

NCE/20/2000015 — Apresentação do pedido - Novo ciclo de estudos

1. Caracterização geral do ciclo de estudos

1.1. Instituição de Ensino Superior:

Universidade Nova De Lisboa

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 (UNL)

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

1.3. Designação do ciclo de estudos:

Engenharia de Fabrico Digital Avançado

1.3. Study programme:

Digital Advanced Manufacturing Engineering

1.4. Grau:

Mestre

1.5. Área científica predominante do ciclo de estudos:

Engenharia Mecânica e Industrial

1.5. Main scientific area of the study programme:

Mechanical and Industrial 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):

520

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:

-

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:

-

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

120

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):

2 anos (4 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):

2 years (4 semesters)

1.9. Número máximo de admissões:

25

1.10. Condições específicas de ingresso.

- 1- Titulares do grau de licenciado ou equivalente legal em licenciaturas das áreas de: a) Engenharia e Gestão Industrial; b) Engenharia Mecânica e afins; c) Engenharia Eletrotécnica e de Computadores e afins;
- 2 - Titulares do grau de licenciado ou equivalente legal em licenciaturas das áreas das Engenharias ou ciências de Engenharia em geral, sendo o ingresso no programa sujeito a apreciação curricular e entrevista;
- 3 - Titulares de um grau académico superior estrangeiro conferido na sequência de um 1.º ciclo de estudos de acordo com os princípios do Processo de Bolonha nas áreas acima referidas;
- 4 - Detentores de um currículo escolar, científico ou profissional, que seja reconhecido como atestando capacidade para realização deste ciclo de estudos pelo Conselho Científico da Faculdade de Ciências e Tecnologia.

Crítérios de seriação: Classificação do curso; Currículo académico e científico; Currículo profissional; Eventual entrevista.

1.10. Specific entry requirements.

- 1- Holders of a bachelor's degree or legal equivalent in undergraduate degrees in the areas of: a) Industrial Engineering and Management; b) Mechanical Engineering and the like; c) Electrical and Computer Engineering and the like;
- 2 - Holders of a bachelor's degree or legal equivalent in undergraduate degrees in the areas of Engineering or Engineering sciences in general, with admission to the program subject to curricular appreciation and interview;
- 3 - Holders of a foreign higher academic degree conferred following a 1st cycle of studies in accordance with the principles of the Bologna Process in the areas referred to above;
- 4 - Holders of a school, scientific or professional curriculum, which is recognized as attesting the capacity to carry out this cycle of studies by the Scientific Council of the Faculty of Sciences and Technology.

Ranking criteria: Course classification; Academic and scientific curriculum; Professional resume; Eventual interview

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:

Campus da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa

1.12. Premises where the study programme will be lectured:

Campus da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa

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

[1.13._11.2 Regulamento Creditação de Competências_DRn91_11maio2020.pdf](#)

1.14. Observações:

n.a.

1.14. Observations:

n.a.

2. Formalização do Pedido

Mapa I - Aprovação pelo Reitor da NOVA, ouvido o Colégio de Diretores

2.1.1. Órgão ouvido:

Aprovação pelo Reitor da NOVA, ouvido o Colégio de Diretores

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

[2.1.2._Desp. 258.pdf](#)

Mapa I - Conselho Científico da FCT NOVA

2.1.1. Órgão ouvido:

Conselho Científico da FCT NOVA

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

Mapa I - Conselho Pedagógico da FCT NOVA

2.1.1. Órgão ouvido:

Conselho Pedagógico da FCT NOVA

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

Os objetivos do ciclo de estudos são os de formar mestres com o nível de conhecimentos, capacidade de compreensão e competências a um nível compatível com o requerido pelo artigo 18.º do Decreto-Lei n.º 65/2018, de 16 de agosto. O Mestrado em Engenharia de Fabrico Digital Avançado (MEFDA) preparará profissionais de engenharia para trabalhar nos novos ambientes industriais, suportados pelas novas tecnologias digitais e novos processos de fabrico e logísticos. É um Mestrado que irá capacitar licenciados em Engenharia Mecânica, Engenharia Industrial ou Engenharia Eletrotécnica e de Computadores com as competências para os desafios da transformação digital da indústria. Os Mestres em EFDA estarão aptos a investigar, conceber, desenhar, otimizar, projetar, implementar, operar, manter, avaliar e gerir sistemas de fabrico avançados suportados em tecnologia digital e de alto valor acrescentado, em ambientes de colaboração multidisciplinar num ambiente volátil, incerto e complexo.

3.1. The study programme's generic objectives:

The objectives of this study cycle are to educate professionals with the knowledge, understanding and skills at a level compatible with what is required by Article 18 of Decree-Law No. 65/2018, of 16th of August. The Master in Advanced Digital Manufacturing Engineering (MEFDA) will prepare engineering professionals to work in the new industrial environments, supported by new digital technologies and new manufacturing and logistical processes. It is a Master's degree that will educate graduates in Mechanical Engineering, Industrial Engineering or Electrical and Computer Engineering with the skills to meet the challenges of the digital transformation of the industry. Masters in EFDA will be able to investigate, conceive, design, optimize, design, implement, operate, maintain, evaluate and manage advanced manufacturing systems supported by digital technology and high added value, in multidisciplinary collaboration environments in a volatile, uncertain environment and complex.

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

No final do mestrado, os estudantes serão capazes de:

- *Conceber processos e métodos de trabalho complexos, baseados em tecnologia digital, que permitam às empresas industriais serem mais eficazes e eficientes, e produzir bens na quantidade, qualidade, momento e local definidos e em condições de segurança;*
- *Gerir e controlar processos e projetos de tecnologias industriais, de automação e robótica na manufatura, em ambientes interdisciplinares;*
- *Propor soluções de tecnologias industriais e automação, técnica e economicamente competitivas;*
- *Conceber, coordenar e executar projetos de tecnologias industriais e automação;*
- *Desenvolver projetos de I&D;*
- *Ter espírito empreendedor, ser capaz de identificar ideias e oportunidades e de compreender os desafios de empreender novos projetos tecnológicos;*
- *Ter capacidade de análise crítica e de liderança;*
- *Saber trabalhar em equipa e comunicar de forma eficaz em ambiente profissional e académico.*

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

At the end of the master's degree, students will be able to:

- *Designing complex work processes and methods, based on digital technology, that allow industrial companies to be more effective and efficient, and to produce goods in the defined quantity, quality, time and place and in safe conditions;*
- *Manage and control processes and projects for industrial technologies, automation and robotics in manufacturing, in interdisciplinary environments;*
- *Propose solutions for industrial technologies and automation, technically and economically competitive;*
- *Design, coordinate and execute projects for industrial technologies and automation;*
- *Develop R&D projects;*
- *Have an entrepreneurial spirit, be able to identify ideas and opportunities and understand the challenges of undertaking new technological projects;*
- *Have the capacity for critical analysis and leadership;*
- *Know how to work in a team and communicate effectively in a professional and academic environment.*

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 Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade NOVA de Lisboa (FCT NOVA) posiciona-se como instituição de referência dirigida às áreas de Ciência e Engenharia e visa prosseguir o seu percurso no sentido de uma escola “research oriented”, desenvolvendo investigação competitiva no plano internacional, privilegiando áreas interdisciplinares e assegurando investigação orientada para a resolução de problemas que afetem a sociedade. A par disso, visa a permanente inclusão da investigação nas estruturas curriculares dos ciclos de estudos, com o intuito de alcançar a excelência no ensino e, através dela, potenciar os níveis de empregabilidade dos seus estudantes. Procura igualmente estabelecer uma forte ligação com a sociedade, transferência e conhecimentos, tecnologias e serviços, quer no plano interno, quer no plano internacional, capaz de contribuir para o desenvolvimento social e para a qualificação dos recursos humanos.

Neste sentido, o MEFDA constitui um bom exemplo de alinhamento com estes propósitos. O MEFDA proporciona um perfil de espetro largo, com características multidisciplinares que proporcionam uma formação polivalente, muito adequado aos requisitos atuais das empresas industriais, combinando abordagens específicas da Engenharia e Gestão Industrial, Engenharia Mecânica, e Engenharia Eletrotécnica e de Computadores.

Os objetivos do Mestrado proposto são consistentes com as ofertas nacionais e internacionais nestas áreas científicas, visando a formação de mestres com competências para conceber, coordenar e executar projetos, propor soluções técnica e economicamente competitivas, gerir e controlar processos e desenvolver projetos com uma forte componente de tecnologia industrial, e em particular tecnologia digital.

A clara multidisciplinaridade conferida deste ciclo de estudos torna-se visível, quer no plano académico quer no plano da investigação. No plano académico, o MEFDA confere uma sólida preparação em engenharia, cobrindo domínios como os da Gestão da Produção e do Projeto, Logística, Engenharia da Qualidade, Ergonomia, Tecnologia Industrial e Automação, Produção Assistidos por Computador, Robótica Industrial e Sistemas Robóticos, Instrumentação e Controlo, e Eficiência Energética, em ambientes digitais integrados de fabrico.

Esta multidisciplinaridade verifica-se também ao nível da investigação, sendo comum os investigadores integrarem candidaturas a projetos, nacionais e internacionais, de cariz convergente entre a Engenharia Mecânica e Industrial e Engenharia Eletrotécnica e Computadores.

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 Faculty of Science and Technology of the Universidade Nova de Lisboa (FCT NOVA) positions itself as a reference institution directed to the areas of Science and Engineering, aiming to continue its journey towards a “research oriented” school, developing competitive research in the international plan, privileging interdisciplinary areas and ensuring research aimed at solving problems that affect the society. In addition, it aims a permanent inclusion of research in the curricular structures of the study cycles, with the aim of achieving excellence in teaching and, through it, leveraging the employability levels of its students.

In this sense, MEFDA is a good example of alignment with these purposes. MEFDA provides a broadband profile, with multidisciplinary characteristics that provide a multipurpose formation, very adequate to the current requirements of industrial companies, combining specific approaches from Engineering and Industrial Management, Mechanical Engineering, and Electrical and Computer Engineering.

The objectives of the proposed Master are consistent with the national and international offers in these scientific areas, aiming at the formation of masters with competences to design, coordinate and execute projects, to propose technically and economically competitive solutions, to manage and control processes and to develop projects with a strong component of industrial technology, and in particular digital technology.

The clear multidisciplinary conferred from this cycle of studies becomes visible, both at the academic and research levels. Academically, MEFDA provides solid engineering training, covering areas such as Production and Project Management, Logistics, Quality Engineering, Ergonomics, Industrial Technology and Automation, Computer Aided Manufacturing, Industrial Robots and Robotic Systems, Instrumentation and Control, and Energy Efficiency, in integrated digital manufacturing environments.

This multidisciplinary can also be seen at the level of research, and it is common for researchers to integrate applications for projects, at national and international levels, of a converging nature between Mechanical Engineering, Industrial Engineering and Management, and Electrical and Computer Engineering.

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 |
|--|-----------------|------------------------------------|--|----------------------------|
| Engenharia Mecânica e Industrial / Mechanical and Industrial Engineering | EMI | 30 | 0 | |
| Engenharia Industrial / Industrial Engineering | EI | 27 | 0 | |
| Engenharia Mecânica / Mechanical Engineering | EM | 21 | 0 | |
| Engenharia Eletrotécnica e de Computadores / Electrical and Computer Engineering | EEC | 21 | 0 | |
| Informática / Informatics | I | 12 | 0 | |
| Competências Complementares / Transferable Skills | CC | 3 | 0 | |
| Qualquer Área Científica / Any Scientific Area | QAC | 0 | 6 | |
| (7 Items) | | 114 | 6 | |

4.3 Plano de estudos

Mapa III - n.a. - 1.º Ano / 1st Year

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:

1.º Ano / 1st Year

4.3.3 Plano de Estudos / Study plan

| Unidade Curricular / Curricular Unit | Área Científica / Scientific Area (1) | Duração / Duration (2) | Horas Trabalho / Working Hours (3) | Horas Contacto / Contact Hours (4) | ECTS Opcional | Observações / Observations (5) |
|--|---------------------------------------|------------------------|------------------------------------|------------------------------------|---------------|------------------------------------|
| Sistemas e Simulação / Systems and Simulation | EI | Semestre 1/Semester1 | 84 | TP-28; | 3 | Obrigatória/Mandatory |
| Produção Assistida por Computador / Computer Aided Production | EM | Semestre 1/Semester1 | 168 | TP-56; | 6 | Obrigatória/Mandatory |
| Programação Avançada para Ciência e Engenharia de Dados / Advanced Programming for Data Science and Engineering | I | Semestre 1/Semester1 | 168 | T-28; PL-28; | 6 | Obrigatória/Mandatory |
| Processos Avançados de Fabrico e Ensaio não Destrutivos / Advanced Manufacturing Processes and Non Destructive Testing | EM | Semestre 1/Semester1 | 168 | TP-56; | 6 | Obrigatória/Mandatory |
| Unidade Curricular de Bloco Livre / Unrestricted Elective | QAC | Semestre 1/Semester1 | 168 | TP-56; | 6 | 1 Opcional/Optional; Observação a) |
| Instrumentação para o Fabrico / Instrumentation for Manufacturing | EEC | Semestre 1/Semester1 | 84 | TP-14; PL-14; | 3 | Obrigatória/Mandatory |
| Lean Management / Lean Management | EI | Semestre 2/Semester2 | 84 | TP-28; | 3 | Obrigatória/Mandatory |
| Cadeias de Abastecimento Digitais / Digital Supply Chains | EI | Semestre 2/Semester2 | 84 | TP-28; | 3 | Obrigatória/Mandatory |

| | | | | | | |
|--|-----|----------------------|-----|---------------|---|-----------------------|
| Planeamento e Controlo da Qualidade / Quality Planning and Control | EI | Semestre 2/Semester2 | 168 | T-21; PL-35; | 6 | Obrigatória/Mandatory |
| Sistemas Robóticos e CIM / Robotic Systems and CIM | EEC | Semestre 2/Semester2 | 168 | TP-28; PL-28; | 6 | Obrigatória/Mandatory |
| Simulação Numérica para o Fabrico / Numerical Simulation for Manufacturing | EM | Semestre 2/Semester2 | 84 | TP-28; | 3 | Obrigatória/Mandatory |
| Gestão da Energia Elétrica / Electrical Power Management | EEC | Semestre 2/Semester2 | 168 | TP-56; | 6 | Obrigatória/Mandatory |
| Empreendedorismo / Entrepreneurship | CC | Trimestre 2/Quarter2 | 80 | TP-45; | 3 | Obrigatória/Mandatory |

(13 Items)

Mapa III - n.a. - 2.º ano / 2nd year**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:***2.º ano / 2nd year***4.3.3 Plano de Estudos / Study plan**

| Unidade Curricular / Curricular Unit | Área Científica / Scientific Area (1) | Duração / Duration (2) | Horas Trabalho / Working Hours (3) | Horas Contacto / Contact Hours (4) | ECTS | Opcional | Observações / Observations (5) |
|---|---------------------------------------|------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------|----------|--|
| Interação Pessoa-Sistema / Human-System Interaction | EI | Semestre 1/Semester1 | 84 | TP-28; | 3 | | Obrigatória/Mandatory |
| Sistemas de Produção / Manufacturing Systems | EI | Semestre 1/Semester1 | 84 | TP-28; | 3 | | Obrigatória/Mandatory |
| Projeto Industrial / Industrial Project | EI | Semestre 1/Semester1 | 168 | TP-28; PL-28; | 6 | | Obrigatória/Mandatory |
| Telerobótica e Sistemas Autónomos / Robotics and Autonomous Systems | EEC | Semestre 1/Semester1 | 168 | TP-28; PL-28; | 6 | | Obrigatória/Mandatory |
| Fabrico Aditivo / Additive Manufacturing | EM | Semestre 1/Semester1 | 168 | T-28; PL-28; | 6 | | Obrigatória/Mandatory |
| Aprendizagem Automática / Machine Learning | I | Semestre 1/Semester1 | 168 | T-28; PL-28; | 6 | | Obrigatória/Mandatory |
| Dissertação em Engenharia de Fabrico Digital Avançado / Master Dissertation in Digital Advanced Manufacturing Engineering | EMI | Semestre 2/Semester2 | 840 | OT-42; | 30 | 1 | Alunos optam entre Dissertação ou Projeto Avançado |
| Projeto Avançado em Engenharia de Fabrico Digital Avançado / Advanced Project in Digital Advanced Manufacturing Engineering | EMI | Semestre 2/Semester2 | 840 | OT-42; | 30 | 1 | Alunos optam entre Dissertação ou Projeto Avançado |

(8 Items)

4.4. Unidades Curriculares**Mapa IV - Sistemas e Simulação****4.4.1.1. Designação da unidade curricular:***Sistemas e Simulação***4.4.1.1. Title of curricular unit:***Systems and Simulation***4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***EI***4.4.1.3. Duração:**

*Semestral/Semester***4.4.1.4. Horas de trabalho:**

84

4.4.1.5. Horas de contacto:*TP:28***4.4.1.6. ECTS:**

3

4.4.1.7. Observações:*Obrigatória***4.4.1.7. Observations:***Mandatory***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Ana Paula Ferreira Barroso – 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):***No final da unidade curricular Sistemas e Simulação o estudante terá adquirido conhecimentos, aptidões e competências que lhe permite:*

- *Definir sistema produtivo, fatores de produção, processos, operações e produtos.*
- *Identificar e reconhecer o papel da simulação como ferramenta de apoio à tomada de decisão, tanto na melhoria do desempenho de sistemas como na sua conceção.*
- *Ser capaz de modelar dados do sistema para utilizar como input no modelo de simulação.*
- *Ser capaz de analisar e interpretar os resultados (output) da simulação.*
- *Ser capaz de realizar e/ou liderar um estudo de simulação.*

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):*At the end of the Systems and Simulation course, students should be able to:*

- *Define production systems, production factors, processes, operations and products.*
- *Have a basic knowledge to identify and recognize the role of simulation as a tool to support decision making, both in improving systems performance and in designing systems.*
- *Model the input of a simulation model from system data.*
- *Carry out a simulation output analysis process.*
- *Conduct or lead a simulation study.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Conceitos de sistema produtivo, processos e operações.*
- 2. Introdução à simulação. Conceitos e componentes de um modelo de simulação.*
- 3. Metodologia de um estudo de simulação. Formulação do problema. Modelo de simulação. Verificação e validação de modelos. Experimentação e análise. Aleatoriedade e replicação do output de simulação.*
- 4. Introdução à modelação no software Arena. Modelação de operações de sistemas simples.*
- 5. Modelação de dados estocásticos de input de um modelo de simulação. Ajustamento dos dados a distribuições de probabilidade. Processos de chegada não estacionários.*
- 6. Análise estatística do output de simulações do tipo Terminating. Análise comparativa de cenários/alternativas. Comparação estatística de dois cenários. Definição de intervalos de confiança. Análise do output de simulações do tipo Steady-State. Período de aquecimento. Replicações truncadas.*

4.4.5. Syllabus:

- 1. Concepts of production systems, processes and operations.*
- 2. Introduction to simulation. Concepts and simulation model components.*
- 3. Methodology of a simulation study. Formulation of the problem. Simulation model. Verification and validation of models. Experimentation and analysis. Randomness and replication of the output of a model.*
- 4. Introduction to Arena software. Modeling operations of simple systems.*
- 5. Statistical issues of the input of model. Fitting input distributions from collected data. Non-stationary arrival processes.*
- 6. Statistical analysis of output from Terminating simulations. Comparative analysis of scenarios. Statistical comparison of two scenarios. Confidence intervals. Statistical analysis of output from Steady-State simulations. Warm-up period. Truncated replications.*

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

No capítulo 1 são abordados os conceitos genéricos de sistemas produtivos, processos e operações.

No capítulo 2 é feita a introdução à simulação como técnica de investigação operacional a que se recorre quando as metodologias analíticas não são adequadas, mostrando-se, por um lado, a flexibilidade da técnica para reproduzir a dinâmica complexa inerente a qualquer sistema real e, por outro lado, a importância como ferramenta de apoio à decisão.

O capítulo 3 visa apresentar a metodologia de base ao desenvolvimento de um estudo de simulação.

O capítulo 4 dá a conhecer as ferramentas de modelação, usando um software de simulação.

No capítulo 5 é abordada a modelação dos dados recolhidos no sistema para parametrizar o modelo de simulação (input do modelo).

As técnicas abordadas no capítulo 6 permitem, então, interpretar e avaliar os resultados da simulação, avaliar múltiplos cenários e comparar estatisticamente dois modelos.

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

Chapter 1 deals with general concepts about systems, processes and operations in the scope of production. Chapter 2 introduces simulation as an operational research technique used when analytical methodologies are not adequate. It is shown the flexibility of the technique to reproduce the complex dynamics inherent to any real system and its importance as a tool to support decision making.

Chapter 3 aims to present the methodology for developing a simulation study.

Chapter 4 introduces modeling tools using a simulation software.

Quantitative modeling techniques are addressed in chapter 5 to model the input of a simulation model.

Techniques discussed in chapter 6 allow to analyze the simulation results, evaluate multiple scenarios and statistically compare two models.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Existem aulas teórico-práticas.

No início da aula é realizada a exposição oral dos conceitos teóricos, metodologias e técnicas, apoiada em materiais pedagógicos multimédia. Para consolidação do conhecimento, são analisados exemplos e casos problema. Depois, usando computadores, são resolvidos trabalhos práticos, individualmente ou em grupo, recorrendo a software de simulação.

A avaliação é realizada por 1 teste (T) ou 1 exame final (EF) e um trabalho em grupo (Trb-Gr) desenvolvido ao longo da unidade curricular. A Nota Final (NF) é determinada do seguinte modo:

$$NF = 0,60 T + 0,40 \text{ Trb-Gr ou}$$

$$NF = 0,60 EF + 0,40 \text{ Trb-Gr}$$

A aprovação implica NF maior ou igual a 10 valores e T ou EF maior ou igual a 9,5 valores.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

There are theoretical-practical lectures.

At the beginning of the class, theoretical concepts, methodologies and techniques are taught, supported by multimedia teaching materials. To consolidate knowledge, examples and problem cases are analyzed. Then, exercises are solved, individually or in groups, using simulation software.

The evaluation is carried out by 1 test (T) or 1 final exam (FE) and a teamwork (Trb-Gr) developed throughout the course. The Final Grade (FG) is determined as follows:

$$FG = 0.60 T + 0.40 \text{ Trb-Gr or}$$

$$FG = 0.60 FE + 0.40 \text{ Trb-Gr}$$

The approval implies FG greater than or equal to 10 and T or FE greater than or equal to 9.5 (out of 20).

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

Pretende-se com a unidade curricular Sistemas e Simulação que os estudantes adquiram competências que lhes permitam: i) definir um sistema produtivo, enumerar os processos mais relevantes de um sistema e identificar operações; ii) modelar sistemas, aplicando as técnicas que estão subjacentes à simulação, com vista a conseguirem reproduzir o seu funcionamento ao longo de um período de tempo; iii) com base no modelo desenvolvido, propor e avaliar cenários para melhorar o desempenho do sistema e, também, iv) interpretar os resultados da simulação para auxiliar na tomada de decisão. Para o efeito, as aulas contêm duas componentes, a exposição de conceitos teóricos e a utilização desses conceitos na resolução de exercícios práticos.

A componente teórica necessária para que os objetivos de aprendizagem sejam atingidos é dada no início de cada aula, baseada no método expositivo, sendo usados exemplos de aplicação e propostos casos de estudo. São verificados os resultados de aprendizagem. Sempre que se revele necessário, é realizada uma abordagem didático-pedagógica ativa e dinâmica, para motivar os estudantes para a aprendizagem. A aquisição do conhecimento é avaliada em 1 teste, o que permite verificar se os objetivos de aprendizagem foram atingidos.

Na componente prática da maioria das aulas, os estudantes aplicam imediatamente os conteúdos teóricos lecionados no início da aula, através da resolução de exercícios em grupo, normalmente casos problema que envolvem a modelação de sistemas, a simulação para obtenção de resultados e a análise estatística dos resultados de simulação. A componente prática das aulas restantes é de apresentação e discussão dos trabalhos realizados em grupo e têm como objetivo fomentar tanto o trabalho em equipa como a reflexão crítica dos estudantes. Nos projetos, pretende-se que os estudantes analisem problemas específicos, desenvolvendo a capacidade de selecionar técnicas e de criar e analisar soluções. Para desenvolver competências de comunicação escrita, os estudantes devem elaborar um relatório do projeto no qual devem especificar e justificar os métodos utilizados e as decisões tomadas. A apresentação oral dos projetos visa promover o trabalho em equipa, incentivar o pensamento crítico e permitir que os estudantes recebam feedback relativamente ao trabalho desenvolvido. A avaliação destas competências é assegurada

pelo trabalho em grupo que também promove, para além do estudo continuado, a avaliação do estudante enquanto elemento de uma equipa de trabalho.

Para além dos exercícios resolvidos nas aulas, os estudantes têm de resolver outros fora das aulas, individualmente ou em grupo.

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

Systems and simulation is a course designed for students to acquire knowledge, skills and competences that allow them to: i) define a productive system, list the most relevant processes in a system and identify operations; ii) model systems applying the techniques that underlie the simulation, in order to reproduce their operation over a period of time; iii) based on the developed model, propose and evaluate scenarios to improve system performance, and iv) interpret simulation results to assist in decision making. For this purpose, classes contain two components, the exposition of theoretical concepts and the use of these concepts in problems solving.

The theoretical component required to achieve the course learning outcomes is explained in the beginning of each class, where the concepts are explained based on application examples and case studies. The learning outcomes are checked. When necessary, an active and dynamic didactic-pedagogic approach is implemented to motivate the students to learning. The acquisition of knowledge is assessed in one test, which allow to verify whether the learning outcomes were achieved.

In the practical component of most classes, students apply immediately the theoretical issues taught in lectures, by problems solving and group projects development which usually involve problem formulation, solution methodology, system and simulation specification, model construction, experimentation and analysis, and results presentation. In the remaining classes the period of time associated with the practical component is for presentation and discussion of team projects. In projects students are required to develop and analyze specific problems, developing the ability to both select techniques and design and analyze solutions. To develop written communication skills, students are required to make a project report in which they should specify and justify the methods used and the decisions they had taken. Oral presentation of the group projects aims to promote teamwork and encourage critical thinking and allow students to receive some projects feedback. The assessment of these skills is provided by the project whose assessment fosters continued study, the application of theoretical concepts and allows student assessment as a team member.

Students, individually or as a team, must solve some exercises as homework to consolidate knowledge.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Krajewski L. J., Malhotra M. K. & Ritzman L. P. (2019). Operations Management. Processes and Supply Chains (12th ed.), Pearson Education Limited, Global edition, Harlow, England.

Law A.M. & Kelton W.D. (2007). Simulation Modeling and Analysis, McGraw-Hill International Edition, New York.

Kelton W.D., Sadowski R.P. & Zupick N.B. (2015). Simulation with ARENA (6th ed.), McGraw-Hill International Edition, New York.

Banks J. (1998). Handbook of Simulation, John Wiley & Sons, Atlanta.

Banks J. (2001). Discrete-Event System Simulation (3rd ed.), Prentice-Hall, New Jersey.

Chung C.A. (2004). Simulation Modeling Handbook. A Practical Approach, CRC Press, Boca Raton.

Pidd M. (1994). Computer Simulation in Management Science, John Wiley & Sons, Singapore.

Mapa IV - Produção Assistida por Computador

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Produção Assistida por Computador

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Computer Aided Production

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EM

4.4.1.3. Duração:

Semestral/Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP:56

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Obrigatória

4.4.1.7. Observations:

Mandatory

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

Carla Maria Moreira Machado - TP: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):

Familiarizar e transmitir conhecimentos aos alunos no domínio dos novos paradigmas do Desenvolvimento Integrado de Produtos e Engenharia Simultânea e com a utilização das tecnologias de suporte ao Desenvolvimento Integrado de Produtos (Sistemas CAD, CAE, CAM, CAPP, PDM);

Conhecimentos de Fabricação Assistida por computador, com incidência no Comando Numérico de Máquinas-Ferramentas. Programação de comando numérico, manual e automática. Sistema CAD/CAM com incidência nos sistemas SolidCAM e SolidWorks CAM, integrados no Solidworks.

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

It is intended to transmit knowledge concerning the new paradigms of Product Development according to the principles of Concurrent Engineering. The students will have to use several technologies, namely CAD systems (Solid Modelling), CAE Systems, CAM Systems, CAPP systems and PDM Systems to develop a project.

Additional detailed training will be provided in NC programming, both manual and assisted programming and perform evaluation on both models of programming.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Caracterização geral do conceito de Automação. Diferentes tipos de automação e o seu enquadramento industrial. Fatores motivadores da automatização. Fatores sociais contra a automatização. Caracterização de um sistema de produção. Os diferentes paradigmas de desenvolvimento: modelo tradicional e modelo concorrente. Planeamento de Processo Assistido por Computador (CAPP). Princípios fundamentais do comando numérico. Programação manual e programação automática. Sistemas de CAM. Caracterização da aplicabilidade dos sistemas de CAM. Desenvolvimento de um projeto utilizando o ambiente integrado existente no Laboratório de Tecnologia Industrial.

4.4.5. Syllabus:

The general concept of Automation. Different types of automation and industrial framework. Factors for and against automation. Social aspects of automation. Production systems. Discussion on the different paradgms of developing products: traditional vs concurrent models. Technological implications of the concurrent engineering paradigm. Planning and computer assisted process planning (CAPP). Fundamental principles of numerical control: Manual and computer NC programming. Discussion on CAM systems. Development of a project using the integrated environment available at the Industrial Technology Lab.

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

Após a aprendizagem de novas estratégias de desenvolvimento de produtos, os alunos serão expostos à necessidade de manufatura de componentes do produto que irão desenvolver. Para tanto, desenvolverão planos de processos completos, incluindo a programação da máquinas CNC.

O conhecimento descrito antes, fornece as base para a compreensão e implementação do seu projeto individual.

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

After learning the new strategies and models for product development the students will be faced with the need to manufacture parts of the product they will develop. For this, they will develop complete process plans including the CNC Machining.

The knowledge described earlier provides the basis to understand and to implement the final individual project.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas Teóricas e Práticas. Nas teóricas são expostos os diferentes temas numa ligação ao mundo do trabalho realçando a importância do conhecimento. Nas aulas práticas os alunos são treinados no desenvolvimento de um projeto utilizando sistemas de CAD e subsequente planeamento da sua produção, com uma ênfase especial na programação de máquinas-ferramentas de comando numérico e utilização de manufatura aditiva, nomeadamente impressão 3D.

A avaliação da UC é baseada exclusivamente no trabalho do aluno e no seu empenho na disciplina. A avaliação é contínua e consiste na realização de um projeto integrador de conhecimentos (PF) onde deverão conceber, projetar e produzir um produto.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Lectures and Tutorials. The various subjects concerning the material contents are presented in connection to the real working world, stressing the importance of the knowledge. In the tutorial classes the students are trained in Product development using CAD and CAM systems. A special focus is given in Numerical Control programming of different Machine-tools and use of additive manufacturing, namely 3D printing.

The evaluation is based solely on the student's work and commitment. The evaluation is continuous and consists in the realization of a knowledge integrating project (PF).

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

A metodologia apresentada garante a criação de um ambiente de desenvolvimento simulado muito próximo de situações reais de operação em empresas de fabricação, obrigando o aluno a um trajeto de aprendizagem que a partir do conhecimento teórico o aplica a situações de facto. O desenvolvimento em equipa promoverá também outros skills pela necessidade que os alunos terão de interagir entre eles, promovendo hábitos de team-work.

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

The methodology presented before enables a simulated development environment very close to real situations of manufacturing companies, forcing the student to follow a learning path applying the theoretical knowledge to factual situations. The development of a project integrated in a team will promote additional skills as the student will have to interact with others developing team-work habits.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Ref.1 - M.P Groover e E.W. Zimmers, CAD/CAM Computer Aided Design and Manufacturing, Prentice-Hall, Englewoods Clifs, 1984

Ref.2 - C. Relvas, Controlo Numérico Computorizado: Conceitos Fundamentais Publindústria, Edições Técnicas, 2000

Ref.3 - Techniques de L'Ingenieur - Biblioteca (Sala de Revistas - Piso 2- T2T50, vol. BD4

Mapa IV - Programação Avançada para Ciência e Engenharia de Dados**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Programação Avançada para Ciência e Engenharia de Dados

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Advanced Programming for Data Science and Engineering

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

I

4.4.1.3. Duração:

Semestral/Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

T: 28; PL: 28

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Obrigatória

4.4.1.7. Observations:

Mandatory

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

Nuno Preguiça - T:28h; PL: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):***No final desta UC o estudante de ciências e engenharia a nível de primeiro ciclo terá adquirido conhecimentos, aptidões e competências que lhe permitam:**Compreender e ser capaz de desenvolver as atividades de tratamento e transformação dos dados experimentais ou de sensores para posterior análise exploratória de dados.**Compreender o modelo relacional e ser capaz de exprimir interrogações usando os operadores relacionais para obter dados de uma base de dados relacional.**Compreender os desafios associados ao processamento de grandes quantidade de dados.**Perceber o papel da interação e conhecer as principais técnicas de interação.**Ser capaz de estruturar um programa não trivial em funções, classes e módulos.**Ser capaz de exprimir computações usando um modelo imperativo ou operadores funcionais.**Conhecer e ser capaz de exprimir computações sobre dados complexos e espaço-temporais.**Conhecer e saber escolher as visualizações de dados mais adequadas aos dados e às análises pretendidas.***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***Knowledge: The meaning of the programming constructs included in the Python language; Designing and building a small application, using the Python language, and the development methodology defined in this course; Know the components and basic tools of a software development environment and their role. Know basic domain specific algorithms.**Know-how: Develop well-organized, small-sized, programs, following a given set of standards; Project and write correctly simple algorithms; Read and explain/mentally simulate the functionality of code fragments written in the Python programming language; Correctly use, to the expected level, programming tools, as well as interpret their results; Develop as a team, a software development mini-project, using the skills acquired in this course.**Soft-Skills: Develop disciplined work and deadline meeting skills; Develop a concern with rigour and the systematic execution of work plans, following previously defined methods; Develop team work skills.***4.4.5. Conteúdos programáticos:***1.Introdução à Programação para Análise de Dados**a.Ciência de Dados**b.Metodologia CRISP**2.Estruturação e organização de Software**a.Módulos, Classes e utilização de APIs**b.Modelo de processamento funcional de dados (operadores map, flatmap, reduce, etc.)**c.Modelos de deployment de programas (e.g. bibliotecas, programas independentes, Jupyter Notebooks)**3.Acesso, consulta e tratamento de dados**a.Dados espaço-temporais e complexos. Formas de acesso a conjuntos de dados**b.Linguagem de interrogação de dados relacionais: SQL. Projecções, selecções, junções e agregações.**c.Tratamento e transformação de séries e dados tabulares.**4.Visualização**a.Fundamentos da visualização interactiva de dados**b.Principais instrumentos de visualização de dados para análise exploratória de dados**c.Uso de bibliotecas python para visualização de dados e desenho de pequenos painéis interactivos**5.Escalabilidade e serviços na Cloud**a.Desafios e aproximações**b.Framework de computação paralela (e.g. Spark)***4.4.5. Syllabus:***1. Introduction to Programming for Data Analysis.**a) Data Science b). CRISP Methodology**2. Software structuring and organization.**a) Modules, Classes, and API Usage**b) Functional data processing (map, flatmap, reduce, etc. operators).**c) Program deployment models (e.g. libraries, Jupyter Notebooks)**3. Data processing and querying.**a) Spatio-temporal and complex data. Methods for data access.**b) Relational Data Interrogation Language: SQL. Projections, selections, joins and aggregations.**c) Manipulation of data series and tabular data.**4. Data Visualization.**a) Fundamentals of interactive data visualization**b) Main data visualization tools for exploratory data analysis**c) Using python libraries for data visualization and small interactive dashboard design.**5. Scalability and Cloud Services.**a) Challenges and approaches**b) Parallel computing frameworks (e.g. Spark)***4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**

O principal objetivo da UC é fornecer ao estudante os conhecimentos e competências necessárias para desenvolver programas que lhe permitam efetuar processamento de dados, como requerido pelas ciências e engenharias.

Após a introdução, os conteúdos programáticos focam-se em quatro temas complementares.

O primeiro, aborda tópicos de estruturação e organização de software, os quais são fundamentais para ser capaz de desenvolver programas não triviais.

O segundo, aborda a problemática do acesso, consulta e tratamento de dados. Estes tópicos fornecem os conhecimentos e competências para aceder a dados, tratá-los e exprimir computações sobre os dados.

O terceiro tema aborda a problemática da visualização, fornecendo os conhecimentos necessário para selecionar a visualização apropriada aos diferentes problemas.

O último tema aborda a problemática do processamento de grandes quantidades de dados, fornecendo os conhecimentos base para lidar com o problema.

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 science and engineering students the knowledge and skills necessary to develop programs that enable him / her to perform data processing, using a pedagogical translational approach adequate to the target population. After the introduction, the syllabus focuses on four complementary themes. The first deals with software architecture topics, fundamental for developing nontrivial software systems. The second deals with the problem of access, querying and data processing. These topics provide knowledge and skills to access data, process it, and express computations about the data. The third theme addresses the visualization issues, providing the knowledge necessary to select the visualization techniques appropriate to different scenarios. The last theme addresses the problem of processing large amounts of data, providing the basic knowledge to understand key big data issues.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A unidade curricular será suportada em aulas teóricas onde serão enquadrados os tópicos principais a serem abordados. O ensino teórico recorrerá a muitos exemplos de datasets existentes para ilustrar problemas típicos encontrados quando se tem que lidar com dados reais. Serão fornecidas as boas práticas, soluções e metodologias informáticas para atacar estes problemas. As aulas práticas serão fundamentalmente baseadas na linguagem e ecossistema Python para a análise e visualização de dados, uma das soluções mais utilizadas pela academia e indústria. O ambiente Python será integrado com um conjunto de ferramentas e serviços externos, ilustrando um ambiente real de processamento e tratamento de dados.

Avaliação baseada em trabalho prático (50%) e em 2 testes (cada 25%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Recitation lectures will draw on many examples of existing datasets to illustrate typical problems encountered when dealing with actual data. Best practices, solutions and computing methodologies to address these problems will be demonstrated. The hands-on classes will be fundamentally based on the Python language and its ecosystem for data analysis, machine learning and visualization, one of the most widely used solutions by academia and industry. The Python environment will be integrated with a set of external tools and services, illustrating a real data processing and processing environment. Assessment will be based on practical work (50%) and 2 tests (each 25%).

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

As aulas teóricas introduzem os problemas, conceitos e técnicas abordadas na UC. As aulas práticas e os trabalhos são usados para colocar em prática estes conhecimentos na resolução de problemas, utilizando linguagens e ferramentas atuais.

A combinação das aulas teóricas com as aulas práticas é fundamental para a consolidação dos conhecimentos e aptidões através da prática, com a utilização de exemplos com dados reais variados.

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

Recitation lectures introduce the problems, concepts and techniques covered in the course. Practical classes and assignments are used to put this problem-solving knowledge into practice using current languages and tools. The combination of theoretical and practical classes is fundamental for the consolidation of knowledge and skills through practice, using examples with varied real data.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Database System Concepts, 7th Edition (essencialmente capítulos 2,3 e 4) Abraham Silberschatz, Henry F. Korth and S. Sudarshan McGraw Hill, 2019

Anand Balachandran Pillai, Software Architecture with Python, Packt Publishing, 2017.

Interactive Data Visualization: Foundations, Techniques, and Applications, Second Edition. Matthew O. Ward, Georges Grinstein, Daniel Keim, 2015, ISBN 9781482257373

Moreira, João, Andre Carvalho, and Tomás Horvath. A General Introduction to Data Analytics. John Wiley & Sons, 2018.

Mapa IV - Processos Avançados de Fabrico e Ensaios não Destrutivos

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Processos Avançados de Fabrico e Ensaios não Destrutivos

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Advanced Manufacturing Processes and Non Destructive Testing**4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***EM***4.4.1.3. Duração:***Semestral/Semester***4.4.1.4. Horas de trabalho:***168***4.4.1.5. Horas de contacto:***TP:56***4.4.1.6. ECTS:***6***4.4.1.7. Observações:***Obrigatória***4.4.1.7. Observations:***Mandatory***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Telmo Jorge Gomes dos Santos - TP:28h***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***João Pedro de Sousa Oliveira - TP:28h***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Pretende-se que no final da UC os alunos sejam capazes de:**Saber*

- fundamentos teóricos e fenomenológicos envolvidos em processos de fabrico avançados nomeadamente para corte, soldadura, tratamentos de superfície, prototipagem rápida, etc.*
- fundamentos teóricos de processos de CND, potencial de aplicação. Estudo de casos.*

Fazer

- seleccionar processos avançados de fabrico adequados a situações industriais pré-caracterizadas.*
- elaborar planos de inspeção e ensaios em sistemas mecânicos*
- aplicar as normas e regulamentos de ensaios não destrutivos.*

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):*At the end of this subject the students must have learned to:**Know*

- theoretical and phenomenological background of advanced processes and NDT. Case studies.*

Do

- select processes adequate to predefined applications.*
- produce inspection plans and tests in mechanical systems*
- apply standards and codes to NDT*

4.4.5. Conteúdos programáticos:*Pretende-se com esta disciplina, que os alunos adquiram conhecimentos sobre:*

- processos de fabrico avançados e/ou emergentes*
- os fundamentos das técnicas de controlo não destrutivo usados em engenharia mecânica.*

4.4.5. Syllabus:*The course aims at providing students with knowledge on advanced manufacturing processes and non destructive techniques.***4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:***Nas aulas teóricas faz-se a exposição teórica dos conceitos, sendo incentivada a participação dos alunos.*

Nas aulas práticas realizam-se ensaios laboratoriais que fomentem a o contacto com os equipamentos e a aquisição de sensibilidade para a realização de trabalhos de carácter experimental. Fazem-se ainda problemas de carácter didático de complexidade sucessivamente crescente e integradora dos conceitos.

Para além das aulas de contacto presenciais faz-se um acompanhamento tutorial dos alunos suportado em ferramentas de ensino-aprendizagem online.

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

Theoretical classes are used to introduce fundamental concepts and student participation is envisaged.

In practical classes laboratory tests are performed in order to increase the contact with laboratory equipment and experimental methods.

Exercises are conducted with increasing complexity throughout the semester aiming to integrate concepts.

Tutorial followup either in face to face or elearning based is also implemented

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Nas aulas teóricas faz-se a exposição da matéria, sendo incentivada a participação dos alunos.

Nas aulas práticas realizam-se ensaios laboratoriais que fomentem a o contacto com os equipamentos e a aquisição de sensibilidade para a realização de trabalhos de carácter experimental.

O Docente organiza visitas a empresas destinadas a consolidar conhecimentos teóricos e práticos como forma de os estudantes contactarem com equipamentos industriais.

Os alunos são avaliados individualmente através da realização de 1 projeto integrador de conhecimentos. Este projeto é realizado em grupos de 2-3 estudantes, entregue no final do semestre, seguido de apresentação e discussão individual . Não existe outro método nem momento de avaliação.

No decorrer do semestre (semana 5-6) deve ser entregue uma primeira versão draft do projeto, a qual terá um peso de 25% da nota final.

O aluno deve ter nota igual ou superior a 10 valores para obter aprovação.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

During theoretical classes the teacher introduces the main concepts supported in adequate audio-visual means such as slides and videos which are facilitated afterwards to enhance autonomous study.

Experimental classes are synchronized with the theoretical ones. Students develop experimental work in the lab targeting also team work.

The teacher organises visits to companies aiming to consolidate concepts and theoretical knowledge and contact with industrial equipments.

Students are evaluated through an integrating project performed in groups of 2-3 students, delivered to professors, presented to all the groups and individually discussed.

There is no other method or evaluation time.

During the 5th or 6th week should be given a first draft version of the project. (25% of the final grade).

Only students with a grade not lower than 10 are approved.

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

A unidade curricular pretende assegurar aos alunos a compreensão e capacidade de usar um conjunto de ferramentas essenciais à atividade de um engenheiro mecânico nas componentes tecnológicas e de ensaios não destrutivos.

Estes objetivos são realizados através de três fases de aprendizagem

1.Os alunos são confrontados com os conceitos numa abordagem construtiva, utilizando recursivamente conceitos já adquiridos para a elaboração de novo conhecimento.

2.Os alunos são confrontados com a necessidade de usarem os novos conhecimentos e capacidades para a resolução de problemas, com o apoio do docente.

3.Os alunos realizam, autonomamente, actividades experimentais destinadas a consolidar a compreensão dos temas e a saber resolver problemas reais.

Cada um dos temas tratados na UC é apreendido através deste processo, conduzindo o aluno através de um percurso compreensão – aplicação, essencial em engenharia.

A realização de actividade experimental leva o aluno a perceber a importância prática do rigor e segurança

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

The course aims the students to be able to use a set of concepts that are essential to the activity of a mechanical engineer in its components of mechanical technology and non destructive testing.

These goals are achieved through a three phase apprenticeship:

1. Students are confronted with the main concepts in a constructive approach, where new knowledge is recursively built on top of already acquired concepts.

2. Students face the need to use the recently acquired knowledge and skills to solve new problems, with the support of the teachers.

3. The students (autonomously) perform experimental work aimed to consolidate the apprehension of the different subjects and to apply them to real life problems.

This three phase process is used through all the subjects on the syllabus, leading the student through a path from compression towards application.

Experimental activity enhances the perception of this requirement of accuracy and safety aspects as a practical need.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

A bibliografia será indicada para cada tema / Bibliography will be given to each subject

Mapa IV - Instrumentação para o Fabrico

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Instrumentação para o Fabrico

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Instrumentation for Manufacturing

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EEC

4.4.1.3. Duração:

Semestral/Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

84

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP:14; PL:14

4.4.1.6. ECTS:

3

4.4.1.7. Observações:

Obrigatória

4.4.1.7. Observations:

Mandatory

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

Fernando José Vieira do Coito - TP:7h; PL:7h

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

Nuno Mendes - TP:7h; PL:7h

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

O objetivo fundamental da UC é que os alunos conheçam, compreendam e consigam aplicar criticamente os principais fundamentos, métodos, procedimentos, equipamentos e software relacionados com a Instrumentação Analógica e Digital, especialmente vocacionada para os processos de fabrico avançados.

No final desta UC pretende-se que o estudante tenha adquirido conhecimentos, aptidões e competências que lhe permitam:

- Compreender os princípios de funcionamento dos transdutores e equipamentos de instrumentação;

- Projetar, integrar e produzir componentes de equipamentos de instrumentação básicos;

- Utilizar transdutores e equipamentos de instrumentação com especial interesse para os processos de fabrico;

- Interpretar e validar as medições realizadas;

- Redigir um relatório técnico-científico completo, conciso e preciso das medições realizadas.

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

The fundamental objective of UC is for students to know, understand and be able to apply critically the main fundamentals, methods, procedures, equipment and software related to Analog and Digital Instrumentation, especially dedicated to advanced manufacturing processes.

After completing this UC, it is intended that the student has acquired knowledge, skills and competences that enable him:

- *Understand the operating principles of transducers and instrumentation equipment;*
- *Design, integrate and produce components of basic instrumentation equipment;*
- *Use transducers and instrumentation equipment with special interest for the manufacturing processes;*
- *Interpret and validate the measurements performed;*
- *Write a complete, concise and accurate technical-scientific report of the measurements made.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1) *Introdução à instrumentação (Análogica e Digital) e medidas: perspectiva histórica, estado atual, particularidades da instrumentação no fabrico avançado;*
- 2) *Sistema Internacional de Unidades, Conceitos básicos de Metrologia, Padrões, Calibração.*
- 3) *Diferentes tipos de sensores / transdutores (temperatura, humidade, caudal, pressão, força, binário, posição, velocidade linear e angular, LVDT, aceleração, extensómetros, corrente, tensão, condutividade elétrica, frequência, impedância, campo magnético, intensidade de radiação, etc);*
- 4) *Módulos Funcionais para Instrumentação: Multímetros, Osciloscópios, Amplificadores, Lock-in, Conversores RMS; Conversores D/A e A/D, Geradores de funções, Analisadores de espectros;*
- 5) *Sistemas de aquisição de dados: Teorema da amostragem, equipamentos e software, Programação gráfica (eg. LabVIEW);*
- 6) *Processamento básico de sinais / filtros / FFT;*
- 7) *Protocolos de comunicação (com e sem fios), Representação e armazenamento de dados.*

4.4.5. Syllabus:

- 1) *Introduction to instrumentation (Analog and Digital) and measures: historical perspective, state of the art, peculiarities of instrumentation in advanced manufacturing;*
- 2) *International System of Units, Basic Metrology Concepts, Standards, Calibration.*
- 3) *Different types of sensors / transducers (temperature, humidity, flow, pressure, force, torque, position, line-ar and angular speed, LVDT, acceleration, strain gauges, current, voltage, electrical conductivity, frequency, impedance, magnetic field, radiation, etc.);*
- 4) *Functional Instrumentation Modules: Multimeters, Oscilloscopes, Amplifiers, Lock-in, RMS Converters; D/A and A/D converters, function generators, spectrum analyzers;*
- 5) *Data acquisition systems: Sampling Theorem, equipment and software, Graphical programming (eg. Lab-VIEW);*
- 6) *Basic signal processing/ filter / FFT;*
- 7) *Communication protocols (wired and wireless), Representation and data storage.*

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

O programa descrito cobre os aspectos essenciais da instrumentação Analógica e Digital e aquisição de dados.

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

The proposed syllabus covers the essential aspects of Analog and Digital instrumentation and of data acquisition.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teórico-práticas e aulas laboratoriais.

Dois testes e um relatório dos trabalhos práticos, todos com a mesma ponderação na nota final.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Theoretical-practical classes and laboratory classes.

Two tests and a report on the practical work. All components have the same weight on the final grade.

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

Nas aulas teórico-práticas os estudantes adquirem e aprofundam o conjunto de conhecimentos proposto. Os exercícios propostos em fichas de exercícios e na avaliação teórica cobrem a matéria dada exigindo dos estudantes a compreensão dos conceitos teóricos, exercitando a sua utilização em diferentes aplicações industriais.

No decorrer das aulas laboratoriais os estudantes desenvolvem a capacidade para analisar e aplicar os conhecimentos em problemas reais envolvendo a instrumentação Analógica e Digital.

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

In theoretical-practical classes students acquire and deepen the proposed set of knowledge. The exercises from exercise sheets and on the theoretical evaluation cover the given subjects, requiring that students understand the theoretical concepts, and be able to use them in different industrial applications.

During laboratory classes students develop the ability to analyse and apply knowledge on real problems involving Analog and Digital instrumentation.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- *Textos dos trabalhos práticos, disponíveis no CLIP;*
- *Alan S. Morris, R. Langari, Measurement and Instrumentation, 617 pg., Elsevier 2011 or Academic Press, 2012. Existe ed. de Outubro 2015.*

Mapa IV - Lean Management

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Lean Management

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Lean Management

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EI

4.4.1.3. Duração:

Semestral/Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

84

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP: 28

4.4.1.6. ECTS:

3

4.4.1.7. Observações:

Obrigatória

4.4.1.7. Observations:

Mandatory

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

Radu Godina - 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):

A UC pretende proporcionar aos estudantes a aquisição de conhecimentos necessários à aplicação e transformação da gestão Lean. No final do semestre espera-se que os estudantes estejam aptos a:

- *Interpretar os conceitos inerentes ao pensamento Lean;*
- *Conhecer os métodos e aplicar as ferramentas Lean;*
- *Aprender a trabalhar numa gestão Lean ao nível organizacional;*
- *Diagnosticar um sistema Lean;*
- *Compreender a aplicação Lean em formas de gestão mais híbridas;*
- *Discutir sobre a integração da gestão Lean com a transformação digital;*
- *Compreender os requisitos de implementação de projetos Lean;*
- *Aplicar um pensamento Lean nas atividades diárias da organização.*

Em simultâneo, procura-se que o estudante desenvolva capacidade de trabalho em equipa, de liderança, de comunicação e de diálogo, que são competências altamente desejáveis em contextos empresariais.

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

The course aims to provide students with the acquisition of necessary knowledge to implement the principles, practices and tools underlying Lean management. At the end of the semester students are expected to be able to:

- *Interpret the concepts inherent in Lean thinking;*
- *Know the methods and apply the Lean tools;*
- *Learn to work in Lean management at the organizational level;*
- *Diagnose a lean system;*
- *Understand the Lean application in more hybrid forms of management;*
- *Discuss the integration of Lean management with digital transformation;*
- *Understand the implementation requirements of Lean projects;*
- *Apply lean thinking to the daily activities of the organization.*

At the same time, students are expected to develop teamwork, leadership, communication and dialogue skills, which are highly desirable skills in business contexts.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

O conteúdo programático desta UC é estruturado em 5 temas principais:

- 1 O Conceito Lean.*
- 1.1 Princípios e valores do Lean*
- 1.2 Produção Lean e o sistema de Produção da Toyota*
- 1.3 Os fluxos de valor e a estabilidade dos processos*
- 2 Operações competitivas*
- 2.1 Métodos e ferramentas Lean*
- 2.2 Principais práticas Lean*
- 3 A empresa Lean*
- 3.1 Cultura, Liderança e Gestão de Pessoas*
- 3.2 Modelos de auto-avaliação (Shingo, Deming, outros)*
- 4 Novos desafios na gestão Lean*
- 4.1 A integração Lean com outras formas de gestão*
- 4.2 A integração Lean e a transformação digital*
- 5 O Projeto de implementação Lean*
- 5.1 O Framework Lean*
- 5.2 Fatores críticos de sucesso na implementação Lean*
- 5.3 Lean nos serviços*

4.4.5. Syllabus:

The syllabus of this course is structured in 5 main themes:

- 1. The Lean Concept*
- 1.1 Lean principles and values*
- 1.2 Lean Manufacturing and the Toyota Production System*
- 1.3 Value flows and process stability*
- 2. Competitive operations*
- 2.1 Lean Methods and Tools*
- 2.2 Main Lean Practices*
- 3. The Lean Enterprise*
- 3.1 Culture, Leadership and People Management*
- 3.2 Self-Assessment Models (Shingo, Deming, Others)*
- 4. New Challenges in Lean Management*
- 4.1 Lean integration with other forms of management*
- 4.2 Lean integration and digital transformation*
- 5. The Lean Implementation Project*
- 5.1 The Lean Framework*
- 5.2 Critical Success Factors in Lean Implementation*
- 5.3 Lean in Services*

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

A UC inicia com o 1º tema que aborda o conceito lean management onde os estudantes ficam aptos a interpretar os conceitos inerentes ao pensamento Lean. O 2º tema permite que o estudante conheça os métodos e saiba aplicar as ferramentas e práticas Lean e a sua combinação permitindo melhorar os processos de negócio. O tema 3 trata os princípios e comportamentos que refletem uma organização lean e aprende-se a avaliar a situação atual de uma organização. Com estes dois temas os estudantes ficam capacitados de compreender a gestão lean numa ótica organizacional e de aplicação em todas as áreas funcionais. Com o capítulo 4 pretende-se que os estudantes percebam que a gestão lean pode interagir com outras soluções de gestão e também acompanhar as novas soluções tecnológicas. O último capítulo aborda os requisitos para implementação bem sucedida e que para isso terá que aplicar os conhecimentos adquiridos nos temas precedentes.

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

The course starts with the 1st theme that addresses the lean management concept where students can interpret the concepts inherent in Lean thinking. The 2nd theme allows the student to know the methods and to apply Lean tools and practices, and their combination, allowing to improve business processes. Theme 3 addresses the principles and behaviors that reflect a lean organization and learns to assess the current situation of an organization. With these two themes students can understand lean management from an organizational and application perspective in all functional areas. With chapter 4 it is intended that students realize that lean management can interact with other management solutions and also accompany new technological solutions. The last chapter addresses the requirements for successful implementation and for this you will need to apply the knowledge gained in the preceding themes.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O método de ensino teórico-prático da UC combina uma abordagem expositiva dos conteúdos teóricos com uma abordagem prática, com carga semanal de 2 horas/semana. A abordagem teórica utiliza diapositivos de apresentação nas aulas e vídeos para mostrar situações reais e ainda a utilização de ferramentas interativas com feedback digital. A abordagem prática está ajustada aos conhecimentos teóricos adquiridos e passa por discussão de casos de estudo e exercícios de simulação, para melhor apreensão e incentivo à participação dos estudantes.

A avaliação é definida através dos elementos de avaliação individual, constituídos por um teste escrito (T) e um

trabalho escrito em formato de artigo (TI) e avaliação em grupo (TG) com um trabalho baseado num estudo de um caso real.

*A classificação final da UC é obtida do seguinte modo: $0,4*T + 0,3*TI + 0,3*TG$. O estudante é aprovado se tiver nota mínima de 9,5 valores. Senão poderá fazê-lo por exame final (exame de recurso).*

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The theoretical and practical teaching method of the UC combines an expository approach of the theoretical contents with a practical approach, with weekly load of 2 hours/week. The theoretical approach uses presentation slides and videos to show real situations and the use of interactive tools with digital feedback. The practical approach is adjusted to the theoretical knowledge acquired and goes through case study discussion and simulation exercises for better grasp and encouragement of student participation.

The assessment is defined through the individual assessment elements consisting of a written test (T) and a paper written in article format (TI), and group assessment (TG) with a work based on a real case study.

*The final grade for the UC is obtained as follows: $0.4*T + 0.3*TI + 0.3*TG$. The student is approved if has a minimum grade of 9.5. Otherwise student can do it by final exam (Exam).*

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

As aulas em regime teórico-prático e em modo presencial, privilegia a interação com os estudantes. O trabalho em aula passa por exercícios de aplicação baseados numa análise de casos de estudo e exercícios de simulação, bem como a utilização de ferramentas interativas para questões expostas.

Pretende-se também que os estudantes realizem, dentro e fora da aula, um teste de avaliação, bem como um trabalho prático individual e um trabalho prático em grupo e que são apresentados e discutidos em sala de aula. Pretende-se com o trabalho em grupo que os estudantes adquiram, não só competências técnicas, mas também competências de relacionamento interpessoal pelo trabalho realizado em equipa. O trabalho prático individual apresentado sob forma de artigo, com base num template fornecido, vai permitir que os estudantes desenvolvam competências científicas.

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

The classes in theoretical-practical and classroom mode, privileges interaction with students. Class work involves application exercises based on case study analysis and simulation exercises, as well as the use of interactive tools for exposed questions.

It is also intended that students take an in-class and out-of-class, an assessment test, as well as an individual practical work and a group practical work, which are presented and discussed in the classroom. It is intended with group work that students acquire not only technical skills, but also interpersonal skills for teamwork. The individual practical work presented in article form, based on a template provided, will allow students to develop scientific skills.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Rother, M., and Shook, J., (2003). Learning to See: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate Muda. Lean Enterprise Institute, Brookline, MA

Shingo Institute (2019). The Shingo Model, Jon M. Hustsman School of Business, Utah State University, Utah, USA

Wilson, L. (2015). How to implement Lean Manufacturing, McGraw-Hill, New York, USA

Womack, J., Jones, D. and Roos, D., (1990). The machine that changed the world, The history of Lean Production, Harper Perennial

Anand, G., Kodali, R. (2008). A conceptual framework for lean supply chain and its implementation. International Journal Value Chain Management, 2(3), 313-357

Sanders, A., Elangeswaran, C., Wulfsberg, J. (2016). Industry 4.0 Implies Lean Manufacturing: Research Activities in Industry 4.0 Function as Enablers for Lean Manufacturing. Journal of Industrial Engineering and Management, 9(3), 811-833

Shah, R., Ward, P.T. (2007). Defining and developing measures of lean production. Journal of operations management, 25(4),785-805

Mapa IV - Cadeias de Abastecimento Digitais

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Cadeias de Abastecimento Digitais

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Digital Supply Chains

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EI

4.4.1.3. Duração:

Semestral/Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

84

4.4.1.5. Horas de contacto:*TP:28***4.4.1.6. ECTS:***3***4.4.1.7. Observações:***Obrigatória***4.4.1.7. Observations:***Mandatory***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***António Carlos Bárbara Grilo - TP:14h***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Helena Maria Lourenço Carvalho Remígio - TP:14h***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***No final da unidade curricular o estudante terá adquirido conhecimentos, aptidões e competências que lhe permitam:*

- Reconhecer a importância da gestão sustentável da cadeia de abastecimento a nível global, nacional e organizacional;
- Reconhecer como é que a gestão adequada da cadeia de abastecimento contribui para a criação de valor;
- Reconhecer o caráter dinâmico dos processos que decorrem na cadeia de abastecimento;
- Reconhecer a complexidade associada à tomada de decisão nas organizações e cadeias de abastecimento;
- Identificar e aplicar as estratégias, paradigmas de gestão e tecnologias mais adequados de modo a tornar a cadeia de abastecimento mais competitiva;
- Conhecer as principais tecnologias digitais de suporte à gestão integrada da cadeia de abastecimento
- Medir e controlar o desempenho de cadeias de abastecimento.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):*On successful completion of the course students will be able to:*

- Recognize the relevance of sustainable supply chain management at global, national and organizational level;
- Recognize how the supply chain management contribute to value creation;
- Recognize the dynamic behavior of the supply chain processes;
- Recognize the complexity on management decision making of both supply chain and organisation;
- Know and apply the most adequate management strategies, paradigms and technologies to promote the supply chain competitiveness;
- Recognize how main digital technologies to enable an integrated supply chain management;
- Measure and control supply chain management performance.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. *Conceitos fundamentais da gestão da cadeia de abastecimento*
 - 1.1 *Complexidade na cadeia de abastecimento*
 - 1.2 *Questões fundamentais na gestão da cadeia de abastecimento*
2. *Gestão integrada da cadeia de abastecimento*
 - 2.1 *Objetivos da gestão da cadeia de abastecimento*
 - 2.2 *Modelação da cadeia de abastecimento*
 - 2.3 *Análise de estratégias e paradigmas de gestão da cadeia de abastecimento*
 - 2.4 *Análise da sustentabilidade das estratégias e paradigmas de gestão*
3. *Tecnologias Digitais*
 - 3.1 *Tecnologias e aplicações de suporte à Gestão da Cadeia de Abastecimento*
 - 3.2 *Plataformas Digitais*
3. *Integração de Dados e Informação na Cadeia de Abastecimento*
4. *Gestão do risco na cadeia de abastecimento*
 - 4.1 *Tipos de risco*
 - 4.2 *Análise do risco*
 - 4.3 *Estratégias reativas e pró-ativas de resposta ao risco*
5. *Avaliação do desempenho da gestão da cadeia de abastecimento*
 - 5.1 *Métodos qualitativos e quantitativo*
 - 5.2 *Modelo SCOR*
6. *Realização de jogos no âmbito da gestão da cadeia de abastecimento e respetiva análise crítica*

4.4.5. Syllabus:

1. *Fundamental concepts about supply chain management*
 - 1.1 *Supply chain complexity*
 - 1.2 *Fundamental issues in supply chain management.*

2. *Integrated supply chain management*
 - 2.1 *Supply chain management objectives*
 - 2.2 *Supply chain modelling*
 - 2.3 *Analysis of strategies and paradigms to supply chain management*
 - 2.4 *Analysis of the sustainability of supply chain management strategies and paradigms*
3. *Digital technologies*
 - 3.1 *Technologies and applications to support Supply Chain Management*
 - 3.2 *Digital Platforms*
 - 3.3 *Data and Information Integration in Supply Chains*
4. *Supply chain risk management*
 - 4.1 *Categorization of risk*
 - 4.2 *Risk analysis*
 - 4.3 *Mitigation strategies*
5. *Performance evaluation of supply chain management*
 - 5.1 *Quantitative and qualitative methodologies*
 - 5.2 *The Supply Chain Operations Reference model*
6. *Realization of games in the supply chain management scope, and critical analysis of their results*

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

O conteúdo programático da unidade curricular (UC) foi desenvolvido em estreita articulação com os objetivos definidos. A UC inicia, no ponto 1, com uma introdução aos princípios e questões fundamentais associados à gestão da cadeia de abastecimento. As estratégias, paradigmas e tecnologias a aplicar para alcançar a sustentabilidade da gestão da cadeia de abastecimento e reduzir os riscos que lhe são inerentes são apresentados nos pontos 2, 3 e 4. No ponto 5 são apresentadas metodologias quantitativas e qualitativas de avaliação do desempenho na gestão da cadeia de abastecimento. O ponto 6 é dedicado à realização de jogos no âmbito da gestão da cadeia de abastecimento e análise crítica dos seus resultados.

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

The syllabus was developed in consonance with the defined curricular unit's objectives. Point 1 starts with a general introduction to the fundamental concepts and issues in supply chain management scope. Strategies, paradigms and technologies used to attain the supply chain management sustainability, and strategies applied to mitigate supply chain risk management are analysed in points 2, 3, and 4. Qualitative and quantitative methodologies to assess supply chain management are provided in point 5. Supply chain management methods and practices are applied in point 6 through games realization.

4.4.7. **Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

Os conceitos fundamentais, métodos e modelos, são apresentados nas aulas teóricas (T) adotando o método expositivo. São colocadas questões para estimular a participação dos estudantes e avaliar e controlar a aquisição de conhecimentos.

Nas aulas práticas (P) os estudantes resolvem exercícios e realizam jogos no âmbito da GCA, com pré-preparação e elaboração de relatório, adotando o método experimental. São usados métodos ativos. Os resultados dos trabalhos, realizados em grupo, são analisados em aula.

A avaliação contínua envolve 2 componentes, T_P (1 teste, T) e laboratorial (trabalhos, TGs), cada um com a ponderação de 50% na nota final (NF). $NF=0,5T+0,5TGs$.

Para dispensar de exame (E) a nota de cada componente de avaliação tem de ser superior a 9,5 valores.

Em E a avaliação envolve a nota do E e a obtida nos TGs, tendo a NF a ponderação de 50% de cada uma das notas. $NF=0,5E+0,5TGs$.

A frequência, válida por 1 ano, é obtida pela presença em pelo menos 65% das aulas T e 65% das aulas P.

4.4.7. **Teaching methodologies (including students' assessment):**

The curricular unit is taught in lectures and labs.

In lectures the expositive method is adopted to present concepts, approaches and models. Oral questions are made for stimulate the students participation, prerequisite control and knowledge assessment.

In laboratory sessions the experimental method is adopted. Active methods are used. Students resolve exercises and perform games in the SCM scope, with preparation in advance and final report done by team work. Projects results analysis is discussed in class.

The course grading is based on a closed-book test (T) and projects in group (TGs), each one with a weighting of 50% in the final grade. $Final\ Grade=0.5+0.5TGs$

To be exempted from the final exam, the student must obtain a grade equal to or greater than 9.5 on the average of closed-book tests. The student is excluded from the final exam if he/she is not present in at least 9 lectures and 9 laboratory sessions, and the grade of TGs does not exceed 9.5 values.

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

A metodologia de ensino adotada visa maioritariamente apresentar os conceitos teóricos com base na aplicação em exemplos e casos de estudo propostos, bem como na verificação dos resultados de aprendizagem. Assim, através de uma abordagem didático-pedagógica ativa e dinâmica, procura-se motivar os estudantes para a aprendizagem de estratégias e paradigmas de gestão e, também, sensibilizá-los para a adoção de práticas de gestão da cadeia de abastecimento que permitam torná-la mais competitiva.

Na maioria das aulas práticas os estudantes aplicam imediatamente os conteúdos teóricos lecionados nas aulas teóricas, através da resolução de exercícios e desenvolvimento de trabalhos em grupo, normalmente casos-problema.

Nos trabalhos os estudantes resolvem e analisam problemas concretos, desenvolvendo a aptidão para selecionar as

técnicas e ferramentas mais adequadas e também conceber e avaliar soluções. Para desenvolver capacidades de comunicação escrita, os estudantes entregam um relatório relativo a cada trabalho desenvolvido, especificando os métodos utilizados e justificando todas as decisões tomadas na sua resolução. A apresentação escrita e oral de trabalhos realizados em grupo tem como objetivos fomentar o trabalho em equipa e a reflexão crítica do estudante. Como em qualquer processo de aprendizagem, é fundamental que os alunos recebam feedback sobre o trabalho que vão realizando. Por esse motivo, os docentes identificam os pontos fortes e fracos de cada programa, logo após o trabalho ter sido avaliado.

De referir, igualmente, que a existência de dois testes fomenta não só o estudo continuado, que é determinante no sucesso de aprendizagem, como a avaliação individual do estudante. Nos testes os estudantes são confrontados com pequenos problemas e/ou questões que necessitam de resolver e/ou analisar, desenvolvendo a aptidão para entender, seleccionar, e analisar os conceitos envolvidos na unidade curricular. A avaliação dos trabalhos promove para além do estudo continuado a avaliação do estudante enquanto elemento de uma equipa de trabalho. A frequência pretende assegurar que os estudantes acompanham a matéria. Assim, os objetivos de aprendizagem indicados são plenamente suportados pela metodologia de ensino proposta.

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

The teaching methodology adopted aims to mainly present the concepts based on application examples and case studies and be able to verify the learning outcomes. Thus, an active and dynamic didactic-pedagogic approach is implemented to motivate the students to learning the management strategies and paradigms, and to aware the students to adopt supply chain management practices that enable it competitive.

In most laboratory sessions, students apply the theoretical issues taught in lectures, by solving exercises and developing group projects. The other laboratory sessions are for presentation and discussion of group projects. In projects students are required to develop and analyse specific problems, developing the ability to both select techniques and design and analyse solutions. To develop written communication skills, students are required to make project report in which they should specify and justify the methods used and the decisions taken. Written and oral presentation of the group projects aims to promote teamwork and encourage critical thinking and also allow students to receive projects feedback. For this reason, instructors identify the strongest and the weakest points of each project just after their assessment. The assessment of these skills is provided by four projects whose assessment fosters continued study and the application of theoretical concepts, and allows student assessment as a team member. The existence of two quizzes during the semester fosters the students' continuous learning process, which is fundamental for the students' success in this unit, and permits to assess the student ability to integrate the concepts presented. In the quizzes students are faced with small problems and/or issues that need resolving and/or analysing, and developing the ability to understand, select, and analyse the concepts involved in the unit. The projects assessment promotes both the continued study and the student assessment as a team element. The mandatory presence in 2/3 of the lectures and labs has the purpose of ensuring that students are involved in the curricular unit. Thus, the learning objectives are fully supported by the teaching methodology proposed.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Bowersox D., Closs D., Cooper M.D., Supply Chain Logistics Management, McGraw Hill, 5ª ed., 2020, New York.
Carvalho J.C. et al., Logística e Gestão na Cadeia de Abastecimento, Ed. Sílabo, 2ª ed., 2017, Lisboa.
Chopra S., Supply Chain Management. Strategy, Planning and Operations, Pearson Global Edition, 7ª ed., 2019, Harlow.
Christopher M., Logistics and Supply Chain Management, 5ª ed., Pearson Education, 2016, New York.
Coyle J.J., Bardi E.J., Langley C.J., The Management of Business Logistics. A Supply Chain Perspective, Thomson, 8ª ed., 2008, Quebec.
Shapiro JF, Modeling the Supply Chain, Duxbury, Cengage /Thomson Learning, 2ª ed., 2006, Belmont: South-Western.
Simchi-Levi D, Kaminsky P, Simchi-Levi E, Designing and Managing the Supply Chain. Concepts, Strategies and Case Studies, 3rd ed, McGraw-Hill, 2007, Boston.

Mapa IV - Planeamento e Controlo da Qualidade

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Planeamento e Controlo da Qualidade

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Quality Planning and Control

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EI

4.4.1.3. Duração:

Semestral/Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

T: 21; PL: 35

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:*Obrigatória***4.4.1.7. Observations:***Mandatory***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Ana Sofia Leonardo Vilela de Matos - T:21h***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Radu Godina – PL:17,5h**Rogério Salema Araújo Puga Leal - PL:17,5h***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Pretende-se que os estudantes adquiram competências e capacidades que lhes permitam:**-Compreender o papel do Desenho de Experiências (DoE), Métodos de Taguchi e Controlo Estatístico de Processos (SPC) na melhoria da qualidade**-Reconhecer onde se deve utilizar a metodologia do DoE**-Planear um DoE e analisar os resultados da experimentação efetuada**-Aplicar os Métodos de Taguchi e comparar com o DoE**-Reconhecer a importância do SPC na melhoria dos processos**-Aplicar o SPC**-Analisar a capacidade do processo**-Implementar a metodologia 6-Sigma e integrar o DoE e o SPC na aplicação dessa metodologia**Paralelamente, os estudantes devem desenvolver algumas "soft skills", como a capacidade de participar criativamente em equipas de trabalho pluridisciplinares, o desenvolvimento de um espírito crítico e a facilidade de diálogo e de comunicação.***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***The main purpose of Quality Planning and Control is to provide to students the ability to:**-Understand the role of Design of Experiments, Taguchi Methods and Statistical Process Control (SPC) within a TQM environment**-Recognize when DoE should be applied**-Use the Taguchi methods and compare them to DoE**-Recognize the importance SPC might have in product and process improvement**-Apply the methodology for implementing statistical control charts**-Study the process capability**-Implement the 6-Sigma methodology and use DoE and SPC within the 6-Sigma approach.**Simultaneously, the students shall develop their skills in problem solving, team working, critical thinking and communication.***4.4.5. Conteúdos programáticos:***1.Introdução**2.Estatística na Modelação da Qualidade**3.Desenho de Experiências (DoE)**-Metodologia**-Desenho com 1 e 2 factores a vários níveis**-Factorial completo**-DoE com vários factores a 2 níveis**-DoE fraccionado com factores a 2 níveis**-DoE com factores a 3 níveis**4.Métodos de Taguchi**-Função de Perda**-Índices S-N**-Experiências de confirmação**5.Controlo Estatístico do Processo**-Causas especiais e comuns de variação**-Cartas de controlo de variáveis e atributos**-Estudos da capacidade do processo**6.Metodologia 6-Sigma***4.4.5. Syllabus:***1.Introduction**2.Statistics in quality modelling**3.Design of Experiments (DoE)*

- Methodology
- DoE of 1 and 2 factors with many levels
- Full Factorial Design
- Two-level Factorial Designs
- Two-level Fractional Factorial Designs
- Three-level Factorial Design
- 4.Taguchi Methods
- Loss Function
- Signal-to-Noise Ratio
- Confirmatory trials
- 5.Statistical Process Control
- Causes of variation
- Traditional Control Charts for Variables
- Control Charts for Attributes
- Process capability
- 6.Six-Sigma Methodology

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

No capítulo 1 abordam-se temas gerais, como a evolução do conceito da qualidade, principais referenciais, técnicas de informação e comunicação, gestão do conhecimento.

Na “Estatística na modelação da qualidade” são desenvolvidas metodologias com a aplicação de técnicas estatísticas aos problemas reais.

No Desenho de Experiências clássico/Taguchi desenvolvem-se metodologias na melhoria/optimização dos processos produtivos.

No SPC são introduzidos conceitos básicos de forma a caracterizar/monitorizar os processos.

No Seis Sigma são definidas abordagens na perspetiva do aumento da qualidade e redução de custos de processos existentes.

Procura-se fomentar algumas soft skills em contexto empresarial, como a capacidade de participar criativamente em equipas de trabalho, o desenvolvimento de um espírito crítico e a facilidade de diálogo e comunicação.

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

Chapter 1 discusses general issues on quality management: the evolution of the quality concept, standardization, models of self-evaluation of performance, information and communication technologies.

The chapter "Statistics in quality modeling" is focused on oriented methodologies towards the application of statistical techniques to real problems.

The chapter "Design of Experiments and Taguchi Methods" is focused on the application of these methodologies in the process improvement/optimization.

The basic concepts for the statistical monitoring of processes are developed in the subject SPC.

The improvement of processes regarding quality, variability and production costs is addressed in the Six Sigma Through the teaching and learning practices, the students will also develop their skills in problem solving, team working, communication and critical thinking.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A estratégia pedagógica adotada assenta no princípio de separação entre aulas teóricas e práticas, lecionando-se uma aula teórica (1,5h) e uma aula prática (2,5h) por semana.

As aulas teóricas decorrem com uma exposição oral da matéria, acompanhada por pequenos exemplos práticos que permitem uma melhor apreensão dos conceitos teóricos e ajudam a incentivar a participação dos alunos durante as aulas. A aprendizagem é complementada pela resolução de exercícios dentro e fora das aulas e por trabalhos laboratoriais.

A frequência é obtida através da realização, em grupo, de 1 trabalho prático laboratorial, elaboração e discussão do mesmo.

A aprovação e a classificação final é feita tendo em consideração o trabalho prático (peso 1/3, classificação mínima 9,5 valores) e os resultados de dois testes (1/3 cada teste, classificação mínima 9,5 valores na média dos testes). A classificação final é obtida a partir das classificações dos 3 elementos de avaliação.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The pedagogical strategy adopted is based on the principle of separation between theoretical and practical lectures, teaching one theoretical class (1.5h) and one practical class (2.5h) per week.

The lectures will be given with an oral exposition of the subject, accompanied by small practical examples that allow a better understanding of the theoretical concepts and help to encourage students to participate during the classes. Learning is complemented by in-class and out-of-class exercise solving and laboratory work.

The frequency is obtained by performing, in group, 1 practical laboratory work, elaboration and discussion of it.

Approval and final classification are made taking into consideration the practical work (weight 1/3, minimum grade 9.5) and the results of two tests (1/3 each test, minimum grade 9.5 values on the average of the tests). The final grade is obtained from the ratings of the 3 assessment elements.

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

As aulas teóricas decorrem com uma exposição oral da matéria, acompanhada por exemplos que permitem uma melhor apreensão dos conceitos teóricos.

No que respeita às aulas práticas, têm-se adotado práticas pedagógicas que motivem os estudantes a participar construtivamente em grupos de trabalho. Durante algumas das aulas práticas os alunos resolvem exercícios de aplicação sobre os métodos expostos durante as aulas teóricas. Para além dos exercícios resolvidos nas aulas, os alunos têm de resolver outros fora das aulas. Pretende-se, por esta via, contribuir para uma melhor aprendizagem das matérias lecionadas (saber-saber e saber-fazer), estimular o trabalho em grupo e a capacidade crítica dos estudantes e, ainda, incentivar os estudantes a estudarem a matéria de forma continuada durante o semestre.

Para além dos exercícios, os estudantes têm de realizar, em grupo e também durante as aulas, um trabalho laboratorial.

Este trabalho consiste na implementação da metodologia do Desenho de Experiências aplicada a uma catapulta, especialmente concebida para fins didáticos, que permite efetuar várias experiências até um máximo de sete fatores a dois ou três níveis cada. Os alunos têm de planejar a matriz de experimentação, executar várias replicações da matriz e proceder à respetiva análise de resultados, com o intuito de identificar os fatores significativos e os níveis que conduzem à otimização do objetivo fixado pelos docentes.

Para analisar os resultados experimentais do trabalho realizado os estudantes são encorajados a utilizar um software freeware, como seja o software R (ou Statística, Matlab, Minitab), o que permite também treiná-los na utilização deste tipo de ferramentas informáticas.

Este trabalho contribui em larga escala para uma melhor apreensão dos conceitos teóricos expostos nas aulas e uma aprendizagem da aplicação do DoE a situações reais, como seja aprender a planejar experiências de forma científica, executá-las e analisar os resultados de forma a identificar os factores significativos e os seus melhores níveis.

Para além de uma melhor aprendizagem das matérias, resultante das metodologias de ensino adoptadas, os trabalhos em grupo têm-se revelado essenciais no desenvolvimento de competências a nível de trabalho em equipa, desenvolvimento de espírito crítico e facilidade de comunicação.

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

The lectures will take place with an oral exposition of the subject, accompanied by examples that allow a better understanding of the theoretical concepts.

With regard to practical classes, pedagogical practices have been adopted that motivate students to participate constructively in work groups. During some of the hands-on classes the students solve application exercises on the methods exposed during the lectures. In addition to the exercises solved in class, students have to solve others out of class. In this way, it is intended to contribute to a better learning of the subjects taught (know-how and know-how), to stimulate the group work and the critical capacity of the students, and also to encourage the students to study the subject in such a way, continued during the semester.

In addition to the exercises, students have to develop, also in teams, one laboratory project.

This project regards the application of Design of Experiments to a catapult, designed specifically for teaching purposes, which allows to perform multiple experiments until a maximum of seven factors at two or three levels each. Students have to plan the experimental array, run multiple replications of the matrix and proceed to the analysis of results, in order to identify the significant factors and levels that lead to optimization of the objective set by the teachers.

To analyze the experimental results of the work done, students are encouraged to use freeware software, such as R (or Statística, Matlab, Minitab) software, which also allows them to be trained in the use of such computer tools.

This project contributes largely to a better understanding of theoretical concepts exposed in class, as well as to a better learning of the application of DoE to real situations, like the students learn planning experiences in a scientific way, run them and analyze the results to identify the significant factors and their best levels.

Additionally, to better learning, the teaching methodologies adopted have proved to be essential in developing soft skills such as teamwork, critical thinking and communication skills.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

-Montgomery, D. C. (2009), Introduction to Statistical Quality Control, 7.ª ed., John Wiley & Sons, New York [pdf disponível em https://www.academia.edu/35246247/Douglas_C._Montgomery/Introduction_to_statistical_quality_control_7th_edition-Wiley_2009_.pdf]

-Montgomery, D. C. (2013), Design and Analysis of Experiments, 8.ª ed., John Wiley & Sons, New York [Pdf disponível em https://www.academia.edu/25102375/Douglas_C._Montgomery_Design_and_Analysis_of_Experiments_Wiley]

-Peace, G. S., (1993), Taguchi Methods: A Hands-On Approach to Quality Engineering, Addison-Wesley Publishing Company, New York.

-Pereira, Z.L. e Requeijo, J.G. (2012), Qualidade: Planeamento e Controlo Estatístico de Processos, 2ª Edição, FFCTUNL, Lisboa

-Pyzdek, T. (2013), Quality Engineering Handbook, Marcel Dekker, New York

-Ryan, T. P. (2000), Statistical Methods for Quality Improvement, 2.ª ed., John Wiley & Sons, New York

Mapa IV - Sistemas Robóticos e CIM

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Sistemas Robóticos e CIM

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Robotic Systems and CIM

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:*EEC***4.4.1.3. Duração:***Semestral/Semester***4.4.1.4. Horas de trabalho:***168***4.4.1.5. Horas de contacto:***TP: 28; PL: 28***4.4.1.6. ECTS:***6***4.4.1.7. Observações:***Obrigatória***4.4.1.7. Observations:***Mandatory***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***José António Barata de Oliveira - TP: 28h; PL: 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):****1. Conhecer**

- *A complexidade e importância de um sistema de manufatura, atividades e atores*
- *Importância da automação e fator humano*
- *Evolução histórica e contribuição das diferentes conjunturas socioeconómicas*
- *Requisitos mais importantes dos sistemas de manufatura atuais*
- *Diferentes paradigmas de manufatura*
- *Características dos sistemas reconfiguráveis*
- *Significado da complexidade e auto-organização*
- *Importância da modelação*
- *Desafios na implementação de Sistemas Ciber-Físicos*
- *Aprendizagem e sua aplicação na manufatura*

2. Capaz de Fazer

- *Modelar sistemas de manufatura.*
- *Programar sistemas de controlo inteligentes*

3. Competências não-técnicas

- *Desenvolver a capacidade de síntese e análise crítica*
- *Trabalhar em equipa e incrementar a comunicação escrita e oral*
- *Capacidade de gestão de tempo e prazos*

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):**1. Understanding**

- *The complexity and importance of a manufacturing system, activities and actors*
- *Importance of automation and human factor*
- *Historical developments and contribution of different socio-economic environments*
- *Most important requirements of today's manufacturing systems*
- *Different manufacturing paradigms*
- *Characteristics of reconfigurable systems*
- *Meaning of complexity and self-organization*
- *Importance of modelling*
- *Challenges in the implementation of Cyber-Physical Systems*
- *Learning and its application in manufacturing*

2. Able to Do

- *Model manufacturing systems*
- *Programming intelligent control systems*

3. Non-Technical Competences

- *Develop synthesis critical thinking*
- *Team working and increasing oral and writing communication skills*
- *Improve time keeping and compliance with deadlines*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. *Conceitos Fundamentais de Manufatura*
 - *Mundo da Manufatura*
 - *Visão Histórica*
2. *Paradigmas de Sistemas de Manufatura*
 - *Sistemas Altamente Reconfiguráveis*
 - *Paradigmas Emergentes*
3. *Modelação*
 - *SysML, ISA-95, Automation-ML*
 - *Ontologies*
4. *Dimensões de Análise*
 - *Perspetiva de Controlo*
 - *Perspetiva de Tratamento de Informação e Aprendizagem*
5. *Seminário com Especialista da Indústria*

4.4.5. Syllabus:

1. *Fundamental Concepts of Manufacturing*
 - *The World of Manufacturing*
 - *Historical Vision*
 - *Current challenges*
2. *Manufacturing Systems Paradigms*
 - *Highly reconfigurable systems*
 - *Emerging Paradigms*
3. *Modelling*
 - *SysML, ISA-95, Automation-ML*
 - *Ontologies*
4. *Analysis Dimension*
 - *Control Perspective*
 - *Information Treatment and Learning Perspective*
5. *Seminar with Industry Specialist*

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

Os tópicos e sua sequência visam facilitar a aquisição das competências definidas para esta área. Os exemplos apresentados nas aulas teóricas contribuem para uma ilustração da aplicação dos conceitos de sistemas de manufatura atuais. Os mini-testes ao longo do semestre permitem aferir que os alunos atingiram os objetivos propostos para a UC.

Durante as aulas práticas os alunos são confrontados com problemas práticos cuja resolução implica a utilização dos conceitos propostos na UC.

De acordo com o programa, os alunos aprendem a modelar e desenvolver soluções para problemas utilizando linguagens de modelação que permitem dar solução a problemas relevantes de modelação em manufatura e diferentes paradigmas de programação.

Esta é também uma das unidades onde se incentiva o trabalho em equipa e respetiva gestão.

Os trabalhos laboratoriais suportam a aquisição de conhecimentos e o saber fazer enunciados.

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

The topics and their sequence aim at facilitating the acquisition of skills defined as objectives for this area. The examples presented during the theoretical lectures help illustrating the concrete concepts application of smart manufacturing systems. During the semester, students are given mini-tests, which allow to perceive if they have acquired the proposed objectives.

In practical lessons the students are presented with concrete problems and situations requiring the proposed concepts.

As established in the syllabus, students learn to model and develop solutions for problems using modelling languages to solve relevant manufacturing modelling problems and different programming technologies.

This is also one of the units where teamwork and its management is encouraged.

The lab works support the acquisition of knowledge and the know-how to make statements.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas teórico-práticas são dirigidas de forma a que os estudantes, através da sua participação ativa, compreendam cada um dos tópicos listados nos objetivos de aprendizagem.

Nas aulas laboratoriais os estudantes focam-se na experimentação dos conceitos expostos nas aulas teórico-práticas de forma a saberem fazer.

Para cada trabalho prático:

*Apresentação do enunciado,
tutorial sobre as tecnologias / ferramentas a usar,
discussão do método de trabalho,
realização do trabalho pelos alunos acompanhados por docente e
elaboração de relatório.
Componentes de Avaliação*

*2 Mini-Testes
3 Trabalhos Práticos
Regras de Avaliação*

NT = (Mini-Teste 1 + Mini-Teste 2) / 2

NT >= 9.5

Cada Trabalho Prático >= 9.5

*NP = TP1 * Peso1 + TP2 * Peso2 + TP3*Peso3 ; Pesos são anunciados no início da UC*

*Nota Final = NP * 0.6 + NT * 0.4*

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

*Theoretical-practical classes are directed so that students, through their active participation, understand each of the topics listed in the learning objectives.
In lab classes students focus on the experimentation of the concepts exposed in theoretical-practical classes in order to know how to do.*

For each practical work:

*Presentation of the work,
tutorial on the technology / tools to use,
discussion of the work method,
realization of the work by the students accompanied by teachers, and
preparation of report.
Evaluation Components*

*2 Mini-Tests
3 Practical Works
Evaluation Rules*

TM = (Mini-Test 1 + Mini-Test 2) / 2

TM >= 9.5

Each Practical Work >= 9.5

*PM = TP1 * Weight1 + TP2 * Weight2 + TP3*Peso3 ; Weights announced at the beginning of UC*

*Final Mark = PM * 0.6 + TM * 0.4*

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

A unidade inclui uma componente teórica e uma componente laboratorial.

Mediante a realização dos testes teóricos e dos trabalhos de laboratórios, podemos certificar que os alunos estão a atingir os resultados propostos para a unidade curriculoar.

Ao nível teórico, a realização dos testes permite aferir até que ponto os alunos assimilaram os conceitos de manufatura, paradigmas de manufatura, modelação, implementação de sistemas de controlo para manufatura inteligente e utilização de aprendizagem automática na manufatura.

Em relação aos trabalhos de laboratório os alunos utilizam ferramentas, linguagens de programação e gráficas para modelar e desenvolver as soluções para os problemas propostos. Desta forma, a realização destes trabalhos, obriga a utilizar os conceitos e métodos de modelação do âmbito desta disciplina.

Para além disso, os alunos trabalham em grupo de forma a desenvolverem um espírito colaborativo na resolução de problemas em equipa.

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

This course includes a theoretical component and a lab component.

We can certify that teaching methodologies are coherent with the learning outcomes, through the realization of tests and lab works during the semester, in which we evaluate how well students are learning the proposed concepts of manufacture, manufacturing paradigms, modelling, implementation of control systems for Smart Manufacturing and use of Machine Learning and Data Mining in manufacturing.

At a practical level, during the lab lessons, students use tools and both programming and graphical languages to model systems and solve system integration problems. The realization of these works implies the use of concepts and

modelling approaches proposed in this discipline.

Furthermore, during the lab lessons, the students are organized in small groups, allowing them to work in collaboration and developing a team-based spirit, which allows to leverage the effort developed in the resolution of the proposed problems.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- 1 - Sistemas Robóticos e CIM - Notas de apoio.*
- 2 - Introduction to Multiagents: Michael Wooldridge, Wiley.*

Mapa IV - Simulação Numérica para o Fabrico

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Simulação Numérica para o Fabrico

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Numerical Simulation for Manufacturing

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EM

4.4.1.3. Duração:

Semestral/Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

84

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP:28

4.4.1.6. ECTS:

3

4.4.1.7. Observações:

Obrigatória

4.4.1.7. Observations:

Mandatory

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

Rui Fernando Martins - TP:6h

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

Pedro Coelho - TP:6h
Marta Carvalho - TP:6h
Telmo G. Santos - TP:5h
José Manuel Xavier - TP:5h

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

O objetivo fundamental da UC é fornecer aos alunos os conhecimentos necessários para a realização da simulação numérica dos principais processos tecnológicos de fabrico, tais como a fundição, a injeção de plásticos, a soldadura por fusão e a deformação plástica na chapa e na massa.

No final desta UC pretende-se que o estudante tenha adquirido conhecimentos, aptidões e competências que lhe permitam:

- Descrever os principais parâmetros dos processos de fabrico e a sua influência no resultado;*
- Identificar e compreender os principais fenómenos (multifísicos) envolvidos nos processos de fabrico, a potencialidade e a limitação do Método dos Elementos Finitos (MEF) para descrever esses fenómenos;*
- Compreender as bases teóricas do MEF.*
- Simular com o Método dos Elementos Finitos (MEF) os principais processos de fabrico com recurso a software comercial.*

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

The fundamental objective of the UC is to provide students with the necessary knowledge to carry out numerical simulations of the main technological manufacturing processes, such as casting, plastic injection, welding and plastic deformation in the plate and mass.

At the end of this UC, it is intended that the student has acquired knowledge, skills and competences that allow him to:

- Describe the main parameters of the manufacturing processes and their influence on the result;
- Identify and understand the main phenomena involved in the manufacturing processes (multiphysical), the potential and the limitation of the Finite Element Method (FEM) to describe these phenomena;
- Understand the theoretical bases of the FEM;
- Simulate with FEM the main manufacturing processes using commercial software.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1) Revisão descritiva dos principais processos de fabrico:

- Subtrativos (corte por arranque de apara, arrombamento e térmicos);
- Aditivos (Soldadura por fusão e no estado sólido) e Fundição;
- Deformação plástica na chapa e na massa.

2) A influência das principais variáveis e parâmetros dos processos de fabrico; Necessidade de análise e otimização; O papel da simulação numérica: potencialidades e limitações.

3) Os principais fenômenos (multifísicos) envolvidos nos processos de fabrico:

- Térmicos: condução/escoamento de calor, fusão, solidificação, arco elétrico, efeito de Joule;
- Mecânicos: atrito, deformação (elástica e plástica), propagação de fissura;
- Fluidos: escoamento de fluido incompressível;

4) Fundamentos do Método dos elementos Finitos: O Método das Diferenças Finitas, Formulação do MEF, Diferentes tipos de elementos, Geração de malha, Condições de fronteira, Convergência, Erros.

5) Software de Elementos Finitos;

6) Aplicações práticas do MEF aos processos de fabrico.

4.4.5. Syllabus:

1) A detailed review of the main manufacturing processes:

- Subtractive (cutting by chip removal, break-in cut and thermals);
- Additives (melt and solid welding) and casting;
- Plastic deformation in the plate and mass.

2) The influence of the main variables and parameters of the manufacturing processes; Need for analysis and optimization; The role of numerical simulation: potential and limitations.

3) The main phenomena involved in the manufacturing processes (multiphysical):

- Thermal: conduction/heat flow, fusion, solidification, electric arc, Joule effect;
- Mechanics: friction, deformation (elastic and plastic), crack propagation;
- Fluids: incompressible fluid flow;

4) Fundamentals of the Finite Element Method: The Finite Difference Method, FEM formulation, Different types of elements, Mesh generation, Boundary conditions, Convergence, Errors.

5) Finite Element Software;

6) Practical applications of FEM to manufacturing processes.

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

O programa descrito cobre os aspetos essenciais da simulação numérica dos processos de fabrico.

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

The program described covers the essential aspects of numerical simulation of manufacturing processes.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teórico-práticas e aulas laboratoriais.

Dois testes e dois trabalhos práticos de simulação de processos, todos com a mesma ponderação na nota final.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Theoretical-practical classes and laboratory classes.

One test and two practical works of process simulation, all with the same weighting in the final grade.

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

Nas aulas teórico-práticas os estudantes adquirem e aprofundam o conjunto de conhecimentos proposto. Os problemas de simulação propostos cobrem a matéria dada exigindo dos estudantes a compreensão dos conceitos teóricos, exercitando a sua utilização em diferentes processos de fabrico.

No decorrer das aulas laboratoriais os estudantes desenvolvem a capacidade para analisar e aplicar os conhecimentos em processos tecnológicos típicos da indústria do fabrico.

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

In theoretical-practical classes, students acquire and deepen the proposed knowledge. The simulation problems cover the given subject, requiring students to understand theoretical concepts, and exercising their use in different manufacturing processes.

During laboratory classes, students develop the ability to analyse and apply knowledge in technological processes typical of the manufacturing industry.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- *Textos dos trabalhos práticos, disponíveis no CLIP;*
- *Reddy, J. N.; An Introduction to the Finite Element Method. ISBN: 0-07-112799-2*

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

Gestão da Energia Elétrica

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Electrical Power Management

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EEC

4.4.1.3. Duração:

Semestral/Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP: 56

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Obrigatória

4.4.1.7. Observations:

Mandatory

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

João Francisco Alves Martins - TP:28h

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

Pedro Miguel Ribeiro Pereira - TP:28h

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

Com o aproveitamento nesta UC o aluno estará apto a:

- *Entender as principais questões que se colocam na gestão da energia eléctrica colocando-as adequadamente sob as seguintes perspectivas: relação oferta/procura ou qualidade da energia;*
- *Saber aplicar as principais técnicas de utilização racional de energia;*
- *Saber dimensionar sistemas ativos de gestão de energia, nomeadamente sistemas de gestão técnica;*
- *Analisar e interpretar dados de qualidade da energia;*
- *Participar em auditorias energéticas.*

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

After this course students will be able to:

- *Understand key issues of electrical energy management by placing them properly under the following perspectives: supply / demand and power quality;*
- *Know how to apply key techniques of rational use of energy;*
- *Design active systems of energy management, including building management systems;*

- Analyse and interpret data regarding power quality;
- Participate in energy audits.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Gestão de Energia Elétrica – Introdução
Eficiência Energética e Comissionamento
Qualidade de Energia
Eficiência Energética em Sistemas de Força Motriz
Eficiência Energética em Edifícios
Auditorias Energéticas

4.4.5. Syllabus:

Electric Power Management - Introduction
Energy Efficiency and Commissioning
Power Quality
Energy Efficiency in Drive Systems
Energy Efficiency in Buildings
Energy Audits

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

O programa foi concebido por forma a abordar de forma integrada e evolutiva as questões relativas à gestão de energia. No primeiro módulo são apresentados os conceitos gerais de gestão de energia elétrica e de eficiência energética. No segundo módulo é apresentado o conceito de eficiência energética e a sua relação com o conceito de comissionamento. No terceiro módulo são abordadas as questões associadas com a qualidade da energia elétrica, relacionando-as com a eficiência energética. No quarto módulo são apresentadas medidas de eficiência energética em sistemas de força motriz. No quinto módulo são estudadas medidas de eficiência energética em edifícios. Este estudo é orientado em duas vertentes: a dos edifícios NZEB e a dos sistemas de gestão técnica. No último módulo são apresentadas as auditorias energéticas como uma abordagem sistemática para a tomada de decisões na área da gestão de energia.

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

The program has been designed to address energy management issues in an integrated and evolving way. The first module presents the general concepts of energy management and energy efficiency. The second module presents the concept of energy efficiency and its relation to the concept of commissioning. The third module deals with the issues associated with the quality of electric energy, relating them to energy efficiency. In the fourth module are presented energy efficiency measures in powertrain systems. In the fifth module, energy efficiency measures in buildings are studied. This study is oriented in two aspects: the NZEB buildings and the technical management systems. In the last module, energy audits are presented as a systematic approach to decision making in the area of energy management.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Os conceitos e técnicas são explicados pelo professor nas aulas teóricas. Nas aulas práticas os estudantes deverão testar os seus conhecimentos através da resolução de problemas e de estudos de caso concretos.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The concepts and techniques are explained by the teacher in the classroom. In practical classes students will test their knowledge by solving problems and discussing concrete case studies.

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

Os objetivos da unidade curricular requerem não apenas uma compreensão dos conceitos, mas também uma capacidade de análise de situações concretas. Os casos estudados nas aulas práticas servem para os estudantes testarem e desenvolverem os seus conhecimentos através da resolução de problemas e de estudos de caso concretos (por exemplo: análise da produção de energia renovável no edifício do DEE, análise de técnicas de racionalização de consumo desenvolvidas no DEE, auditoria energética ao edifício do DEE, análise da qualidade da energia no edifício do DEE). Estes estudos de caso compreendem as várias fases, desde a recolha de dados, passando pela sua análise e consequente elaboração de conclusões.

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

The objectives of the course require not only an understanding of the concepts, but also an analysis capacity of concrete situations. The discussed case studies, in practical classes, are meant for students to test and develop their knowledge by solving problems and concrete case studies (eg analysis of renewable energy production in the DEE's building, study of the rationalization consumption techniques developed at DEE, discussion regarding the energy audit of the DEE's building, analysis of power quality in the DEE's building). These case studies include the various stages, from data collection, to its subsequent analysis and respective of conclusions.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- *Evan Mills, "Building Commissioning - A Golden Opportunity for Reducing Energy Costs and Greenhouse Gas Emissions," Lawrence Berkeley National Laboratory Berkeley, July 21, 2009*
- *Garde, Francois / Ayoub, Josef / Aelenei, Daniel / Aelenei, Laura / Scognamiglio, Alessandra (eds.), "Solution Sets for Net-Zero Energy Buildings: Feedback from 30 Buildings Worldwide," Wiley, April 2017*
- *Albert Thumann, Terry Niehus, William J. Younger, "HANDBOOK OF ENERGY AUDITS," The Fairmont Press, Inc, CRC Press, 9ed, 2013*

Mapa IV - Empreendedorismo

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Empreendedorismo

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Entrepreneurship

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CC

4.4.1.3. Duração:

Trimestral/Trimester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

80

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP:45

4.4.1.6. ECTS:

3

4.4.1.7. Observações:

Obrigatória

4.4.1.7. Observations:

Mandatory

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

António Carlos Bárbara Grilo - TP:45h

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 curso pretende motivar os estudantes para o empreendedorismo e para a necessidade da inovação tecnológica. O programa cobre vários tópicos que são importantes para a adoção de uma cultura aberta aos riscos suscitados em processos de criação de novos produtos ou atividades que exigem características empreendedoras. No final desta unidade curricular, os estudantes deverão ter desenvolvido um espírito empreendedor, uma atitude de trabalho em equipa e estar aptos a:

- 1) Identificar ideias e oportunidades para empreenderem novos projetos;*
- 2) Conhecer os aspetos técnicos e organizacionais inerentes ao lançamento dos projetos empreendedores;*
- 3) Compreender os desafios de implementação dos projetos (ex: mercado, financiamento, gestão da equipa) e encontrar os meios para os ultrapassar;*
- 4) Expor a sua ideia e convencer os stakeholders.*

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

This course is intended to motivate students for entrepreneurship and the need for technological innovation. It covers a list of topics and tools that are important for new venture creation as well as for the development of creative initiatives within existing enterprises. Students are expected to develop an entrepreneurship culture, including the following skills:

- 1) To identify ideas and opportunities to launch new projects;*
- 2) To get knowledge on how to deal with technical and organizational issues required to launch entrepreneurial projects;*
- 3) To understand the project implementation challenges, namely venture capital and teamwork management, and find*

the right tools to implement it;
 4) *To show and explain ideas and to convince stakeholders.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

O empreendedorismo como estratégia de desenvolvimento pessoal e organizacional. Processos de criação de ideias. A proteção da propriedade intelectual: patentes e formalismos técnicos. A gestão de um projeto de empreendedorismo: planeamento; comunicação e motivação; liderança e gestão de equipas Marketing e inovação para o desenvolvimento de novos produtos e negócios. O plano de negócios e o estudo técnico financeiro. Financiamento e Sistemas de Incentivos: formalidades e formalismos. A gestão do crescimento e o intraempreendedorismo.

4.4.5. Syllabus:

Strategy for entrepreneurship. Ideation and processes for the creation of new ideas. Industrial property rights and protection: patents and technical formalities. Managing an entrepreneurial project: planning; communication and motivation; leadership and team work. Marketing and innovation for the development of new products and businesses. Business plan and entrepreneurial finance. System of Incentives for young entrepreneurs. Managing growth and intrapreneurship.

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

O conteúdo programático foi desenhado para incentivar o estudante ao empreendedorismo e à perceção e análise da envolvente em busca de oportunidades de negócio, de forma a que consiga aplicar os conhecimentos adquiridos:
 1) *na transformação de conhecimento científico em ideias de negócio;*
 2) *na criação, seleção e desenvolvimento de uma ideia para um novo produto ou serviço;*
 3) *na elaboração de um plano de negócio e de um plano de marketing;*
 4) *na exposição das suas ideias em curto tempo e em ambientes stressantes.*

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

The syllabus was designed to encourage the student for entrepreneurship and for the perception and analysis of new business opportunities; with this program, the student may apply the knowledge provided:
 1) *to transform scientific knowledge in business ideas;*
 2) *to create, select and develop an idea for a new product or service;*
 3) *to draw a business plan and a marketing plan;*
 4) *to better explain and present its ideas in a short time and stressed environments.*

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Este CE será ministrado a estudantes dos 4º ou 5º anos dos programas de Mestrado integrado e de 2º ciclo. O programa é dimensionado para decorrer entre o 1º e o 2º semestre, num período de 5 semanas, envolvendo um total de 45 horas presenciais, organizadas em 15 sessões de 3 horas e exigindo um esforço global de 3 ECTS. As aulas presenciais baseiam-se na exposição dos conteúdos do programa. Os estudantes serão solicitados a aplicar as competências adquiridas através da criação e desenvolvimento de uma ideia (produto ou negócio). As aulas integrarão estudantes provenientes de diversos cursos com vista a promover a integração de conhecimento derivado de várias áreas científicas e envolverão professores e "mentores" com background diverso em engenharia, ciência, gestão e negócios. A avaliação compreende a apresentação e defesa da ideia num elevator pitch e do respetivo relatório (realizado em grupo de 4-5 elementos). A apresentação contribuirá com 60% e o relatório com 40% para a nota final.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

This course is directed to students from the 4th and 5th years of the "Mestrado Integrado" (Integrated Master) and students from the 2nd cycle (Master). The program was designed for a duration of 5 weeks, with a total of 45 hours in class (15 sessions of 3 hours each) - 3 ECTS. Classes are based in an exposition methodology. Students will be asked to apply their skills in the creation and development of an idea, regarding a new product or a new business. Classes integrate students from different study programs to promote the integration of knowledge derived from various scientific areas and involve academic staff and "mentors" with diverse background in engineering, science, management and business. Students evaluation is based on the development and presentation of an idea/project in an elevator pitch, and its report. The work should be developed in teams of 4-5 members. The presentation should account for 60% of the final mark and the report 40%.

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

Considerando o tempo disponível (5 semanas), a metodologia de ensino preconiza que em cada semana sejam discutidos e trabalhados (em grupo) os temas apresentados, os quais tinham sido definidos nos objetivos de aprendizagem. Na 1ª semana os temas a abordar estão relacionados com os aspetos estratégicos do empreendedorismo, a geração de ideias, a liderança e a gestão de equipas; como resultado os estudantes deverão constituir e organizar as suas equipas para poderem definir o problema que se pretende resolver. Na 2ª semana, os temas apresentados permitirão que o estudante possa evoluir no seu projeto acrescentando opções de soluções ao problema identificado na semana interior e proceder à seleção de uma delas. Na 3ª semana, a abordagem ao mercado e às condições de comercialização viabilizarão a concretização do plano de marketing. Na 4ª semana, abordar-se-ão os aspetos relacionados com a viabilidade financeira do projeto, possibilitando a

realização do respetivo plano de negócio e do seu financiamento. Na última semana, abordar-se-á o processo de exposição da ideia aos potenciais interessados, tendo os estudantes que realizar a apresentação e defesa do seu projeto num elevator pitch, perante um júri.

Neste sentido, a metodologia privilegia

1) a apresentação de casos práticos e de sucesso;

2) a promoção de competências nos domínios comportamentais, nomeadamente, no que respeita ao desenvolvimento do sentido crítico, à defesa de ideias e argumentos baseados em dados técnico-científicos, à tolerância e capacidade de gestão de conflitos em situações adversas e stressantes.

3) a participação dos estudantes nos trabalhos colocados ao longo da unidade curricular e a sua apresentação.

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

Considering the available time (5 weeks), the teaching methodology praises that, in each week, the subjects presented and defined in the learning objectives are discussed and worked (in groups). In the first week, the subjects introduced to students are related with entrepreneurial strategic issues, generation of ideas, leadership and work team management; as a result, the students will have to organize their teams to be able to define the problem. In the 2nd week, the subjects presented will allow the student to pursue its project; they have to consider different options for the problem identified in the previous week. In the 3rd week, the market related issues are approached, and the students are asked to build a marketing plan. In the 4th week, financial issues are addressed, making it possible to accomplish a business plan. In the last week, the process of how to expose the idea to potential stakeholders is addressed; the students are required to present and argue their project in an elevator pitch.

This methodology gives priority to:

1) the presentation of practical and successful cases;

2) the promotion of soft skills, namely, in what concerns to the development of critical thinking, the defense of ideas and arguments based on technical-scientific data, to the tolerance and capacity of dealing with conflicts in adverse and stressful situations.

3) the participation of the students in practical works and assessments and their presentation.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Books

Burns, P. (2010). Entrepreneurship and Small Business: Start-up, Growth and Maturity, Palgrave Macmillan, 3rd Ed.

Kotler, P. (2011). Marketing Management, Prentice-Hall

Shriberg, A. & Shriberg (2010). Practicing Leadership: Principles and Applications, John Wiley & Sons, 4th Ed.

Spinelli, S. & Rob Adams (2012). New Venture Creation: Entrepreneurship for the 21st Century. McGraw-Hill, 9th Ed.

Byers, Thomas H., Dorf R. C., Nelson, A. (2010). Technology Ventures: From Idea to Enterprise, 3rd Ed., McGraw-Hill

Hisrich, R. D. (2009). International Entrepreneurship: Starting, Developing, and Managing a Global Venture, Sage Publications, Inc

Hisrich, R.D., Peters, M. P., Shepherd, D.A. Entrepreneurship, 7th Ed., McGraw-Hill, 2007

Journals

Entrepreneurship Theory and Practice

Mapa IV - Interação Pessoa-Sistema

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Interação Pessoa-Sistema

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Human-System Interaction

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EI

4.4.1.3. Duração:

Semestral/Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

84

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP: 28

4.4.1.6. ECTS:

3

4.4.1.7. Observações:

Obrigatória

4.4.1.7. Observations:*Mandatory***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Isabel Maria do Nascimento Lopes Nunes – 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):***No final desta unidade curricular o estudante terá adquirido conhecimentos, aptidões e competências que lhe permitam:*

- A. Conhecer o duplo objetivo da Ergonomia (maximizar a produtividade dos sistemas e o bem estar das pessoas).*
- B. Compreender as formas de Interação Pessoa-Sistema (IPS) nos ambientes de trabalho emergentes, num contexto de Indústria 4.0.*
- C. Compreender o papel da Ergonomia na conceção de Sistemas Ciber-Físicos (SCF).*
- D. Conhecer os requisitos de Usabilidade aplicáveis de SCF.*
- E. Ser capaz de aplicar metodologias de análise ergonómica às interações em sistemas de trabalho complexos, identificar os riscos potenciais associados a um SCF.*
- F. Ser capaz de (re)conceber soluções que maximizem/garantam a Usabilidade de um SCF.*

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):*At the end of this course the student will have acquired knowledge, skills and competences that will allow him to:*

- A. Know the dual objective of Ergonomics (maximizing the system's productivity and people's well-being).*
- B. Understand the forms of Human-System interaction (HSI) in emerging work environments, in the context of Industry 4.0.*
- C. Understand the role of Ergonomics in the design of Cyber-Physical Systems (CPS).*
- D. Know the applicable usability requirements of CPS.*
- E. Being able to apply ergonomic analysis methodologies to interactions in complex work systems, identifying the potential risks associated with an CPS.*
- F. Being able to (re) design solutions that maximize / guarantee the usability of an CPS.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Ergonomia – conceitos e metodologias.*
- 2. Operador 4.0 – simbiose com Sistemas Ciber-Físicos.*
- 3. Interações Multimodais:*
 - a. visuais - Realidade Aumentada, Realidade Virtual*
 - b. hápticas – gestos;*
 - c. sonoras – som, voz.*
- 4. Conceção centrada no utilizador.*
- 5. Usabilidade – Princípios e metodologias de avaliação.*
- 6. Estudos de caso*

4.4.5. Syllabus:

- 1. Ergonomics - concepts and methodologies.*
- 2. Operator 4.0 - symbiosis with Cyber-Physical Systems.*
- 3. Multimodal interactions:*
 - a. visual - Augmented Reality, Virtual Reality*
 - b. haptic - gestures*
 - c. sound - sound, voice.*
- 4. User Centered Design.*
- 5. Usability - principles and evaluation methodologies.*
- 6. Case studies*

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:*A relação entre os objetivos de aprendizagem (OA) e os conteúdos programáticos (CP) que lhes dão resposta é a seguinte:*

- OA A. <> CP 1.*
- OA B. <> CP 2, CP 3.*
- OA C. <> CP 1.*
- OA D. <> CP 4, CP 5.*
- OA E. <> CP 1, CP 4, CP 5, CP 6.*
- OA F. <> CP 1, CP 4, CP 5, CP 6.*

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:*The relationship between learning outcomes (OA) and the syllabus (CP) that respond to them is as follows:*

- OA A. <> CP 1.*
- OA B. <> CP 2, CP 3.*

- OA C. <> CP 1.
- OA D. <> CP 4, CP 5.
- OA E. <> CP 1, CP 4, CP 5, CP 6.
- OA F. <> CP 1, CP 4, CP 5, CP 6.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas são de carácter teórico-prático o que permite estabelecer uma ligação estreita e imediata entre os conceitos teóricos e a sua aplicabilidade. Os conteúdos programáticos da Unidade Curricular são introduzidos pela docente e consolidados recorrendo sempre que possível à discussão de exemplos reais da indústria.

A avaliação consiste em três componentes, de acordo com as regras da FCT NOVA: dois testes e um trabalho prático. A classificação final é a média aritmética das notas de cada uma das componentes, ou no caso de não aprovação na época normal será a nota no exame de recurso.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The classes are of a theoretical and practical nature which allows establishing a close and immediate connection between the theoretical concepts and their applicability. The syllabus of the Curricular Unit are introduced by the teacher and consolidated using, whenever possible, the discussion of real industry examples.

The evaluation consists of three components, according to FCT NOVA rules: two tests and a practical assignment. The final classification is the arithmetic average of the grades of each of the components, or in case of failure in the normal season, it will be the grade in the appeal exam.

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

A exposição da matéria em aulas teórico-práticas permite ao estudante a compreensão dos conceitos relevantes da IPS no contexto da indústria 4.0, bem como a utilização prática dos conceitos adquiridos.

Na parte prática da aula os trabalhos práticos e os exercícios seguem uma abordagem baseada em “casos de estudo”, com dados reais e exemplos concretos, que permitem a compreensão e aplicação dos conceitos e metodologias ensinados na parte teórica da aula.

Os trabalhos práticos são realizados em grupos de 3 alunos de modo a estimular a capacidade de trabalho em grupo e a sua capacidade de gestão do tempo disponível. Os trabalhos práticos têm apresentação e discussão oral com os diferentes elementos de cada grupo.

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

The exposure of the subjects in theoretical-practical classes allows the student to understand the relevant concepts of IPS in the context of industry 4.0, as well as the practical use of the acquired concepts.

In the practical part of the class, the practical work and exercises follow an approach based on “case studies”, with real data and concrete examples, which allow the understanding and application of the concepts and methodologies taught in the theoretical classes.

Practical assignments are carried out in groups of 3 students in order to stimulate their ability to work in groups and their ability to manage the time available. The practical works have an oral presentation and discussion with the different elements of each group.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- Aiello G 2020 The role of human operator in the future smart prod environment Acta Ergonomica 1(1): 1-4
- Cimini C, Pirola F, Pinto R, Cavalieri S 2020 A human-in-the-loop manufacturing control architecture for the next generation of prod systems J.Manufacturing Systems 54, 258-271
- Edwards K, Jensen PL 2014 Design of systems for productivity and wellbeing Applied Erg 45(1): 26–32
- Fantini P, Pinzone M, Taisch M 2020 Placing the operator at the centre of Industry 4.0 design Comp & Ind Eng 139, 1–11
- Longo F, Nicoletti L, Padovano A 2017 Smart operators in industry 4.0: A humancentered approach to enhance operators' capabilities and competencies within the new smart factory context Comp & Ind Eng 113, 144–159
- Zarte M, Pechmann A, Nunes IL 2020 Principles for Human-Centered System Design in Industry 4.0 – A Systematic Literature Review In Nunes I (ed) Adv in HF & Systems Interaction. AISC1207, 140–147

Mapa IV - Sistemas de Produção

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Sistemas de Produção

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Manufacturing Systems

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EI

4.4.1.3. Duração:*Semestral/Semester***4.4.1.4. Horas de trabalho:**

84

4.4.1.5. Horas de contacto:*TP:28***4.4.1.6. ECTS:**

3

4.4.1.7. Observações:*Obrigatória***4.4.1.7. Observations:***Mandatory***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Nuno Alberto Marques Mendes - 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):**

Familiarizar e transmitir conhecimentos no domínio dos novos sistemas de fabrico e de automação industrial. A unidade curricular desenvolve-se com foco nos temas mais relevantes dos Sistemas de Produção, nomeadamente em modelos quantitativos da produção e análise de custos, introdução à automação, processos de produção e estratégia de automação, processos de produção com controlo numérico, tecnologia de grupo, sistemas flexíveis de fabrico, implantação em células de produção, sistemas de controlo industrial e introdução à robótica industrial.

No final da UC o aluno deverá:

- dominar as métricas para avaliação quantitativa da produção;*
- conhecer os vários aspetos dos sistemas de automação industrial: componentes, estratégias de controlo e sistemas computadorizados;*
- entender os vários aspetos da robótica industrial;*
- ser capaz de desenvolver um projeto para implementação de um sistema de fabrico;*
- ter competências de trabalho em equipa, escrita técnica e pensamento crítico.*

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

Familiarize and transmit knowledge in the field of new manufacturing systems and industrial automation. The curricular unit develops with a focus on the most relevant themes of Manufacturing Systems, namely quantitative models for production and cost analysis, introduction to automation, production processes and automation strategy, production processes with numerical control, group technology, flexible manufacturing systems, cellular manufacturing, industrial control systems and introduction to industrial robotics.

At the end of the course the student must:

- master the metrics for quantitative assessment of production;*
- understand the various aspects of industrial automation systems: components, control strategies and computerized systems;*
- understand the various aspects of industrial robotics;*
- be able to develop a project to implement a manufacturing system;*
- develop skills in teamwork, technical writing and critical thinking.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Sistemas de Fabrico e sua caracterização no contexto do Sistema de Produção. Modelos Quantitativos da Produção. Custos de Produção. Organização e processamento de informação. Introdução à Automação. Sistemas de controlo industrial. Componentes de Automação: Sensores, Atuadores, ADC, DAC. Processos de produção com Controlo Numérico. Tecnologia de Grupo. Sistemas flexíveis de fabrico. Implantação em células de produção. Sistemas de movimentação e transporte. Linhas de produção automáticas. Introdução à Robótica Industrial. Estações de trabalho e células de fabrico (manuais e automáticas).

4.4.5. Syllabus:

Manufacturing Systems and their characterization in the context of the Production System. Quantitative Models for Production. Production costs. Organization and processing of information. Introduction to Automation. Industrial control systems. Automation components: Sensors, Actuators, ADC, DAC. Production processes with Numerical

Control. Group Technology. Flexible manufacturing systems. Deployment in production cells. Handling and transportation systems. Automated production lines. Introduction to Industrial Robotics. Workstations and manufacturing cells (manual and automatic).

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

O conteúdo da unidade curricular fornece o conhecimento necessário para que os alunos fiquem habilitados a desenvolver projetos de implementação de sistemas de fabrico o que lhes confere também a capacidade de potencial integração no mundo do trabalho.

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

The content of the course provides the knowledge necessary for students to be able to develop projects to implement manufacturing systems, which will give them the ability and capacity of potential professional integration.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O ensino da UC baseia-se sobretudo em trabalho desenvolvido pelos alunos, no seguimento das aulas teóricas que possuem um caráter expositivo e demonstrativo. As aulas práticas têm o propósito de enquadrar os alunos nos temas abordados.

A avaliação da UC é baseada no trabalho do aluno e no seu empenho na disciplina. A avaliação é contínua e consiste em três momentos de avaliação:

- *Teste de avaliação (Tst);*
 - *Trabalho individual (T1), que pretende desenvolver a capacidade de o aluno resolver situações e problemas utilizando os seus próprios recursos;*
 - *Desenvolvimento de um projeto para a implementação de um sistema de fabrico (T2).*
- Classificação final: NF = 20%Tst + 15%T1 + 65%T2*

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching of the UC is mainly based on work developed by the students, following the theoretical classes that have an expository and demonstrative character. Practical classes are designed to fit students into the topics covered.

The evaluation of the UC is based on the student's work and his/her commitment to the discipline. The evaluation is continuous and consists of three evaluation moments:

- *Evaluation test (Tst);*
- *Individual work (T1), which aims to develop the student's ability to solve situations and problems using their own resources;*
- *Development of a project for the implementation of a manufacturing system (T2).*

Final classification: NF = 20% Tst + 15% T1 + 65% T2

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

A metodologia apresentada garante a criação de um ambiente de desenvolvimento simulado muito próximo de situações reais de operação em empresas de fabricação, obrigando o aluno a um trajeto de aprendizagem que a partir do conhecimento teórico o aplica a situações de facto. O desenvolvimento em equipa promoverá também outros skills pela necessidade que os alunos terão de interagir entre eles, promovendo hábitos de teamwork.

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

The methodology presented before enables a simulated development environment very close to real situations of manufacturing companies, forcing the student to follow a learning path applying the theoretical knowledge to factual situations. The development of an integrated project in a team will promote additional skills as the students will have to interact with others developing team-work habits.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- *Mikell P. Groover, Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing (5th Edition), Pearson, ISBN-13: 978-0134605463 (2018).*
 - *Serope Kalpakjian and Steven Schmid, Manufacturing Engineering & Technology (7th Edition), ISBN-13: 978-0133128741 (2013).*
 - *Mikell P. Groover, Mitchell Weiss, Roger N. Nagel, Nicholas G. Odrey, Industrial Robotics: Technology, Programming, and Applications, McGraw-Hill, ISBN-13: 978-0070249899 (1986)*
 - *J. Norberto Pires, Industrial robots programming: building applications for the factories of the future, Springer, Boston, MA, ISBN: 978-0-387-23325-3 (2007).*
- Apontamentos do Docente.*

Mapa IV - Projeto Industrial

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Projeto Industrial

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Industrial Project

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:*EI***4.4.1.3. Duração:***Semestral/Semester***4.4.1.4. Horas de trabalho:***168***4.4.1.5. Horas de contacto:***TP:28; PL:28***4.4.1.6. ECTS:***6***4.4.1.7. Observações:***Obrigatória***4.4.1.7. Observations:***Mandatory***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***António José Freire Mourão - TP:14h; PL:14h***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***António Carlos Bárbara Grilo - TP:14h; PL:14h***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

Esta UC visa a aplicação e integração de conhecimentos na área da Engenharia de Fabrico Digital Avançando em contexto industrial. São formados grupos de alunos e cada um aborda um projeto imerso numa empresa, definido e desenvolvido em articulação com as empresas e com os responsáveis pela UC. O projeto poderá ser de um produto ou de um processo e inclui o planeamento do desenvolvimento e implementação.

No final da UC o estudante deverá:

- Saber especificar uma necessidade em termos de engenharia;*
- Saber conceber e implementar propostas de solução técnicas e tecnológicas;*
- Saber desenvolver um projeto no contexto de uma realidade industrial;*
- Mostrar capacidade de implementação de um protótipo;*
- Saber analisar os resultados da proposta implementada e propor eventuais ações de melhoria.*
- Saber elaborar um documento técnico que caracterize o projeto realizado;*
- Mostrar capacidades de planeamento de projeto industrial, de comunicação e de trabalho em equipa.*

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

This UC aims at application and integration of knowledge on Digital Advanced Manufacturing Engineering in an industrial context.

Groups of students are formed and each one approaches a project immersed a company, defined and developed with the companies and with those responsible for UC. The project can be a product or a process and integrates the planning of the development process and its implementation.

At the end of the course the student must:

- Know how specify a need in terms of engineering;*
- Know how to design and implement proposals for technical and technological solutions;*
- Know how to develop a project in the context of an industrial reality;*
- Show ability to implement a prototype;*
- Know how to analyze the results of the implemented proposal and propose possible improvement actions.*
- Know how to prepare a technical document that characterizes the project carried out;*
- Demonstrate planning, communication and teamwork skills.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- Ciclo de vida da Gestão de Projeto e os seus processos*
- Principais dimensões do planeamento de projeto: Âmbito, Atividades, Custos, Qualidade*
- Planeamento de projeto vs planeamento de produto vs planeamento do processo de desenvolvimento*
- Identificação da oportunidade*
- Identificação das necessidades*
- Especificações do produto*
- Subsistemas e interfaces*
- Geração de conceitos*

- *Seleção de conceito*
- *Teste de conceito*
- *Projeto para X*
- *Prototipagem e Validação*

4.4.5. Syllabus:

- *Project Management Life-cycle and its processes*
- *Main project planning dimensions: Scope, Activities, Cost and Quality*
- *Project Planning vs Product Planning vs Planning of the Development Process*
- *Opportunity identification*
- *Identifying needs*
- *Product specifications*
- *Subsystems and interfaces*
- *Concept generation*
- *Concept selection*
- *Concept testing*
- *Design for X*
- *Prototyping and Validation*

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

Os conteúdos programáticos permitem o conhecimento para o desenvolvimento organizado do projeto do produto/processo num contexto industrial de fabrico digital. O projeto pressupõe a criação de um planeamento e em cada fase do desenvolvimento há necessidade de tomadas de decisão em grupo, e no final haverá um protótipo com o qual é possível fazer uma análise do funcionamento e propostas de melhoria.

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

The programmatic contents allow knowledge for the organized development of the product / process project in an industrial context of digital manufacturing. The project assumes the creation of planning and at each stage of development there is a need for group decision making, and at the end there will be a prototype with which it is possible to make an analysis of the operation and proposals for improvement.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A UC tem duas partes: uma teórico-prática e outra prática. A primeira, é desenvolvida com carácter de seminários por temas, tanto na faculdade como na empresa; a segunda, é desenvolvida preferencialmente na empresa. Na primeira parte são dados a conhecer as matérias novas para o desenvolvimento do projeto e os conhecimentos relativos à realidade da empresa onde este é realizado. Na segunda parte o grupo elabora o planeamento e dá cumprimento à sua execução, incluindo os pontos de controlo, nos quais fazem apresentações sujeitas à avaliação.

A avaliação tem três componentes: a relativa ao processo de desenvolvimento (Cdes); a relativa ao desempenho do resultado do projeto (Cres); e a relativa ao desempenho no seminário de apresentações finais (Csem).

No final há um seminário onde os grupos fazem a apresentação do seu projeto.

A classificação é estabelecida por: 25% Cdes + 50% Cres + 25% Csem.

As Cdes e Cres são atribuídas pelos responsáveis pela UC em articulação com o staff da empresa.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The UC has two parts: a theoretical-practical and a practical one. The first is developed as a seminar, both in college and in the company; the second, is developed preferably in the company. In the first part, new materials for the development of the project and knowledge related to the reality of the company where it is carried out are presented. In the second part, the group prepares the planning and complies with its execution, including the control points, in which they make presentations subject to evaluation.

The evaluation has three components: the one related to the development process (Cdes); the one related to the performance of the project's result (Cres); and the one related to the performance in the seminar of final presentations (CSEM).

At the end there is a seminar where the groups present their project.

The classification is established by: 25% Cdes + 50% Cres + 25% Csem.

Cdes and Cres are assigned by those responsible for UC in conjunction with the company's staff.

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

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

É um trabalho desenvolvido em equipa:

- *que implica análise da ideia e definição de especificações;*
- *que implica tomadas de decisão;*
- *que tem de produzir algo em concreto;*
- *que é avaliado pelo modo como foi desenvolvido, pelo desempenho do que for produzido e pela forma como passou a informação;*
- *em que a avaliação é descentralizada a todos os envolvidos.*

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

It is a team work:

- *Which implies analysis of the idea and definition of specifications;*

- *which implies decision making;*
- *that you have to produce something in particular;*
- *that it is evaluated by the way it was developed, by the performance of what is produced and by the way the information was transmitted;*
- *where the assessment is decentralized to all involved.*

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Karl T. Ulrich, Steven D. Eppinger, “Product Design and Development”, McGraw-Hill, 2012, ISBN 978-0-07-340477-6.

Christopher A. Mattson, Carl D. Sorensen, “Product Development: Principles and Tools for Creating Desirable and Transferable Designs”. Springer Nature, 2019, ISBN 3030148998.

Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK), 6th Edition, Project Management Institute Editions

Mapa IV - Telerobótica e Sistemas Autónomos

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Telerobótica e Sistemas Autónomos

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Robotics and Autonomous Systems

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EEC

4.4.1.3. Duração:

Semestral/Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP:28; PL:28

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Obrigatória

4.4.1.7. Observations:

Mandatory

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

José António Barata de Oliveira - TP:14h; PL:14h

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

Ricardo Luís Rosa Jardim Gonçalves - TP:14h; PL:14h

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

1. Conhecer

- *Conceitos fundamentais de Sistemas Autónomos e tele-Operados*
- *Arquiteturas e os diferentes tipos que caracterizam os sistemas autónomos*
- *A funcionalidade reativa e deliberativa dos sistemas autónomos*
- *Conceitos fundamentais de planeamento, Aprendizagem, HRI, e sistemas multi robot*

2. Capaz de Fazer

- *Equacionar problemas novos e estratégias de implementação*
- *Desenvolver a criatividade e inovação.*

3. Competências não-técnicas

- *Capacidade de síntese e análise crítica*
- *Trabalhar em equipa*
- *Gestão de tempo e prazos*

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

1. *Understanding*
 - *Autonomous and Tele Operated Systems basic concepts*
 - *Architectures and the different types that characterise autonomous systems*
 - *Reactive and deliberative functionality in autonomous systems*
 - *Automated planning, Learning basics, HRI, Multi robot concepts*
2. *Able to Do*
 - *Addressing new problems and implementing strategies*
 - *Apply creativity and innovation*
3. *Non-Technical Competences*
 - *Develop synthesis critical thinking*
 - *Team working*
 - *Time management and compliance with deadlines*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. **INTRODUCTION**
Intelligent Robots
2. **SOFTWARE ORGANISATION OF AUTONOMY**
Introduction to Architectures
Architecture Paradigms
3. **TELEROBOTICS ARCHITECTURES**
Concepts Definition
Human Factors
4. **REACTIVE FUNCTIONALITY**
Sensors and Sensing
Perception
5. **PLANNING**
Introduction
Planning
6. **NAVIGATION**
Overview
Spatial Memory
Path Planning
Landmarks and Gateways
7. **LOCALIZATION, MAPPING, and EXPLORATION**
Localisation
Mapping
SLAM
Exploration
8. **LEARNING**
Supervised and Unsupervised
9. **HUMAN ROBOT INTERACTION**
Overview
User Interfaces
10. **MULTIROBOT SYSTEMS**
Overview
Types of MRS
Swarm Intelligence

4.4.5. Syllabus:

1. **INTRODUCTION**
Intelligent Robots
2. **SOFTWARE ORGANISATION OF AUTONOMY**
Introduction to Architectures
Architecture Paradigms
3. **TELEROBOTICS ARCHITECTURES**
Concepts Definition
Human Factors
4. **REACTIVE FUNCTIONALITY**
Sensors and Sensing
Perception
5. **PLANNING**
Introduction
Planning
6. **NAVIGATION**
Overview
Spatial Memory
Path Planning
Landmarks and Gateways
7. **LOCALIZATION, MAPPING, and EXPLORATION**
Localisation
Mapping

SLAM
 Exploration
 8. LEARNING
 Supervised and Unsupervised
 9. HUMAN ROBOT INTERACTION
 Overview
 User Interfaces
 10. MULTIROBOT SYSTEMS
 Overview
 Types of MRS
 Swarm Intelligence

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

Os conteúdos programáticos cobrem os conceitos fundamentais que o aluno deve conhecer e saber fazer sobre sistemas robotizados autónomos. A discussão dos aspetos relacionados com a organização do software em que o conceito de arquitetura é apresentado serve de base para os alunos entenderem melhor os diferentes paradigmas subjacentes ao desenvolvimento deste tipo de sistemas. As diferentes matérias apresentadas posteriormente são parte integrante dos diferentes níveis que fazem parte da arquitetura híbrida: reativo, deliberativo e interativo.

A visão global é então coerente já que os conceitos apresentados cobrem os diferentes níveis da arquitetura utilizada para implementar sistemas autónomos robotizados.

Os trabalhos a realizar nas PLs suportam a aquisição de conhecimentos e o saber fazer enunciados.

O trabalho realizado na TP e na PL está em consonância com a aquisição e competências não técnicas.

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

The syllabus covers the basic concepts that the student should know as well as the know how about autonomous robotic systems. The discussion of aspects related to the organization of software in which the concept of architecture is presented serves as the basis for students to better understand the different paradigms underlying the development of this type of systems. The different materials presented after are an integral part of the different levels that compose the hybrid architecture: reactive, deliberative and interactive.

The global vision is then coherent as the concepts presented cover the different levels of architecture used to implement robotic autonomous systems.

The work to be carried out in the PLs supports the acquisition of knowledge and the know-how to make statements.

The work carried out in TP and PL is in line with the acquisition of non-technical skills.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas teórico-práticas são dirigidas de forma a que os estudantes compreendam cada um dos tópicos listados nos objetivos de aprendizagem.

Nas aulas laboratoriais os estudantes focam-se na experimentação dos conceitos expostos nas aulas teórico-práticas de forma a saberem fazer.

Para cada trabalho prático:

*Apresentação do enunciado,
 tutorial sobre as tecnologias / ferramentas a usar,
 discussão do método de trabalho,
 realização do trabalho pelos alunos acompanhados por docente
 elaboração de relatório.
 Componentes de Avaliação*

2 Mini-Testes

3 Trabalhos Práticos

Regras de Avaliação

NT = (Mini-Teste 1 + Mini-Teste 2) / 2

NT >= 9.5

Cada Trabalho Prático >= 9.5

*NP = TP1 * Peso1 + TP2 * Peso2 + TP3*Peso3 ; Pesos são anunciados no início da UC*

*Nota Final = NP * 0.6 + NT * 0.4*

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Theoretical-practical classes are directed so that students understand each of the topics listed in the learning objectives.

In laboratory classes students focus on the experimentation of the concepts exposed in theoretical-practical classes in

order to know how to do.

For each practical work:

*Presentation of the work,
tutorial on the technology / tools to use,
discussion of the work method,
realization of the work by the students accompanied by teachers
preparation of report.
Evaluation Components*

2 Mini-Tests

3 Practical Works

Evaluation Rules

TM = (Mini-Test 1 + Mini-Test 2) / 2

TM >= 9.5

Each Practical Work >= 9.5

*PM = TP1 * Weight1 + TP2 * Weight2 + TP3*Peso3 ; Weights to be announced at the beginning of UC*

*Final Mark = PM * 0.6 + TM * 0.4*

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

Para que os estudantes apreendam os conceitos e metodologias é importante que o ensino nas aulas teórico-práticas seja imediatamente seguido de exemplos de aplicação e exercitação, garantindo assim um papel ativo na sala de aula.

Um aspeto fundamental na aprendizagem sobre sistemas autónomos robotizados são os conceitos teóricos adquiridos pelos estudantes nas aulas teórico-práticas sobre: 1) o que é uma arquitetura de software; 2) quais as mais utilizadas para construir este tipo de sistemas; e 3) os diferentes componentes que compõem a arquitetura.

Por outro lado, a experimentação realizada nas práticas laboratoriais (PL) é fundamental para garantir que os alunos sejam capazes de "vivenciarem" os problemas específicos dos sistemas robotizados autónomos e heterogéneos.

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

For students to grasp the concepts and methodologies it is important that teaching in theoretical-practical classes is immediately followed by examples of application and exercises, thus ensuring an active role in the classroom.

A fundamental aspect in learning about robotic autonomous systems are the theoretical concepts acquired by students in theoretical-practical classes on: 1) what is a software architecture; 2) which are the most useful to build this type of systems; and 3) the different components that make up the architecture.

On the other hand, the experimentation carried out in laboratory practices (PL) is essential to ensure that students are able to "experience" the specific problems of autonomous and heterogeneous robotic systems.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

TRSA - Notas de apoio.

Bonabeau, E., Dorigo, M. and Theraulaz, G. (1999) Swarm Intelligence: From Natural to Artificial Intelligence. New York ; Oxford: Oxford Univ. Press.

Ghallab, M., Nau, D. and Traverso, P. (2004) Automated Planning, Automated Planning: Theory and Practice. Elsevier. doi: 10.1016/B978-1-55860-856-6.X5000-5

Kernbach, S. (2013) Handbook of Collective Robotics. Jenny Stanford Publishing. doi: 10.1201/b14908.

Murphy, R. R. (2019) Introduction to AI ROBOTICS - Second Edition. Cambridge, Massachusetts; London, UK: MIT Press.

Mapa IV - Fabrico Aditivo

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Fabrico Aditivo

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Additive Manufacturing

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EM

4.4.1.3. Duração:

Semestral/Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

4.4.1.5. Horas de contacto:*T:28; PL:28***4.4.1.6. ECTS:**

6

4.4.1.7. Observações:*Obrigatória***4.4.1.7. Observations:***Mandatory***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Telmo G. Santos - T:28h***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***João Pedro Oliveira - PL:14h**Bruno Soares - PL:14h***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Transmitir os fundamentos do Fabrico Aditivo (FA), nomeadamente, os seus princípios físicos, tecnológicos e aplicações.**Pretende-se aquisição de conhecimentos, aptidões e competências que permitam:*

- 1) Entender o enquadramento industrial, as consequências (no projeto, produção e serviços), potencialidades e limitações do FA*
- 2) Conhecer as sete principais variantes do FA (norma ISO17296)*
- 3) Compreender os princípios físicos e tecnológicos das variantes do FA e respetivos equipamentos, tempos de produção, material de base, propriedades e aplicações das peças produzidas*
- 4) Selecionar o processo de FA em função dos materiais e aplicações industriais/ produtos*
- 5) Projetar, criar o ficheiro digital e produzir um componente ou produto por FA*
- 6) Analisar os custos de produção e avaliar a possibilidade de produção com FA, segundo os 4 critérios de avaliação do desempenho (Cadência, Custo, Qualidade e Flexibilidade)*
- 7) Identificar em que condições o FA pode criar valor no ciclo de vida do produto.*

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):*Transmit the knowledge and practical aspects of additive manufacturing (AM), namely in terms of physical principals, technological aspects and applications.*

- 1) Understand the industrial environment, the consequences, potentialities and limitations of AM compared to other manufacturing processes*
- 2) Know the seven main variants of AM (ISO 17296)*
- 3) Understand the physical and technological principles of the main variants of AM and the respective equipment involved, production times, base material, properties of the parts produced and typical applications*
- 4) Select the AM process depending on the materials and industrial applications / products*
- 5) Design, create the digital file and produce a component or product by AM*
- 6) Analyze production costs of AM comparing to traditional processes, based on the 4 performance criteria (Cadence, Cost, Quality and Flexibility)*
- 7) Identify under what conditions (how, when and at what stage) AM can create value in the product's life cycle.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1) Introdução ao Fabrico Aditivo: perspetiva histórica, atualidade e futuro, potencialidades e limitações;*
- 2) Principais variantes do Fabrico Aditivo (ISO 17296) e seus princípios físicos e tecnológicos e parâmetros de fabrico.*
- 3) Análise comparativa das principais variantes do FA, em termos dos 4 critérios de avaliação do desempenho do processo de fabrico (Cadência, Custo, Qualidade e Flexibilidade); tipo de material de base processado, equipamento necessário, propriedades das peças produzidas e aplicações típicas; Critérios para a seleção do processo de FA;*
- 4) Implicações do FA em termos de projeto dos componentes (conceção, desenho, dimensionamento) e das propriedades mecânicas (homogeneidade, isotropia, modos de falha, defeitos, etc);*
- 5) Custos de produção e criação de valor no ciclo de vida do produto;*
- 6) Aplicação prática: Trabalho em equipa de modelação e criação do ficheiro digital e estratégia de produção um componente polimérico, metálico ou composto por FA.*

4.4.5. Syllabus:

- 1) introduction to additive manufacturing (AM): history, current status and future. Potential and limitations of AM processes.*
- 2) Major AM variants (following ISO 17296), including their physical principals, technological aspects and process*

parameters.

3) *Comparative analysis of the major AM variants considering the 4 types of evaluation criteria (cadence, costs, quality, flexibility); type of base material to be processed, required equipment, properties of as-built parts and their applications. Criteria for the selection of AM processes.*

4) *Implications of AM in terms of component design (conception, design, dimensioning) e mechanical properties (homogeneity, isotropy, defects and failure modes)*

5) *Production costs and value creation in the product life cycle.*

6) *Practical applications: teamwork in project, with modelling and creation of a digital file and strategy for the production of a polymer, metallic or composite component by AM.*

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
O programa descrito cobre os aspetos essenciais do Fabrico Aditivo.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
The program described covers the essential aspects of Additive Manufacturing.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teórico-práticas e aulas laboratoriais.

Um teste e um relatório de projeto prático com apresentação pública (de produção de produto ou componente por fabrico aditivo).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Theoretical-practical classes and laboratorial classes.

1 test and a final project report with public presentation.

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

Nas aulas teórico-práticas os estudantes adquirem e aprofundam o conjunto de conhecimentos proposto. Os problemas e casos de estudo propostos cobrem a matéria dada, exigindo dos estudantes a compreensão dos conceitos teóricos, exercitando a sua utilização nos diferentes métodos de Fabrico Aditivo.

No decorrer das aulas laboratoriais os estudantes desenvolvem a capacidade para analisar e aplicar os conhecimentos em alguns processos fabrico aditivo.

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

In the theoretical-practical classes students will acquire and deepen the subject content that is taught. Problems and case studies will cover the topic that will be addressed in class, requiring students to understand the fundamental concepts, while exercising the different aspects of additive manufacturing.

In the laboratorial classes students will expand their ability for analysis and application of the knowledge that was presented during the classes.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- Additive Manufacturing Technologies: 3D Printing, Rapid Prototyping, and Direct Digital Manufacturing, Ian Gibson, David Rosen, Brent Stucker, 2ª Edição, Springer, 2015.

- Additive Manufacturing Hybrid Processes for Composites Systems, António Torres MarquesSilvia EstevesJoão P. T. PereiraLuis Miguel Oliveira et al., 1ª Edição, Springer, 2020. Open Access DOI

<https://doi.org/10.1007/978-3-030-44522-5>

- Norma / Standard ISO 17296

- Textos dos trabalhos práticos, disponíveis no CLIP / Documents from Practical Assignments, available in CLIP

Mapa IV - Aprendizagem Automática

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Aprendizagem Automática

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Machine Learning

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

I

4.4.1.3. Duração:

Semestral/Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:*T:28; PL:28***4.4.1.6. ECTS:**

6

4.4.1.7. Observações:*Obrigatória***4.4.1.7. Observations:***Mandatory***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Ludwig Krippahl - T:28h; PL: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):***Saber*

- *Compreender os paradigmas e desafios da área de Aprendizagem Automática. Aprendizagem Supervisionada, Aprendizagem Não-Supervisionada e Aprendizagem por Reforço.*
- *Aprender métodos fundamentais e suas aplicações na descoberta de conhecimento orientada aos dados. Dados, seleção de modelos, complexidade de modelos, etc.*
- *Compreender vantagens e limitações dos métodos de Aprendizagem Automática estudados.*

Fazer

- *Implementar e adaptar algoritmos de Aprendizagem Automática.*
- *Modelar experimentalmente dados reais*
- *Interpretar e avaliar resultados experimentais.*
- *Validar e comparar algoritmos de Aprendizagem Automática.*

Competências Complementares

- *Capacidade de avaliar a adequação dos métodos a dados e aplicações práticas.*
- *Capacidade de avaliar criticamente os resultados obtidos.*
- *Autonomia para aplicar e aprofundar os conhecimentos na área de Aprendizagem Automática.*

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

- *Understand the paradigms and challenges of Machine Learning, distinguishing Supervised, Unsupervised and Reinforcement learning.*
- *Learn the fundamental methods and their applications in data oriented knowledge discovery. Understand data features, the selection of models and their complexity.*
- *Understand the advantages and disadvantages of the different methods.*

Applications

- *Implement and adapt Machine Learning algorithms;*
- *Model real data experimentally.*
- *Interpret and evaluate experimental results.*
- *Validate and compare different Machine Learning algorithms.*

Soft Skills

- *Evaluate the suitability of each method to concrete applications and data sets.*
- *Critical evaluation of the results.*
- *Autonomy and self-reliance in the application and furthering studies in Machine Learning.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:*Introdução à Aprendizagem Automática.**Tipos de dados.**Medidas de proximidade e medidas de dispersão de dados. Normalização e visualização de dados. Análise de Componentes Principais*

Aprendizagem Supervisionada
Regressão, Árvores de Decisão, Redes Neurais, Máquinas de Suporte Vetorial, Modelos gráficos, K-Vizinhos mais Próximos. Avaliação e comparação de métodos de classificação. Ensembles
Aprendizagem Não-Supervisionada
Métodos de Agrupamento por partição, difusos e probabilísticos. Agrupamento Hierárquico. Cadeias de Markov
Avaliação de métodos e de resultados de agrupamento

4.4.5. Syllabus:

Introduction to Machine Learning.
Data types.
Proximity and dispersion measures. Normalization and data visualization. Principal Component Analysis.
Supervised learning.
Regression, decision trees, neural networks, support vector machines, graphic models, K-nearest neighbours.
Comparison and evaluation of classifiers. Ensemble methods.
Unsupervised learning
Clustering: partition, fuzzy, hierarchical and probabilistic. Markov Chains. Evaluation of clustering methods.

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

O programa da unidade curricular, tanto na componente de Aprendizagem Supervisionada como na componente de Aprendizagem Não-Supervisionada, cobre todos os tópicos base e uma parte substancial dos tópicos considerados opcionais na sub-área 'Advanced Machine Learning' [elective] do Computer Science Curriculum 2013 da ACM (<http://cs2013.org/>).

As várias metodologias estudadas são enquadradas com exemplos de aplicação.

Os trabalhos práticos e exercícios tutoriais permitem consolidar conhecimentos na implementação/adaptação dos algoritmos estudados a problemas reais. Será dada particular atenção à interpretação de resultados experimentais, avaliação dos métodos usados e comparação de modelos.

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

Both the Supervised and Unsupervised Learning components of the syllabus cover all the core subjects and most of the elective subjects for Machine Learning in the ACM Computer Science Curricula 2013 (<http://cs2013.org/>).

The methods studied are applied to practical examples. Tutorial classes and practical assignments promote the consolidation of theoretical knowledge as well as practice in the implementation and adaptation of the algorithms to real life problems. Practical assignments also focus on the interpretation of experimental results and the evaluation of the methods used, including the comparison of different models.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas teóricas cobrem os tópicos fundamentais da matéria, dedicando tempo para exposição da matéria e para dúvidas e discussão com os alunos.

As aulas laboratoriais destinam-se à orientação tutorial e realização dos trabalhos práticos.

Serão disponibilizados os acetatos da matéria teórica e uma página Web onde se mantém informação atualizada sobre o funcionamento da mesma.

A avaliação da UC é composta por uma componente teórico-prática (T) e uma componente laboratorial ou de projeto (P), tendo cada componente um peso de 50% na nota final. Para obter aprovação é necessário nota mínima de 10 valores em cada uma das componentes de avaliação e a nota final é a média das duas componentes de avaliação.

A componente teórico-prática (T) consiste em dois testes que contarão em partes iguais para a nota desta componente. Em alternativa, esta componente pode ser realizada por exame de recurso.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Lectures will cover the fundamental topics of the subject matter and include some time for questions and discussion. All lecture materials will be supplied for further study.

Tutorial classes will be dedicated to exercises and guidance in the practical assignments, focusing on selected topics.

Class schedules and materials will be supplied online, as well as additional information regarding the course.

Assessment

The evaluation of this curricular unit is made by two components: theoretical/problems (T) and project (P). Each component contributes with 50% to the final grade.

To pass, the student must have: a grade of at least 10 points in each of the theoretical/problems and project components. The final grade is defined as the weighted average of the two components of evaluation.

The theoretical part consists of two written individual tests; alternatively, this component can be evaluated by a written exam.

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

Os objetivos desta unidade curricular são:

a) a aquisição de conhecimentos teóricos para a compreensão dos vários paradigmas de Aprendizagem Automática, das metodologias e dos princípios da sua aplicação;

b) a aptidão para implementar estes algoritmos e, assim, resolver problemas práticos;

c) a competência para avaliar a adequação de cada método a cada caso particular e para avaliar criticamente os resultados obtidos.

O objetivo a) será atingido pela exposição da matéria, discussão e esclarecimento de dúvidas nas aulas teóricas, onde se abordará o fundamento teórico desta unidade curricular. Esta matéria será avaliada em testes individuais, onde os alunos têm um tempo limitado para mostrar o seu grau de assimilação e compreensão dos assuntos.

Os objetivos b) e c) serão atingidos principalmente pela componente prática da disciplina, se bem que sempre assente nas aulas teóricas, por meio das aulas práticas e do trabalho autónomo do aluno. As aulas práticas darão aos alunos oportunidade para aplicar os conhecimentos a casos concretos, experimentar as diferentes abordagens e examinar, em detalhe, os vários algoritmos em condições realistas. A componente prática será avaliada em dois trabalhos de grupo, avaliação esta que focará não só a implementação e aplicação dos algoritmos mas também a capacidade crítica de avaliação dos métodos escolhidos e dos resultados. Esta componente prática contribuirá também para a autonomia dos alunos.

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

The course objectives are:

a) the acquisition of theoretical knowledge to allow the understanding of the different Machine Learning paradigms, methodologies and their principles of application;

b) the skill to implement these algorithms and, thus, solve practical problems;

c) the competence to evaluate the suitability of each method to each specific situation and for a critical evaluation of the results.

Objective a) will be reached mainly through the theoretical lectures, which include exposition of the subject matter and discussion. These lectures will cover the theoretical foundation of the course and this knowledge will be evaluated in individual written tests, where the students will have limited time to show their success in assimilating and understanding the subjects.

Objectives b) and c) will be reached mainly through practice and the practical assignments, during the tutorial classes and the student's own work. Tutorial classes will give the students the opportunity to apply their knowledge to specific cases, experiment with different approaches and examine, in detail, the different algorithms in realistic conditions. This practical component will be evaluated in two group assignments, focusing on the implementation and practical application of the algorithms but also on the critical assessment of the methods and results. This component will contribute to give the student the autonomy and self-reliance needed for future applications and further studies in this field.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

T. Mitchell. Machine Learning, McGraw-Hill, 1997.

C. M. Bishop. Pattern Recognition and Machine Learning, Springer, 2006.

E. Alpaydin. Introduction to Machine Learning, Second Edition, MIT Press, 2010.

Stephen Marsland. Machine Learning: An Algorithmic Perspective CRC Press, 2011

Mapa IV - Dissertação em Engenharia de Fabrico Digital Avançado**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Dissertação em Engenharia de Fabrico Digital Avançado

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Master Dissertation in Digital Advanced Manufacturing Engineering

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EMI

4.4.1.3. Duração:*Semestral/Semester***4.4.1.4. Horas de trabalho:***840***4.4.1.5. Horas de contacto:***OT:42***4.4.1.6. ECTS:***30***4.4.1.7. Observações:***Optativa***4.4.1.7. Observations:***Optional***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***António Carlos Bárbara Grilo - OT:42h***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Todos os docentes das áreas científicas de Engenharia Industrial, Engenharia Mecânica ou Engenharia Eletrotécnica e Computadores do ciclo de estudos – OT:42h**All teachers of the study programme in the scientific areas of Industrial Engineering, Mechanical Engineering or Electrical and Computer Engineering.***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***A UC Dissertação culmina o processo formativo conducente ao grau de Mestre em Engenharia de Fabrico Digital Avançado. Os objetivos passam por assegurar que o estudante possui um nível aprofundado de conhecimento sendo capaz de integrar os conhecimentos e competências adquiridas e aplicá-los em contexto alargado, nomeadamente em enquadramentos técnicos e científicos associados àquela área.**Dissertação é de natureza científica, poderá ser de investigação aplicada ou desenvolvimento experimental, em laboratório ou imerso numa empresa, sobre temas relacionados com o avanço do conhecimento em Engenharia de Fabrico Digital Avançado.**A dissertação de mestrado a desenvolver pelo estudante deve refletir que tais objetivos foram alcançados. A defesa da dissertação visa assegurar que os estudantes se encontram aptos a comunicar as suas conclusões, os conhecimentos e os raciocínios a elas subjacentes, de uma forma clara e sem ambiguidades tanto oralmente como por escrito.***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***The UC Dissertation culminates the education process leading to the Master's degree in Advanced Digital Manufacturing Engineering. The objectives are to ensure that the student has a deep level of knowledge being able to integrate the knowledge and skills acquired and apply it in a broader context, namely in technical and scientific frameworks associated with that area.**Dissertation is of a scientific nature, may be applied research or experimental development, in the laboratory or immersed in a company, on topics related to the advancement of knowledge in Advanced Digital Manufacturing Engineering.**The master's thesis to be developed by the student must reflect that such objectives have been achieved. The defense of the dissertation aims to ensure that students are able to communicate their conclusions, the knowledge and the reasoning behind them, in a clear and unambiguous way both orally and in writing.***4.4.5. Conteúdos programáticos:***O programa consubstancia-se no desenvolvimento da dissertação, cujos objetivos são estabelecidos pelo orientador em articulação com a Comissão Científica do MEFDA. Genericamente, o trabalho segue a abordagem tradicional, contemplando as seguintes etapas:**Identificação de Problema / Desafio**Pesquisa bibliográfica**Desenvolvimento do corpo do trabalho, de natureza científica ou de projeto tecnológico**Validação de resultados**Elaboração do documento Dissertação*

Apresentação e Discussão pública

4.4.5. Syllabus:

The program is focused on dissertation development, whose objectives are established by the supervisor in articulation with MEFDA's Scientific Commission. The work development follows the conventional approach, encompassing the following stages:

Problem / Challenge Identification

Bibliographic research

Work development, either scientific or technological project oriented

Writing up of the Dissertation document

Validation of results

Presentation and Public discussion

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

Como referido, os objetivos passam por assegurar que o estudante possui um nível aprofundado de conhecimento na área de Engenharia de Fabrico Digital Avançado, sendo capaz de integrar os conhecimentos e competências adquiridas e aplicá-los em contexto alargado. O processo de desenvolvimento da Dissertação é baseado na pesquisa de informação, aplicação do conhecimento em diferentes enquadramentos científicos e tecnológicos e sua validação, potencia que se alcancem os objetivos definidos.

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

As mentioned before, the objectives envisage assuring that students acquired a thorough level of knowledge in the field of Advanced Digital Manufacturing Engineering, thus enabling an integration of acquired knowledge and skills and their utilization in broader contexts. The process of Dissertation development is supported upon information research, utilization of knowledge in different scientific and technological frameworks and corresponding validation, enabling the achievement of established objectives.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A metodologia associada ao desenvolvimento da dissertação baseia-se num mecanismo de orientação, a qual é assegurada por um docente ou investigador doutorado ou por especialista de mérito reconhecido como tal pelo Conselho do DEMI.

A dissertação é objeto de apreciação e discussão pública por um júri homologado pelo Presidente do DEMI. O júri é constituído por três a cinco membros, incluindo pelo menos um dos orientadores, devendo pelo menos dois dos membros não terem estado envolvidos na orientação do estudante. A classificação é atribuída numa escala de 0 a 20 valores, sendo necessária uma classificação mínima de 10 valores para aprovação.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The methodology associated to thesis development is based on academic supervision, which is performed by a doctorate professor or researcher. In some cases, the supervision can also be assured by a specialist whose merit must be recognized by the Council of DEMI.

The dissertation is submitted to public discussion with a jury nominated by the President of DEMI. Such jury is composed by three to five elements, including the supervisor. The grade is conceded in a scale between 0 and 20, being required a minimum of 10 for approval.

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

A metodologia associada ao desenvolvimento da dissertação baseia-se num mecanismo de orientação, a qual é assegurada por um docente ou investigador doutorado ou por especialista de mérito reconhecido como tal pelo Conselho do DEMI. Esta metodologia permite o acompanhamento por um especialista na área específica de estudo e permite uma transição para os níveis superiores de autonomia que se exigirão ao futuro mestre.

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

The methodology associated to thesis development is based on academic supervision, which is performed by a doctorate professor or researcher. In some cases, the supervision can also be assured by a specialist whose merit must be recognized by the Council of DEMI. This methodology assures that a specialist in the specific field of study supervises the developed work, and allows a transition to higher levels of autonomy that will required after the degree.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

São diversificadas as áreas científicas de Engenharia de Fabrico Digital Avançado nas quais o estudante pode vir a desenvolver a Dissertação. Desta forma, a bibliografia será dependente do tema específico sob estudo.

There are several areas within Digital Advanced Manufacturing Engineering, Mechanical Engineering and Electrotechnical and Computers Engineering in which the student might focus his thesis development. Therefore, the bibliography will be different in accordance with the research issue.

Mapa IV - Projeto Avançado em Engenharia de Fabrico Digital Avançado

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Projeto Avançado em Engenharia de Fabrico Digital Avançado

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Advanced Project in Digital Advanced Manufacturing Engineering

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EMI

4.4.1.3. Duração:

Semestral/Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

840

4.4.1.5. Horas de contacto:

OT:42

4.4.1.6. ECTS:

30

4.4.1.7. Observações:

Opcional

4.4.1.7. Observations:

Optional

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

António Carlos Bárbara Grilo - OT:42h

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

Todos os docentes das áreas científicas de Engenharia Industrial, Engenharia Mecânica ou Engenharia Eletrotécnica e Computadores do ciclo de estudos – OT:42h

All teachers of the study programme in the scientific areas of Industrial Engineering, Mechanical Engineering or Electrical and Computer Engineering.

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

A UC Projeto Avançado culmina o processo formativo conducente ao grau de Mestre em Engenharia de Fabrico Digital Avançado. Os objetivos passam por assegurar que o estudante possui um nível aprofundado de conhecimento sendo capaz de integrar os conhecimentos e competências adquiridas e aplicá-los em contexto alargado. A UC implica o desenvolvimento de um trabalho de projeto avançado de aplicação dos conhecimentos a uma situação real, preferencialmente ligado a uma empresa, e apresentar os resultados obtidos. Os estudantes poderão dar seguimento ao trabalho iniciado na UC de Projeto Industrial.

O Relatório de Projeto Avançado a desenvolver pelo estudante deve refletir que tais objetivos foram alcançados. A defesa do Relatório de Projeto Avançado deve assegurar que os estudantes se encontram aptos a comunicar as suas conclusões, os conhecimentos e os raciocínios a elas subjacentes, de uma forma clara e sem ambiguidades tanto oralmente como por escrito.

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

The UC Advanced Project culminates the training process leading to the Master's degree in Advanced Digital Manufacturing Engineering. The objectives are to ensure that the student has a deep level of knowledge being able to integrate the acquired knowledge and skills and apply them in a broader context. The UC involves the development of an advanced project to apply knowledge to a real situation, preferably linked to a company, and present the results obtained. Students will be able to continue the work started at the UC of Industrial Design.

The Advanced Project Report to be developed by the student must reflect that such objectives have been achieved.

The defense of the Advanced Project Report should ensure that students are able to communicate their conclusions, the knowledge and the reasoning behind them, in a clear and unambiguous way both orally and in writing.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

O programa consubstancia-se no desenvolvimento de um projeto, cujos objetivos são estabelecidos pelo orientador em articulação com a Comissão Científica do MEFDA. Genericamente, o trabalho segue a abordagem tradicional, contemplando as seguintes etapas:

Identificação de Problema / Desafio

Desenvolvimento do trabalho, de natureza de projeto tecnológico

Protótipo

Elaboração do documento Relatório do Projeto Avançado

Apresentação e Discussão pública

4.4.5. Syllabus:

The program is focused on dissertation development, whose objectives are established by the supervisor in articulation with MEFDA's Scientific Commission. The work development follows the conventional approach, encompassing the following stages:

Problem / Challenge Identification

Work development of the technological project

Prototype

Writing of the document Report of Advanced Project

Presentation and Public discussion

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

Como referido, os objetivos passam por assegurar que o estudante possui um nível aprofundado de conhecimento na área de Engenharia de Fabrico Digital Avançado, sendo capaz de integrar os conhecimentos e competências adquiridas e aplicá-los em contexto alargado. O processo de desenvolvimento do Projeto Avançado é baseado na identificação e caracterização de um problema, aplicação do conhecimento em diferentes enquadramentos científicos e tecnológicos e sua validação através de protótipo, potencia que se alcancem os objetivos definidos.

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

As mentioned, the objectives are to ensure that the student has a deep level of knowledge in the field of Advanced Digital Manufacturing Engineering, being able to integrate the knowledge and skills acquired and apply it in a broader context. The development process of the Advanced Project is based on the identification and characterization of a problem, application of knowledge in different scientific and technological frameworks and its validation through a prototype, enabling the achievement of the defined objectives.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A metodologia associada ao desenvolvimento do Projeto Avançado baseia-se num mecanismo de orientação, a qual é assegurada por um docente ou investigador doutorado ou por especialista de mérito reconhecido como tal pelo Conselho do DEMI, e por um orientador em empresa.

A Relatório do Projeto Avançado, é objeto de apreciação e discussão pública por um júri homologado pelo Presidente do DEMI. O júri é constituído por três a cinco membros, incluindo pelo menos um dos orientadores, devendo pelo menos dois dos membros não terem estado envolvidos na orientação do estudante. A classificação é atribuída numa escala de 0 a 20 valores, sendo necessária uma classificação mínima de 10 valores para aprovação.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The methodology associated to thesis development is based on academic supervision, which is performed by a doctorate professor or researcher and by a supervisor from a company. In some cases, the supervision can also be assured by a specialist whose merit must be recognized by the Council of DEMI.

The Advanced Project Report, is submitted to public discussion with a jury nominated by the President of DEMI. Such jury is composed by three to five elements, including the supervisor. The grade is conceded in a scale between 0 and 20, being required a minimum of 10 for approval.

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

A metodologia associada ao desenvolvimento do Projeto Avançado baseia-se num mecanismo de orientação, a qual é assegurada por um docente ou investigador doutorado ou por especialista de mérito reconhecido como tal pelo

Conselho do DEMI e por um orientador em empresa. Esta metodologia permite o acompanhamento por um especialista na área específica de estudo e permite uma transição para os níveis superiores de autonomia que se exigirão ao futuro mestre.

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

The methodology associated to thesis development is based on academic supervision, which is performed by a doctorate professor or researcher and by a supervisor from a company. In some cases, the supervision can also be assured by a specialist whose merit must be recognized by the Council of DEMI. This methodology assures that a specialist in the specific field of study supervises the developed work, and allows a transition to higher levels of autonomy that will be required after the degree.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

São diversificadas as áreas científicas de Engenharia de Fabrico Digital Avançado nas quais o estudante pode vir a desenvolver o Projeto Avançado. Desta forma, a bibliografia será dependente do tema específico sob estudo.

There are several areas within Digital Advanced Manufacturing Engineering, Mechanical Engineering and Electrotechnical and Computers Engineering in which the student might focus his Advanced Project development. Therefore, the bibliography will be different in accordance with the research issue.

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:

As metodologias de ensino e aprendizagem são alicerçadas em conhecimento com o qual é possível fazer a análise de situações e, também, na reflexão e de criatividade conducente à síntese de soluções. É um processo formativo com equilíbrio, essencialmente com aulas teórico-práticas, construído ao longo do semestre, exigindo, da parte dos estudantes, responsabilidade e gestão de tempo.

Os métodos de avaliação contínua e a crescente utilização de trabalhos e de apresentações, leva a que um número crescente de estudantes tenha aceite o desafio, com clara melhoria nos resultados obtidos, reconhecendo que o método lhes proporciona competências que conduzem à capacidade de pensar autonomamente, com domínio de estratégias de resolução de problemas e de projetar soluções, competências muito úteis numa formação em engenharia.

4.5.1. Evidence of the teaching and learning methodologies coherence with the intended learning outcomes of the study programme:

The teaching methodologies seek to be inserted in the new learning paradigm, centered on the acquisition of skills, inevitably grounded in knowledge, involving the student in a process of reflection and creativity leading to the discovery of solutions. Gradually, starting with practical classes, it has been inculcated an idea that it is a formative process, built along the semester, demanding more responsibility from students. The methods of continuous assessment and the increasing use of group works and presentations, lead to an increasing number of students accepting the challenge, with a clear improvement in their scholar results, recognizing that the methods provide them with skills and competences that lead to the ability to think autonomously, with mastery of problem solving strategies, skills very useful in engineering training and highly appreciated by employers.

4.5.2. Forma de verificação de que a carga média de trabalho que será necessária aos estudantes corresponde ao estimado em ECTS:

A carga horária inicialmente definida baseou-se em inquéritos feitos aos estudantes e na experiência dos docentes. Atualmente, a FCT NOVA efetua, em todos os semestres, inquéritos junto do corpo docente e dos estudantes para verificar a adequabilidade da carga horária de trabalho correspondente aos ECTS previstos para cada unidade curricular. No cálculo do esforço associado a cada unidade curricular em termos de unidades de crédito (ECTS) foi considerado que 1 unidade de crédito corresponde a 28 horas de trabalho do estudante, onde se incluem as horas de contacto com os docentes e horas de trabalho autónomo. A análise dos resultados dos inquéritos permite aferir a correção dos ECTS atribuídos, servindo de linha de orientação para as correções necessárias.

4.5.2. Means to verify that the required students' average workload corresponds the estimated in ECTS.:

The workload was initially based on students' surveys and on the experience of academic staff. Currently, FCT carries out surveys in all semesters, involving both teachers and students, to check the suitability of the ECTS workload estimated for each curricular unit. For the calculation of the effort associated with each module in terms of credits (ECTS), one unit of credit was considered to correspond to 28 hours of student work. This work should entail, the contact hours with professors and the hours of autonomous work. The results from the surveys must be analyzed to check the adequacy of current ECTS, and constitute a guideline for some required adjustments.

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:

A FCT Nova dispõe de uma plataforma eletrónica (CLIP) que contém a descrição de todas as unidades curriculares, a informação relativa aos objetivos, bem como o funcionamento de cada unidade. As metodologias para avaliação da unidade curricular são igualmente disponibilizadas, bem como os sumários das aulas lecionadas. A calendarização das avaliações bem como a garantia da adequação da avaliação aos objetivos é também verificada ao nível da

coordenação do curso, nomeadamente através de reuniões que antecedem cada semestre. Nos casos em que sejam comunicados desajustes, os representantes dos estudantes falam com o Coordenador que analisa a questão com a comissão científica e qualquer outra entidade que se julgue relevante para a matéria em causa. A adequação da avaliação da aprendizagem aos objetivos das unidades curriculares é igualmente avaliada posteriormente, através das respostas aos inquéritos curriculares.

4.5.3. Means of ensuring that the students assessment methodologies are adequate to the intended learning outcomes:

The FCT provides an electronic platform (CLIP) that contains a description of all courses as well as information on the objectives, and the operation of each course. The elements for evaluation of the course are also available as well as summaries of the lessons taught. The scheduling for the evaluations as well as the assessment of the adequacy between the evaluations and the objectives is also checked at the study cycle coordination, notably in meetings that take place before each semester. Where discrepancies are reported, the student representatives speak to the Coordinator who analyses the situation with the scientific commission and any other entity relevant for that particular situation. The adequacy between the learning assessment and the unit objectives is also assessed posteriorly, through students' survey responses.

4.5.4. Metodologias de ensino previstas com vista a facilitar a participação dos estudantes em atividades científicas (quando aplicável):

A participação dos estudantes em atividades científicas é incentivada em muitas unidades curriculares deste ciclo de estudos. A bibliografia complementar das UC é normalmente constituída por artigos científicos que servem de base à elaboração de trabalhos de iniciação à investigação, muitas vezes escritos sob a forma de publicação científica. Os estudantes são igualmente convidados a assistir a palestras científicas que decorrem regularmente no DEMI e DEEC, frequentemente proferidas por investigadores estrangeiros de visita à FCT NOVA. Finalmente, na elaboração das suas dissertações os estudantes serão desafiados a ser integrados em projetos de investigação em colaboração com empresas e estimulados a escrever artigos para posterior submissão a conferências internacionais de referência.

4.5.4. Teaching methodologies that promote the participation of students in scientific activities (as applicable):

Students' participation in scientific activities is encouraged in most course units of this study programme. The complementary bibliography of UC is usually made up of scientific articles that serve as the basis for the initiation of research work, often written in the form of scientific publication. Students are also invited to attend regular scientific lectures held at DEMI and DEEC, often by foreign researchers visiting FCT NOVA. Finally, in preparing their dissertations the best students will be challenged into research projects in collaboration with companies and encouraged to write articles for later submission to international reference conferences.

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:

De acordo com o Artigo 18º do Decreto-Lei n.º 65/2018, de 16 de agosto, e tratando-se de um ciclo de estudos do 2º ciclo, com 2 anos (4 semestres), foi atribuído ao mesmo um total de 120 ECTS para a obtenção do grau de Mestre.

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:

In accordance with Article 18 of Decree-Law No. 65/2018, of 16 August, and in the case of a cycle of studies of the 2nd cycle, with 2 years (4 semesters), it was attributed a total of 120 ECTS to obtain the Master's degree.

4.6.2. Forma como os docentes foram consultados sobre a metodologia de cálculo do número de créditos ECTS das unidades curriculares:

O esforço do estudante nas várias componentes de atividade de cada unidade curricular - em muitos casos são UC já existentes ou que foram adaptadas - será continuamente aferido e reajustado pelos docentes sob a coordenação da Comissão Científica, de forma informada por inquéritos realizados na FCT NOVA, desde o início do Processo de Bolonha. Estes inquéritos periódicos auscultam os estudantes e os docentes sobre o número de horas despendidas nas várias atividades e informam o processo de ajuste de créditos ECTS. Durante o processo de elaboração das fichas das UC incluídas nesta proposta, os docentes estiveram ativamente envolvidos e auscultados sobre o método de cálculo das unidades ECTS, tendo também sido promovidas reuniões com estudantes.

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 student's effort in the various activity components of each curricular unit of the Master's course in Industrial Engineering and Management - in many cases they are already existing UC or which have been adapted - will be continuously assessed and readjusted by the professors under the coordination of the Scientific Committee, informed by surveys carried out at FCT NOVA, since the beginning of the Bologna Process. These periodic surveys listen to students and teachers about the number of hours spent in the various activities and inform the ECTS credit adjustment process. During the process of preparing the UC forms included in this proposal, teachers were actively involved and consulted on the method of calculating ECTS units, and meetings with students were also promoted.

4.7. Observações

4.7. Observações:

Observação a): Secção 1 - 4.3 Plano de estudos - Unidade Curricular do Bloco Livre: O estudante deverá realizar 6 ECTS de entre as unidades curriculares que integram o designado Bloco Livre FCT, aprovado anualmente pelo Conselho Científico da FCT NOVA, o qual inclui unidades de todas as áreas científicas da FCT NOVA.

4.7. Observations:

Observation a): Section 1 - 4.3 Study plan - Unrestricted Elective: The student must perform 6 ECTS from the courses that make up the designated Bloco Livre FCT, approved annually by the FCT NOVA Scientific Council, which includes units of all scientific areas of the FCT NOVA.

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.

António Carlos Bárbara Grilo

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 / Specialist | Especialista / Specialist | Área científica / Scientific Area | Regime de tempo / Employment regime | Informação/ Information |
|--|---|----------------------------|---------------------------|---|-------------------------------------|---------------------------------|
| Ana Sofia Leonardo Vilela de Matos | Professor Auxiliar ou equivalente | Doutor | | Engenharia Industrial, na especialidade de Sistemas de Gestão | 100 | Ficha submetida |
| António Carlos Bárbara Grilo | Professor Associado ou equivalente | Doutor | | Gestão Industrial - Comércio Electrónico | 100 | Ficha submetida |
| Ana Paula Ferreira Barroso | Professor Auxiliar ou equivalente | Doutor | | Engenharia de Sistemas | 100 | Ficha submetida |
| Isabel Maria do Nascimento Lopes Nunes | Professor Associado ou equivalente | Doutor | | Engenharia Industrial | 100 | Ficha submetida |
| António José Freire Mourão | Professor Associado ou equivalente | Doutor | | Engenharia Mecânica | 100 | Ficha submetida |
| Carla Maria Moreira Machado | Professor Auxiliar ou equivalente | Doutor | | Engenharia Mecânica | 100 | Ficha submetida |
| Nuno Manuel Ribeiro Pregoça | Professor Associado ou equivalente | Doutor | | Informática | 100 | Ficha submetida |
| Rui Fernando dos Santos Pereira Martins | Professor Auxiliar ou equivalente | Doutor | | Engenharia Mecânica | 100 | Ficha submetida |
| Radu Godina | Professor Auxiliar convidado ou equivalente | Doutor | | Engenharia e Gestão Industrial | 100 | Ficha submetida |
| José António Barata de Oliveira | Professor Associado ou equivalente | Doutor | | Engenharia Electrotécnica | 100 | Ficha submetida |
| Pedro Samuel Gonçalves Coelho | Professor Auxiliar ou equivalente | Doutor | | Engenharia/Mecânica | 100 | Ficha submetida |
| Marta Isabel Pimenta Verdete da Silva Carvalho | Professor Auxiliar ou equivalente | Doutor | | Engenharia Mecânica | 100 | Ficha submetida |
| Bruno Alexandre Rodrigues Simões Soares | Professor Auxiliar convidado ou equivalente | Doutor | | Líderes para as Indústrias Tecnológicas | 100 | Ficha submetida |
| Ludwig Krippahl | Professor Auxiliar ou equivalente | Doutor | | Bioquímica estrutural | 100 | Ficha submetida |
| Telmo Jorge Gomes dos Santos | Professor Associado ou equivalente | Doutor | | Engenharia Mecânica | 100 | Ficha submetida |
| Nuno Alberto Marques Mendes | Professor Auxiliar ou equivalente | Doutor | | Engenharia Mecânica | 100 | Ficha submetida |
| João Francisco Alves Martins | Professor Associado ou equivalente | Doutor | | Engenharia Electrotécnica e de Computadores | 100 | Ficha submetida |

| | | | | | |
|--|---|--------|---|-------------|-----------------|
| João Pedro de Sousa Oliveira | Professor Auxiliar convidado ou equivalente | Doutor | Ciência e Engenharia de Materiais | 100 | Ficha submetida |
| Fernando José Almeida Vieira do Coito | Professor Associado ou equivalente | Doutor | Engenharia Electrotécnica e Computadores | 100 | Ficha submetida |
| Helena Maria Lourenço Carvalho Remígio | Professor Auxiliar ou equivalente | Doutor | Engenharia Industrial | 100 | Ficha submetida |
| Rogério Salema Araújo Puga Leal | Professor Auxiliar ou equivalente | Doutor | Engenharia Industrial - Sistemas de Gestão | 100 | Ficha submetida |
| José Manuel Cardoso Xavier | Professor Auxiliar ou equivalente | Doutor | Engenharia Mecânica | 100 | Ficha submetida |
| Pedro Miguel Ribeiro Pereira | Professor Auxiliar ou equivalente | Doutor | Engenharia Electrotécnica e de Computadores / Electrónica | 100 | Ficha submetida |
| Ricardo Luís Rosa Jardim Gonçalves | Professor Catedrático ou equivalente | Doutor | Sistemas de Informação Industriais/Eng. Electrotécnica | 100 | Ficha submetida |
| | | | | 2400 | |

<sem resposta>

5.4. Dados quantitativos relativos à equipa docente do ciclo de estudos.

5.4.1. Total de docentes do ciclo de estudos (nº e ETI)

5.4.1.1. Número total de docentes.

24

5.4.1.2. Número total de ETI.

24

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: | 24 | 100 |

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): | 24 | 100 |

5.4.4. Corpo docente do ciclo de estudos especializado

5.4.4. Corpo docente do ciclo de estudos especializado / "Specialised teaching staff" of the study programme.

| Corpo docente especializado / Specialized teaching staff | ETI / FTE | Percentagem* / Percentage* |
|--|-----------|----------------------------|
| Docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor especializados nas áreas fundamentais do ciclo de estudos (ETI) / Teaching staff holding a PhD and specialised in the fundamental areas of the study programme | 20 | 83.33333333333333 |
| 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 |
| | | 24 |

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 | 23 | 95.83333333333333 |
| 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 Regulamento da FCT NOVA relativo à Avaliação do Desempenho (<https://dre.pt/application/file/a/107756834>) tem por objetivo avaliar o desempenho dos docentes, visando avaliá-lo em função do mérito e melhorar a sua qualidade. A avaliação abrange todos os docentes das escolas envolvidas, tem em conta a especificidade de cada área disciplinar e considera todas as vertentes da respetiva atividade: a) Docência; b) Investigação científica, desenvolvimento e inovação; c) Tarefas administrativas e de gestão académica; d) Extensão universitária, divulgação científica e prestação de serviços à comunidade. Os resultados da avaliação têm consequências no posicionamento remuneratório, contratação por tempo indeterminado e renovações de contratos. Para a permanente atualização dos docentes contribui, a implementação de uma política de estímulo à investigação de qualidade com o objetivo de incentivar projetos com potencial de investigação e reconhecer o mérito dos investigadores mais destacados.

5.5. Procedures for the assessment of the teaching staff performance and measures for their permanent updating and professional development.

The FCT NOVA Performance Evaluation Regulation (<https://dre.pt/application/file/a/107756834>) evaluates the merit of all academic staff, in order to improve their quality. The evaluation considers the specificities of each scientific area and aims at all the aspects of academic activity: a) Teaching; b) Research, development and innovation; c) Administrative work and academic management; d) Dissemination and community support activities. The evaluations' results impact the remuneration of the academic staff, tenure, contract renewal of professors, authorisation of sabbatical leaves, teaching load, and grants.

The implementation of incentives for quality research based on the evaluation, contributes to continuous updates of staff, to improve the research potential, and to acknowledge the merit of the most recognised professors.

5.6. Observações:

n.a.

5.6. Observations:

n.a.

6. Pessoal Não Docente**6.1. Número e regime de tempo do pessoal não-docente afeto à lecionação do ciclo de estudos.**

O DEMI conta com o apoio de técnicos especializados e em exclusividade que prestam todo o apoio necessário ao ciclo de estudos do MEGI, nomeadamente: três Assistentes Técnicos (Fernanda Pacheco, Sandra Spínola e António Campos), um Técnico Superior (João Elias) e um Assistente Operacional (Paulo Magalhães).

O António Campos e o Paulo Magalhães garantem a gestão do material, ferramentas e manutenção, bem como o apoio aos trabalhos dos estudantes do Laboratório de Tecnologia Industrial. Pontualmente, prestam também apoio técnico e oficial aos trabalhos dos restantes Laboratórios do DEMI. Adicionalmente, o curso contará também com o apoio dos elementos do DEEC. A Helena Inácio dará apoio administrativo maioritariamente na fase de conclusão do curso; a Elsa Abrantes irá gerir os sistemas informáticos de apoio aos cursos (CLIP, PURE, pág. WEB); o Octávio Gralha irá tratar, fundamentalmente, da manutenção de todos os equipamentos informáticos nos diversos laboratórios do DEEC.

6.1. Number and work regime of the non-academic staff allocated to the study programme.

The DEMI has the support of specialized and exclusive technicians who provide the necessary assistance for this cycle of studies, namely: three Technical Assistants (Fernanda Pacheco, Sandra Spínola and António Campos), a Senior Technician (João Elias) and an Assistant Operational (Paulo Magalhães). António Campos and Paulo Magalhães guarantee the management of material, tools and maintenance, as well as the support to students that develop works in the Industrial Technology Laboratory. Occasionally, they also provide technical and workshop support to the work of the other DEMI Laboratories. Additionally, will have the support of technical elements from DEEC. Helena Inácio will provide administrative support mostly in the course completion phase; Elsa Abrantes will manage the course support

computer systems (CLIP, PURE, web page); Octávio Gralha will deal mainly with the maintenance of all computer equipment in the various DEEC laboratories.

6.2. Qualificação do pessoal não docente de apoio à lecionação do ciclo de estudos.

9º Ano de escolaridade: Paulo Magalhães.

12º Ano de escolaridade: Fernanda Pacheco, Sandra Spínola, António Campos, Helena Inácio, Elsa Abrantes, Octávio Gralha

Mestrado: João Elias.

6.2. Qualification of the non-academic staff supporting the study programme.

9th Grade: Paulo Magalhães

12th Grade: Fernanda Pacheco, Sandra Spínola, António Campos, Helena Inácio, Elsa Abrantes, Octávio Gralha

Master: João Elias

6.3. Procedimento de avaliação do pessoal não-docente e medidas conducentes à sua permanente atualização e desenvolvimento profissional.

A avaliação do pessoal não docente é efetuada segundo o SIADAP – Sistema Integrado de Avaliação de Desempenho da Função Pública – o qual assenta na definição de objetivos institucionais que são desdobrados pela organização. Os objetivos a atingir por cada funcionário, administrativo ou técnico, são definidos no início de cada ciclo avaliativo e estão

alinhados com os objetivos estratégicos da instituição. A progressão do funcionário, a existir, dependerá da avaliação bienal que é feita em função do cumprimento das metas fixadas.

6.3. Assessment procedures of the non-academic staff and measures for its permanent updating and personal development

The performance of non-academic staff is based on SIADAP – Integrated System for Performance Evaluation of Public Administration. SIADAP requires the definition and deployment of institutional objectives. The goals to be attained by the nonacademic staff are aligned with the institution strategic objectives and are defined at the beginning of each evaluation cycle. The career progression of staff depends on their biennial evaluation, which is based on the degree of accomplishment of the predefined goals.

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 Campus da FCT NOVA conta com cerca de 129 salas de aula, 12 anfiteatros, 479 laboratórios, um auditório com 817 m2 de área útil, uma biblioteca com auditório, sala de exposições e gabinetes de estudo individuais e em grupo. Para estudo individual ou em grupo, os estudantes podem contar com vários gabinetes dispersos pelos vários departamentos do Campus.

Estão ainda disponíveis os seguintes laboratórios pertencentes ao DEMI e DEEC:

- Máquinas Elétricas*
- Instrumentação e Medidas Elétricas*
- Sistemas Digitais*
- Robótica*
- Automação*
- Célula Flexível Manufactura*
- Engenharia da Qualidade;*
- Ergonomia;*
- Fabrico Digital Avançado*
- Impressão 3D e Engenharia Inversa*

7.1. Facilities used by the study programme (lecturing spaces, libraries, laboratories, computer rooms, ...):

The FCT NOVA Campus has around 129 classrooms, 12 amphitheatres, 479 laboratories, an auditorium with 817 m2 of floor space, a library with an auditorium, an exhibition room and individual and group study offices. For individual or group study, students can use several offices spread across the various departments of the Campus.

There also available the following laboratories from DEMI and DEEC:

- Electrical Machines*
- Instrumentation and Measurements*
- Digital Systems*
- Robotics*
- Automation*
- Flexible Factory Cell*
- Quality Engineering Lab*
- Ergonomics Lab*
- Advanced Digital Manufacturing*
- 3D Printing and Reverse Engineering.*

7.2. Principais equipamentos e materiais afetos e/ou utilizados pelo ciclo de estudos (equipamentos didáticos e científicos, materiais e TIC):

Estarão disponíveis: máquina de medir 3-dimensional 700 x 400, equipamento para metrologia dimensional, sonómetros, Luxímetros, simuladores de distribuições, estação de trabalho com torno CNC, estação de trabalho com fresadora CNC, robôs de manipulação de componentes, sistema automático de armazenagem, estação de montagem com sistema de controlo da qualidade baseado em visão artificial, simulador de microfábrica, transportador com controlo automatizado para movimentação dos componentes, computadores para controlo dos equipamentos e respectivo software, impressoras 3D, scanner 3D de mesa rotativa, Bicicleta Ergonómica Monark e equip. para teste Astrand-Rhyning, plataforma de força c/ dinamómetro digital p/ testes MVC região dorsal, computadores PC com software específico (e.g. ARENA, Lekin), robôs de de 5 eixos e móveis, sistema de comutação de garras SCHUNK, feeder, armazém automático, Célula FESTO-Node, conveyor, warehouse kits, process cell kits, 3 PLCs.

7.2. Main equipment or materials used by the study programme (didactic and scientific equipment, materials, and ICTs):

It will be available: 700 x 400 3-dimensional measuring machine, equipment for dimensional metrology, sound meters, Luxmeters, distribution simulators, CNC lathe workstation, CNC milling workstation, component handling robots, automatic storage system, assembly station with artificial vision based quality control system, microfactory simulator, conveyor with automated control to move the components, computers to control the equipment and respective software, 3D printers, 3D rotary table scanner, Monark Ergonomic Bicycle and equipment to Astrand-Rhyning test, force platform with digital dynamometer to MVC tests on the dorsal region, PC computers with specific software (e.g. ARENA, Lekin), robots of 5 axis and mobile, SCHUNK grapple switching system, feeder, automatic warehousing, FESTO-Node cell, conveyor, warehouse kits, process cell kits, 3 PLCs.

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 |
|--|--|--|--|---|
| UNIDEMI – Unidade de Investigação em Engenharia Mecânica e Industrial / Research Unit in Mechanical & Industrial Engineering | Excelente/Excellent (2019-2022) | Faculdade de Ciências e Tecnologia da NOVA | 16 | Todos os docentes das UC são membros Integrados do UNIDEMI / All academic teaching faculty are integrated members of UNIDEMI https://www.fct.unl.pt/investigacao/unidade-de-investigacao-e-desenvolvimento-em-engenharia-mecanica-e-industrial |
| NOVA LINCS - Laboratory for Computer Science and Informatics | Excelente/Excellent (2019-2022) | Faculdade de Ciências e Tecnologia da NOVA | 2 | Todos os docentes das UC são membros Integrados do NOVA LINCS / All academic teaching faculty are integrated members of NOVA LINCS https://www.fct.unl.pt/investigacao/nova-laboratory-computer-science-and-informatics |
| CTS – Centro de Tecnologia e Sistemas | Muito Bom / Very Good (2019-2022) | Faculdade de Ciências e Tecnologia da NOVA | 5 | Todos os docentes das UC são membros Integrados do CTS / All academic teaching faculty are integrated members of CTS https://www.fct.unl.pt/investigacao/centro-de-tecnologia-e-sistemas |

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.

<https://a3es.pt/si/iportal.php/cv/scientific-publication/formId/7794f2ba-0872-156f-943a-5f50f478cce6>

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:

<https://a3es.pt/si/iportal.php/cv/high-level-activities/formId/7794f2ba-0872-156f-943a-5f50f478cce6>

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.

As parcerias internacionais têm sido consubstanciadas através de acordos bilaterais de cooperação que a NOVA tem celebrado com universidades estrangeiras e acordos de mobilidade do programa Erasmus com:

- Cologne U. of Applied Sciences, Fachhochschule Schmalkalden, Technische U. Ilmenau, Alemanha

- U. de Mons, Bélgica
- "Nikola Vaptsarov" Naval Academy, Burgas Free U., Burgas Prof. Dr. Asen Zlatarov U., National Defence College "G.S. Rakovski", Sofia U. Saint Kliment Ohridski, Tech. U. of Sofia, Todor Kableshkov Higher School of Transport, Bulgária
- U. de La Laguna, U. de Salamanca, U. de Vigo, U. de Coruña, U. Politécnica de Madrid, U. Politécnica de Catalunya, Espanha
- Tampereen Teknillinen Yliopisto, Finlândia
- U. Claude Bernard Lyon 1, França
- Technical U. of Crete, U. of the Aegean, Grécia
- Technische U. Delft (EEMCS), Holanda
- Óbuda U., Hungria
- Institute of Technology Tallaght, Irlanda
- U. degli Studi di Catania, U. degli Studi di Firenze, U. degli Studi di Palermo, U. degli Studi di Perugia, Itália
- AGH U. Science Technology, Politechnika Poznanska, Politechnika Warszawska, Politechnika Wroclawska, U. Zielonogórski, Polónia
- 1 Decembrie 1918 U. of Alba Iulia, Stefan Cel Mare U. of Suceava, U. "Alexandru Ioan Cuza" Iasi, U. Politehnica din Bucuresti, U. Tehnica din Cluj-Napoca, U. Transilvania din Brasov, Roménia
- Bulent Ecevit U., Çankaya U., Gazi U., Hacettepe U., Istanbul Gelisim U., Istanbul Medipol U., Turquia

Os docentes do DEMI e DEEC são responsáveis e/ou integram as equipas de um grande número de projetos de investigação nacionais e internacionais entre os quais: AI-4-CC, AI-4-MUFF, Vortal Inter Data, KM3D, THEMIS, MARLEM, DIGISTART, MAS, SSP, NDTRope, Hi2TRUST, LaserNDT, DiManD, InnovPlanProtect, SFCoLAB, AlmaScience, HERIT-DATA, CESME, tLOSS, YAMMI, PhotoAKI, FUELMON, IPSTERS, INTMOB, TRIZIN GO, AMBIOSENSING, BOOST 4.0, ARIBOS, SUDOKET, FIRST, aSiPhoto, Nano-TFT, LAN4CC, UVAZN GO, MPBIO GO, Storage4Grid, PERCAL GO, INSTAGRI, RICESE GO, Big Data Ocean, Secret Paper, LoCAPOD, PPGDIODE, EmGraph, SMART_VEDA, CareLink, Climate-Kic Hub Portugal, HAMLt, IRACON, GOOD MAN, ViMM, vf-OS, Nanoguard2ar, AutoCarInsp, AVERT, Spike Computing, DynaTurnTake, SHCity, ARCON-ACM, I2MHB, Uterine Explorer, SigmaRail, ACACIA, Open MOS, PERFORM, PROTEUS, BEinCPPS, OPTIMUM, DIVERSITY, LUDI, TU1403

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.

International partnerships have been substantiated through bilateral cooperation agreements that UNL has entered into with foreign universities and Erasmus mobility agreements with:

- Cologne U. of Applied Sciences, Fachhochschule Schmalkalden, Technische U. Ilmenau, Germany
- U. de Mons, Belgium
- "Nikola Vaptsarov" Naval Academy, Burgas Free U., Burgas Prof. Dr. Asen Zlatarov U., National Defence College "G.S. Rakovski", Sofia U. Saint Kliment Ohridski, Tech. U. of Sofia, Todor Kableshkov Higher School of Transport, Bulgaria
- U. de La Laguna, U. de Salamanca, U. de Vigo, U. de Coruña, U. Politécnica de Madrid, U. Politécnica de Catalunya, Spain
- Tampereen Teknillinen Yliopisto, Finland
- U. Claude Bernard Lyon 1, France
- Technical U. of Crete, U. of the Aegean, Greece
- Technische U. Delft (EEMCS), Netherlands
- Óbuda U., Hungary
- Institute of Technology Tallaght, Ireland
- U. degli Studi di Catania, U. degli Studi di Firenze, U. degli Studi di Palermo, U. degli Studi di Perugia, Italy
- AGH U. Science Technology, Politechnika Poznanska, Politechnika Warszawska, Politechnika Wroclawska, U. Zielonogórski, Poland
- 1 Decembrie 1918 U. of Alba Iulia, Stefan Cel Mare U. of Suceava, U. "Alexandru Ioan Cuza" Iasi, U. Politehnica din Bucuresti, U. Tehnica din Cluj-Napoca, U. Transilvania din Brasov, Romania
- Bulent Ecevit U., Çankaya U., Gazi U., Hacettepe U., Istanbul Gelisim U., Istanbul Medipol U., Turkey

DEMI and DEEC faculty are responsible for and/or part of the teams of a large number of national and international research projects, including:

AI-4-CC, AI-4-MUFF, Vortal Inter Data, KM3D, THEMIS, MARLEM, DIGISTART, MAS, SSP, NDTRope, Hi2TRUST, LaserNDT, DiManD, InnovPlanProtect, SFCoLAB, AlmaScience, HERIT-DATA, CESME, tLOSS, YAMMI, PhotoAKI, FUELMON, IPSTERS, INTMOB, TRIZIN GO, AMBIOSENSING, BOOST 4.0, ARIBOS, SUDOKET, FIRST, aSiPhoto, Nano-TFT, LAN4CC, UVAZN GO, MPBIO GO, Storage4Grid, PERCAL GO, INSTAGRI, RICESE GO, Big Data Ocean, Secret Paper, LoCAPOD, PPGDIODE, EmGraph, SMART_VEDA, CareLink, Climate-Kic Hub Portugal, HAMLt, IRACON, GOOD MAN, ViMM, vf-OS, Nanoguard2ar, AutoCarInsp, AVERT, Spike Computing, DynaTurnTake, SHCity, ARCON-ACM, I2MHB, Uterine Explorer, SigmaRail, ACACIA, Open MOS, PERFORM, PROTEUS, BEinCPPS, OPTIMUM, DIVERSITY, LUDI, TU1403, Annex67.

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:

Sendo este um ciclo de estudo novo, sem equivalente em Portugal, e que surge da convergência de 3 áreas científicas apresentamos avaliação conjunta. Relativamente à Engenharia e Gestão Industrial, de acordo com a informação obtida

em <http://infocursos.mec.pt>, em 115 diplomados entre 2013 e 2016, em média, 1,3% diplomados do curso MIEGI da FCT NOVA estavam registados como desempregados no IEFP em 2017. Em relação a Engenharia Mecânica, os dados oficiais (<http://infocursos.mec.pt/dges.asp?code=0903&codc=9369>), a situação dos recém-formados entre 2013 e 2016 registados no IEFP como desempregados em 2017, é a seguinte: 3,1% do curso MIEMc da FCT NOVA. Em relação à Engenharia Eletrotécnica e Computadores, de acordo com a informação atual em <http://infocursos.mec.pt>, a percentagem de desempregados do MIEEC no IEFP é de 2,8%. Estes dados mostram uma situação no contexto da área de formação assim como em termos gerais nos diplomados muito positiva em termos de empregabilidade.

9.1. Evaluation of the employability of graduates by similar study programmes, based on official data:

This being a new study cycle, without an equivalent in Portugal, and which arises from the convergence of 3 scientific areas, we present a joint evaluation. Regarding Industrial Engineering and Management, according to the information obtained at <http://infocursos.mec.pt>, in 115 graduates between 2013 and 2016, on average, 1.3% graduates of the MIEGI course at FCT NOVA were registered as unemployed at IEFP in 2017. Regarding Mechanical Engineering, the official data (<http://infocursos.mec.pt/dges.asp?code=0903&codc=9369>), the situation of recent graduates between 2013 and 2016 registered at IEFP as unemployed in 2017, is as follows: 3.1% of the MIEMc course at FCT NOVA. Regarding Electrotechnical Engineering and Computers, according to the current information at <http://infocursos.mec.pt>, the percentage of unemployed at MIEEC at IEFP is 2.8%. These data show a situation in the context of the training area. as well as in general terms in graduates very positive in terms of employability.

9.2. Avaliação da capacidade de atrair estudantes baseada nos dados de acesso (DGES):

Em Portugal os cursos em Engenharia e Gestão Industrial, Engenharia Mecânica e Engenharia Eletrotécnica e Computadores têm preenchido a totalidade das suas vagas. O número de candidatos tem vindo a crescer, sendo largamente superior à capacidade de oferta. Este padrão de crescimento também se tem refletido nas médias de entrada dos últimos colocados, tendo atingido médias de entrada superiores a 170 pontos (numa escala de 200 pontos). A FCT NOVA tem estado em sintonia com o panorama nacional, reforçando a sua forte atratividade, como se pode constatar a partir da análise dos resultados da 1ª fase do concurso nacional de acesso ao ensino superior público do MIEGI, MIEMc e MIEEC. Com base no site (<https://www.dges.gov.pt/pt/content/dges-pt>) e analisando os últimos 4 anos, verifica-se que os cursos acima têm conseguido aumentar a média de entrada. Existe uma confiança da FCT NOVA na capacidade para captar estudantes incluindo os que obtiveram o primeiro grau noutras instituições.

9.2. Evaluation of the capability to attract students based on access data (DGES):

In Portugal, courses in Industrial Engineering and Management, Mechanical Engineering and Electrical and Computer Engineering have filled all of their vacancies. The number of candidates has been growing, being much higher than the offer capacity. This growth pattern has also been reflected in the entrance averages of the last placed, having reached entrance averages above 170 points (on a scale of 200 points). FCT NOVA has been in tune with the national panorama, reinforcing its strong attractiveness, as can be seen from the analysis of the results of the 1st phase of the national competition for access to public higher education from MIEGI, MIEMc and MIEEC. Based on the website (<https://www.dges.gov.pt/pt/content/dges-pt>) and analyzing the last 4 years, it appears that the courses above have managed to increase the average entry. There is a confidence in FCT NOVA in the capacity to attract students including those who obtained their first degree in other institutions.

9.3. Lista de eventuais parcerias com outras instituições da região que lecionam ciclos de estudos similares:

Considerando como parceiras todas as Instituições de Ensino Superior do território nacional que lecionam ciclos de estudo em Engenharia e Gestão Industrial, Engenharia Mecânica e Engenharia Eletrotécnica e Computadores ou similares, a colaboração com estas tem sido estabelecida a vários níveis, nomeadamente:

- Pela participação em candidaturas conjuntas a projetos de investigação nacionais e internacionais;
- Pela colaboração ao nível da participação em júris de mestrado e/ou doutoramento. Neste contexto, tem-se verificado colaboração com a generalidade das Universidades nacionais (UC, UP, UTL, UA, UM, UBI, UAIG, ISCTE);
- Pela colaboração em orientações/coorientações conjuntas.

9.3. List of eventual partnerships with other institutions in the region teaching similar study programmes:

Considering as partners all the Higher Education Institutions in the national territory that teach study cycles in Engineering and Industrial Management, Mechanical Engineering and Electrotechnical Engineering and Computers or similar, collaboration with them has been established at several levels, namely:

- For participating in joint applications for national and international research projects;
- For collaboration in terms of participation in master's and / or doctorate juries. In this context, there has been collaboration with most national Universities (UC, UP, UTL, UA, UM, UBI, UAIG, ISCTE);
- For collaborating on joint guidelines / co-orientations.

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:

Alguns dos cursos de universidades europeias com similaridades com o curso aqui proposto:

*University of Strathclyde, UK, Digital Manufacturing,
<https://www.strath.ac.uk/courses/postgraduatetaught/digitalmanufacturing/>*

*The University of Manchester, UK, MSc Advanced Manufacturing Technology & Systems Management
<https://www.manchester.ac.uk/study/masters/courses/list/04172/msc-advanced-manufacturing-technology-and-systems-management/course-details/>*

*University of LIVERPOOL, UK, Advanced Manufacturing Systems and Technology MSc,
<https://www.liverpool.ac.uk/study/postgraduate-taught/taught/advanced-manufacturing-systems-and-technology-msc-eng/overview/>*

10.1. Examples of study programmes with similar duration and structure offered by reference institutions in the European Higher Education Area:

Some courses from European universities with similarities:

*University of Strathclyde, UK, Digital Manufacturing,
<https://www.strath.ac.uk/courses/postgraduate/taught/digitalmanufacturing/>*

*The University of Manchester, UK, MSc Advanced Manufacturing Technology & Systems Management
<https://www.manchester.ac.uk/study/masters/courses/list/04172/msc-advanced-manufacturing-technology-and-systems-management/course-details/>*

*University of LIVERPOOL, UK, Advanced Manufacturing Systems and Technology MSc,
<https://www.liverpool.ac.uk/study/postgraduate-taught/taught/advanced-manufacturing-systems-and-technology-msc-eng/overview/>*

10.2. Comparação com objetivos de aprendizagem de ciclos de estudos análogos existentes em instituições de referência do Espaço Europeu de Ensino Superior:

Em termos globais os objetivos de aprendizagem dos ciclos de estudo mencionados estão bastante alinhados com o que caracteriza esta proposta. Na verdade, é generalizada a referência à natureza multidisciplinar da formação em Engenharia Digital de Fabrico Avançado bem como o foco no desenvolvimento de competências em diferentes áreas. Embora os pesos relativos das diferentes áreas da Engenharia Industrial, Engenharia Mecânica e Engenharia Eletrotécnica e Computadores possam diferir consoante os programas, há um corpo razoavelmente comum no qual se centram os objetivos de aprendizagem.

10.2. Comparison with the intended learning outcomes of similar study programmes offered by reference institutions in the European Higher Education Area:

In global terms, the learning outcomes of the study cycles mentioned are quite aligned with what characterizes this proposal. In fact, reference is made to the multidisciplinary nature of training in Digital Advanced Manufacturing Engineering as well as the focus on developing skills in different areas. Although the relative weights of the different areas of Industrial Engineering and Management, Mechanical Engineering and Electrical and Computer Engineering may differ depending on the programs, there is a reasonably common body on which the learning objectives are centered.

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 - Ver PDF

11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:

Ver PDF

11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):

[11.1.2._11.1.1.Entidade onde os estudantes completam a sua formação.pdf](#)

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:**

- *O curso beneficia da experiência dos últimos 35 anos na oferta de programas de 5 anos em engenharia e gestão industrial, engenharia mecânica e engenharia eletrotécnica e computadores*
- *Existência de muito bons laboratórios, recursos computacionais*
- *Os centros de investigação de suporte têm classificações de "Excelente" e "Muito bom"*
- *O currículo integra facilmente estudantes licenciados em áreas relacionadas de outras escolas de engenharia*
- *O currículo está alinhado com as necessidades das empresas para a Indústria 4.0*
- *Envolvimento muito forte das empresas desde o início, com seu envolvimento em bolsas de estudos, entrega de cursos e projetos*
- *Aulas completamente em inglês, potenciando estudantes internacionais*

12.1. Strengths:

- *Degree benefits from experience of delivering 5 year degree programmes in Industrial, Mechanical and Electrotechnical Engineering degrees for 35 years*
- *Existence of very good laboratories, computational resources*
- *The research centres hosted have ratings of "Excellent" and "Very Good"*
- *The curriculum easily integrates students from undergraduate degrees in related areas obtained in other engineering schools*
- *The curriculum is aligned with companies needs for Industry 4.0*
- *Very strong involvement of corporates from the beginning, with their engagement in scholarships, courses delivery and project*
- *Full delivery in English, supporting from beginning international students*

12.2. Pontos fracos:

- *Curso novo e desconhecido para estudantes, pais e empresas*
- *Visibilidade limitada do ciclo de estudos fora dos estudantes da FCT NOVA*
- *Marca FCT NOVA muito limitada*
- *Localização geográfica do campus na Margem Sul*
- *Ausência de ramos de especialização*
- *Ausência de acordos de Duplo grau com universidades internacionais*
- *Propinas muito altas, embora exista a possibilidade de patrocínios para a maioria dos estudantes*

12.2. Weaknesses:

- *New degree and unknown to students, parents and companies*
- *Limited visibility of degree outside FCT NOVA students*
- *Very low branding of FCT NOVA*
- *Southbank geographical location of the Campus*
- *No specialization branches*
- *No dual degree agreements with international universities*
- *Very high tuition fees though sponsorship will likely cover most students*

12.3. Oportunidades:

- *Curso novo e desconhecido para estudantes, pais e empresas*
- *Visibilidade limitada do curso fora dos alunos da FCT NOVA*
- *Marca da FCT NOVA pouco reconhecida*
- *Localização geográfica do Campus*
- *Inexistência de ramos ou especialização*
- *Inexistência de acordos de duplo grau com universidades internacionais*
- *Propinas muito altas, embora patrocínios de empresas poderão cobrir parte dos estudantes*

12.3. Opportunities:

- *Growing interest of society for engineers prepared for Industry 4.0 Manufacturing*
- *Expected significant increase in demand from international students, mainly Brazil*
- *Geographical proximity and close relationship with industrial companies in Setubal and Lisbon area providing visibility to the education offer*
- *End of Integrated Masters in Engineering may foster the interest in mobility from other universities*

12.4. Constrangimentos:

- *Probabilidade de que muitos estudantes (20% -30%), após a conclusão da licenciatura em EGI, EM, EEC, iniciem um mestrado em gestão ou economia ou mestrado em outros graus similares em outras universidades de referência*
- *Capacidade limitada de atrair estudantes para além dos distritos de Lisboa e Setúbal*
- *A diminuição da demografia pode levar a uma menor procura pelo ensino superior*
- *Competição de ursos de universidades internacionais de referência com oferta on-line*
- *Degradação das condições dos edifícios e laboratórios na FCT NOVA*
- *A crise do COVID-19 pode implicar orçamentos mais baixos para o ensino superior*
- *Surgimento de novas ofertas de especialização em universidades concorrentes relevantes*

12.4. Threats:

- *Likelihood that many (20%-30%) very good students after completion of BSc in IEM, ME, ECE start a MSc in Management or Economics, or MSc in other similar degrees in other reference universities*
- *Limited ability to attract students beyond Lisbon and Setubal districts*
- *Decreasing demographics may lead to less demand for higher education*
- *New international competition from well-known universities offering on-line courses*
- *Degradation of conditions of building and laboratories in FCT NOVA*
- *COVID-19 crisis may imply lower budgets for higher education and for reinforcing conditions*
- *New specialization offerings from relevant competitor universities may be offered*

12.5. Conclusões:

O MEFDA é um mestrado inserido na oferta educativa do DEMI e do DEEC da FCT NOVA que nasce da necessidade de preparar profissionais para os desafios da digitalização e do avanço tecnológico em empresas industriais. A estrutura do MEFDA é a de um curso com forte preparação nas áreas de base engenharia e gestão industrial, engenharia mecânica e engenharia eletrotécnica e computadores, lecionado por um corpo docente muito qualificado, experiente, competente e complementar. A quase totalidade dos docentes do MEFDA faz investigação nas suas áreas de docência, e o curso cria várias ligações dos estudantes ao meio empregador. O DEMI, sendo um departamento que agrega as áreas da Engenharia Mecânica e Engenharia e Gestão Industrial, disponibiliza aos estudantes condições laboratoriais significativas nas áreas da Engenharia. O mesmo acontece com o DEEC. Complementarmente, o “Perfil Curricular da FCT”, aplicado também ao MEFDA, prepara os estudantes com competências comportamentais e transversais, o que lhes permite diferenciarem-se no mercado de trabalho, nomeadamente ao nível do Empreendedorismo.

Nos últimos anos, através de eventos, reuniões e projetos conjuntos, tem sido uma constante a procura de engenheiros que tenham conhecimentos sólidos nas áreas científicas de engenharia industrial, engenharia mecânica e engenharia e eletrotécnica, que têm estado tradicionalmente separadas. Encontram-se frequentemente profissionais de uma área a realizar trabalho numa das outras áreas, mesmo sem ter a formação base para o fazer. Acreditamos que a Engenharia de Fabrico Digital Avançado dará resposta às necessidades de empresas industriais. Os estudantes de Engenharia e Gestão Industrial, Engenharia Mecânica e Engenharia Eletrotécnica e Computadores têm uma enorme procura por parte dos empregadores, reconhecendo neles competências técnicas de elevado nível para trabalhar em unidades de produção industrial tradicionais. Considerando a forte tendência crescente da procura dos estudantes de engenharia nestas 3 áreas, a subida das médias de entrada, e o paralelo noutros cursos internacionais, acredita-se que este curso terá uma procura elevada e que se prevê continuada nos próximos anos. Cerca de 95% dos estudantes de mestrado da FCT NOVA do MIEGI, MIEMc e MIEEC desenvolvem a sua dissertação

final imersos em contexto empresarial possibilitando a aplicação de conhecimentos do estado da arte em situações reais, e fomentando uma enorme proximidade entre o DEMI e DEEC e as empresas. Este curso tem o propósito de dar continuidade e reforçar esta proximidade com as empresas e as suas necessidades.

12.5. Conclusions:

MEFDA is a master's degree inserted in the educational offer of DEMI and DEEC by FCT NOVA, preparing professionals for the challenges of digitalization and technological advancement in industrial companies. MEFDA is a course with a structure that develops solid competences in the areas of industrial engineering and management, mechanical engineering and electrical engineering and computers, taught by a very qualified, experienced, competent and complementary faculty. Almost all MEFDA faculty does research in their areas of teaching, and the course creates multiple connections between students and the employer. DEMI, being a department converging the areas of Mechanical Engineering and Industrial Engineering and Management, provides students with very good laboratory conditions. The same is true with DEEC. In addition, the "FCT Curricular Profile", also applied to MEFDA, prepares students with behavioral and transversal skills, or what allows them to differentiate themselves in the job market, including in the level of Entrepreneurship.

In recent years, through events, meetings and joint projects, there was a constant demand for engineers who had knowledge in the scientific areas of industrial engineering, mechanical engineering and electrotechnical engineering, traditionally separated areas. Professionals in one area were frequently found to carry out work in other areas, even without the basic training to do so. We believe that Advanced Digital Manufacturing Engineering provides answers to the needs of industrial companies. Students in Industrial Engineering and Management, Mechanical Engineering and Electrotechnical and Computer Engineering are in large demand from employers, recognizing the high-level technical skills to work in traditional industrial production units. Considering the strong growing demand for engineering students in these 3 areas, an increase in the incoming students' scores and what is happening in other international courses, we believe that this course will have a high demand in the coming years. Approximately 95% of master's students at FCT NOVA from MIEGI, MIEMc and MIEEC develop their final dissertation immersed in a business context, enabling the application of state-of-the-art knowledge in real situations, and fostering an enormous participation between DEMI and DEEC with companies. This course aims to continue to reinforce this proximity to companies and their needs.