Realização de trabalhos de grupo*
- *Resolução de exercícios de aplicação*
- *Discussão de Casos de Estudo*

Avaliação:

- *Prova escrita – 80%.*
- *Trabalho de pesquisa em grupo 20%.*

Ensino tutorial:

Fora da sala de aula existe um horário de orientação tutorial em que o estudante pode visitar o docente para esclarecer dúvidas, debater algum tema, ou procurar orientação para o trabalho de pe

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Teaching in the classroom:

- *Explanation of the issues under discussion with students (student-teacher and student-student).*
- *Use of virtual laboratories developed by the teacher to demonstrate the concepts*
- *Conducting group work*
- *Resolution of exercises*
- *Discussion of Case Studies*

Evaluation:

- *Written test - 80%.*
- *Research work in group 20%.*

Teaching tutorial:

Outside the classroom there is a schedule of tutorials in which students can visit the teacher to answer questions, discuss some topic, or seek guidance for the research work.

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

A metodologia seguida tem precisamente como alvo o desenvolvimento das competências visadas, já que estimula os estudantes ao trabalho de pesquisa e ao estabelecimento de ligações entre os conteúdos teóricos e a sua aplicação prática nos diferentes tipos de actividades profissionais em que se espera que os alunos venham a intervir.

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

The methodology is specifically targeted to the development of wanted skills, since it stimulates students to research and the establishment of links between the theoretical matters and the practical application in different types of professional activities where is expected that students will intervene.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- Gameiro da Silva, M. C. - Apontamentos da cadeira de Métodos de Medida. DEM-FCTUC, Coimbra , 1996*
- Gameiro da Silva, M. C. "Enhancement of teaching about measurement systems in a graduation course on mechanical engineering", in Proceedings of 5th International Conference on Mechanics and Materials in Design, 24-26 July 2006, Porto, Portugal*
- Doebelin, E. O. Measurement Systems: application and design. (4th ed.), McGraw Hill, ISBN 0-07-017338-9.1990*
- Holman, J. P. Experimental Methods for Engineers. (6th ed.), McGraw Hill, ISBN 0-07-029666-9.1994*
- Park, J.; Mackay, S. – Practical Data Acquisition for Instrumentation and Control Systems, ed. Newnes, Elsevier, 2003*

Mapa IV - Modelação de Sistemas Mecânicos

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Modelação de Sistemas Mecânicos

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Mechanical Systems Modeling

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

INT

4.4.1.3. Duração:

Semestral**4.4.1.4. Horas de trabalho:****162****4.4.1.5. Horas de contacto:****TP-56****4.4.1.6. ECTS:****6****4.4.1.7. Observações:****<sem resposta>****4.4.1.7. Observations:****<no answer>****4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):****Diogo Mariano Simões Neto; TP-112****4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:****<sem resposta>****4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

Trata-se de uma disciplina integradora de conhecimentos. Os objetivos são a modelação de órgãos de máquinas e de estruturas, a análise de resistência estática e à fadiga e a representação gráfica dos sistemas mecânicos, recorrendo a software comercial de utilização corrente em âmbito industrial. No final, os alunos deverão ter as seguintes competências:

- *Domínio de ferramentas CAD/CAE para modelação e análise de componentes mecânicos e estruturais;*
- *Conhecimentos sobre representação gráfica avançada de elementos mecânicos e estruturais;*
- *Projetar um sistema mecânico de reduzida complexidade;*
- *Comunicar um projeto sob a forma de um relatório escrito e apresentação oral.*

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

As an integrating discipline of knowledge, its objectives are the modeling of machine parts and structures, the analysis of static and fatigue resistance and the graphic representation of mechanical systems, using commercial software currently used in industrial environments. In the end, students should have the following skills:

- *Domain of CAD / CAE tools for modeling and analysis of mechanical and structural components;*
- *Knowledge of advanced graphic representation of mechanical and structural elements;*
- *Design a low complexity mechanical system;*
- *Communicate a project in the form of a written report and oral presentation.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1- Sistemas e componentes mecânicos normalizados de utilização geral 2 - Especificação geométrica de produtos: complementos de tolerâncias dimensionais, toleranciamento geométrico, especificação e interpretação de tolerâncias geométricas, cotagem de juntas soldadas 3 - Ajustamentos: ajustamentos recomendados, seleção de ajustamentos, relações acabamento superficial, tolerâncias e processos de fabrico 4 - Desenhos de conceção: desenhos de conjunto em representação ortográfica e listas de peças 5 - Desenhos de definição: cotagem funcional, estudo de cadeias de cotas 6 – Modelação avançada de componentes mecânicos e estruturais: órgãos de máquinas, estruturas planas e espaciais, componentes de chapa 7 - Interface modelação/análise: dimensionamento estático e à fadiga por elementos finitos, refinamento local de malha, estudo de convergência, otimização, interpretação de resultados 8 -Seleção de materiais para componentes mecânicos e estruturais: normas de materiais e de produtos.

4.4.5. Syllabus:

1- Standard mechanical parts and systems 2 - Geometric product specification: dimensional tolerance complements, geometric tolerance, specification and interpretation of geometric tolerances, weld joint specification 3 – Mechanical fits: recommended fits, selection of fits, surface finish-tolerance-manufacturing processes relationship 4 - Design drawings: assembly drawings in orthographic representation and parts lists 5 - Definition drawings: functional dimensioning, dimension chain study 6 - Advanced modeling of mechanical and structural components: machine parts, plane and spatial structures, sheet parts 7 - Modeling/analysis interface: static and fatigue analysis by finite elements

method, local mesh refinement, convergence study, optimization, interpretation of results 8 - Materials selection for mechanical and structural components: material and product standards.

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
São apresentados os conceitos necessários à modelação, análise e representação gráfica de elementos de construção mecânica e estrutural, relacionados com os conteúdos do programa da disciplina . Os conceitos gerais relacionados com a modelação e análise de componentes mecânicos e estruturais, o toleranciamento funcional e a seleção de ajustamentos, são expostos previamente à sua aplicação prática em exercícios a executar durante os tempos letivos.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
The concepts necessary for the modeling, analysis and graphical representation of mechanical and structural construction elements related to the syllabus contents are presented. The general concepts related to machine element modeling and analysis, functional tolerance and fits selection are explained in the theoretical part of the curricular unit and then used in the exercises to be performed in the practical classes.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
As aulas decorrem em regime teórico-prático. No início de cada aula expõem-se os conceitos fundamentais sob a forma de conferências com recurso a transparências e multimédia. Cada aluno deverá executar um conjunto de trabalhos usando o software disponível de modelação e de análise estrutural (CAD/CAE).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):
The classes take place on a theoretical-practical basis. At the beginning of each class, fundamental concepts are exposed in the form of conferences using transparencies and multimedia. Each student must perform a set of works using the available structural modeling and analysis software (CAD / CAE).

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
As aulas são de natureza tutorial, nas quais se expõem diversos conceitos relacionados com os objetivos já indicados. Esses conceitos são essenciais à modelação, análise e à elaboração do dossier de fabrico de elementos de construção mecânica e estrutural e são aplicados na realização dos exercícios com o auxílio de ferramentas de desenho computacional (CAD/CAE).

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:
The lectures are of a tutorial nature, which expose various concepts related to the objectives already indicated. These concepts are essential to the modeling, analysis and design of fabrication drawings of mechanical and structural construction elements, and applied in the exercises with the aid of computer drawing/analysis software (CAD/CAE).

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
Desenho Técnico Moderno – 11ª Edição. Arlindo Silva/Carlos Ribeiro/João Dias/Luis Sousa (Lidel – Edições Técnicas), 2004.
- Manuais de software CAD/CAE.
- Desenho Técnico. Luís Veiga da Cunha, Edição Gulbenkian, 2004.
- Desenho Técnico Básico 3. Simões Morais, Porto Editora, 2006.

Mapa IV - Sistemas e Equipamentos de Energia

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Sistemas e Equipamentos de Energia

4.4.1.1. Title of curricular unit:
Energy Equipments and Systems

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:
CEM

4.4.1.3. Duração:
Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:**TP-56****4.4.1.6. ECTS:****6****4.4.1.7. Observações:****<sem resposta>****4.4.1.7. Observations:****<no answer>****4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):****Adélio Manuel Rodrigues Gaspar (TP-20h)****4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:****José Carlos Miranda Góis (TP - 18 h); José Manuel Baranda Ribeiro (TP - 18h)****4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

A unidade curricular tem como objetivo introduzir aos alunos os sistemas de produção e distribuição de energia térmica (calor e frio) e de tratamento e distribuição de ar para espaços interiores com necessidades de controlo das condições ambientais. É objetivo principal dotar os estudantes de capacidade de análise de instalações térmicas e de distribuição de ar, adquirindo conhecimentos para identificar, caracterizar e avaliar os diversos componentes de funcionamento, controlo e segurança das instalações. Pretende-se que desenvolvam capacidades de cálculo (integrando os conhecimentos adquiridos nas disciplinas precedentes da especialidade) para o dimensionamento e seleção de equipamento para instalações de pequena dimensão. Pretende-se também que os alunos desenvolvam competências instrumentais, relacionadas com a utilização de ferramentas numéricas e gráficas, raciocínio crítico, trabalho colaborativo e comunicação oral.

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

The objective of this course is to introduce the students to systems of thermal energy production and distribution (heating and cooling) and air conditioning systems. The main goal is to provide students the ability to analyse thermal and air distribution facilities, acquiring the knowledge to identify, characterize and evaluate its operation, control and safety components. It is intended that they develop calculation skills (integrating the knowledge acquired in previous disciplines) for sizing and equipment selection of small installations. It is also intended that students develop instrumental skills related to the use of numerical and graphical tools, critical thinking, collaborative work and oral communication.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Equipamentos de produção de energia térmica (caldeiras, bombas de calor, chillers, coletores solares,...); configurações e componentes de uma rede de distribuição de energia térmica (tubagem, circuladores, vasos de expansão, tratamento do fluido térmico, válvulas de regulação e controlo, dissipadores de calor/elementos finais, ...); configurações e componentes de uma rede de tratamento e distribuição de ar (condutas, ventiladores, unidades de tratamento de ar, registos, grelhas e difusores, ...); normas e critérios de dimensionamento; simbologia e desenho técnico de instalações térmicas e de climatização.

4.4.5. Syllabus:

Equipment for thermal energy production (boilers, heat pumps, chillers, solar thermal panels, etc.); configurations and components of thermal energy distribution systems (piping, circulators, expansion vessels, thermal fluid treatment, regulation and control valves, heating and cooling coils,...); configurations and components of air distribution systems (ducts, fans, air handling units, dumpers, supply air elements,...); sizing codes and standards; graphical symbols and drawing practice for thermal and air conditioning systems.

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

O programa da unidade curricular está orientado para a introdução dos estudantes à conceção, análise e intervenção em sistemas de produção e distribuição de energia térmica e de tratamento e distribuição de ar para condicionamento de ambientes interiores. Nesse sentido, são estudados os diferentes sistemas, os seus equipamentos e componentes. Conhecidos os sistemas, os estudantes são desafiados a integrarem os conhecimentos apreendidos nas disciplinas

anteriores da especialidade, em conjunto com critérios recomendados pelas normas e boas práticas de engenharia, no desenvolvimento de trabalhos práticos de conceção de pequenos sistemas e procederem à seleção dos equipamentos e componentes. Os trabalhos desenvolvidos deverão ser descritos e justificados em relatórios escritos, complementados com a representação gráfica dos sistemas concebidos.

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

The syllabus of the course unit is oriented to introduce the students to the design, analysis and intervention in thermal energy and air conditioning systems. In this sense, the different systems, their equipment and components are studied. Afterwards, students are challenged to integrate the previous learned subjects, together with recommended standards and engineering practice procedures, in developing small energy projects, and selecting the respective equipment and components. The developed work should be described and justified in written reports, complemented with engineering drawings.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas são constituídas por: apresentação dos equipamentos e acessórios de instalações térmicas; revisão de conceitos teóricos, apresentação de procedimentos, normas e ferramentas de cálculo para dimensionamento; apresentação da simbologia e programas de desenho de instalações térmicas; aulas de acompanhamento tutorial à elaboração dos trabalhos práticos, e; sessões de apresentação e discussão dos trabalhos desenvolvidos. Em complemento, são convidados especialistas para debater alguns assuntos e transmitir as suas experiências, e realizadas algumas visitas de estudo a instalações.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The lessons consist of presentation of thermal installations equipment and accessories; review of theoretical subjects, presentation of procedures, standards and calculation tools for sizing; presentation of graphical symbols and drawing software for thermal and air conditioning installations; tutorial classes during the projects' development; and presentation and discussion sessions of the developed projects. In addition, specialists are invited to discuss some issues and share their engineering experiences, and field trips to thermal and air distribution installations are promoted.

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

Na sequência das unidades curriculares anteriores da especialidade, nesta unidade curricular os estudantes são introduzidos aos sistemas e equipamentos térmicos e de tratamento de ar; desafiados a integrarem os conhecimentos teóricos anteriormente adquiridos com normas, procedimentos de engenharia e ferramentas de cálculo e de representação gráfica. É promovida a discussão em torno das dificuldades e soluções propostas na conceção dos trabalhos. Com esta estratégia de ensino os estudantes desenvolvem a capacidade de integração de conhecimentos, procura de bibliografia científica e técnica complementar, desenvolvimento de metodologias e ferramentas próprias de conceção e análise, e hábitos de trabalho de engenharia em equipa.

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

Following the previous courses of the thermodynamics and fluids area, in this course the students are introduced to thermal and air conditioning systems, challenged to integrate theoretical knowledge with standards, engineering practice, and calculation and graphical tools. The discussion is promoted around the difficulties and solutions for the projects' development. With this teaching strategy the students develop their ability to integrate knowledge, search for complementary scientific and technical literature, develop their own design and analysis methodologies and tools, and engineering work team competence.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*ASHRAE Handbook – HVAC Systems and Equipment, 2016;
ASHRAE Handbook—Fundamentals, 2017;
ASHRAE Handbook—HVAC Applications, 2019;
BASU, Prabir, Boilers and Burners: design and theory, New York : Springer, 2000;
Kreider, J. F. Handbook of Heating, ventilation and air conditioning, CRC Press, 2001;
McQuiston, F.C., Parker, J. and Spitler, J. D. Heating, Ventilating and Air Conditioning: Analysis and Design, John Wiley and Sons, 2005;
Normas e regulamentação diversa (ISO, ASHRAE; DIN; NP);
Roriz, L. Climatização - Conceção, Instalação e Condução de Sistemas, Alfragide: Edições Orion, 2006;
Siegenthaler, John. Heating with renewable energy – practical, hydronic-based combisystems for residential and light commercial buildings, Mohawk Valley Community College, Utica, New York, 2015.
Yan, Jinyue. Handbook of Clean Energy Systems, 6 Volume Set, Wiley, 2015.*

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Tecnologias de Fundição e Ligação

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Casting and Joining Technologies

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CEM

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

T - 28; TP - 28

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

Altino de Jesus Roque Loureiro, 56 horas

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

<sem resposta>

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

O objectivo é transmitir o conhecimento considerado base na área da produção de peças e estruturas pelas tecnologias convencionais de fundição e soldadura. No final os estudantes terão adquirido competências nas principais tecnologias e aspectos da concepção e produção de peças em moldações permanentes e não permanentes. Terão também adquirido conhecimentos nas principais tecnologias convencionais de soldadura por fusão e no estado sólido, os critérios de selecção e aplicação dessas tecnologias e princípios das principais técnicas de controlo não destrutivo. Pretende-se o desenvolvimento de competências instrumentais (comunicação oral e escrita e capacidade para resolver problemas), pessoais (raciocínio crítico) e sistémicas (aplicar na prática os conhecimentos teóricos e desenvolvimento de autocritica e auto-avaliação), essenciais para a resolução de problemas de engenharia nesta área.

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

The aim is to teach the fundamentals of the technologies for production of parts and structures by casting and welding. The students will acquire skills on the key technologies and aspects of design and production of parts using permanent and non-permanent molds. They will also acquire knowledge concerning the key technologies for fusion welding and solid state welding, the selection criteria for industrial application of these technologies, and fundamentals about the main non-destructive control tests. The aim of this discipline is to develop instrumental skills (oral and written communication and problem solving), personal (critical thinking) as well as systemic competences (apply in practice the theoretical knowledge and development of self-criticism and self-assessment) essential to solve engineering problems in this area.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Princípios das tecnologias de fundição. Tecnologias de fundição. Selecção de tecnologias de fundição. Princípios da concepção de moldes e moldações. Defeitos de fundição. Fundamentos da soldadura por fusão e no estado sólido. Física do arco eléctrico. Tecnologias convencionais de soldadura e corte térmico de materiais. Soldadurano estado sólido. Aspectos económicos. Selecção de processos de soldadura. Controlo de qualidade de peças vazadas ou

estruturas soldadas.

4.4.5. Syllabus:

Principles of casting technologies. Influence of the solidification mode in production of parts. Casting technologies. Selection of casting technologies. Principles of design of patterns and moulds. Casting defects. Fundamentals of fusion and solid state welding processes. Welding and thermal cutting technologies of materials. Solid state welding processes. Economic issues. Quality control of castings or welded structures.

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

O programa apresenta os aspectos mais relevantes das tecnologias de produção de peças por fundição e por soldadura, tal como se define nos objectivos da disciplina. As tecnologias da fundição e soldadura têm aspectos teóricos comuns, já que frequentemente, em ambos os casos, é adicionado calor até à fusão ou não do material, com o objectivo de produzir a peça ou a ligação. Os aspectos teóricos são complementados com exercícios práticos de modo a facilitar a interiorização de conceitos.

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

The program provides the most relevant aspects of the technologies of production of parts by casting and welding, as stated in the objectives of the discipline. The technologies of casting and welding contain theoretical aspects that are coincident, since in both cases heat is added to melt or not the material, in order to produce the part or the connection. The theoretical aspects are complemented with practical exercises to facilitate the internalization of concepts.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas decorrem em regime teórico e teórico-prático. Nas aulas teóricas são apresentados os conceitos e as tecnologias associadas aos conceitos. Nas aulas práticas são detalhados mais alguns aspectos das tecnologias com recurso a audiovisuais e realizados exercícios de aplicação em sala ou laboratório. Os alunos têm uma participação activa em todo o processo formativo, sendo solicitados para apresentar as soluções encontradas para os problemas e trabalhos distribuídos. As aulas práticas são ainda complementadas com visitas a empresas.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Classes run under theoretical and theoretical-practical modes. In lectures are presented the main concepts and technologies associated with the concepts. In practical classes some aspects are more detailed by using audiovisual technologies and practical exercises are performed in class or lab. Students participate actively in the process of formation, being asked to present their solutions to problems and works distributed. The classes are further complemented with visits to companies.

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

A compreensão pelo aluno destas tecnologias requer que este conheça os princípios teóricos que lhe estão subjacentes, assim como o modo como podem ser aplicadas e as limitações que apresentam. As aulas teóricas fornecem a base para a compreensão dos princípios e as aulas práticas e visitas às empresas permitem interiorizar as aplicações e perceber as limitações que cada tecnologia apresenta. Além disso os exercícios e os trabalhos feitos em casa obrigam à pesquisa na literatura, no comércio e na indústria das soluções mais adequadas e à apresentação e discussão dos documentos escritos.

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

The understanding of these technologies requires the student know the underlying theoretical principles, and how they can be applied and the limitations they present. The lectures provide the basis for understanding the principles and practical classes and visits to companies allow students to internalize applications and understand the limitations that each technology has. Besides the exercises and the work done at home require student undertake research in literature, commerce and industry of the most appropriate solutions as well as the presentation and discussion of written documents.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*D.M Rodrigues; Fundamentos de Tecnologias de Fundição, Universidade de Coimbra, 2007.
A. Loureiro, Notas de Tecnologia dos Processos de Ligação, Universidade de Coimbra, 2010.
J.F.O. Santos e L. Quintino, Processos de Soldadura, Vol. I e II, Edições ISQ, 1993
R. W. Messler, Joining of Materials and Structures, Elsevier 2004
Francisco José Gomes da Silva, Tecnologia da Soldadura, PUBLINDÚSTRIA, 2016*

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:

A UC garante o alinhamento na definição das Fichas de Unidade Curricular, de forma que os objetivos de aprendizagem, competências, métodos de ensino e avaliação sejam coerentes. O Conselho Científico analisa e valida as FUC e o Conselho Pedagógico analisa e discute estas matérias. Procura-se ainda garantir a promoção desta adequação através da análise dos resultados dos inquéritos pedagógicos e definição de ações de melhoria, quando aplicável – estes inquéritos avaliam a perceção dos estudantes sobre os resultados da aprendizagem alcançados. Adicionalmente, ainda no âmbito dos inquéritos, os comentários dos estudantes e docentes são analisados e classificados, permitindo a identificação de aspetos a ajustar nas metodologias de ensino e aprendizagem e sua adequação aos objetivos de aprendizagem definidos. Esta informação é utilizada pela Coordenação do C.E. e Direção da UO, para definir e implementar melhorias

4.5.1. Evidence of the teaching and learning methodologies coherence with the intended learning outcomes of the study programme:

The UC ensures consistency in the definition of Curricular Unit Sheets, so that the learning objectives, skills, teaching methods and assessment are appropriate. The Scientific Council analyzes and validates the FUC and the Pedagogical Council analyzes and discusses these matters. It also seeks to ensure the promotion of this adequacy by analyzing the results of pedagogical surveys and defining improvement actions, where applicable - these surveys assess students' perceptions of the learning outcomes achievement. Additionally, still within the scope of the surveys, the comments of students and teachers are analyzed and classified, allowing the identification of aspects to be adjusted in teaching and learning methodologies and their adequacy to the defined learning objectives. This information is used by the C.E. Coordination and OU Directorate to define and implement improvements

4.5.2. Forma de verificação de que a carga média de trabalho que será necessária aos estudantes corresponde ao estimado em ECTS:

A UC procura, desde logo, garantir esta verificação através da análise dos inquéritos pedagógicos a outros ciclos de estudo com unidades curriculares análogas, sendo solicitado a estudantes e docentes que avaliem a adequação da carga de esforço exigida (ligeira, adequada, moderadamente pesada ou excessiva).

4.5.2. Means to verify that the required students' average workload corresponds the estimated in ECTS.:

The UC seeks to ensure this verification through the analysis of pedagogical surveys to other study cycles with similar curricular units, and students and teachers are asked to evaluate the adequacy of the required effort load (light, adequate, moderately heavy or excessive).)

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:

Os docentes definem a avaliação de acordo com os objetivos de aprendizagem das unidades curriculares que coordenam, considerando os objetivos gerais do curso. Estes aspetos, bem como a adequação da avaliação aos objetivos encontram-se definidos na ficha da unidade curricular, que é analisada e validada pelo Conselho Científico. A verificação desta coerência é feita em reuniões com o corpo docente e discente e reuniões do Conselho Pedagógico, permitindo a identificação de aspetos a ajustar nas metodologias de avaliação e a sua adequação aos objetivos de aprendizagem definidos.

4.5.3. Means of ensuring that the students assessment methodologies are adequate to the intended learning outcomes:

Teachers define the assessment according to the learning objectives of the coordinating units, considering the general objectives of the course. These aspects, as well as the adequacy of the evaluation to the objectives are defined in the course unit form, which is analyzed and validated by the Scientific Council. This consistency is verified in meetings with teachers and students and in Pedagogical Council meetings, allowing the identification of aspects to be adjusted in the evaluation methodologies and their suitability to the defined learning objectives.

4.5.4. Metodologias de ensino previstas com vista a facilitar a participação dos estudantes em atividades científicas (quando aplicável):

O quadro docente é totalmente composto por professores doutorados que desenvolvem as suas atividades de investigação em unidades classificadas com "Excelente. A ligação a estas unidades de investigação permite que os estudantes tirem partido da evolução do conhecimento que se alcança nos vários domínios da engenharia mecânica.

4.5.4. Teaching methodologies that promote the participation of students in scientific activities (as applicable):

The teaching staff is fully composed of PhD teachers who carry out their research activities in units classified as "Excellent". The proximity to these research units allows students to take advantage of the evolution of knowledge that is achieved in the various fields of mechanical engineering

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:

O Decreto-lei 74/2006 estabelece que no ensino universitário, o ciclo de estudos conducente ao grau de licenciado pode ter entre 180 e 240 créditos. A Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra recomendou que as formações ao nível de licenciatura fossem organizadas em ciclos de estudos com a duração de seis semestres correspondentes a 180 créditos. Acresce ainda que as formações equivalentes, quer ao nível internacional, quer a nível interno estão organizadas em ciclos de três anos.

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:

Decree-Law 74/2006 states that in university education, the cycle of studies leading to the bachelor degree may have between 180 and 240 credits. The Faculty of Science and Technology of the University of Coimbra recommended that undergraduate degree programs be organized in six-semester study cycles of 180 credits. In addition, equivalent international and national bachelors are organized in three-year cycles.

4.6.2. Forma como os docentes foram consultados sobre a metodologia de cálculo do número de créditos ECTS das unidades curriculares:

A organização do plano de estudos da LEM tirou partido da experiência adquirida pelo departamento na lecionação do atual Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica. Os docentes responsáveis pelas novas unidades curriculares têm uma vasta experiência na lecionação de matérias em cada uma das áreas de especialidade. Da articulação entre os conhecimentos nas várias áreas disciplinares, com os constrangimentos definidos para o número de horas de contacto semanal, foi decidido em reuniões participadas pelos docentes organizar o plano de estudo maioritariamente em unidades curriculares (UC) de 6 ECTS. Respeitando os constrangimentos já indicados, cabe aos professores responsáveis por cada UC definir as atividades concretas a efetuar pelo estudante, de forma que, cumulativamente, correspondam ao esforço previsto nos créditos atribuídos.

4.6.2. Process used to consult the teaching staff about the methodology for calculating the number of ECTS credits of the curricular units:

The organization of LEM's syllabus took advantage of the department's experience in teaching the current Integrated Master in Mechanical Engineering. The teachers responsible for the new curricular units have vast experience in teaching subjects in each of the areas of specialty. From the articulation between the topics of the various disciplinary areas, with the constraints defined for the number of weekly contact hours, it was decided, by meetings attended by the teachers, to organize the study plan mostly in curricular units (UC) of 6 ECTS. Respecting the constraints already indicated, it is up to the teachers responsible for each course to define the concrete activities to be performed by the student, so that, cumulatively, they agree to the effort corresponding to the credits attributed.

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.
Amílcar Lopes Ramalho

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
António José Esteves Leal Duarte	Professor Associado convidado ou equivalente	Doutor		Ciências - Álgebra	100	Ficha submetida
Marta Cristina Cardoso de Oliveira	Professor Associado ou equivalente	Doutor		Engenharia Mecânica, na especialidade de Tecnologia da Produção	100	Ficha submetida
Ana Paula da Fonseca Piedade	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Mecânica	100	Ficha submetida
Almerindo Domingues Ferreira	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Mecânica	100	Ficha submetida
Dulce Maria Esteves Rodrigues	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Mecânica	100	Ficha submetida
Cristóvão Silva	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Mecânica/Mechanical engineering	100	Ficha submetida
Altino de Jesus Roque Loureiro	Professor Associado ou equivalente	Doutor		Engenharia Mecânica	100	Ficha submetida
Ana Paula Betencourt Martins Amaro	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Mecânica - Mecânica Estrutural	100	Ficha submetida
Adélio Manuel Rodrigues Gaspar	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Mecânica	100	Ficha submetida
Diogo Mariano Simões Neto	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Mecânica	100	Ficha submetida
Cristina Maria Gonçalves dos Santos	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Mecânica, especialidade Ciência dos Materiais	100	Ficha submetida
Jorge Campos da Silva André	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Mecânica - Aerodinâmica	100	Ficha submetida
António Manuel Gameiro Lopes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Mecânica	100	Ficha submetida
Isabel Maria Narra de Figueiredo	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor		Matemática	100	Ficha submetida
Ricardo António Lopes Mendes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Eng. Mecânica	100	Ficha submetida
Carlos Manuel Franco Leal	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Mecânica	100	Ficha submetida
Raquel Susana Giraldes Caseiro	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Matemática	100	Ficha submetida
Ana Luisa Sousa Pinto	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor		Psicologia	100	Ficha submetida
Maria Elisabete Félix Barreiro	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Título de especialista (DL 206/2009)	Matemática Pura	100	Ficha submetida
Miguel Rosa Oliveira Panão	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Mecânica	100	Ficha submetida
José Valdemar Bidarra Fernandes	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor		Engenharia Mecânica - Tecnologia da Produção	100	Ficha submetida
José António Martins Ferreira	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor		Engenharia Mecânica	100	Ficha submetida
Pedro Mariano Simões Neto	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Título de especialista (DL 206/2009)	Engenharia Mecânica	100	Ficha submetida
João Manuel Rendeiro Cardoso	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Física	100	Ficha submetida
Filipa Isabel Gouveia de Melo Borges Belo Soares	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Física Tecnológica	100	Ficha submetida

José Carlos Miranda Góis	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Mecânica	100	Ficha submetida
João Luís Cardoso Soares	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Matemática Aplicada	100	Ficha submetida
Ana Margarida Mascarenhas Melo	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Bruno Miguel Quelhas de Sacadura Cabral Trindade	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Engenharia Mecânica	100	Ficha submetida
Daniel Alexandre Peralta Marques Pinto	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Manuel Carlos Gameiro da Silva	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Engenharia Mecânica	100	Ficha submetida
Amílcar Lopes Ramalho	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Engenharia Mecânica	100	Ficha submetida
Luis Filipe Martins Menezes	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Engenharia Mecânica	100	Ficha submetida
José Luís Ferreira Afonso	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Mecânica	100	Ficha submetida
Albano Augusto Cavaleiro Rodrigues de Carvalho	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Engenharia Mecânica	100	Ficha submetida
Fernando Jorge Ventura Antunes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Ciências da Engenharia Mecânica	100	Ficha submetida
José Manuel Baranda Moreira da Silva Ribeiro	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Mecânica	100	Ficha submetida
José Joaquim da Costa	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Mecânica	100	Ficha submetida
Maria Augusta Neto	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Mecânica	100	Ficha submetida
Cândida Maria Rainho Oliveira Pereira	Assistente convidado ou equivalente	Mestre	Ciências da Computação	60	Ficha submetida
Nelson Miguel Lopes Soares	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Sustainable energy systems	100	Ficha submetida
Aldora Gabriela Gomes Fernandes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Gestão	100	Ficha submetida
Dmitry Vorotnikov	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
				4260	

<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.

43

5.4.1.2. Número total de ETI.

42.6

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:	42	98.591549295775

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):	42	98.591549295775

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	39	91.549295774648
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

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	37	86.854460093897
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

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.**

O procedimento de avaliação dos docentes da UC tem por base o disposto no "Regulamento de Avaliação de Desempenho dos Docentes da Universidade de Coimbra". A avaliação do desempenho dos docentes da UC é efetuada relativamente a períodos de três anos e tem em consideração quatro vertentes: investigação; docência; transferência e valorização do conhecimento; gestão universitária e outras tarefas.

O processo de avaliação compreende cinco fases (autoavaliação, validação, avaliação, audiência, homologação). O resultado final da avaliação de cada docente é expresso numa escala de quatro posições: excelente, muito bom, bom e não relevante.

Antes de cada novo ciclo de avaliação, cada UO define, para as suas áreas disciplinares, o conjunto de parâmetros que determinam os novos objetivos do desempenho dos docentes e cada uma das suas vertentes, garantindo, assim, permanente atualização do processo.

5.5. Procedures for the assessment of the teaching staff performance and measures for their permanent updating and professional development.

The academic staff performance evaluation procedures of the University of Coimbra (UC) are set in the "UC's Regulation for Teacher Performance Evaluation". This regulation establishes the mechanisms to identify the teacher performance goals for each evaluation period. It clearly states the institution's vision across its different levels and simultaneously outlines a clear reference board to value the teachers' activities with the goal of improving their performance. At UC teachers' performance evaluation is carried out over three-year periods and takes into account four pillars: research; teaching; knowledge transfer and enhancement; university management and other tasks.

Before a new evaluation cycle, each OU identifies for its subject areas a set of parameters that define the new teacher performance goals and their components, thus ensuring the continuous updating of this process.

5.6. Observações:

O corpo docente a lecionar na Licenciatura em Engenharia Mecânica é constituído na sua totalidade por professores doutorados, sendo a grande maioria com nomeação definitiva, contabilizando-se um universo de 44 docentes a tempo integral, apenas na especialidade de Engenharia Mecânica. O corpo docente é totalmente adequado às necessidades científicas e pedagógicas deste curso de 1º ciclo, beneficiando da multidisciplinaridade da Faculdade de Ciências e Tecnologia que permite que a formação nas ciências de base seja assegurada pelos departamentos de cada uma das especialidades.

5.6. Observations:

The teaching staff involved in the Mechanical Engineering Degree is made up entirely of PhD professors, the vast majority of whom have a definitive appointment, with a universe of 44 full-time professors, just in the Mechanical Engineering specialty. The teaching staff is fully suited to the scientific and pedagogical needs of this 1st cycle course, benefiting from the multidisciplinary of the Faculty of Sciences and Technology which allows the courses in basic sciences to be provided by the departments of each of the specialties.

6. Pessoal Não Docente

6.1. Número e regime de tempo do pessoal não-docente afeto à lecionação do ciclo de estudos.

O pessoal não docente afeto ao ciclo de estudos será essencialmente composto por 7 funcionários não docentes que apoiam os vários cursos lecionados no Departamento de Engenharia Mecânica da FCTUC: 3 Técnicos Superiores; 1 Técnico de Informática; 2 Assistentes Técnicos e 1 Assistente Operacional. Todos os funcionários não docentes do DEM encontram-se em regime de dedicação exclusiva. Estes funcionários encontram-se divididos por várias funções de apoio aos cursos:

- Atendimento aos alunos;
- Apoio administrativo (recursos humanos, gestão financeira, assuntos académicos e secretariado);
- Manutenção de equipamentos e instalações;
- Apoio à realização de trabalhos nas oficinas

6.1. Number and work regime of the non-academic staff allocated to the study programme.

The non-teaching staff allocated to the course will essentially consist of 7 administrative staff supporting the various courses taught in the Department of Mechanical Engineering of FCTUC: 3 "Técnicos Superiores"; 1 "Técnico de Informática"; 2 "Assistentes Técnicos" e 1 "Assistente Operacional" All DEM non-teaching staff are in exclusive dedication. These technicians are divided among various course support functions:

- Students attendance (secretariat);
- Administrative support (human resources, financial management, academic affairs and secretariat);
- Maintenance of equipment and facilities;
- Support to the execution of work in the atelier.

6.2. Qualificação do pessoal não docente de apoio à lecionação do ciclo de estudos.

*3 possuem o 12.º ano;
3 possuem licenciatura
1 possui mestrado;*

6.2. Qualification of the non-academic staff supporting the study programme.

*3 have the 12th grade;
3 have a bachelor degree;
1 has master degree*

6.3. Procedimento de avaliação do pessoal não-docente e medidas conducentes à sua permanente atualização e desenvolvimento profissional.

A Universidade de Coimbra garante uma avaliação do desempenho do seu pessoal não docente de acordo com o disposto na lei que rege o SIADAP que adotou o método de gestão por objetivos, estabelecendo uma avaliação do desempenho baseada na confrontação entre objetivos fixados e resultados obtidos. O processo de avaliação é bienal e concretiza-se: em reuniões com o avaliador, superior hierárquico imediato, para negociação e contratualização dos objetivos anuais e para comunicação dos resultados da avaliação; e no preenchimento de um formulário de avaliação. A avaliação visa identificar o potencial de desenvolvimento do pessoal e diagnosticar necessidades de formação. Para a aplicação do SIADAP, o processo é supervisionado pela Comissão Paritária e pelo Conselho Coordenador da Avaliação.

6.3. Assessment procedures of the non-academic staff and measures for its permanent updating and personal development

The University of Coimbra guarantees an assessment of the performance of its non-teaching staff in accordance with the law governing SIADAP which adopted the objective management method, establishing a performance assessment based on the comparison between set objectives and results obtained. The evaluation process is biennial and is implemented: in meetings with the evaluator, immediate superior, to negotiate and contract the annual objectives and to communicate the evaluation results; and completing an evaluation form. The evaluation aims to identify staff development potential and to diagnose training needs. For the implementation of SIADAP, the process is overseen by the Joint Committee and the Evaluation Coordinating Council

7. Instalações e equipamentos

7.1. Instalações físicas afetas e/ou utilizadas pelo ciclo de estudos (espaços letivos, bibliotecas, laboratórios, salas de computadores, etc.):

O ciclo de estudos irá recorrer essencialmente às instalações do Departamento de Engenharia Mecânica (DEM), situadas no Pólo II da UC. O DEM possui uma área total para laboratórios de 2837,5 m² que possuem um vasto conjunto de equipamentos utilizados para atividades de Investigação e Desenvolvimento. O DEM possui 15 espaços letivos: 2 Anfiteatros, 10 salas de aulas e duas salas de informática. Para as aulas das Unidades Curriculares com maior número de alunos inscritos, o DEM recorre aos anfiteatros disponíveis no Bloco Pedagógico Central da FCTUC. No Pólo II existe uma biblioteca central com um acervo de cerca de 42.000 livros e assina mais de 1300 revistas científicas nas diversas áreas de Engenharia e tem à disposição dos estudantes 220 lugares para estudo. No Pólo II, espalhados pelos diversos edifícios departamentais existem ainda mais cerca de 670 lugares para estudo.

7.1. Facilities used by the study programme (lecturing spaces, libraries, laboratories, computer rooms, ...):

The study cycle will mainly use the premises of the Department of Mechanical Engineering (DEM), located in the Campus II of UC. DEM has a total laboratory area of 2837.5 m² having a wide range of equipment used for research and development activities. DEM has 15 teaching rooms: 2 amphitheatres, 10 classrooms and two computer rooms. For the classes of the courses with the largest number of students enrolled, DEM uses the amphitheatres available at the Central Premises of FCTUC. In Campus II there is a central library with a collection of about 42,000 books and more than 1300 scientific journals in various fields of Engineering. The library has available to students 220 places to study. Furthermore, spread by the various departmental buildings of Campus II, there are more approximately 670 places to study.

7.2. Principais equipamentos e materiais afetos e/ou utilizados pelo ciclo de estudos (equipamentos didáticos e científicos, materiais e TIC):

Na UC os alunos, docentes e investigadores têm acesso à “b-on” e ao “Web of Knowledge” e a diversas bases de dados bibliográficas. É disponibilizado o acesso a várias bibliotecas digitais quer da Universidade de Coimbra quer a depósitos de livros eletrónicos de acesso livre. Os laboratórios do DEM possuem diversos equipamentos destinados à realização de atividades científicas e pedagógicas que se encontram em bom estado de conservação. O edifício do DEM encontra-se ligado à Eduroam, que faz parte do sistema de redes universitárias nacionais e internacionais. Existe uma livraria de Software Comum licenciado pelo DEM, FCTUC ou UC, em servidor próprio que o DEM disponibiliza a todos os utilizadores registados. Entre os softwares disponibilizados encontram-se: aplicativo de Office, suites de programação, bases de dados, software utilitário vários e software utilizado nas várias disciplinas do Ciclo de Estudos (CAD, Linguagens de programação, simuladores, Matlab).

7.2. Main equipment or materials used by the study programme (didactic and scientific equipment, materials, and ICTs):

In the University of Coimbra, students, teachers and researchers have access to “b-on” and “Web of Knowledge” and various other bibliographic databases. It provided access to several digital libraries either from University of Coimbra

or repositories of free access electronic books.

The DEM laboratories have several equipment's for carrying out scientific and pedagogical activities that are in good condition.

The DEM building is connected to Eduroam, which is part of the national and international university networks system. There is a common software library licensed by DEM, FCTUC or UC in an own server accessible to all registered users. Among the available software there are: Office application, programming suites, databases, various utility software and software used in the various disciplines of the Study Cycle (CAD, programming languages, simulators, Matlab).

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
CEMMPRE	Excelente	UC	26	
ADAI	Excelente	UC	14	

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/10e92885-2a7c-1a80-4440-5e81ffd9c7c1>

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/10e92885-2a7c-1a80-4440-5e81ffd9c7c1>

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.

Os docentes e investigadores do DEM estão maioritariamente integrados em duas unidades de investigação: O CEMMPRE- Centro de Engenharia Mecânica, Materiais e Processos e a ADAI – Associação para o Desenvolvimento da Aerodinâmica Industrial, esta última integra o Laboratório Associado LAETA. Ambas as unidades de investigação foram avaliadas pela FCT em 2019 com a classificação Excelente.

A título de exemplo listam-se alguns projetos em curso:

ON-SURF - POCI-01-0247-FEDER-024521, Novembro de 2018 a Outubro de 2021

INTEGRADDE. Referência: HORIZON 2020 (820776), 2018. 2018 a 2022.

ifDAMAGEIse: Referência: PTDC/EME-EME/30592/2017. Junho de 2018 a Maio de 2021.

DRY2VALUE. Referência: 33662_Dry2Value. 1.09.2018 a 31.08.2020.

SMARTLUB. ref: POCI-01-0145-FEDER-031807

O DEM integra várias networks nos vários domínios em que intervêm, nomeadamente o consórcio do curso TRIBOS - Joint Master Programme, que além da Universidade de Coimbra envolve as universidades de Lulea, Leeds e Ljubljana.

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.

DEM's teachers and researchers are mainly integrated into two research units: CEMMPRE- Center for Mechanical Engineering, Materials and Processes and ADAI - Association for the Development of Industrial Aerodynamics, the latter part of the Associated Laboratory LAETA. Both research units were evaluated by FCT in 2019 with the rating Excellent.

As example, some ongoing projects are listed:

ON-SURF - POCI-01-0247-ERDF-024521, November 2018 to October 2021

INTEGRATED. Reference: HORIZON 2020 (820776), 2018. 2018 to 2022.

ifDAMAGEIse: Reference: PTDC / EME-EME / 30592/2017. June 2018 to May 2021.

DRY2VALUE. Reference: 33662_Dry2Value. 1.09.2018 to 08.31.2020.

SMARTLUB. ref: POCI-01-0145-FEDER-031807

The DEM integrates several networks in the various areas in which they operate, namely the TRIBOS - Joint Master

Program consortium, which, in addition to the University of Coimbra, involves the universities of Lulea, Leeds and Ljubljana.

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:

Como se trata de um ciclo de formação para o qual não há qualquer experiência prévia na Universidade de Coimbra, as estatísticas disponíveis respeitam aos graduados pelo mestrado integrado em engenharia mecânica. A engenharia mecânica é uma área científica como uma empregabilidade muito elevada. Segundo os dados disponíveis, a nível nacional, existem 2.6% de recém-diplomados inscritos no IEFP como desempregados.

9.1. Evaluation of the employability of graduates by similar study programmes, based on official data:

As this is a new study programme, for which there is no previous experience at the University of Coimbra, the statistics available concern graduates from the integrated master's degree in mechanical engineering. Mechanical engineering is a scientific area as a very high employability. According to available data, at national level, there are 2.6% of recent graduates enrolled in the IEFP as unemployed.

9.2. Avaliação da capacidade de atrair estudantes baseada nos dados de acesso (DGES):

Como se trata de um ciclo de formação para o qual não há qualquer experiência prévia na Universidade de Coimbra, as estatísticas disponíveis respeitam aos graduados pelo mestrado integrado em engenharia mecânica. O curso tem tido uma elevada capacidade de atração de estudantes, que tem conduzido a uma ocupação total do número de vagas na primeira fase de colocação. A classificação do último colocado tem sido elevada comparativamente com outros ciclos de estudos de engenharia, mais de 60% dos estudantes são colocados na 1ª ou 2ª opção.

9.2. Evaluation of the capability to attract students based on access data (DGES):

As this is a new study programme, for which there is no previous experience at the University of Coimbra, the statistics available concern graduates from the integrated master's degree in mechanical engineering. The course has had a high student attractiveness which has led to a full occupancy of the number of vacancies in the first placement phase. The ranking of the last enrolled student has been high compared to other engineering cycles, over 60% of students are placed in the 1st or 2nd option

9.3. Lista de eventuais parcerias com outras instituições da região que lecionam ciclos de estudos similares:

-

9.3. List of eventual partnerships with other institutions in the region teaching similar study programmes:

-

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:

BEng Mechanical Engineering, University of Sheffield

Bachelor degree course in Mechanical Engineering, Technical University of Munich

BSc Mechanical Engineering, TU Delft

Mechanical Engineering Laurea, Politecnico Milano

10.1. Examples of study programmes with similar duration and structure offered by reference institutions in the European Higher Education Area:

BEng Mechanical Engineering, University of Sheffield

Bachelor degree course in Mechanical Engineering, Technical University of Munich

BSc Mechanical Engineering, TU Delft

Mechanical Engineering Laurea, Politecnico Milano

10.2. Comparação com objetivos de aprendizagem de ciclos de estudos análogos existentes em instituições de referência

do Espaço Europeu de Ensino Superior:

Em algumas escolas europeias a obtenção do título de engenheiro requer uma formação de quatro anos, Polytechnique de Paris, Imperial College of London e Universitat Politècnica de Catalunya. A generalidade das universidades oferece também formação de três anos que confere um bacharelato em engenharia mecânica, por ex a Un of Sheffield, na Tech Univ of Munich, Politecnico de Milano ou na École Nat. Sup. d'Arts et Métiers. Contudo, todas estas escolas oferecem bacharelatos em engenharia mecânica com várias especialidades de formação. Pelo contrário as escolas de formação de referência em Portugal, IST e FEUP, estão a organizar primeiros ciclos de formação geral sem divisão por especialidades. A LEM da Universidade de Coimbra fez uma opção semelhante, garantindo uma formação geral que possa permitir a progressão de estudos de mestrado em várias especialidades da engenharia, particularmente da engenharia mecânica, complementada com alguma habilitação para o mercado de trabalho

10.2. Comparison with the intended learning outcomes of similar study programmes offered by reference institutions in the European Higher Education Area:

Several European reference universities, requires four-year cycles to obtain the degree of engineer, Polytech de Paris, the Imperial College of London and the Universitat Politècnica de Catalunya. However, most universities also offer a three-year programme to obtain a bachelor's degree in mechanical engineering, Univ of Sheffield, the Tech Univ of Munich, the Politecnico de Milano or the École Nat Sup d'Arts et Métiers. However, all these schools offer bac degrees in mechanical engineering with various training specialties. On the contrary, the reference engineering schools in Portugal, IST and FEUP, are organizing first cycles of general programmes in classic engineering areas without division by specialties. The LEM of the University of Coimbra has made a similar choice, ensuring a general education that can allow the progression of master's studies in various engineering specialties, particularly mechanical engineering, complemented with some qualification for the labor market

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 / Name	Instituição ou estabelecimento a que pertence / Institution	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:

- *Qualidade e diversidade dos equipamentos laboratoriais disponíveis no DEM, garantindo as condições necessárias para os trabalhos de investigação e para a formação prática de alunos.*
- *Qualidade da investigação realizada no DEM (duas unidades de investigação classificadas como Excelentes pela FCT).*
- *Qualidade e experiência do pessoal docente.*
- *Atração de investigadores internacionais.*
- *Investigação em diversas áreas complementares.*

12.1. Strengths:

- *Quality and diversity of laboratory equipment available at DEM, ensuring the necessary conditions for student research and practical training.*
- *Quality of the research carried out at DEM (two research units classified as Excellent by FCT).*
- *Quality and experience of the teaching staff.*
- *Attraction of international researchers.*
- *Research in several and complementary areas*

12.2. Pontos fracos:

- *Estima-se que o número de estudantes internacionais que venha a frequentar a licenciatura seja reduzido;*
- *Elevado número de alunos por turma prática em algumas unidades curriculares do CE. Este aspeto dificulta a utilização de estratégias de ensino/aprendizagem mais práticas, sendo difícil tirar todo o partido das boas condições laboratoriais existentes.*

12.2. Weaknesses:

- *It is estimated that the number of international students attending the degree will be small;*
- *High number of students per practical class in some course units of cycle of studies. This makes it difficult to use more practical teaching / learning strategies and does not take full advantage of existing good laboratory conditions.*

12.3. Oportunidades:

- *Grande procura de Engenheiros Mecânicos por parte da indústria nacional e internacional. Espera-se que essa procura seja ainda impulsionada pelo acelerado desenvolvimento tecnológico em curso.*
- *Espera-se que a rede formal de relações (nacionais e internacionais) interinstitucionais da UC e o elevado nível de colaborações internacionais, em termos de trabalho científico, estabelecido pelos docentes do CE, possa conduzir, se adequadamente aproveitadas, a um aumento do nível de internacionalização de CE e a um aumento do número de alunos que possam tirar proveito dos programas de mobilidade.*
- *Alargar o quadro docente para permitir reduzir o número de alunos por turma TP.*
- *Boas relações com o tecido industrial nacional, conseguidas através da realização de trabalhos de investigação*

conjuntos, prestações de serviços ou realização de estágios

12.3. Opportunities:

- *High search of Mechanical Engineers from national and international industry. It is expected that this search to be further due to the rapid technological development.*
- *The UC's formal network of (national and international) inter-institutional relations and the high level of international collaborations in terms of scientific work established by the staff teaching of the cycle of studies can lead, if properly leveraged, to an increased level of cycle of studies internationalization, and an increase in students taking advantage of mobility programs.*
- *Extend the teaching staff to reduce the number of students per TP class.*
- *Good relations with the national industry, achieved through joint research, services or internships*

12.4. Constrangimentos:

- *Baixa densidade demográfica da região de Coimbra que se tem traduzido no envelhecimento da população e na perda progressiva de habitantes, com consequências negativas para a atração de alunos para o CE.*
- *Fraca industrialização da região de Coimbra. Por outro lado, Coimbra acentua uma forte incidência no setor de serviços. Este constrangimento aliado ao anterior dificulta a captação de novos alunos para o CE.*
- *Constrangimentos financeiros, com impacto ao nível da constituição do corpo docente, na mobilidade e presença nas redes internacionais da área, e na contratação de bolseiros de investigação.*

12.4. Threats:

- *Low demographic density of the Coimbra region which has resulted in an aging population and progressive loss of inhabitants, with negative consequences for the attraction of students to the cycle of studies.*
- *Weak industrialization of the region of Coimbra. On the other hand, Coimbra emphasizes a strong incidence in the service sector. This threat, allied to the previous one, makes it difficult to attract new students to the cycle of studies.*
- *Financial constraints, with significant impact in staff teaching constitution, in the mobility and presence in international area networks, and in the engagement of research students.*

12.5. Conclusões:

A Licenciatura em Engenharia Mecânica (LEM) da Universidade de Coimbra, foi criada a partir da reestruturação do Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica, decorrente da aplicação da legislação introduzida pelo Dec-Lei nº 65/2018. A tradição do Departamento de Engenharia Mecânica (DEM) na formação de engenheiros permitiu obter um plano de estudos que garante uma forte formação teórica em áreas científicas de base que permitirão aos licenciados prosseguir estudos pela frequência de cursos de mestrado em diversas especialidades de engenharia. A competente formação teórica é complementada com a introdução de algumas especialidades por forma a permitir aos licenciados acesso ao mercado de trabalho.

12.5. Conclusions:

The Bachelor Degree in Mechanical Engineering (LEM) of the University of Coimbra, was created from the restructuring of the Integrated Master in Mechanical Engineering, resulting from the application of the legislation introduced by Decree-Law No. 65/2018. The Department of Mechanical Engineering's (DEM) tradition of training engineers has led to a syllabus that seeks to assure a strong theoretical background in basic scientific areas that will allow graduates to pursue studies by attending master's degrees in various engineering specialties. Competent theoretical training is complemented by the introduction of some specialties to allow graduates access to the labor market.