

# NCE/17/00074 — Apresentação do pedido - Novo ciclo de estudos

---

## Apresentação do pedido

### Perguntas A1 a A4

---

**A1. Instituição de ensino superior:**

*Instituto Politécnico De Leiria*

**A1.a. Outras Instituições de ensino superior:**

**A2. Unidade(s) orgânica(s) (faculdade, escola, instituto, etc.):**

*Escola Superior De Tecnologia E Gestão De Leiria*

**A3. Designação do ciclo de estudos:**

*Engenharia para Fabricação Digital Direta*

**A3. Study programme name:**

*Engineering for Direct Digital Manufacturing*

**A4. Grau:**

*Mestre*

### Perguntas A5 a A10

---

**A5. Área científica predominante do ciclo de estudos:**

*Engenharia Mecânica*

**A5. Main scientific area of the study programme:**

*Mechanical Engineering*

**A6.1. Classificação da área principal do ciclo de estudos (3 dígitos), de acordo com a Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março (CNAEF):**

*521*

**A6.2. Classificação da área secundária do ciclo de estudos (3 dígitos), de acordo com a Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março (CNAEF), se aplicável:**

*543*

**A6.3. Classificação de outra área secundária do ciclo de estudos (3 dígitos), de acordo com a Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março (CNAEF), se aplicável:**

*523*

**A7. Número de créditos ECTS necessário à obtenção do grau:**

*120*

**A8. Duração do ciclo de estudos (art.º 3 Decreto-Lei 63/2016, de 13 de setembro):**

*4 semestres*

**A8. Duration of the study programme (art.º 3 Decree-Law 63/2016, September 13th):**

*4 semesters*

**A9. Número máximo de admissões (artº 64º, Lei 62/2007 de 10 de Setembro):**

*40*

**A10. Condições específicas de ingresso:**

*Podem candidatar-se ao ciclo de estudos conducente ao grau de mestre:*

- 1) *Titulares do grau de licenciado ou equivalente legal em Engenharias ou áreas afins.*
- 2) *Titulares de um grau académico superior estrangeiro conferido na sequência de um 1.º ciclo de estudos organizado de acordo com os princípios do Processo de Bolonha por um Estado aderente a este Processo, em engenharias ou áreas afins.*
- 3) *Titulares de um grau académico superior estrangeiro que seja reconhecido como satisfazendo os objetivos do grau de licenciado em Engenharia ou áreas afins, pelo Conselho Técnico-Científico (CTC) da Escola Superior de Tecnologia e Gestão (ESTG) do Instituto Politécnico de Leiria (IPLeiria).*
- 4) *Detentores de um currículo escolar, científico ou profissional que seja reconhecido como atestando capacidade para a realização deste ciclo de estudos pelo CTC da ESTG-IPLeiria.*

#### **A10. Specific entry requirements:**

- May apply for access to the course of study leading to this master degree: 1) Holders of an undergraduate degree or a legal equivalent in Engineering or related fields. 2) Holders of a foreign higher education diploma, granted after a first cycle of studies, under the principles of the Bologna Process by a EU State which has subscribed this Process, in Engineering or related fields .*
- 3) Holders of a foreign higher education diploma that is recognized as meeting the objectives of an undergraduate degree by the Technical and Scientific Council (CTC) of the School of Technology and Management (ESTG) of the Polytechnic Institute of Leiria (IPLeiria), in Engineering or related areas.*
- 4) Holders of an academic, scientific or professional curriculum, recognized as adequate to attend the cycle of studies by the CTC of ESTG-IPLeiria.*

## **Pergunta A11**

---

### **Pergunta A11**

**A11. Percursos alternativos como ramos, variantes, áreas de especialização do mestrado ou especialidades do doutoramento em que o ciclo de estudos se estrutura (se aplicável):**

*Não*

**A11.1. Ramos, variantes, áreas de especialização do mestrado ou especialidades do doutoramento (se aplicável)**

**A11.1. Ramos, variantes, áreas de especialização do mestrado ou especialidades do doutoramento, em que o ciclo de estudos se estrutura (se aplicável) / Branches, options, specialization areas of the master or specialities of the PhD (if applicable)**

**Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento:**

**Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD:**

*<sem resposta>*

## **A12. Estrutura curricular**

---

**Mapa I - Não Aplicável.**

**A12.1. Ciclo de Estudos:**

*Engenharia para Fabricação Digital Direta*

**A12.1. Study Programme:**

*Engineering for Direct Digital Manufacturing*

**A12.2. Grau:**

*Mestre*

**A12.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):**

*Não Aplicável.*

**A12.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):**

*Not Applicable.*

**A12.4. Áreas científicas e créditos que devem ser reunidos para a obtenção do grau / Scientific areas and credits that**

**must be obtained for the awarding of the degree**

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Mínimos Optativos* / Minimum Optional ECTS*
Engenharia Mecânica / Mechanical Engineering	EM	93	0
Materiais / Materials	MAT	22	0
Engenharia Electrónica / Electronic Engineering	EE	5	0
<b>(4 Items)</b>		<b>120</b>	<b>0</b>

**Perguntas A13 e A16****A13. Regime de funcionamento:***Outros***A13.1. Se outro, especifique:***Diurno, Pós Laboral***A13.1. If other, specify:***Daytime, After working hours***A14. Local onde o ciclo de estudos será ministrado:**

*O ciclo de estudos será ministrado nas instalações da ESTG-IPLeia. Complementarmente, os estudantes poderão ter acesso a laboratórios do Centro para o Desenvolvimento Rápido de Sustentado de Produto do Instituto Politécnico de Leiria (CDRSP-IPLeia) e de outras instituições que integram a Infraestrutura Científica PAMI (Portuguese Additive Manufacturing Initiative) aprovada pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT) liderada pelo Politécnico de Leiria, em particular, o Centro Tecnológico de Moldes e Ferramentas Especiais (Centimfe). Estão também envolvidos num ambiente de inovação e empreendedorismo através das Incubadoras OPEN e D. Dinis.*

**A14. Premises where the study programme will be lectured:**

*The study cycle will be taught at ESTG-IPLeia. Complementary, students could also have access to several laboratories located at the Center for Rapid and Sustainable Product Development (CDRSP-IPLeia) and in other institutions that integrates the research infrastructure PAMI (Portuguese Additive Manufacturing Initiative) approved by the Portuguese Foundation for Science and Technology (FCT) and led by the Polytechnic Institute of Leiria, in particular, the Technological Center for the Mold Making, Special Tooling and Plastic Industries (Centimfe). Students will also be involved in an innovative and entrepreneurship environment through OPEN and D. Dinis incubators.*

**A15. Regulamento de creditação de formação e experiência profissional (PDF, máx. 500kB):**[A15\\_Regulamento-n.º-168-2016.pdf](#)**A16. Observações:**

*Durante o desenvolvimento do Mestrado proposto foram ouvidos o departamento de engenharia mecânica (DEM), assim como, estatutariamente previsto, os órgãos da ESTG-IPLeia, i.e, Conselho Pedagógico (CP) e Conselho Técnico-Científico (CTC); e o Conselho Académico (CA) do Politécnico de Leiria. O curso proposto teve parecer positivo destes 3 órgãos. Na presente proposta são apresentadas as atas desses órgãos.*

**A16. Observations:**

*During the development of the proposed Master degree, were heard the mechanical engineering department (DEM), and as statutorily requested, the bodies of the ESTG-IPLeia, namely the Pedagogic Board (CP) and Technical and Scientific Board (CTC); and the Academic Council (CA) of the Polytechnic of Leiria. The proposed degree had a positive opinion of these three bodies. On this proposal the minutes of all the boards are included.*

**Instrução do pedido****1. Formalização do pedido****1.1. Deliberações****Mapa II - Conselho Pedagógico ESTG-IPLeia****1.1.1. Órgão ouvido:***Conselho Pedagógico ESTG-IPLeia*

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

#### Mapa II - Conselho Técnico-Científico ESTG-IPLeia

- 1.1.1. Órgão ouvido:  
*Conselho Técnico-Científico ESTG-IPLeia*

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

#### Mapa II - Conselho Académico IPLeia

- 1.1.1. Órgão ouvido:  
*Conselho Académico IPLeia*

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

#### 1.2. Docente(s) responsável(is) pela coordenação da implementação do ciclo de estudos

#### 1.2. Docente(s) responsável(is) pela coordenação da implementação do ciclo de estudos

A(s) respetiva(s) ficha(s) curricular(es) deve(m) ser apresentada(s) no Mapa V.

*Nuno Alves , Geoffrey Mitchell e Fábio Simões*

## 2. Plano de estudos

---

#### Mapa III - - 1º Ano / 1º Semestre, First year / First Semester

- 2.1. Ciclo de Estudos:  
*Engenharia para Fabricação Digital Direta*

- 2.1. Study Programme:  
*Engineering for Direct Digital Manufacturing*

- 2.2. Grau:  
*Mestre*

- 2.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):  
 <sem resposta>

- 2.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):  
 <no answer>

- 2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:  
*1º Ano / 1º Semestre, First year / First Semester*

#### 2.5. Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Introdução à Fabricação Digital Direta e Desafios Futuros / Introduction to Direct Digital Manufacturing and Future Challenges	EM	Semestral/1 Semester	162	T-30;OT-15	6	Obrigatória/Mandatory
Tecnologia de Fabricação Digital Direta I / Direct Digital Manufacturing Technology I	EM	Semestral/1 Semester	189	TP-15;PL-15;OT-15	7	Obrigatória/Mandatory
Introdução à Investigação / Introduction to Research	EM	Semestral/1 Semester	135	T-30;OT-15	5	Obrigatória/Mandatory
Materiais de Elevado Desempenho / High Performance Materials	MAT	Semestral/1 Semester	135	T-15;PL-15;OT-15	5	Obrigatória/Mandatory
Métodos Experimentais para Caracterização de Materiais/ Experimental Methods for Material Characterization	MAT	Semestral/1 Semester	189	TP-15;PL-15;OT-15	7	Obrigatória/Mandatory

(5 Items)

**Mapa III - - 1º Ano/2º Semestre, First year/Second Semester****2.1. Ciclo de Estudos:***Engenharia para Fabricação Digital Direta***2.1. Study Programme:***Engineering for Direct Digital Manufacturing***2.2. Grau:***Mestre***2.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):**

&lt;sem resposta&gt;

**2.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):**

&lt;no answer&gt;

**2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:***1º Ano/2º Semestre, First year/Second Semester***2.5. Plano de Estudos / Study plan**

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Tecnologia de Fabricação Digital Direta II / Direct Digital Manufacturing Technology II	EM	Semestral/1 Semester	135	TP-15;PL-15;OT-15	5	Obrigatória/Mandatory
Materiais para Fabricação Digital Direta/Materials for Direct Digital Manufacturing	MAT	Semestral/1 Semester	135	T-15;PL-15;OT-15	5	Obrigatória/Mandatory
Fabricação Digital Direta para Aplicações Médicas e Dentárias / Direct Digital Manufacturing for Medical and Dental Applications	EM	Semestral/1 Semester	135	TP-15;PL-15;OT-15	5	Optativa / Elective
Fabricação Digital Direta para Aplicações Industriais / Direct Digital Manufacturing for Industrial Applications	EM	Semestral/1 Semester	135	TP-15;PL-15;OT-15	5	Optativa / Elective
Fabricação Digital Direta para Produtos Personalizados / Direct Digital Manufacturing for Personal Products	EM	Semestral/1 Semester	135	TP-15;PL-15;OT-15	5	Optativa / Elective
Metodologias de Investigação / Research Methodologies	EM	Semestral/1 Semester	135	T-30;OT-15	5	Obrigatória/Mandatory
Reciclagem de Materiais /Recycling	MAT	Semestral/1 Semester	135	TP-15;PL-15;OT-15	5	Obrigatória/Mandatory
Automatização e Robótica /Automation and Robotics	EE	Semestral/1 Semester	135	T-15;PL-15;OT-15	5	Obrigatória/Mandatory

(8 Items)

**Mapa III - - 2º Ano/1º e 2º Semestres, Second Year/First and Second Semesters****2.1. Ciclo de Estudos:***Engenharia para Fabricação Digital Direta***2.1. Study Programme:***Engineering for Direct Digital Manufacturing***2.2. Grau:***Mestre***2.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):**

&lt;sem resposta&gt;

**2.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):**

&lt;no answer&gt;

**2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:**

2º Ano/1º e 2º Semestres, Second Year/First and Second Semesters

**2.5. Plano de Estudos / Study plan**

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Dissertação / Dissertation	EM	Anual/Annual	1620	TP-60	60	Optativa / Elective
Projeto/Project	EM	Anual/Annual	1620	TP-60	60	Optativa / Elective
Estágio/Internship (3 Items)	EM	Anual/Annual	1620	E-60	60	Optativa / Elective

**3. Descrição e fundamentação dos objetivos, sua adequação ao projeto educativo, científico e cultural da instituição, e unidades curriculares****3.1. Dos objetivos do ciclo de estudos****3.1.1. Objetivos gerais definidos para o ciclo de estudos:**

*Este Mestrado Internacional está desenhado para responder aos desafios da digitalização da indústria (Indústria 4.0) através da Fabricação Digital Direta (FDD), sendo apoiado pela Infraestrutura Científica PAMI, permitindo aprofundar os conhecimentos e competências neste domínio emergente nas vertentes científica, tecnológica e social integradas nos desafios sociais.*

*Permitirá também dar continuidade à formação de 1º ciclo em engenharia existente no IPEiria e em outras instituições de ensino superior, consolidando assim a oferta de 2º ciclo em engenharia na instituição.*

*Contribuirá fortemente para desenvolver a ligação com o tecido empresarial da região através da aplicação de boas práticas e investigação industrial que permita resolver problemas de grau de dificuldade média e elevada. Os diplomados possuirão um nível considerável de autonomia, inovação, integridade científica e profissional contribuindo para que sejam agentes catalisadores de IDT em ambiente empresarial.*

**3.1.1. Generic objectives defined for the study programme:**

*This International Master is designed to respond to the challenges of industry digitalization (Industry 4.0) through Direct Digital Manufacturing (DDM). It is supported by the PAMI Scientific Infrastructure, deepening the knowledge and skills in this emerging field in scientific, technological and societal challenges.*

*It will also allow to continue the 1st cycle training in engineering existing in IPEiria and other higher education institutions, thus consolidating the 2nd cycle offer in engineering in IPEiria.*

*It will contribute strongly to reinforce the partnership between academy and companies of the region through the application of good practices and industrial research to solve problems of medium and high difficulty. Graduates will have a considerable degree of autonomy, innovation, scientific and professional integrity, contributing for being R&D catalyst in the business environment.*

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

*O mestrado pretende que os estudantes aprofundem os conhecimentos e competências no domínio emergente da FDD:*

*1) Compreender os processos FDD e o seu papel no contexto da Indústria 4.0*

*2) Selecionar processos FDD tendo em conta os materiais, a forma, a função e critérios económicos*

*3) Expandir o universo de soluções para a conceção, desenvolvimento e materialização de produtos obtidos por tecnologias FDD*

*4) Selecionar materiais adequados a determinado processo de FDD, considerando a modificação de propriedades físicas, ou outras, durante esse processo*

*5) Aplicar os processos FDD no âmbito da Indústria 4.0, nomeadamente produtos customizados/personalizados, descentralização e digitalização da produção, e modificação de cadeias logísticas*

*6) Entender os impactos de nível social decorrentes da generalização dos processos de FDD*

*7) Adquirir competências profissionais e de investigação científica, incluindo capacidades de comunicação de conhecimentos para especialistas e não especialistas*

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

*This Master's Degree aims to deepen students' knowledge and skills in the emerging field of DDM, namely:*

*1) Understanding DDM processes and their role in the context of Industry 4.0;*

*2) Select DDM processes taking into account the materials, form, function and economic criteria;*

*3) Expand the universe of solutions for the design, development and materialization of products obtained by DDM technologies;*

- 4) *Select suitable materials for a given DDM process, considering the modification of physical or other properties during this process;*
- 5) *Apply the DDM processes in the scope of Industry 4.0, namely customized and personalized products, decentralization and digitalization of production, and modification of logistics chains;*
- 6) *Understand the social-level impacts resulting from generalized DDM processes;*
- 7) *Acquire professional skills and scientific research, including knowledge communication skills for both specialists and non-specialists.*

### **3.1.3. Inserção do ciclo de estudos na estratégia institucional de oferta formativa face à missão da instituição:**

*A ESTG é uma das unidades orgânicas do IPEiria, tendo como missão formar pessoas altamente qualificadas, numa perspetiva interdisciplinar e num contexto de excelência, com capacidade de adaptação à mudança, promover a investigação, inovação, difusão e a transferência do conhecimento e cultura, a qualidade e a inovação, bem como, o empreendedorismo e a aprendizagem ao longo da vida, sendo uma força motriz de desenvolvimento regional e nacional numa perspetiva global. O IPEiria enquanto estabelecimento de ensino superior público realiza atividades nos domínios do ensino, da formação profissional, da investigação e da prestação de serviços à comunidade, regendo-se por padrões de qualidade que assegurem uma resposta adequada às necessidades da região em que se insere.*

*Este mestrado insere-se no contexto do projeto educativo, científico e cultural do IPEiria, assentando nas formações de base em engenharia mais antigas desta escola. Constitui também uma oferta formativa pioneira no contexto da Indústria 4.0, possuindo o seu corpo docente uma larga experiência e qualificação. Ao longo dos anos, a ESTG tem colocado no mercado de trabalho inúmeros diplomados em Engenharia, com uma formação de base de carácter profissionalizante, e com um impacto relevante a nível regional. Tem também contribuído com transferência de conhecimento de alto nível através de diversos protocolos com empresas, enquadrando inúmeros projetos nacionais e internacionais com os diversos parceiros do tecido empresarial e outras instituições de ensino superior quer nacionais quer internacionais.*

*Este ciclo de estudos tem associada a unidade orgânica de investigação, Centro para o Desenvolvimento Rápido e Sustentado do Produto (CDRSP) do IPEiria, tendo como missão contribuir para o desenvolvimento científico e tecnológico, conduzindo a produtos, materiais e processos mais adequados e eficientes, acrescentando valor à Indústria e promovendo na sociedade a consciência da importância da investigação para o tecido económico-social. Para cumprir a sua missão o CDRSP realiza investigação científica e tecnológica e promove ações de disseminação, formação e consultadoria em áreas estratégicas da engenharia e fabricação digital direta. Neste contexto interdisciplinar, o CDRSP possui uma forte capacidade de adaptação à mudança, promovendo o empreendedorismo e sendo uma força motriz de desenvolvimento regional, nacional e internacional.*

*Esta oferta formativa nasce como resposta da Instituição à necessidade de formação de técnicos altamente qualificados aos desafios da Indústria 4.0 através da FDD assegurando uma forte componente internacional desde o seu início. O enquadramento do Mestrado na Infraestrutura Científica PAMI inserida no Roteiro Nacional de Infraestruturas de Investigação de Interesse Estratégico da Fundação para a Ciência e Tecnologia garante que este decorra num ecossistema profícuo.*

### **3.1.3. Insertion of the study programme in the institutional training offer strategy against the mission of the institution:**

*ESTG is one of the organic units of IPEiria, whose mission is to train highly qualified people, in an interdisciplinary perspective and in a context of excellence, with capacity to adapt to change, to promote research, innovation, diffusion and transfer of knowledge and culture, to quality and innovation as well as entrepreneurship and lifelong learning as a driving force for regional and national development from a global perspective. IPEiria as a public higher education institution carrying out activities in the fields of education, vocational training, research and service provision to the community, being governed by quality standards that ensure an adequate response to the needs of the region in which it operates.*

*This master's degree is part of IPEiria's educational, scientific and cultural project, based on the oldest engineering-based formations of this school. It is also a pioneering training offer in the context of Industry 4.0, having its academic staff a wide experience and qualification. Over the years, ESTG has placed many graduates in Engineering, with a basic vocational training, with a relevant impact at the regional level. It has also contributed to high-level knowledge transfer through various protocols with companies, framing numerous national and international projects with the various partners as companies and other institutions of higher education, both national and international.*

*This cycle of studies is associated with the Organic Research Unit of IPEiria, Center for Rapid and Sustainable Product Development (CDRSP), whose mission is to contribute to scientific and technological development, leading to more adequate and efficient products, materials and processes, adding value to industry and promoting awareness in society of the importance of research in the economic and social context. To fulfill its mission, the CDRSP carries out scientific and technological research and promotes dissemination, training and consulting activities in strategic engineering and direct digital manufacturing areas. In this interdisciplinary context, CDRSP has a strong capacity to adapt to change, promoting entrepreneurship and being a driving force for regional, national and international development.*

*This training offer starts as a response of the Institution to the need to train highly qualified technicians to the challenges of Industry 4.0 through the DDM, ensuring a strong international component since its beginning. This Master is strongly connected with the Scientific Infrastructure PAMI integrated on the National Roadmap for Research Infrastructures of Strategic Interest of the Portuguese Foundation for Science and Technology (FCT) which ensures a suitable ecosystem for its feasibility.*

### 3.2. Adequação ao projeto educativo, científico e cultural da Instituição

#### 3.2.1. Projeto educativo, científico e cultural da Instituição:

*O Instituto Politécnico de Leiria (IPLeiria) é uma instituição pública de ensino superior comprometida com a formação integral dos cidadãos, a aprendizagem ao longo da vida, a investigação, a difusão e transferência do conhecimento e cultura, a qualidade e a inovação. Promove ativamente o desenvolvimento regional e nacional e a internacionalização. Valoriza a inclusão, a cooperação, a responsabilidade, a criatividade e o espírito crítico e empreendedor. A ESTG é uma instituição pública de ensino superior, unidade orgânica do IPLeia. Atualmente, a ESTG conta com cerca de 6000 estudantes, distribuídos por TESP, cursos de licenciatura e cursos de mestrado, nos regimes diurno (D), pós-laboral (PL) ou a distância (EaD), nas áreas de engenharias, tecnologias, gestão, administração pública e ciências jurídicas. A oferta educativa da Instituição é diversificada e acompanha a evolução do conhecimento, da sua aplicação e das necessidades profissionais. A ESTG está fortemente empenhada com a realização de formações de carácter avançado, a prestação de serviços, a investigação científica e a transferência de tecnologia. No âmbito da cooperação, a escola tem estabelecido parcerias com empresas, quer da região de Leiria, quer com empresas de âmbito nacional, que permitem o desenvolvimento de projetos, a prestação de serviços e a lecionação de aulas em ambiente empresarial de criação e transferência de conhecimento nas áreas da engenharia e tecnologia, ciências empresariais e ciências jurídicas. Na concretização do projeto educativo, científico e cultural da ESTG existe um corpo docente altamente qualificado e pessoal técnico e administrativo também com elevadas competências profissionais e em permanente atualização. A formação avançada dos seus docentes é promovida e estimulada pelo seu enquadramento nas unidades de investigação do IPLeia. A instituição tem práticas de responsabilidade social, nomeadamente pela participação dos seus alunos, docentes e não docentes em ações e atividades de índole social, com forte componente cívica e de cidadania, e relevantes no âmbito regional ou nacional. A ESTG juntamente com o CDRSP possuem laboratórios de vanguarda propícios para o excelente funcionamento deste mestrado.*

#### 3.2.1. Institution's educational, scientific and cultural project:

*The Polytechnic Institute of Leiria (IPLeiria) is a public institution of higher education committed with the integral formation of citizens, the lifelong learning, the research, the dissemination and the transfer of knowledge and culture, the quality and the innovation. Actively promotes regional and national development and internationalization. IPLeiria values the inclusion, the cooperation, the responsibility, the creativity and the critical spirit and the entrepreneurship. The ESTG is a public institution of higher education, the organic unity of IPLeiria. Currently, ESTG – Leiria has about 6000 students spread across undergraduate and master's degrees in daytime regimes (D), after work (PL) and distance learning (DL), in the fields of engineering, technology, management, public administration and law sciences. The educational offer to the institution is diverse and it is aligned with the evolution of knowledge, its application and business needs. The ESTG is strongly committed with the realization of advanced trainings, services, scientific research and technology transfer. Concerning the cooperation with external entities, the school has established partnerships with businesses either in the region of Leiria and with companies nationwide, allowing the development of projects, services deliveries and teaching classes in a business environment, build and transfer of knowledge in the fields of engineering and technology, business sciences and law sciences. On completion of the educational, scientific and cultural project of the ESTG, there is a highly qualified teaching staff and administrative and technical staff also with relevant professional skills and in permanente training. The advanced training of the teachers is promoted and encouraged within the research units of the IPLeiria. The institution has social responsibility practices, including the participation of students, teachers and non-teachers staff in actions and activities of a social character, with a strong component of civic and citizenship, and relevant at the regional or national level. IPLeiria has research and development research units with high relevance and quality projects, endowed with appropriate infrastructures, heavily involved in the transfer of knowledge and technology to the outside. ESTG together with the CDRSP have state-of-the-art laboratories that guarantees the excellent functioning of this MSc.*

#### 3.2.2. Demonstração de que os objetivos definidos para o ciclo de estudos são compatíveis com o projeto educativo, científico e cultural da Instituição:

*O mestrado em Engenharia para Fabricação Digital Direta enquadra-se no projeto educativo, científico e cultural da Instituição pelas seguintes razões: 1) Estar incluído nos domínios nucleares de formação na instituição, nomeadamente na área das tecnologias, mais concretamente das engenharias. 2) Responder à dinâmica de desenvolvimento do projeto educativo e científico, nomeadamente pela oferta de formação avançada que responda às necessidades do meio em que está inserida. 3) Ter como objetivo o desenvolvimento de parcerias empresariais na realização de projetos e dissertações com vista à implementação de soluções inovadoras para responder aos desafios da Indústria 4.0 através da fabricação digital direta nas empresas e organizações. 4) Ter como objetivo o desenvolvimento da investigação industrial, nomeadamente pela realização de projetos e dissertações, visando a transferência do conhecimento e o empreendedorismo.*

#### 3.2.2. Demonstration that the study programme's objectives are compatible with the Institution's educational, scientific and cultural project:

*The International Master degree on Engineering for Direct Digital Manufacturing is coherent with the educational, scientific and cultural project of the institution due to the following reasons: 1) It is included in training fields of the institution, particularly in technology studies and more precisely in engineering. 2) It answers to the dynamics in the development of scientific and educational project, namely the provision of advanced training that meets the needs of the environment in which it operates. 3) It aims to develop business partnerships with the projects and dissertations focused in the implementation of innovative solutions to respond the challenges of Industry 4.0 through direct digital manufacturing in companies and organizations. 4) It aims to develop industrial research, in particular by carrying out projects and dissertations focused in knowledge transfer.*



### 3.3. Unidades Curriculares

#### Mapa IV - Introdução à FDD e Desafios Futuros/Introduction to DDM and Future Challenges

##### 3.3.1. Unidade curricular:

*Introdução à FDD e Desafios Futuros/Introduction to DDM and Future Challenges*

##### 3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

*Geoffrey Robert Mitchell , T-10*

##### 3.3.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

*Ana Lisboa, T-5;OT-5*

*Artur Mateus, T-10;OT-5*

*Leopoldina Alves, T-5;OT-5*

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

*C1. Roadmap da Indústria 4.0;*

*C2. Compreender as oportunidades e os desafios da FDD;*

*C3. Compreender a importância do software na FDD;*

*C4. Compreender o processo de design e as oportunidades de evoluir para o design por função oferecidas pela FDD;*

*C5. Compreender a natureza da inter-relação entre materiais e a tecnologia utilizada em FDD;*

*C6. Compreender os desafios da proteção de propriedade intelectual na FDD;*

*C7. Compreender os desafios sociais relacionados com a implementação generalizada da FDD.*

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

*C1. Roadmap of the Industry 4.0;*

*C2. An appreciation of the scope of the opportunities and challenges with DDM;*

*C3. An understanding of the importance of software in DDM;*

*C4. An understanding of the process of design and the opportunities to evolve to design by function offered in DDM;*

*C5. An understanding of the interrelated nature of materials and DDM Technology;*

*C6. An appreciation of the difficulties with intellectual property protection in DDM;*

*C7. An understanding of the possible social changes which will accompany the widespread implementation of DDM.*

##### 3.3.5. Conteúdos programáticos:

*1.Visão global da FDD e os seus desafios técnicos e de design*

*2.FDD e software*

*3.FDD e design, design forma e função*

*4.Natureza da inter-relação dos materiais e a tecnologia de FDD*

*5.Desafios da Propriedade intelectual/industrial com FDD*

*6.Empreendedorismo e inovação*

*7.FDD e a dimensão social*

*8.Tendências futuras para a FDD*

##### 3.3.5. Syllabus:

*1.DDM overview and technical and design challenges*

*2.DDM and software*

*3.DDM and design, design by form and function*

*4.Interrelated nature of materials and DDM technology*

*5.Intellectual Property Challenges with DDM*

*6.Entrepreneurship and innovation*

*7.DDM and the social dimension*

*8.Future trends for DDM*

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

*1.Visão global da FDD e os seus desafios técnicos/design (C1, C2)*

*2.FDD e software (C3)*

*3.FDD e design, design forma e função (C4)*

*4. Natureza da inter-relação dos materiais e a tecnologia de FDD (C5)*

*5. Desafios da Propriedade intelectual/industrial com FDD (C6)*

*6. Empreendedorismo e inovação (C6, C7)*

*7. FDD e a dimensão social (C7)*

*9. Tendências futuras para a FDD (C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7)*

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

1. DDM overview and technical and design challenges (C1, C2)
2. DDM and software (C3)
3. DDM and design, design by form and function (C4)
4. Interrelated nature of materials and DDM technology (C5)
5. Intellectual Property Challenges with DDM (C6)
6. Entrepreneurship and innovation (C6, C7)
7. DDM and the social dimension (C7)
8. Future trends for DDM (C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7)

**3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):***I. Ensino Presencial**A. Ensino Teórico:*

- Apresentação e discussão dos conceitos e abordagens utilizados em FDD;
  - Apresentação e discussão do potencial impacto social e económico da FDD.
- B. Orientação Tutorial: Sessões de orientação e discussão para orientar e estimular o processo de aprendizagem no estudante (sessões de brainstorming e workshops)*

*II. Aprendizagem Autónoma*

- Estudo - Leitura de materiais da unidade curricular (UC) e bibliografia recomendada: aplicação dos conhecimentos apreendidos aos desafios que emergem do processo ensino-aprendizagem na UC;
- Resolução dos trabalhos recomendados pela UC.

*III. Metodologia de Avaliação:*

- Um Relatório escrito, 40%
- Duas Apresentações orais com discussão, 60%

**3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):***I. Contact Teaching**A. Lectures*

- Presentation and discussion of the concepts and principles used in DDM;
- Presentation and discussion of the social and economic potential impact of DDM.

*B. Tutorial guidance: Orientation and discussion sessions to guide and stimulate student's learning process (Brainstorming sessions and Workshops)**II. Autonomous learning*

- Study: Reading of curricular unit (UC) materials and recommended bibliography: application of acquired knowledge to the challenges that emerge from the teaching-learning process at the UC.
- Resolution of UC recommended problems.

*III. Assessment:*

- One Written report, 40%
- Two Oral presentations including discussion, 60%

**3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:***I. Ensino Presencial**A. Ensino Teórico:*

- Apresentação e discussão dos conceitos e abordagens utilizados em FDD (C1, C2, C3, C4, C5);
- Apresentação e discussão do potencial impacto social e económico da FDD (C6, C7).

*B. Orientação Tutorial: Sessões de orientação e discussão para orientar e estimular o processo de aprendizagem no estudante (sessões de brainstorming e workshops) (C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7)**II. Aprendizagem Autónoma*

- Estudo - Leitura de materiais da unidade curricular (UC) e bibliografia recomendada: aplicação dos conhecimentos apreendidos aos desafios que emergem do processo ensino-aprendizagem na UC (C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7);
- Resolução dos trabalhos recomendados pela UC (C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7).

*III. Metodologia de Avaliação:*

- Um Relatório escrito, 40%
- Duas Apresentações orais com discussão, 60%

**3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:***I. Contact Teaching**A. Lectures*

- Presentation and discussion of the concepts and principles used in DDM (C1, C2, C3, C4, C5);
- Presentation and discussion of the social and economic potential impact of DDM (C6, C7).

*B. Tutorial guidance: Orientation and discussion sessions to guide and stimulate student's learning process*

*(Brainstorming sessions and Workshops) (C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7)*

#### **II. Autonomous learning**

- *Study: Reading of curricular unit (UC) materials and recommended bibliography: application of acquired knowledge to the challenges that emerge from the teaching-learning process at the UC (C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7);*
- *Resolution of UC recommended problems (C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7).*

#### **III. Assessment:**

- *One Written report, 40%*
- *Two Oral presentations including discussion, 60%*

#### **3.3.9. Bibliografia principal:**

- *Mitchell G, Alves N and Mateus A (2018). Direct Digital Manufacturing, Springer Publisher.*
- *Wu D, Rosen D, Wang L, Schaefer D (2015). Cloud-based design and manufacturing: A new paradigm in digital manufacturing and design innovation, Computer-Aided Design, Vol. 59, pp. 1–14 (<http://dx.doi.org/10.1016/j.cad.2014.07.006>).*
- *Chen D et al. (2015). Direct digital manufacturing: definition, evolution, and sustainability Implications, Journal of Cleaner Production, Vol. 107, pp. 615-625 (<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.05.009>).*
- *Al-Ahmari A (2017). Direct Digital Manufacturing, Journal of King Saud University – Engineering Sciences, Vol. 29, pp. 203 (<http://dx.doi.org/10.1016/j.jksues.2017.06.006>).*
- *Mitchell G (2017). Climate Change and Manufacturing, Procedia Manufacturing, Vol. 12, pp. 298–306 (<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.08.033>).*
- *Manufacturing Our Future Cases on the Future of Manufacturing (2016). World Economic Forum.*

### **Mapa IV - Tecnologia de Fabricação Digital Direta I / Direct Digital Manufacturing Technology I**

#### **3.3.1. Unidade curricular:**

*Tecnologia de Fabricação Digital Direta I / Direct Digital Manufacturing Technology I*

#### **3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:**

*Artur Jorge dos Santos Mateus , TP-5;PL-5;OT-5*

#### **3.3.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:**

*João Matias, TP-5;PL-5;OT-5*

*Nuno Alves, TP-5;PL-5;OT-5*

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

*O principal objetivo desta unidade curricular é promover no estudante uma mentalidade consciente sobre os desafios e oportunidades em FDD e capacitar o futuro engenheiro ou investigador no domínio da fabricação integrada por computador:*

*C1. Compreender a natureza interdisciplinar da fabricação aditiva, subtrativa e híbrida, incluindo as metodologias de conceção e projeto relacionadas e os materiais utilizados, assim como custos económicos e impactos ambientais associados à utilização das diferentes tecnologias.*

*C2. Capacitar o estudante para conceber, projetar e produzir novos produtos utilizando as tecnologias de fabricação mais apropriadas, numa perspectiva económica e ambiental. Também é esperado que o estudante desenvolva capacidades em conceção, projeto e materialização de novos sistemas de FDD.*

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

*The main objective of this curricular unit is to promote an aware mind-set concerning challenges and opportunities in DDM and to ability future engineer or researcher in the field of computer-integrated manufacturing, allowing:*

*C1. An understanding of disciplinary knowledge and skills in additive, subtractive and hybrid manufacturing, including design methodologies and materials used, as well as economic costs and environmental impacts associated with the use of different technologies.*

*C2. Ability the student to design and manufacture new products using the most appropriate manufacturing technologies from an economic and environmental perspective. It is also expected that student develop skills in the developing of new DDM systems.*

#### **3.3.5. Conteúdos programáticos:**

*1. Tecnologia de fabricação subtrativa integrada por computador.*

*1.1. Fabricação subtrativa assistida por computador (CAM): Controlo numérico por computador (CNC); Máquinas ferramenta CNC.*

*2. Tecnologia de fabricação aditiva integrada por computador (AM).*

**2.1. Introdução e conceitos básicos**

**2.2. Desenvolvimento da tecnologia AM: Cadeia do processo AM; Processos AM; Software para AM; Pós-processamento em AM; Design para AM (DfAM): Design conceptual (eliminação/redução das limitações correntes no design para fabricação tradicional (DFM) e design para montagem (DFA); Design para peças/componentes personalizadas; Design/otimização topológica (estruturas leves multifuncionais; materiais com gradiente funcional); design de geometria complexa/livre; ferramentas de design/projeto para AM**

**3. Novas tendências em AM: AM tetra-dimensional (4D); Monitorização e controlo em tempo real dos processos AM.**

**4. Tecnologia de fabricação híbrida integrada por computador (CAM/AM).**

**5. Aplicações.**

**3.3.5. Syllabus:**

**1. Computer-integrated subtractive manufacturing technology**

**1.1. Computer aided manufacturing (CAM): Computer numerical control (CNC); CNC machine tools**

**2. Computer-integrated additive manufacturing (AM) technology**

**2.1. Introduction and basic principles**

**2.2. Development of three-dimensional AM: AM process chain; AM processes; Software tools for AM; AM post-processing; Design for AM (DfAM): Early stage conceptual design (avoiding current design limitations into design for manufacturing (DFM) and design for assembly (DFA); Design for form-fitting customized parts; Topology design (design for lightweight multifunctional structures and functionally graded material); Freeform design; Design tools for AM**

**3. New trends in AM: four-dimensional (4D) AM; Real-time monitoring and control of AM**

**4. Computer-integrated hybrid technology (CAM/DfAM)**

**5. Applications.**

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

*A unidade curricular enquadra-se no domínio da conceção e projeto assistido por computador e processos de fabricação. Os objetivos de aprendizagem serão atingidos diretamente através da implementação do conteúdo programático listado anteriormente. Os objetivos de aprendizagem (C1 a C2) serão atingidos através da seguinte correspondência com os conteúdos programáticos:*

**1. Tecnologia de fabricação subtrativa integrada por computador (C1, C2).**

**1.1. Fabricação subtrativa assistida por computador (CAM): Controlo numérico por computador (CNC); Máquinas ferramenta CNC.**

**2. Tecnologia de fabricação aditiva integrada por computador (AM) (C1, C2).**

**2.1. Introdução e conceitos básicos.**

**2.2. Desenvolvimento da tecnologia AM: Cadeia do processo AM; Processos AM; Software para AM; Pós-processamento em AM; Design para AM (DfAM): Design conceptual (eliminação/redução das limitações correntes no design para fabricação tradicional (DFM) e design para montagem (DFA); Design para peças/componentes personalizadas; Design/otimização topológica (estruturas leves multifuncionais; materiais com gradiente funcional); design de geometria complexa/livre; ferramentas de design/projeto para AM.**

**3. Novas tendências em AM: AM tetra-dimensional (4D); Monitorização e controlo em tempo real dos processos AM (C1, C2).**

**4. Tecnologia de fabricação híbrida integrada por computador (CAM/AM) (C1, C2).**

**5. Aplicações (C1, C2).**

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

*The course fits into the field of conceptual design, computer-aided design and manufacturing processes. Learning outcomes are directly achieved through the implementation of the programmatic contents listed. Learning outcomes from C1 to C2 will be reached according to the following correspondence with the syllabus:*

**1. Computer-integrated subtractive manufacturing technology (C1, C2).**

**1.1. Computer aided manufacturing (CAM): Computer numerical control (CNC); CNC machine tools.**

**2. Computer-integrated additive manufacturing (AM) technology (C1, C2).**

**2.1. Introduction and basic principles.**

**2.2. Development of three-dimensional AM: AM process chain; AM processes; Software tools for AM; AM post-processing; Design for AM (DfAM): Early stage conceptual design (avoiding current design limitations into design for manufacturing (DFM) and design for assembly (DFA); Design for form-fitting customized parts; Topology design (design for lightweight multifunctional structures and functionally graded material); Freeform design; Design tools for AM.**

**3. New trends in AM: four-dimensional (4D) AM; Real-time monitoring and control of AM (C1, C2).**

**4. Computer-integrated hybrid technology (CAM/DfAM) (C1, C2).**

**5. Applications (C1, C2).**

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

*O ensino será apoiado por bibliografia atualizada (livros e artigos científicos e tecnológicos). Juntamente com as aulas teóricas-práticas (TP) serão ministradas aulas em ambiente laboratorial com vista à explicação "in-situ" das tecnologias de fabricação integrada por computador:*

**I. Ensino presencial**

**Ensino TP:**

**- Apresentação e discussão dos conteúdos programáticos**

**B. Ensino Prático-Laboratorial (PL):**

**- Realização de trabalhos PL**

**C. Orientação Tutorial: Sessões de orientação e discussão para orientar e estimular o processo de aprendizagem no estudante (sessões de brainstorming e workshops)**

**II. Aprendizagem Autónoma:**

**Estudo de materiais e bibliografia recomendada na UC: aplicação dos conhecimentos apreendidos aos desafios que emergem do processo ensino-aprendizagem da UC**

**Resolução de trabalhos TP e PL recomendados pela UC**

**III. Metodologia de Avaliação:**

**- Um relatório escrito, 40%**

**- Três Apresentações orais com discussão (1ª:1,5); (2ª:2,3) e (3ª:4,5), 60%**

**3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):**

*The teaching will be supported by updated bibliography (books and papers). Together with the theoretical-practical (TP) classes, laboratory classes will be taught in order to explain in situ the computer integrated manufacturing technologies:*

**I. Contact Teaching**

**A. TP Lectures:**

**- Presentation and discussion of the contents**

**B. Practical (P) Teaching:**

**Laboratory practical works**

**C. Tutorial guidance: Orientation and discussion sessions to guide and stimulate student's learning process (Brainstorming sessions and workshops)**

**II. Autonomous learning**

**- Reading of curricular unit (UC) materials and recommended bibliography: application of acquired knowledge to the requirements of the teaching-learning process (to consolidate TP knowledge in laboratory environment).**

**- Resolution of TP and L works recommended on the UC.**

**III. Assessment:**

**- One Written report, 40%**

**- Three Oral presentations including discussion (1ª: 1, 5); (2ª: 2, 3, 5) e (3ª: 4, 5), 60%**

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

*O ensino está baseado em aulas teórico-práticas em sala de aula. Adicionalmente, ocorrerão exposições e explicações em ambiente laboratorial que permitirão consolidar conceitos teórico-práticos com a finalidade de ajudar o estudante a atingir plenamente os objetivos da UC (C1 a C2). As apresentações, brainstorming e workshops adicionais também contribuirão para melhorar as capacidades do estudante. O conteúdo da apresentação e a capacidade de comunicação serão discutidos e avaliados. Além disso, a avaliação será completada através da elaboração de um relatório escrito sobre tecnologias de fabricação integrada por computador (C1 a C2).*

**3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**

*Teaching is based on classroom theoretical lessons. In addition, explanations in laboratory environment will consolidate theoretical concepts in order to help students to achieve the objectives listed (C1 to C2). Mapping presentations, brainstorming and additional workshops will also contribute to improve the skills of the student. The content and skill communications of each mapping presentation will be discussed and evaluated. Moreover, the evaluation will be completed through the preparation of a written report on computer integrated manufacturing technologies (C1 a C2).*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

• Mitchell G, Alves N and Mateus A (2018). *Direct Digital Manufacturing*, Springer Publisher.

• Gibson I, Rosen D, Stucker B (2010). *Additive Manufacturing Technologies: Rapid Prototyping to Direct Digital Manufacturing*. ISBN: 978-1-4419-1119-3.

• Hopkinson N, Hague R, Dickens P (2005). *Rapid Manufacturing: An Industrial Revolution for the Digital Age*, John Wiley & Sons. ISBN: 978-0-470-01613-8

• Holmström J, Holweg M, Khajavi S, Partanen J (2016). *The direct digital manufacturing (r)evolution: definition of a research agenda*. *Oper Manag Res*, Vol. 9, pp. 1–10 (doi 10.1007/s12063-016-0106-z).

**Mapa IV - Introdução à Investigação / Introduction to Research**

**3.3.1. Unidade curricular:**

*Introdução à Investigação / Introduction to Research*

**3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:**

*Fábio Jorge Pereira Simões, T-10,OT-5*

**3.3.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:**

*Paula Faria, T-10,OT-5*

*Rui Ruben, T-10,OT-5*

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

*Pretende-se desenvolver noções básicas sobre a metodologia da investigação científica, fazendo com que o aluno entenda a ciência como processo de produção e comunicação do conhecimento; pretende-se ainda fornecer instrumentos para que o aluno possa redigir e apresentar trabalhos académicos com rigor, sistematização e espírito crítico. Engloba também noções de propriedade intelectual, estabelecendo as bases para a definição de um projeto de investigação.*

**C. Competências**

- C1. Entender as bases da investigação científica;*
- C2. Saber identificar um tópico de pesquisa e seguir as etapas fundamentais da pesquisa;*
- C3. Saber utilizar as ferramentas associadas na escrita de um documento científico;*
- C4. Capacidade de preparar um documento científico e uma apresentação oral;*
- C5. Adquirir noções sobre propriedade intelectual;*
- C6. Desenvolver o espírito crítico.*

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

*This unit intends to introduce the student with the basics of scientific research. The student will understand the science as a process of production and communication of knowledge; the aim is also to provide tools for the student to write and present papers with academic rigor, systematic and critical spirit. It also encompasses notions on intellectual property. The base for a research project is to be established.*

**C. skills**

- C1. To understand the fundamentals of scientific research;*
- C2. To be able to identify a research topic and conduct the fundamental steps of research;*
- C3. To use appropriate tools for writing a scientific paper;*
- C4. Ability to prepare a scientific paper and an oral communication;*
- C5. To acquire notions on intellectual property;*
- C5. Ability to develop critical thinking.*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

- 1. Fundamentos da investigação científica*
  - 1.1. Investigação qualitativa e quantitativa*
  - 1.2. O processo de investigação*
- 2. Comunidade Científica e Áreas Científicas*
- 3. Instituições de Apoio à Investigação Científica em Portugal*
- 4. Comunicações e Textos para a Comunidade Científica*
  - 4.1. Recursos Bibliográficos*
  - 4.2. Escrita de textos científicos*
- 5. Registo de Propriedade*
- 6. Projeto de Investigação*

**3.3.5. Syllabus:**

- 1. Basis of Scientific Research*
  - 1.1. Qualitative and quantitative research*
  - 1.2. The process of research*
- 2. Scientific community and Scientific Areas*
- 3. Institutions to support Scientific Research in Portugal*
- 4. Communications and Texts for the Scientific Community*
  - 4.1. Library resources*
  - 4.2. Writing of scientific texts*
- 5. Intellectual Property*
- 6. Research Project*

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

- 1. Fundamentos da investigação científica (C1, C2)*
- 2. Comunidade Científica e Áreas Científicas (C1, C2)*
- 3. Instituições de Apoio à Investigação Científica em Portugal (C1)*
- 4. Comunicações e Textos para a Comunidade Científica (C2, C3, C4, C5, C6)*
- 5. Registo de Propriedade (C1, C4, C5, C6)*
- 6. Projeto de Investigação (C1, C2, C3, C4, C5, C6)*

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

- 1. Basis of Scientific Research (C1,C2)*
- 2. Scientific community and Scientific Areas C1, C2)*
- 3. Institutions to support Scientific Research in Portugal (C1)*
- 4. Communications and Texts for the Scientific Community (C2, C3, C4, C5, C6)*
- 5. Intellectual Property (C1, C4, C5, C6)*
- 6. Research Project (C1, C2, C3, C4, C5, C6)*

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

**1. Ensino teórico**

- *As aulas teóricas são essencialmente expositivas com recurso a vários materiais pedagógicos.*

**2. Aprendizagem autónoma:**

- *Leitura da bibliografia recomendada para esta unidade curricular,*

- *Pesquisa de informação adicional ;*

- *Trabalhos de grupo.*

**3. Brainstorming e Workshops****Metodologia de Avaliação:****1. Avaliação periódica:**

a. *Prova escrita - 40%*

b. *Relatório escrito consistindo numa revisão do estado da arte no âmbito do planeamento de um projeto de investigação – 60%*

**2. Avaliação final:**

a. *Prova escrita - 40%*

b. *Relatório escrito consistindo numa revisão do estado da arte no âmbito do planeamento de um projeto de investigação – 60%*

**3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):****1. Theoretical lectures.**

- *The lectures are essentially expository using various materials.*

**2. Autonomous learning:**

- *Reading the bibliography recommended for this curricular unit;*

- *Search for additional support materials;*

- *Work group.*

**3. Brainstorming and Workshops****Assessment:****1. Periodic assessment:**

a. *Written test - 40% ;*

b. *Scientific research work consisting of a literature review in the scope of the project preparation - 60%;*

**2. Final assessment:**

a. *Written test - 40%;*

b. *Scientific research work consisting of a literature review in the scope of the project preparation - 60%.*

**3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:****1. Ensino teórico (C1, C2, C3, C4, C5, C6)**

- *As aulas teóricas são essencialmente expositivas com recurso a vários materiais pedagógicos.*

**2. Aprendizagem autónoma (C1, C2, C3, C4, C5, C6)**

- *Leitura da bibliografia recomendada para esta unidade curricular,*

- *Pesquisa de informação adicional*

- *Trabalhos de grupo*

**3. Brainstorming e Workshops (C1, C2, C3, C4, C5, C6)****3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:****1. Theoretical lectures**

- *The lectures are essentially expository using various materials. (C1, C2, C3, C4, C5, C6)*

**2. Autonomous learning (C1, C2, C3, C4, C5, C6)**

- *Reading of recommended bibliography for this curricular unit*

- *Search for additional support materials*

- *Work group*

**3. Brainstorming and Workshops (C1, C2, C3, C4, C5, C6)****3.3.9. Bibliografia principal:**

• *DePoy E, Gitlin L (2016). Introduction to Research: Understanding and Applying Multiple Strategies, Fifth Edition. Elsevier Publishing. ISBN: 978-0-323-26171-5*

• *McBurney D H, White T L (2003). Research methods. Wadsworth Publishing.*

• *Knight H J (2001). Patent strategy: for researchers and research managers. John Wiley.*

• *Badin A B (1995). Project management for research: a guide for engineering and science. Springer.*

• *Day R A, Gastel B (2006). How to write and publish a scientific paper. Greenwood Press.*

• *Hawking S (1998). A Brief History of Time, Bantam Books. ISBN 0-553-38016-8.*

• *Singh S (2005). Big Bang. HarperCollins. ISBN 007162219.*

**Mapa IV - Materiais de Elevado Desempenho / High Performance Materials****3.3.1. Unidade curricular:**

*Materiais de Elevado Desempenho / High Performance Materials*

**3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:**

*Fábio Jorge Pereira Simões , T-15;OT-5*

**3.3.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:**

*António Mário Pereira, PL-15;OT-10*

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

*Esta UC tem por objetivo concorrer para o desenvolvimento dos conhecimentos adquiridos durante o curso de 1º ciclo, na área dos materiais. Os estudantes são incentivados a estudar, a nível avançado, materiais inovadores e respetivas tecnologias associadas, em domínios que vão desde os biomateriais até aos nano-materiais, assim como metodologias sistemáticas para a sua seleção.*

*C1. Identificar diferentes materiais de elevado desempenho em aplicações de engenharia e capacidade de analisar a aplicabilidade de materiais de elevado desempenho de forma crítica;*

*C2. Capacidade para combinar diferentes materiais em aplicações que requeiram características específicas em domínios variados como a eletrónica, medicina, aeronáutica, sector automóvel, etc..*

*C3. Capacidade para caracterizar e selecionar materiais de elevado desempenho com base nas suas propriedades.*

*CT1. Capacidade de trabalhar em grupo em ambiente de projeto ou ambiente laboratorial.*

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

*The subject of High performance materials intends to develop the basic knowledge level on materials science students possess after graduate level. Students are encouraged to learn about and investigate innovative materials and the respective technologies, within domains such as biomaterials and nanomaterials, as well as systematic material selection procedures. The learning outcomes are (C - skill; CT - transversal skill):*

*C1. Identify different performance materials in engineering applications and the ability to critically analyse the applicability of high-performance materials;*

*C2. Ability to combine different materials in applications requiring specific characteristics in fields as diverse as electronics, medicine, aerospace, automotive, etc.;*

*C3. Ability to characterize performance and select materials based on their properties.*

*CT1. Ability to work in groups in the scope of a project or laboratory work*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:****1. Materiais**

**1.1. Materiais para aplicações em engenharia: propriedades mecânicas e físicas**

**1.2. Materiais avançados**

**2. Biomateriais**

**2.1. Definições e campos de aplicação**

**2.2. Biomateriais de 1ª, 2ª, 3ª e 4ª geração**

**2.3. Tipos de biomateriais e critérios de seleção**

**2.4. Avaliação do desempenho biológico**

**3. Materiais porosos e celulares: madeira; cortiça; osso trabecular ou cortical; favos de abelha; caules de plantas, espuma de titânio, espumas sintáticas, etc**

**3.1. Espumas poliméricas**

**3.1.1. Aplicações, vantagens deste tipo de materiais**

**3.1.2. Técnicas de produção de espumas poliméricas**

**3.1.3. Apresentação de casos de estudo**

**4. Nanomateriais**

**4.1. Nanotecnologia: introdução**

**4.2. Apresentação de casos de estudo**

**5. Noções de seleção de materiais**

**5.1 Seleção por função**

**5.2 Seleção considerando a forma**

**5.3 Seleção considerando o processo de fabrico**

**3.3.5. Syllabus:****1. Introduction to Materials**

**1.1. Materials for engineering applications: Mechanical and physical properties**

**1.2. Advanced Materials**

**2. Biomaterials**

**2.1. Definitions and application fields**

**2.2. 1st, 2nd, 3rd and 4th generation of biomaterials**

**2.3. Types of biomaterials and selection criteria**

**2.4. Assessment of the biological performance**

**3. Cellular and Porous Materials**

**3.1. Natural materials**

**3.2. Polymeric Foams**

**3.3. Applications, advantages of these materials**

**3.3.1. Technical production of polymeric foams**

**3.3.2. Presentation of case studies**

**4. Nanomaterials**

**4.1. Nanotechnology: Introduction**



**4.2. Presentation of case studies****5. Materials Selection****5.1. Selection by function****5.2. Selection including shape****5.3. Selection for manufacturing****3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:****1. Materiais (C1 a C3, CT1, CT2)****2. Biomateriais (C1 a C3, CT1, CT2)**

**3. Materiais porosos e celulares: cortiça; osso trabecular ou cortical; favos de abelha; caules de plantas, espuma de titânio, espuma sintáticas, etc. (C1 a C3, CT1, CT2)**

**4. Nanomateriais (C1 a C3, CT1, CT2)****5. Seleção de Materiais (C1 a C3, CT1)****3.3.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:****1. Materials (C1 to C3, CT1, CT2)****2. Biomaterials (C1 to C3, CT1, CT2)****3. Cellular and Porous Materials (C1 to C3, CT1, CT2)****4. Nanomaterials (C1 to C3, CT1, CT2)****5. Materials Selection (C1 to C3, CT1)****3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):****I. Ensino Presencial****A. Ensino teórico**

- Exposição dos conteúdos programáticos

**B. Prática laboratorial**

- Metodologias sistemáticas de seleção de materiais

- Aplicação dos conceitos adquiridos na resolução de problemas

- Trabalho de pesquisa e recolha de informação, desenvolvimento de capacidade crítica na análise de resultados e de autonomia

**C. Orientação Tutorial: Sessões de orientação e discussão para orientar e estimular o processo de aprendizagem no estudante (sessões de brainstorming e workshops)**

**II. Aprendizagem Autónoma:**

- Estudo de materiais e bibliografia recomendada na UC: aplicação dos conhecimentos apreendidos aos desafios que emergem do processo ensino-aprendizagem da UC

- Resolução de trabalhos TP e PL recomendados pela UC

**III. Metodologia de Avaliação:****i) Contínua / Periódica**

- Uma Prova Escrita, 40%

- Três trabalhos laboratoriais, 60%

**ii) Final – Opção A ou B:**

**A -Um Prova Escrita, 40% + Três Trabalhos Laboratoriais, 60%**

**B -Uma Prova Escrita, 100%**

**3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):****I. Contact Teaching****A. Theoretical Lectures**

- Presentation of the syllabus and illustrative examples

**B. Practical (P) Teaching**

- Systematic procedures for materials selection

- Application of acquired concepts in solving practical problems (individual and global works)

- Research and information gathering, development of critical capacity to analyse results and autonomy

**C. Tutorial guidance: Orientation and discussion sessions to guide and stimulate student's learning process (Brainstorming sessions and workshops)**

**II. Autonomous learning**

- Reading of UC materials and recommended bibliography: application of acquired knowledge to the requirements of the teaching-learning process (to consolidate TP knowledge in laboratory environment)

- Resolution of TP and L works recommended on the UC

**III. Assessment:****i. Continuous/Periodic:**

- Written test, 40%

- Laboratory works, 60%

**ii. Final - Option A or B:**

**A -1Written test, 40% + 3 Laboratory works, 60%**

**B -1Written test, 100%**

**3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:****I. Ensino Presencial****A. Ensino teórico (C1, C2, C3)**

- Exposição dos conteúdos programáticos

**B. Prática laboratorial (C1, C2, C3, CT1)**

- *Metodologias sistemáticas de seleção de materiais*
- *Aplicação dos conceitos adquiridos na resolução de problemas*
- *Trabalho de pesquisa e recolha de informação, desenvolvimento de capacidade crítica na análise de resultados e de autonomia*
- C. Orientação Tutorial: Sessões de orientação e discussão para orientar e estimular o processo de aprendizagem no estudante (sessões de brainstorming e workshops) (C1, C2, C3, CT1)*
- II. Aprendizagem Autónoma (C1, C2, C3, CT1) :*
- *Estudo de materiais e bibliografia recomendada na UC: aplicação dos conhecimentos apreendidos aos desafios que emergem do processo ensino-aprendizagem da UC (para consolidar o conhecimento teórico-prático em ambiente laboratorial)*
- *Resolução de trabalhos TP e PL recomendados pela UC*

### 3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

#### *I. Contact Teaching*

##### *A. Theoretical Lectures (C1, C2, C3)*

-*Presentation of the syllabus and illustrative examples*

##### *B. Practical (P) Teaching (C1, C2, C3, CT1)*

-*Systematic procedures for materials selection*

-*Application of acquired concepts in solving practical problems (individual and global works)*

-*Research and information gathering, development of critical capacity to analyse results and autonomy*

##### *C. Tutorial guidance: Orientation and discussion sessions to guide and stimulate student's learning process (Brainstorming sessions and workshops) (C1, C2, C3, CT1)*

#### *II. Autonomous learning (C1, C2, C3, CT1)*

- *Reading of UC materials and recommended bibliography: application of acquired knowledge to the requirements of the teaching-learning process (to consolidate TP knowledge in laboratory environment).*

- *Resolution of TP and L works recommended on the UC.*

### 3.3.9. Bibliografia principal:

- *Fortes M A, Ferreira P J (2003). Materiais 2000: Capítulo 3. Polímeros: IST Press (ISBN: 972-8469-23-3).*
- *Ratner B, Hoffman A, Schoen F, Lemons J (2004). Biomaterials Science – An Introduction to - Materials in Medicine. Academic Press (ISBN: 978-0-12-374626-9).*
- *Bidanda B, Bártolo P J (2007). Bio-materials and prototyping applications in medicine. New Jersey. Springer (ISBN 978-0-387-47683-4).*
- *Gibson L J, Ashby M J (1999). Cellular Solids: Structure and Properties. Cambridge Solid State Series (ISBN: 9781139878326).*
- *Poole C, Owens F, Poole C, Owens F (2003). Introduction to Nanotechnology. John Wiley & Sons (ISBN: 978-0-471-07935-4).*
- *Budinski K G, Budinski (2005). Engineering Materials - Properties and Selection M.K. New York. Pearson Prentice Hall (ISBN: 9780131837799).*
- *Ashby M F (2005). Materials selection in mechanical design, Butterworth Heinemann, Oxford (ISBN: 9780080468648).*

## Mapa IV - Mét.Experimentais para Caracterização de Materiais/ Experimental Met. for Material Characterization

### 3.3.1. Unidade curricular:

*Mét.Experimentais para Caracterização de Materiais/ Experimental Met. for Material Characterization*

### 3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

*Geoffrey Robert Mitchell, TP-10;OT-5*

### 3.3.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

*António Mário Pereira, PL-10;OT-5*

*Florindo Gaspar, TP-5;PL-5;OT-5*

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

*C1. Conhecimento das diferentes escalas da estrutura presente nos materiais;*

*C2. Capacidade de selecionar os métodos experimentais mais relevantes para um dado material e perceber o que se pode compreender;*

*C3. Conhecimento do papel específico e fulcral que a seleção de uma amostra de material representa tendo em consideração uma dada técnica de caracterização e a sua influência nos dados obtidos;*

*C4. Experiência prática na utilização de técnicas experimentais de caracterização de materiais;*

*C5. Experiência na interpretação de dados obtida para técnicas experimentais específicas.*

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

*C1. An understanding of the different scales of structure present in materials;*

*C2. The ability to select the experimental methods most relevant to a particular material system and to appreciate what can be found by using that method;*

*C3. A knowledge of the key role in selecting and presenting a sample to a particular technique and the influence this*

*has on the data obtained;*

*C4. Practical experience in the use of experimental techniques;*

*C5. Experience in the interpretation of data obtained using selected experimental techniques.*

### 3.3.5. Conteúdos programáticos:

1. Escala da estrutura nos materiais
2. Mapeamento de métodos experimentais para caracterização de materiais
3. Seleção de amostras e sua preparação de acordo com cada técnica
4. Microscopia (de luz, eletrónica e de força atómica)
5. Técnicas de Difração
6. Espectroscopia (IR, UV-Vis, NMR)
7. Análise térmica (DSC, DTMA)
8. Medição das propriedades
9. Técnicas biológicas de ensaio
10. Análise de dados experimentais

### 3.3.5. Syllabus:

1. Scales of Structure in Materials
2. Map of Experimental methods for Materials
3. Sample selection and presentation to technique
4. Microscopy (light, electron and atomic force)
5. Diffraction techniques
6. Spectroscopy (IR, UV-Vis, NMR)
7. Thermal analysis (DSC, DTMA)
8. Property measurements
9. Biological tests
10. Experimental Data Analysis

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

*Os objetivos de aprendizagem serão atingidos diretamente através da implementação do conteúdo programático listado anteriormente. Os objetivos de aprendizagem (C1 a C5) serão atingidos através da seguinte correspondência com os conteúdos programáticos:*

1. Escala da estrutura nos materiais (C1)
2. Mapeamento de métodos experimentais para caracterização de materiais (C2)
3. Seleção de amostras e sua preparação de acordo com cada técnica (C3)
4. Microscopia (de luz, eletrónica e de força atómica) (C4)
5. Técnicas de Difração (C4)
6. Espectroscopia (IR, UV-Vis, NMR) (C4)
7. Análise térmica (DSC, DTMA) (C4)
8. Medição das propriedades (C4)
9. Técnicas biológicas de ensaio (C4)
10. Análise de dados experimentais (C5)

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

*Learning outcomes are directly achieved through the implementation of the programmatic contents listed. Learning outcomes from C1 to C5 will be reached according to the following correspondence with the syllabus:*

1. Scales of Structure in Materials (C1)
2. Map of Experimental methods for Materials (C2)
3. Sample selection and presentation to technique (C3)
4. Microscopy (light, electron and atomic force) (C4)
5. Diffraction techniques (C4)
6. Spectroscopy (IR, UV-Vis, NMR) (C4)
7. Thermal analysis (DSC, DTMA) (C4)
8. Property measurements (C4)
9. Biological tests (C4)
10. Experimental Data Analysis (C5)

### 3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

*O ensino será apoiado por bibliografia atualizada (livros e artigos científicos e tecnológicos). Juntamente com as aulas TP serão ministradas aulas em ambiente laboratorial com vista à demonstração “in-situ” para incrementar a compreensão prática dos processos de caracterização experimental de materiais:*

*I. Ensino presencial*

*A. Ensino TP:*

*-Apresentação e discussão dos conteúdos programáticos*

*B. Ensino PL:*

*-Realização de trabalhos PL (Conteúdos: 4 a 10)*

*C. Orientação Tutorial: Sessões de orientação e discussão para orientar e estimular o processo de aprendizagem no estudante (sessões de brainstorming e workshops)*

*II. Aprendizagem Autónoma:*

*Estudo de materiais e bibliografia recomendada na UC: aplicação dos conhecimentos apreendidos aos desafios que emergem do processo ensino-aprendizagem da UC*

*Resolução de trabalhos TP e PL recomendados pela UC*

*III. Metodologia de Avaliação:*

*- 2 relatórios escrito, 50%*

*- 5 Apresentações orais com discussão (1,2,3,4 a 9 e 10), 50%*

### **3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):**

*The teaching will be supported by updated bibliography (books and papers). Together with the theoretical-practical (TP) classes, laboratory classes will be taught in order to demonstrate in situ and improve the practical apprehension of experimental characterization methods:*

*I. Contact Teaching*

*A. TP Lectures:*

*- Presentation and discussion of the contents*

*B. Practical (P) Teaching:*

*-Laboratory practical works (Contents: 4 to 10)*

*C. Tutorial guidance: Orientation and discussion sessions to guide and stimulate student's learning process (Brainstorming sessions and workshops)*

*II. Autonomous learning*

*- Reading of UC materials and recommended bibliography: application of acquired knowledge to the requirements of the teaching-learning process (to consolidate TP knowledge in laboratory environment).*

*- Resolution of TP and L works recommended on the UC.*

*III. Assessment:*

*- 2 Written reports,50%*

*- 5 Oral presentations including discussion (Contents:1,2,3, 4 to 9, 10),50%*

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

*O ensino está baseado em aulas em sala de aula e aulas laboratoriais. Estas aulas permitirão consolidar conceitos teóricos. Os trabalhos práticos efetuados durante as aulas permitirão que os alunos atinjam os objetivos enumerados (C1 a C5). O conteúdo dos trabalhos práticos será discutido em workshops e apresentações com o objetivo de disseminar cada um dos trabalhos por todos os restantes alunos. A metodologia de ensino, baseada em aulas em sala de aula e aulas em laboratório permitirá uma consolidação dos conhecimentos que serão avaliados através de trabalhos práticos. No domínio da caracterização dos materiais é importante o conhecimento aprofundado dos conceitos teóricos, mas também dos aspetos experimentais e práticos. Com a presente metodologia de ensino e avaliação todos os aspetos serão colmatados.*

### **3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**

*The teaching is based on classroom lessons and lab classes. These classes will consolidate theoretical concepts. Practical assignments during class will allow students to achieve the objectives listed (C1 to C5). The content of each practical work will be discussed in workshops and presentations with the aim of disseminating by all students. The teaching methodology, based on classroom and laboratory classes will allow a consolidation of the knowledge that will be evaluated through practical works. In material characterization domain, it is important to have a solid knowledge of the theoretical concepts, but also of the experimental and practical aspects. With the present teaching methodology and evaluation, all aspects will be filled.*

### **3.3.9. Bibliografia principal:**

- Zhang S, Li L, Kumar A (2008). *Materials Characterization Techniques*, CRC Press.
- Brandon D, Kaplan W D (2008). *Microstructural Characterization of Materials 2nd Edition*, Wiley.
- Leng Y (2013). *Materials Characterization: Introduction to Microscopic and Spectroscopic Methods, 2nd Edition*, Wiley-VCH.
- Menczel J D, Prime B - editors (2009). *Thermal Analysis of Polymers: Fundamentals and Applications 1st Edition*, Wiley.

## **Mapa IV - Tecnologia de Fabricação Digital Direta II / Direct Digital Manufacturing Technology II**

### **3.3.1. Unidade curricular:**

*Tecnologia de Fabricação Digital Direta II / Direct Digital Manufacturing Technology II*

### **3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:**

*Nuno Manuel Fernandes Alves, TP-5*

### **3.3.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:**

*Carlos Neves, TP-5;PL-5;OT-5*

*João Matias, PL-5;OT-5*

*Paula Faria, TP-5;PL-5;OT-5*

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

*O principal objetivo da unidade curricular Processos de Fabricação Digital Direta é dotar o estudante de fortes conhecimentos e aptidões domínio da fabricação aditiva (FA), nomeadamente:*

- C1. Compreender os processos de FA e a sua relação com a modelação computacional*
- C2. Compreender e dotar o estudante de competências em modelação computacional para FA*
- C3. Compreender os sistemas de sensores e a sua operação relevante para FA*
- C4. Compreender os processos de incorporar/embeber sensores em FA*

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

*The main objective of the DDM Technology Specifics course is to provide student with strong competences and abilities in the field of additive manufacturing (AM), namely:*

- C1. An understanding of the AM processes and its relation with computational modelling*
- C2. Understand deeply computational modelling for AM*
- C3. A knowledge of sensor systems and their operation relevant to AM*
- C4. An understanding of the processes for embedding sensors with AM*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

- 1. Métodos Computacionais para FA*
- 2. Sensores para FA*
- 3. Processos de FA*
  - 3.1 Processos de foto-polimerização*
  - 3.2 Processos baseados em pós*
  - 3.3 Processos baseados em extrusão*
  - 3.4 Processos de impressão 3D a jato*
  - 3.5 Processos de escrita direta*
  - 3.6 Processos baseados em folhas materiais*
  - 3.7 Processos que envolvem elevada energia*
  - 3.8 Pós-processamento*

**3.3.5. Syllabus:**

- . Computational Methods for AM*
- 2. Sensors for AM*
- 3. AM Processes*
  - 3.1 Photo-polymerization Processes*
  - 3.2 Powder based Processes*
  - 3.3 Extrusion based Processes*
  - 3.4 Jet based Processes*
  - 3.5 Direct Writing Processes*
  - 3.6 Sheet based Processes*
  - 3.7 High Energy Processes*
  - 3.8 Post Processing*

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

- 1. Métodos Computacionais para FA (C1, C2)*
- 2. Sensores para FA (C3, C4)*
- 3. Processos de FA (C1)*

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

- 1. Computational Methods for AM (C1, C2)*
- 2. Sensors for AM (C3, C4)*
- 3. AM Processes (C1)*

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

*O ensino será apoiado por bibliografia atualizada (livros e artigos científicos e tecnológicos). Juntamente com as aulas TP serão ministradas aulas em ambiente laboratorial com vista à explicação “in-situ” as tecnologias de FA, assim como formar o estudante na utilização dos equipamentos de FA:*

**I. Ensino presencial****A. Ensino TP:**

*- Apresentação e discussão dos conteúdos programáticos*

**B. Ensino PL:**

*- Realização de trabalhos PL*

*C. Orientação Tutorial: Sessões de orientação e discussão para orientar e estimular o processo de aprendizagem no estudante (sessões de brainstorming e workshops)*

**II. Aprendizagem Autónoma:**

*Estudo de materiais e bibliografia da UC: aplicação dos conhecimentos apreendidos aos desafios que emergem do processo ensino-aprendizagem*

*Resolução de trabalhos TP e PL da UC*

**III. Metodologia de Avaliação:**

- Um relatório escrito, 40%
- Três Apresentações orais com discussão (1ª: 1 2ª: 2, 3ª: o estudante pode escolher 4 processos de FA em 8), 60%

### 3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

*The teaching will be supported by updated bibliography (books and papers). Together with the theoretical-practical (TP) classes, laboratory classes will be taught in a laboratory environment in order to explain and training students using AM processes:*

#### *I. Contact Teaching*

##### *A. TP Lectures:*

- Presentation and discussion of the contents

##### *B. Practical(P) Teaching:*

- Laboratory practical works

*C. Tutorial guidance: Orientation and discussion sessions to guide and stimulate student's learning process (Brainstorming sessions and workshops)*

#### *II. Autonomous learning*

- Reading of UC materials and recommended bibliography: application of acquired knowledge to the requirements of the teaching-learning process (to consolidate TP knowledge in laboratory environment).

- Resolution of TP and L works recommended on the UC

#### *III. Assessment:*

- One Written report,40%

- Three Mapping Oral presentations including discussion (1st: 1, 2nd: 2,3 rd: student can chose 4 processes of AM from 8), 60%

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

*O ensino está baseado em aulas teórico-práticas em sala de aula. Adicionalmente, ocorrerão exposições, explicações e formação do estudante na utilização de equipamentos de FA em ambiente laboratorial que permitirão consolidar conceitos teórico-práticos e conhecimentos de natureza prática com a finalidade de ajudar o estudante a atingir plenamente os objetivos da UC (C1 a C3). As apresentações, brainstorming e workshops adicionais também contribuirão para melhorar as capacidades do estudante. O conteúdo da apresentação e a capacidade de comunicação serão discutidos e avaliados. Além disso, a avaliação será completada através da elaboração de um relatório escrito sobre tecnologias de FA.*

### 3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

*Teaching is based on classroom theoretical-practical lessons. In addition, explanations and training work in a laboratory environment will consolidate theoretical concepts and practical skills which will help students to achieve the objectives listed (C1 to C3). Mapping presentations, brainstorming and additional workshops will also contribute to improve the skills of the student. The content and skill communications of each mapping presentation will be discussed and evaluated. Moreover, the evaluation will be completed through the preparation of a written report on AM technologies.*

### 3.3.9. Bibliografia principal:

- Mitchell G, Alves N and Mateus A (2018). *Direct Digital Manufacturing*, Springer Publisher.
- Chua C K, Leong K F (2014). *3D Printing and Additive Manufacturing Principles and Applications (Fourth Edition of Rapid Prototyping)*, World Scientific Publishing.
- Gibson I, Rosen D, Stucker B (2010). *Additive Manufacturing Technologies: Rapid Prototyping to Direct Digital Manufacturing*. ISBN: 978-1-4419-1119-3
- Hopkinson N, Hague R, Dickens R (2006). *Rapid Manufacturing: An Industrial Revolution for the Digital Age*, John Wiley & Sons.

## Mapa IV - Materiais para Fabricação Digital Direta/Materials for Direct Digital Manufacturing

### 3.3.1. Unidade curricular:

*Materiais para Fabricação Digital Direta/Materials for Direct Digital Manufacturing*

### 3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

*Geoffrey Robert Mitchell, T-10*

### 3.3.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

*Artur Mateus, PL-5;OT-5*

*Florindo Gaspar, PL-5;OT-5*

*Nelson Ferreira, T-5;PL-5;OT-5*

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

*C1. Compreender os diferentes tipos de materiais e sua relevância para FDD*

*C2. Compreender as diferenças entre materiais passivos e funcionais e a sua relação com FDD*

- C3. Adquirir sólidos conhecimentos em materiais passivos para FDD
- C4. Adquirir sólidos conhecimentos em materiais funcionais para FDD
- C5. Compreender como a FDD pode afetar a microestrutura de materiais e, portanto, as suas propriedades
- C6. Adquirir sólidos conhecimentos sobre modelação computacional de materiais para FDD

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

- C1. An understanding of the different material types and their relevance to DDM
- C2. An understanding of the differences between passive and functional materials and its relationship to DDM
- C3. A knowledge of passive materials for DDM
- C4. A knowledge of function materials for DDM
- C5. An understanding of how DDM may impact on the microstructure of materials and hence their properties
- C6. A knowledge of the scope of computational modelling of materials for DDM

### 3.3.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Overview sobre os diferentes tipos de material
- 2. Materiais passivos para FDD
- 3. Materiais funcionais para FDD
- 4. Impacto da FDD na microestrutura dos materiais
- 5. Modelação computacional de materiais em DDM

### 3.3.5. Syllabus:

- 1. Overview of material types
- 2. Passive materials for DDM
- 3. Functional materials for DDM
- 4. Impact of DDM on Materials microstructure
- 5. Computational modelling of materials in DDM

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

Os resultados de aprendizagem estão diretamente ligados aos conteúdos programáticos como se segue:

- 1. Overview sobre os diferentes tipos de material (C1, C2 e C6)
- 2. Materiais para FDD passiva (C2, C3, C5 e C6)
- 3. Materiais para FDD funcional (C2, C4, C5 e C6)
- 4. Impacto da FDD na microestrutura dos materiais (C5 e C6)
- 5. Modelação computacional de materiais em DDM (C6)

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

The learning outcomes are directly linked to the Syllabus as following:

ENG

- 1. Overview of material types (C1, C2 e C6)
- 2. Materials for DDM passive (C2, C3, C5 e C6)
- 3. Materials for DDM functional (C2, C4, C5 e C6)
- 4. Impact of DDM on Materials microstructure (C5 e C6)
- 5. Computational modelling of materials in DDM (C6)

### 3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O ensino será apoiado por bibliografia atualizada (livros e artigos científicos e tecnológicos). Juntamente com as aulas teóricas (T) serão ministradas aulas em ambiente PL com vista à explicação "in-situ" dos métodos experimentais para caracterização de materiais. Serão ainda realizados trabalhos experimentais de caracterização:

I. Ensino presencial

A. Ensino T:

-Apresentação e discussão dos conteúdos programáticos

B. Ensino PL:

-Realização de trabalhos PL

C. Orientação Tutorial: Sessões de orientação e discussão para orientar e estimular o processo de aprendizagem no estudante (sessões de brainstorming e workshops)

II. Aprendizagem Autónoma:

- Estudo de materiais e bibliografia da UC: aplicação dos conhecimentos apreendidos aos desafios que emergem do processo ensino-aprendizagem

- Resolução de trabalhos T e PL da UC

III. Metodologia de Avaliação:

-1 relatório escrito, 40%

-3 Apresentações orais com discussão (O estudante pode escolher 3 dos tópicos 2 a 5), 60%

### 3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

The teaching will be supported by updated bibliography (books and papers). Together with the T classes, PL classes will be taught in a laboratory environment in order to explain and training students in experimental methods for materials characterization. Experimental works will be also performed:

I. Contact Teaching

A. T Lectures:

- *Presentation and discussion of the contents*

**B. Practical (P) Teaching:**

- *Laboratory experimental works*

**C. Tutorial guidance: Orientation and discussion sessions to guide and stimulate student's learning process (Brainstorming sessions and workshops)**

**II. Autonomous learning**

- *Reading of UC materials and recommended bibliography: application of acquired knowledge to the requirements of the teaching-learning process (to consolidate T knowledge in laboratory environment)*

- *Resolution of T and PL works recommended*

**III. Assessment:**

- *1 Written report, 40%*

- *3 Mapping oral presentations including discussion (Student can chose 3 from contents 2 to 5), 60%*

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

*O ensino está baseado em aulas teóricas em sala de aula. Adicionalmente, ocorrerão exposições, explicações de métodos experimentais, bem como, ensaios para caracterização de materiais dotando o estudante das competências necessárias para que o mesmo atinja plenamente os objetivos da UC (C1 a C6). As apresentações, brainstorming e workshops adicionais também contribuirão para melhorar as capacidades do estudante (C1 a C6). O conteúdo das apresentações e a capacidade de comunicação serão discutidos e avaliados. Além disso, a avaliação será completada através da elaboração de um relatório escrito sobre caracterização de materiais para FDD.*

### **3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**

*Teaching is based on classroom theoretical lessons. In addition, explanations of experimental methods and material characterization tests will provide the competences required to help students to achieve the objectives listed (C1 to C6). Mapping presentations, brainstorming and additional workshops will also contribute to improve the skills of the student (C1 to C6). The content and skill communications of each mapping presentation will be discussed and evaluated. Moreover, the evaluation will be completed through the preparation of a written report on materials characterization for DDM.*

### **3.3.9. Bibliografia principal:**

- *Mitchell G, Alves N and Mateus A (2018). Direct Digital Manufacturing, Springer Publisher.*
- *Yang L, Hsu K, Baughman B, Godfrey B, Medina F, Menon M, Wiener S (2017). Additive Manufacturing of Metals: The Technology, Materials, Design and Production (Springer Series in Advanced Manufacturing) 1st edition (ISBN-13: 978-3319551272, ISBN-10: 3319551272).*
- *Bandyopadhyay A, Bose, S (2016). Additive Manufacturing, CRC Press (ISBN-13: 978-1-4822-2360-6)*
- *Hall C (2014). Materials: A Very Short Introduction. Oxford University Press. (ISBN: 978-0199672677).*
- *Gibson I, Rosen D, Stucker B (2010). Additive Manufacturing Technologies: Rapid Prototyping to Direct Digital Manufacturing. ISBN: 978-1-4419-1119-3.*
- *Bourell D, Kruth P, Leu M, Levy G, Rosen D, Clareg B (2017). Materials for additive manufacturing, CIRP Annals, Vol. 66, pp. 659-681 (doi.org/10.1016/j.cirp.2017.05.009)*

## **Mapa IV - FDD para Aplicações Médicas e Dentárias/DDM for Medical and Dental Applications**

### **3.3.1. Unidade curricular:**

*FDD para Aplicações Médicas e Dentárias/DDM for Medical and Dental Applications*

### **3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:**

*Pedro Gil Frade Morouço , TP-10;OT-5*

### **3.3.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:**

*Paula Faria, PL-5;OT-5*

*Sandra Amado, TP-5;PL-10;OT-5*

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

*A UC de Fabrico Digital Direto para Aplicações Médicas e Dentárias pretende dotar os estudantes de conhecimentos ao nível da aplicabilidade das tecnologias disponíveis para o domínio biomédico. Para o efeito, entende-se que compreendam as vantagens e desvantagens das diferentes metodologias, assim como a sua aplicação, com recurso aos conhecimentos adquiridos no primeiro semestre, nomeadamente nas UC de Tecnologia de Fabricação Digital Direta e Métodos Experimentais para Caracterização de Materiais.*

*Como objetivos específicos, os estudantes devem:*

*C1. Dominar as tecnologias disponíveis para as aplicações biomédicas*

*C2. Aplicar as ferramentas de fabrico digital direto nos domínios médico e dentário*

*C3. Demonstrar capacidade de trabalhar em grupo com sentido crítico*

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



*The CU Direct Digital Manufacturing for Medical and Dental Applications aims to provide students with knowledge on the applicability of available technologies for the biomedical domain. To this end, it is aimed that they understand the advantages and disadvantages of the different methodologies, as well as their application, using the knowledge acquired in the first semester, namely in Direct Digital Manufacturing Technology I and Experimental Methods for Characterization of Materials.*

*As specific objectives, students should:*

- C1. Mastering the technologies available for biomedical applications*
- C2. Apply the tools of direct digital manufacture in the medical and dental domains*
- C3. Demonstrate ability to work in group with critical skills*

### **3.3.5. Conteúdos programáticos:**

- 1. Visão geral das tecnologias disponíveis*
  - 1.1. Vantagens e desvantagens*
  - 1.2. Requisitos de adequação para aplicações biomédicas*
- 2. FDD para produtos farmacêuticos*
  - 2.1. Produção de sistemas personalizados de entrega de drogas*
  - 2.2. Micro tecidos para estudos terapêuticos*
- 3. FDD para planeamento e treino cirúrgico*
- 4. FDD para engenharia de tecidos*
  - 4.1. Definição e âmbito da biofabricação*
  - 4.2. Bioimpressão e Biomontagem*
- 5. FDD para odontologia*

### **3.3.5. Syllabus:**

- 1. Overview of the available technologies*
  - 1.1. Advantages and disadvantages*
  - 1.2. Suitability requirements for biomedical applications*
- 2. DDM for pharmaceuticals*
  - 2.1. Production of customized drug delivery systems*
  - 2.2. Micro tissues for therapeutics studies*
- 3. DDM for surgery planning and training*
- 4. DDM for tissue engineering*
  - 4.1. Definition and scope of biofabrication*
  - 4.2. Bioprinting and Bioassembly*
- 5. DDM for dentistry*

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

- 1. Visão geral das tecnologias disponíveis (C1 e C3)*
- 2. FDD para produtos farmacêuticos (C1 a C3)*
- 3. FDD para planeamento e treino cirúrgico (C1 a C3)*
- 4. FDD para engenharia de tecidos (C1 a C3)*
- 5. FDD para odontologia (C1 a C3)*

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

- 1. Overview of the available technologies (C1 and C3)*
- 2. DDM for pharmaceuticals (C1 to C3)*
- 3. DDM for surgery planning and training (C1 to C3)*
- 4. DDM for tissue engineering (C1 to C3)*
- 5. DDM for dentistry (C1 to C3)*

### **3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

#### *I. Ensino presencial*

##### *A. Ensino TP:*

- Apresentação e discussão dos conteúdos programáticos e exemplos ilustrativos*
- Procedimentos sistemáticos para o desenvolvimento de aplicações biomédicas*

##### *B. Ensino PL:*

- Aplicação de conceitos adquiridos na resolução de problemas práticos (ind e grupo)*
- Pesquisa e recolha de informações, desenvolvimento de capacidade crítica e autonomia para analisar resultados*
- C. OT-Sessões de orientação e discussão para orientar e estimular o processo de aprendizagem no estudante (sessões de brainstorming e workshops)*

##### *II. Aprendizagem Autônoma:*

*Estudo de materiais e bibliografia da UC: aplicação dos conhecimentos apreendidos aos desafios que emergem do processo ensino-aprendizagem*

- Resolução de trabalhos TP e PL*

##### *III. Metodologia de Avaliação:*

- a) Avaliação contínua - 1 frequência (30%) e 2 trabalhos individuais (35%+35%);*
- b) Avaliação por exame - realização de uma prova global de conhecimentos na modalidade de teste escrito, correspondendo a 100%.*

### **3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):**

**I. Contact Teaching****A. TP lectures:**

- Presentation and discussion of the syllabus and illustrative examples
- Systematic procedures for the development of biomedical applications

**B. PL Teaching:**

- Application of acquired concepts in solving practical problems (individual and global works)
  - Research and information gathering, development of critical capacity and autonomy to analyse results
- C. OT: Orientation and discussion sessions to guide and stimulate student's learning process (Brainstorming sessions and workshops)**

**II. Autonomous learning**

- Reading of UC materials and bibliography: application of acquired knowledge to the requirements of the teaching-learning process (to consolidate TP knowledge in laboratory environment).
- Resolution of TP and PL works

**III. Assessment:**

- a) Continuous evaluation - 1 written test (30%) and 2 individual works (35%+35%);
- b) Evaluation by examination - perform a proof of global knowledge, in the form of written test.

**3.3.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:****I. Ensino presencial****A. Ensino TP (C1 e C2):**

- Apresentação e discussão dos conteúdos programáticos e exemplos ilustrativos
- Procedimentos sistemáticos para o desenvolvimento de aplicações biomédicas

**B. Ensino PL (C1 a C3):**

- Aplicação de conceitos adquiridos na resolução de problemas práticos (ind e grupo)
  - Pesquisa e recolha de informações, desenvolvimento de capacidade crítica e autonomia para analisar resultados
- C.OT-Sessões de orientação e discussão para orientar e estimular o processo de aprendizagem no estudante (sessões de brainstorming e workshops) (C1 a C3)**

**II. Aprendizagem Autónoma (C1 a C3):**

- Estudo de materiais e bibliografia da UC: aplicação dos conhecimentos apreendidos aos desafios que emergem do processo ensino-aprendizagem
- Resolução de trabalhos TP e PL

**III. Metodologia de Avaliação:**

- a) Avaliação contínua - 1 frequência (30%) e 2 trabalhos individuais (35%+35%);
- b) Avaliação por exame - realização de uma prova global de conhecimentos na modalidade de teste escrito, correspondendo a 100%.

**3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:****I. Contact Teaching****A. TP lectures (C1 e C2):**

- Presentation and discussion of the syllabus and illustrative examples
- Systematic procedures for the development of biomedical applications

**B. PL Teaching (C1 a C3):**

- Application of acquired concepts in solving practical problems (individual and global works)
  - Research and information gathering, development of critical capacity and autonomy to analyse results
- C. OT: Orientation and discussion sessions to guide and stimulate student's learning process (Brainstorming sessions and workshops) (C1 a C3)**

**II. Autonomous learning (C1 a C3)**

- Reading of UC materials and bibliography: application of acquired knowledge to the requirements of the teaching-learning process (to consolidate TP knowledge in laboratory environment).
- Resolution of TP and PL works

**III. Assessment:**

- a) Continuous evaluation - 1 written test (30%) and 2 individual works (35%+35%);
- b) Evaluation by examination - perform a proof of global knowledge, in the form of written test.

**3.3.9. Bibliografia principal:**

- Guo N, Leu M C (2013). Additive manufacturing: technology, applications and research needs. *Frontiers of Mechanical Engineering*, Vol. 8 (3), pp. 215-243.
- Khademhosseini A, Langer R (2016). A decade of progress in tissue engineering. *Nature protocols*, Vol. 11 (10), pp. 1775-1781.
- Melchels F P, Domingos M A, Klein T J, Malda J, Bartolo P J, Huttmacher D W (2012). Additive manufacturing of tissues and organs. *Progress in Polymer Science*, Vol. 37 (8), pp. 1079-1104.
- Vaezi M, Seitz H, Yang S (2013). A review on 3D micro-additive manufacturing technologies. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Vol. 67 (5-8), pp. 1721-1754.
- Woodfield T, Lim K, Morouço P, Levato R, Malda J, Melchels F (2017). *Biofabrication in Tissue Engineering. Comprehensive Biomaterials II*, Vol. 5, pp. 236-266.
- Amado S, Morouço P, Pascoal-Faria P, Alves N (2017). *Tailoring Bioengineered Scaffolds for Regenerative Medicine, Biomaterials in Regenerative Medicine (ISBN 978-953-51-5459-4)*.

**Mapa IV - FDD para Aplicações Industriais / DDM for Industrial Applications**

**3.3.1. Unidade curricular:***FDD para Aplicações Industriais / DDM for Industrial Applications***3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:***Artur Jorge dos Santos Mateus, TP-5;OT-5***3.3.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:***Florindo Gaspar, PL-5;OT-5**Pedro Martinho, TP-5;PL-10;OT-5**Vítor Ferreira, TP-5;OT-5***3.3.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***C1. Conhecimento das aplicações de FDD em áreas específicas;**C2. Compreensão das tendências futuras do FDD;**C3. Conhecimento dos processos que envolvem a gestão e organização dos processos de FDD;**C4. Conhecimento de novos modelos de negócio que estão a emergir e que estão relacionados com as tecnologias de FDD;**C5. Conhecimento e compreensão ao nível do impacto social das tecnologias de FDD e da necessidade de uma orientação e organização para mudanças com resultados positivos.***3.3.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***C1. A knowledge of the applications for DDM in specific areas;**C2. An understanding of future directions and prospects for DDM**C3. A knowledge of the processes involved in managing direct digital manufacturing;**C4. A knowledge of the new business models which are emerging in connection with DDM;**C5. An understanding of the possible social impacts of DDM and the need for positive management of change.***3.3.5. Conteúdos programáticos:***Os conteúdos programáticos estão estruturados em cinco itens principais. Os quatro primeiros itens são de âmbito introdutório e contextual. O quinto item é referente em específico à aplicação da FDD às aplicações industriais. De diversas aplicações industriais foram selecionadas as que são mais relevantes.**1. Tendências futuras do FDD**2. Gestão e organização do FDD**3. Novos modelos de gestão orientados para FDD**4. Desafios Societais**5. FDD para aplicações industriais**5.1 FDD para o setor aeroespacial e defesa**5.2 FDD para o setor automóvel**5.3 FDD para a construção**5.4 FDD para o fabrico de ferramentas**5.5 FDD para o processamento de comida***3.3.5. Syllabus:***The program is structured in five main items. The first four items are introductory and contextual. The fifth item is referring specifically to the application of DDM to industrial applications. Among several industrial applications most relevant five were select.**1. Future prospects for DDM**2. Managing DDM**3. New Business Models**4. Social Challenges**5. DDM for Industrial applications**5.1 DDM for Aerospace and Defence**5.2 DDM for Automotive**5.3 DDM for Construction**5.4 DDM for Tooling**5.5 DDM for Food processing***3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:***Os objetivos de aprendizagem serão atingidos diretamente através da implementação do conteúdo programático listado anteriormente. Os objetivos de aprendizagem (C1 a C5) serão atingidos através da seguinte correspondência com os conteúdos programáticos:**1. Tendências futuras do FDD (C2)**2. Gestão e organização do FDD (C3)**3. Novos modelos de gestão orientados para FDD (C4)**4. Desafios Societais (C5)**5. FDD para aplicações industriais (C1)**5.1 FDD para o setor aeroespacial e defesa*

- 5.2FDD para o setor automóvel
- 5.3 FDD para a construção
- 5.4FDD para o fabrico de ferramentas
- 5.5FDD para o processamento de comida

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

*Learning outcomes are directly achieved through the implementation of the programmatic contents listed. Learning outcomes from C1 to C5 will be reached according to the following correspondence with the syllabus:*

1. Future prospects for DDM (C2)
2. Managing DDM (C3)
3. New Business Models (C4)
4. Social Challenges (C5)
5. DDM for Industrial applications (C1)
- 5.1 DDM for Aerospace and Defence
- 5.2 DDM for Automotive
- 5.3 DDM for Construction
- 5.4 DDM for Tooling
- 5.5 DDM for Food processing

### 3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

*As aulas serão divididas em módulos, 1 a 9, abrangendo todos os itens do programa (1, 2, 3, 4, 5). A par das aulas TP em sala de aula, serão também lecionadas aulas em ambiente industrial/laboratorial dotando o estudante de competências práticas referentes aos conteúdos da UC:*

#### *I. Ensino presencial*

##### *A. Ensino TP:*

*-Apresentação e discussão dos conteúdos programáticos*

##### *B. Ensino PL:*

*-Realização de trabalhos PL*

*C. OT: Sessões de orientação e discussão para orientar e estimular o processo de aprendizagem no estudante (sessões de brainstorming e workshops)*

#### *II. Aprendizagem Autônoma:*

*-Estudo de materiais e bibliografia da UC: aplicação dos conhecimentos apreendidos aos desafios que emergem do processo ensino-aprendizagem*

*-Resolução de trabalhos TP e PL*

#### *III. Metodologia de Avaliação:*

*-1 Relatório que deve abordar os 4 primeiros itens do programa, devendo ser focado numa aplicação industrial listada ou outra pertinente, 50%*

*-1 Apresentação oral do relatório elaborado, 50%*

### 3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

*Classes will be divided into modules 1 to 9 cover all items of the program(1 to 5). Along with the TP classes in the classroom, classes will be also taught in an industrial/laboratorial environment providing to the student the PL skills:*

#### *I. Contact Teaching*

##### *A. TP Lectures:*

*- Presentation and discussion of the contents*

##### *B. PL Teaching:*

*- Laboratory experimental works*

*C. Tutorial guidance: Orientation and discussion sessions to guide and stimulate student's learning process (Brainstorming sessions and workshops)*

#### *II. Autonomous learning*

*- Reading materials and bibliography: application of acquired knowledge to the requirements of the teaching-learning process (to consolidate TP knowledge in laboratory environment)*

*- Resolution of TP and PL works*

#### *III. Assessment:*

*- One Report focus on both: four first items of the syllabus, and on an industrial application listed or in another one pertinent, 50%*

*- One Mapping oral presentation including discussion of the written report, 50%*

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

*O ensino assentará essencialmente em aulas em que os conteúdos programáticos listados anteriormente serão lecionados por diferentes docentes doutorados especialistas na área. O estudante fará um relatório que será apresentado oralmente. Esta apresentação permitirá a discussão acerca destes assuntos com os diversos especialistas (C1 a C5). O ensino dos temas será suportado por bibliografia atualizada quer sob a forma de livro quer de artigos científicos e tecnológicos nos diversos domínios. A par das aulas teórico-prática em sala de aula, serão também lecionadas aulas em ambiente industrial/laboratorial dotando o estudante de competências práticas referentes aos conteúdos programáticos da UC (C1 a C5). A metodologia adotada permitirá desenvolver a autonomia do estudante.*

### 3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

*Teaching will mainly be based on classes in which contents listed above can be taught by different specialists in the different areas. Student must prepare a written report which will be presented orally. This presentation will allow*

*discussion with various teachers (PhD holders) with expertise in each field (C1 a C5). The teaching of the themes will be supported by updated bibliography either in the form of a book or of scientific and technological papers in various domains. Along with the theoretical-practical classes in the classroom, classes will be also taught in an industrial/laboratorial environment providing to the student the practical skills related with the CU contents (C1 a C5). The adopted methodology will develop self learning skills in the student.*

### 3.3.9. Bibliografia principal:

- Mitchell G, Alves N and Mateus A (2018). *Direct Digital Manufacturing*, Springer Publisher.
- Gibson I, Rosen D, Stucker B (2010). *Additive Manufacturing Technologies: Rapid Prototyping to Direct Digital Manufacturing*. ISBN: 978-1-4419-1119-3
- Hopkinson N, Hague R, Dickens R (2006). *Rapid Manufacturing: An Industrial Revolution for the Digital Age*. John Wiley & Sons.

## Mapa IV - FDD para Produtos Personalizados / DDM for Personal Products

### 3.3.1. Unidade curricular:

*FDD para Produtos Personalizados / DDM for Personal Products*

### 3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

*Geoffrey Mitchell, TP-10*

### 3.3.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

*Ana Lisboa, TP-5;PL-5;OT-5*

*Fábio Jorge Pereira Simões, PL-5;OT-5*

*Fátima Barreiros, PL-5;OT-5*

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

*A UC de Fabrico Digital Direto para Produtos Personalizados pretende dotar os estudantes de conhecimentos ao nível da aplicabilidade das tecnologias disponíveis para a customização de produtos. Para o efeito é necessário que compreendam e distingam os diferentes conceitos e sua aplicação, com recurso aos conhecimentos adquiridos no primeiro semestre, nomeadamente nas UC de Tecnologia de Fabricação Digital Direta I e Métodos Experimentais para Caracterização de Materiais.*

*Como objetivos específicos, os estudantes devem:*

- C1: Dominar os conceitos que envolvem a customização de bens de consumo*
- C2: Dominar as tecnologias disponíveis para customização de bens de consumo*
- C3: Demonstrar capacidade de trabalhar em grupo com sentido crítico*

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

*The UC Direct Digital Manufacturing for Personal Products aims to provide students with knowledge on the applicability of available technologies for product customization. To this end, it is aimed that they understand and distinguish the different concepts and their application, using the knowledge acquired in the first semester, namely in the Direct Digital Manufacturing Technology I and Experimental Methods for Material Characterization.*

*As specific objectives, students should:*

- C1: Mastering the concepts involving consumer goods customization*
- C2: Mastering the technologies available for consumer goods customization*
- C3: Demonstrate ability to work in group with critical skills*

### 3.3.5. Conteúdos programáticos:

*1. Visão geral de bens de consumo e bens de produto*

*1.1. Definição*

*1.2. Classificação*

*1.3. Exemplos*

*2. Customização de bens de consumo*

*2.1. Abordagens para a customização em massa e personalização de produtos*

*2.2. Desafios e limitações à customização em massa e personalização de produtos*

*3. FDD para Bens de Consumo Customizados*

### 3.3.5. Syllabus:

*1. Overview of the consumer goods and producer goods*

*1.1. Definition*

*1.2. Classification*

*1.3. Examples*

*2. Consumer Goods customization*

*2.1. Approaches to Mass Customization and Product Personalization*

**2.2.Challenges and limitations to Mass Customization and Product Personalization**  
**3.DDM for Customized Consumer Goods**

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

1. *Visão geral de bens de consumo e bens de produto (C1 e C3)*
2. *Customização de bens de consumo (C1 a C3)*
3. *FDD para bens de consumo customizados (C1 a C3)*

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

1. *Overview of the consumer goods and producer goods (C1 and C3)*
2. *Consumer Goods Customization (C1 to C3)*
3. *DDM for Consumer Goods Customization (C1 to C3)*

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

*I. Ensino presencial*

*A. Ensino TP:*

- *Apresentação e discussão dos conteúdos programáticos e exemplos ilustrativos*
- *Procedimentos sistemáticos para o desenvolvimento de bens de consumo customizados*

*B. Ensino PL:*

- *Aplicação de conceitos adquiridos na resolução de problemas práticos (trabalhos individuais e em grupo)*
- *Pesquisa e recolha de informações, desenvolvimento de capacidade crítica e autonomia para analisar resultados*
- C.OT-Sessões de orientação e discussão para orientar e estimular o processo de aprendizagem no estudante (sessões de brainstorming e workshops)*

*II. Aprendizagem Autônoma:*

- *Estudo de materiais e bibliografia: aplicação dos conhecimentos apreendidos aos desafios que emergem do processo ensino-aprendizagem*
- *Resolução de trabalhos TP e PL*

**3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):**

*I. Contact Teaching*

*A. TP lectures:*

- *Presentation and discussion of the syllabus and illustrative examples*
- *Systematic procedures for the development of customized consumer goods*

*B. P Teaching:*

- *Application of acquired concepts in solving practical problems (individual and global works)*
- *Research and information gathering, development of critical capacity and autonomy to analyse results*
- C. OT: Orientation and discussion sessions to guide and stimulate student's learning process (Brainstorming sessions and workshops)*

*II. Autonomous learning*

- *Reading of UC materials and bibliography: application of acquired knowledge to the requirements of the teaching-learning process (to consolidate TP knowledge in laboratory environment).*
- *Resolution of TP and L works*

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

*I. Ensino presencial*

*A. Ensino TP (C1 e C2):*

- *Apresentação e discussão dos conteúdos programáticos e exemplos ilustrativos*
- *Procedimentos sistemáticos para o desenvolvimento de bens de consumo customizados*

*B. Ensino PL (C1 a C3):*

- *Aplicação de conceitos adquiridos na resolução de problemas práticos (trabalhos individuais e em grupo)*
- *Pesquisa e recolha de informações, desenvolvimento de capacidade crítica e autonomia para analisar resultados*
- C.OT-Sessões de orientação e discussão para orientar e estimular o processo de aprendizagem no estudante (sessões de brainstorming e workshops) (C1 a C3)*

*II. Aprendizagem Autônoma (C1 a C3):*

- *Estudo de materiais e bibliografia: aplicação dos conhecimentos apreendidos aos desafios que emergem do processo ensino-aprendizagem*
- *Resolução de trabalhos TP e PL*

*III. Metodologia de Avaliação:*

- a) *Contínua - 1 prova escrita (30%) e 2 trabalhos escritos individuais (35%+35%);*
- b) *Exame - realização de uma prova global de conhecimentos na modalidade de teste escrito (100%).*

**3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**

*I. Contact Teaching*

*A. TP lectures (C1, C2):*

- *Presentation and discussion of the syllabus and illustrative examples*
- *Systematic procedures for the development of customized consumer goods*

*B. P Teaching (C1 a C3):*

- *Application of acquired concepts in solving practical problems (individual and global works)*
- *Research and information gathering, development of critical capacity and autonomy to analyse results*
- C. OT: Orientation and discussion sessions to guide and stimulate student's learning process (Brainstorming sessions)*

and workshops) (C1 a C3)

II. Autonomous learning (C1 a C3)

- Reading of UC materials and bibliography: application of acquired knowledge to the requirements of the teaching-learning process (to consolidate TP knowledge in laboratory environment).

- Resolution of TP and L works

III. Assessment:

a) Continuous evaluation - 1 written test (30%) and 2 individual written works (35%+35%);

b) Evaluation by examination - perform a proof of global knowledge, in the form of written test (100%).

### 3.3.9. Bibliografia principal:

-Coletti P, Aichner T (2011). *Mass Customization, Springerbriefs in Business*. (doi: 10.1007/978-3-642-18390-4\_2).

-Custom Nation: *Why Customization Is the Future of Business and How to Profit From It Paperback* (2012).

-Davis S, Joseph Pine B (1999) II. *Mass Customization: The New Frontier in Business Competition Paperback*.

-Hvam L, Mortensen L H, Riis J (2008). *Product Customization*.

-Bogers M, Hadar R, Bilberg A (2016). *Additive manufacturing for consumer-centric business models: Implications for supply chains in consumer goods manufacturing. Technological Forecasting & Social Change, Vol. 102, pp. 225–239.*

## Mapa IV - Metodologias de Investigação / Research Methodologies

### 3.3.1. Unidade curricular:

*Metodologias de Investigação / Research Methodologies*

### 3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

*Paula Cristina Rodrigues Pascoal Faria, T-10;OT-5*

### 3.3.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

*Nuno Manuel Fernandes Alves, T-10;OT-5*

*Pedro Gil Frade Morouço, T-10;OT-5*

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

*Adquirir uma visão geral acerca do estado-de-arte e dos principais desafios de investigação na área da FDD.*

*Aperfeiçoar competências de investigação, nomeadamente, análise crítica de trabalhos científicos/industriais, síntese, escrita científica, comunicação verbal e escrita, raciocínio crítico, aprendizagem autónoma e integração num grupo de investigação no sentido de definir e planear o seu projeto ou dissertação.*

*Esta UC desenvolve as competências adquiridas na UC de Introdução à Investigação.*

*C1. Compreender e definir o âmbito geral de um dissertação/projeto/estágio (D/P/E)*

*C2. Fazer um levantamento do estado-de-arte e dos principais desafios de investigação na área da FDD*

*C3. Definir a estrutura do D/P/E*

*C4. Aplicar ferramentas de gestão/planeamento de D/P/E*

*C5. Consolidar a capacidade de investigação científica e tecnológica*

*C6. Compreender aspetos de comunicação e transferência de conhecimento e tecnologia*

*C7. Planear uma D/P/E na área da FDD*

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

*To acquire competences to elaborate a state of the art in DDM and understand main research challenges in DDM.*

*To improve research skills, including critical analysis of scientific / industrial works, synthesis, scientific writing, verbal and written communication, critical thinking, autonomous learning and integration into a research group.*

*This UC develops the competences acquired in the UC of Introduction of Research, in order to prepare the dissertation, project or training in the area of DDM.*

*C. Skills*

*To:*

*C1.understand and define the general scope of the dissertation/project/training*

*C2.elaborate a state of the art in DDM and understand main research challenges in DDM*

*C3.define a work structure, schedules and resources for a project*

*C4. apply project planning/management tools*

*C5. analyze risks and assess quality issues*

*C6. consolidate the ability for scientific and technological research*

*C7. understand communication and technology transfer issues*

*C8. plan a project on DDM*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

1. *Fontes de pesquisa bibliográfica: utilização, aplicabilidade, aspectos éticos*
2. *Discussão de metodologias de elaboração de dissertação/projeto/estágio, incluindo a utilização de ferramentas de gestão de bibliografia*
3. *Análise de dados*
4. *Entender o que é uma dissertação/projeto/estágio de mestrado e os seus graus de exigência*
5. *Contextualizar o tema da dissertação/projeto/estágio que se pretende desenvolver*
6. *Discutir exemplos de dissertação/projeto/estágio*
7. *Comunicar ciência: apresentações em conferências, redação e processo de submissão de artigos científicos ou técnicos*
8. *Apresentar um plano de trabalhos detalhado para cumprir o objectivo da dissertação/projeto/estágio em FDD*

**3.3.5. Syllabus:**

1. *Sources of bibliographic research: use, applicability, ethical aspects*
2. *Discussion of methodologies to elaborate a dissertation/project/training, including the use of bibliographic management tools*
3. *Data analysis*
4. *Understand what is a dissertation/project/training and different level of requirements*
5. *Contextualize the theme of the dissertation/project/training to be developed*
6. *Discussion of examples of dissertation/project/training*
7. *Science communication: presentations at conferences, writing and submission process of scientific/technical articles*
8. *To present a detailed work plan to meet the purpose of the dissertation/project/training in DDM*

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

1. *Fontes de pesquisa bibliográfica: utilização, aplicabilidade, aspectos éticos (C1, C2 e C3)*
2. *Discussão de metodologias de elaboração de dissertação/projeto/estágio, incluindo a utilização de ferramentas de gestão de bibliografia (C2, C3, C4 e C5)*
3. *Análise de dados (C4 e C5)*
4. *Entender o que é uma dissertação/projeto/estágio de mestrado e os seus graus de exigência (C5)*
5. *Contextualizar o tema da dissertação/projeto/estágio que se pretende desenvolver (C5)*
6. *Discutir exemplos de dissertação/projeto/estágio (C5 e C7)*
7. *Comunicar ciência: apresentações em conferências, redação e processo de submissão de artigos científicos ou técnicos (C6)*
8. *Apresentar um plano de trabalhos detalhado para cumprir o objectivo da dissertação/projeto/estágio em FDD (C7)*

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

1. *Sources of bibliographic research: use, applicability, ethical aspects (C1, C2 e C3)*
2. *Discussion of methodologies to elaborate a dissertation/project/training, including the use of bibliographic management tools (C2, C3, C4 e C5)*
3. *Data analysis (C4 e C5)*
4. *Understand what is a dissertation/project/training and different level of requirements (C5)*



5. *Contextualize the theme of the dissertation/project/training to be developed (C5)*
6. *Discussion of examples of dissertation/project/training (C5 and C7)*
7. *Science communication: presentations at conferences, writing and submission process of scientific/technical articles (C6)*
8. *To present a detailed work plan to meet the purpose of the dissertation/project/training in DDM (C7)*

### 3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

#### I. Ensino presencial

##### A. Ensino T:

- *As aulas teóricas são essencialmente expositivas com recurso a vários materiais pedagógicos.*

*B. OT-Sessões de orientação e discussão para orientar e estimular o processo de aprendizagem no estudante (sessões de brainstorming e workshops)*

##### II. Aprendizagem Autônoma:

- *Os estudantes desenvolvem as suas competências de planeamento de projetos e usam as fontes da bibliografia para suportar a sua aprendizagem*

- *Resolução de trabalhos T*

##### III. Metodologia de Avaliação:

- *1 relatório escrito, 50%*

- *1 Apresentação oral com discussão, 50%*

### 3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

#### I. Contact Teaching

##### A. T lectures:

- *The lectures are essentially expository using various materials*

*B. OT: Orientation and discussion sessions to guide and stimulate student's learning process (Brainstorming sessions and workshops)*

##### II. Autonomous learning

- *Students develop their project planning skills and use bibliographic sources to support their learning*

- *Resolution of theoretical works*

##### III. Assessment:

- *1 Written report, 50%*

- *1 Mapping oral presentation including discussion, 50%*

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

#### I. Ensino presencial

##### A. Ensino T (C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8):

- *As aulas teóricas são essencialmente expositivas com recurso a vários materiais pedagógicos.*

*B. OT-Sessões de orientação e discussão para orientar e estimular o processo de aprendizagem no estudante (sessões de brainstorming e workshops) (C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8)*

##### II. Aprendizagem Autônoma:

- *Os estudantes desenvolvem as suas competências de planeamento de projetos e usam as fontes da bibliografia para suportar a sua aprendizagem*

- *Resolução de trabalhos T*

##### III. Metodologia de Avaliação:

- *1 relatório escrito, 50%*

- *1 Apresentação oral com discussão, 50%*

### 3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

#### I. Contact Teaching

##### A. T lectures (C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8):

- *The lectures are essentially expository using various materials*

*B. OT: Orientation and discussion sessions to guide and stimulate student's learning process (Brainstorming sessions and workshops) (C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8)*

##### II. Autonomous learning

- *Students develop their project planning skills and use bibliographic sources to support their learning*

- *Resolution of theoretical works*

##### III. Assessment:

- *1 Written report, 50%*

- *1 Mapping oral presentation including discussion, 50%*

### 3.3.9. Bibliografia principal:

*Peat J, Elliott E, Baur L, Keena V (2002). Scientific Writing: Easy When You Know How. ISBN: 978-0-7279-1625-9. BMJ Books.*

*Muñoz J L A, Blanco J L Y, Capuz-Rizo S F (2014). Project Management and Engineering Research.*

*McCormac C (2012). Research project success : the essential guide for science and engineering students. RSC Pub.*

*Basten G (2011). Introduction to scientific research. Studentia Ventus Publishing.*

*Oliveira L A (2013). Ética em Investigação Científica, Lidel.*

Oliveira L A (2011). *Dissertação e Tese em Ciência e Tecnologia Segundo Bolonha*. Lidel.  
 Carvalho J E (2009). *Metodologia do Trabalho Científico*, Lisboa, Escolar Editora.  
 Lima J A, Pacheco J A (2006). *Fazer Investigação*, Porto Editora.  
 Pereira A, Poupá C (2008). *Como Escrever uma Tese, Monografia ou Trabalho Científico Usando o Word*, Edições Sílabo.  
 Oliver P (2003). *The Student's Guide to Research Ethics*, Philadelphia, Open University Press.  
 Novak J, Gowin B (1984). *Learning how to Learn*, Cambridge University Press.

#### Mapa IV - Reciclagem de Materiais /Recycling

##### 3.3.1. Unidade curricular:

*Reciclagem de Materiais /Recycling*

##### 3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

*Fátima Maria Carvalhinhas Barreiros, TP-10;PL-5;OT-5*

##### 3.3.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

*Florindo Gaspar, TP-5;PL-10;OT-10*

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

*A unidade curricular de Reciclagem do Mestrado em Engenharia para a Fabricação Digital Direta visa proporcionar ao aluno a aquisição de competências relacionadas com a reciclagem dos diferentes tipos de materiais.*

*C1. Conhecer a terminologia, os conceitos, as perspetivas e as ferramentas mais vulgarmente utilizadas no campo da reciclagem.*

*C2. Definir estratégias para o desenvolvimento de metodologias a adotar no âmbito da Redução/Reutilização/Reciclagem de materiais.*

*C3. Identificar as metodologias e técnicas mais apropriadas para a reciclagem dos diferentes tipos de materiais.*

*C4. Otimizar recursos, processos e produtos obtidos por reciclagem*

*C5. Responder às crescentes solicitações da indústria e dos serviços, no âmbito da reciclagem de materiais.*

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

*The curricular unit of Recycling of the Master in Engineering for Direct Digital Manufacturing aims providing the student with the acquisition of competences related to recycling of the different kind of materials.*

*C1. Know the terminology, concepts, perspectives and tools of recycling.*

*C2. Define strategies for the development of methodologies in the aim of materials. Reduction / Reuse / Recycling.*

*C3. Identify the most appropriate methodologies and techniques for recycling different kind of materials.*

*C4. Optimise resources, processes and products obtained by recycling.*

*C5. Answer to emergent solicitations of the market and services in the aim of materials recycling*

##### 3.3.5. Conteúdos programáticos:

*1. Introdução à reciclagem*

*1.1 Conceitos gerais*

*1.2 Vantagens da reciclagem*

*2. Perspetivas e enquadramento legal da reciclagem*

*3. Materiais recicláveis e não recicláveis*

*4. Resíduos sólidos urbanos*

*4.1 Processos de tratamento*

*4.2 Compostagem*

*4.3 Incineração e co-incineração*

*5. Reciclagem de materiais poliméricos, metálicos, cerâmicos e compósitos*

*5.1 Matérias-primas e respetiva classificação*

*5.2 Tratamento, processos, técnicas e equipamentos de reciclagem*

*6. Aplicações de materiais reciclados*

*7. Tendências e perspetivas da reciclagem*

##### 3.3.5. Syllabus:

*1. Introduction to recycling*

*1.1. General concepts*

*1.2. Advantages of recycling*

*2. Perspectives and legal framework of recycling*

*3. Recyclable and non-recyclable materials*

*4. Solid Urban Waste*

*4.1. Treatment Processes*

*4.2. Composting*

*4.3. Incineration and co-incineration*

*5. Recycling polymeric, metallic, ceramic and composite materials*

*5.1. Raw materials and respective classification*

*5.2. Treatment, processes, techniques and equipment recycling*

- 6. *Applications of recycled materials*
- 7. *Trends and prospects for recycling*

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

- 1. *Introdução à reciclagem*
- 1.1 *Conceitos gerais (C1, C2)*
- 1.2 *Vantagens da reciclagem (C1, C2)*
- 2. *Perspetivas e enquadramento legal da reciclagem (C1, C2)*
- 3. *Materiais recicláveis e não recicláveis (C1, C2)*
- 4. *Resíduos sólidos urbanos*
- 4.1 *Processos de tratamento (C2, C3)*
- 4.2 *Compostagem (C2, C3)*
- 4.3 *Incineração e co-incineração (C2, C3)*
- 5. *Reciclagem de materiais poliméricos, metálicos, cerâmicos e compósitos*
- 5.1 *Matérias-primas e respetiva classificação (C2, C3)*
- 5.2 *Tratamento, processos, técnicas e equipamentos de reciclagem (C2, C3)*
- 6. *Aplicações de materiais reciclados (C4, C5)*
- 7. *Tendências e perspectivas da reciclagem (C4, C5)*

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

- 1. *Introduction to recycling (C1, C2)*
- 1.1 *General concepts (C1, C2)*
- 1.2 *Advantages of recycling*
- 2. *Perspectives and legal framework (C1, C2)*
- 3. *Recyclable and non-recyclable materials (C1, C2)*
- 4. *Solid Urban Waste*
- 4.1 *Treatment Processes (C2, C3)*
- 4.2 *Composting (C2, C3)*
- 4.3 *Incineration and co-incineration (C2, C3)*
- 5. *Recycling of polymeric, metallic, ceramics and composite materials*
- 5.1 *Raw materials and respective classification (C2, C3)*
- 5.2 *Treatment, processes, techniques and equipment recycling (C2, C3)*
- 6. *Applications of recycled materials (C4, C5)*
- 7. *Trends and prospects for recycling (C4, C5)*

### 3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

#### *I. Ensino Presencial*

##### *A. Ensino TP*

*Apresentação e discussão dos conteúdos programáticos*  
*Resolução de casos práticos relativos às matérias lecionadas*

##### *B. Ensino PL*

*Realização de trabalhos de pesquisa que correspondem à resolução de problemas sobre reciclagem de materiais*

*C. OT - Sessões de acompanhamento dos estudantes para conduzir o processo de aprendizagem e esclarecer dúvidas (sessões de brainstorming e workshops)*

#### *II. Aprendizagem Autónoma*

*- Estudo de materiais e bibliografia da UC: aplicação dos conhecimentos apreendidos aos desafios que emergem do processo ensino-aprendizagem*

*- Resolução de trabalhos TP e PL*

#### *Metodologia de Avaliação:*

*a) Avaliação contínua - 1 frequência (30%) e 2 trabalhos individuais (35%+35%);*

*b) Avaliação por exame - realização de uma prova global de conhecimentos na modalidade de teste escrito, correspondendo a 100%.*

### 3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

#### *I. Contact Teaching*

##### *A. Theoretical and Practical Lectures*

*Presentation and discussion of contents*  
*Resolution of case studies related with subjects*

##### *B. Practical and Laboratorial Teaching*

*Realization of research works corresponding to the resolution of problems of materials recycling*

*C. Tutorial Guidance - OT: Orientation and discussion sessions to guide and stimulate student's learning process (Brainstorming sessions and workshops)*

#### *II. Autonomous Learning*

*- Reading of UC materials and bibliography: application of acquired knowledge to the requirements of the teaching-learning process (to consolidate TP knowledge in laboratory environment).*

*- Resolution of TP and PL works*

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

#### *I. Ensino Presencial*

##### *A. Ensino TP (C1 a C5)*

*- Apresentação e discussão dos conteúdos programáticos*

- Resolução de casos práticos relativos às matérias lecionadas

**B. Ensino PL (C1 a C5)**

- Realização de trabalhos de pesquisa que correspondem à resolução de problemas sobre reciclagem de materiais

**C. OT - Sessões de acompanhamento dos estudantes para conduzir o processo de aprendizagem e esclarecer dúvidas (sessões de brainstorming e workshops) (C1 a C5)**

**II. Aprendizagem Autónoma (C1 a C5)**

- Estudo de materiais e bibliografia da UC: aplicação dos conhecimentos apreendidos aos desafios que emergem do processo ensino-aprendizagem

- Resolução de trabalhos TP e PL

### 3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

**I. Contact Teaching**

**A. Theoretical and Practical Lectures (C1 a C5)**

Presentation and discussion of contents

Resolution of case studies related with subjects

**B. Practical and Laboratorial Teaching (C1 a C5)**

Realization of research works corresponding to the resolution of problems of materials recycling

**C. Tutorial Guidance - OT: Orientation and discussion sessions to guide and stimulate student's learning process (Brainstorming sessions and workshops) (C1 a C5)**

**II. Autonomous Learning (C1 a C5)**

- Reading of UC materials and bibliography: application of acquired knowledge to the requirements of the teaching-learning process (to consolidate TP knowledge in laboratory environment).

- Resolution of TP and PL works

### 3.3.9. Bibliografia principal:

*Mitchell G, Alves N and Mateus A (2018). Direct Digital Manufacturing, Springer Publisher.*

*Tchobanoglous G, Theisen I (1993). Integrated Solid Waste Management: Engineering Principles and Management Issues”, McGraw-Hill Inc.*

*Martinho M G M, Gonçalves, M G P (2000). Gestão de Resíduos, Universidade Aberta.*

*Oliveira R (2000). Tratamento de Resíduos Sólidos, Escola de Engenharia, Universidade do Minho.*

*Goodship V (2007). Introduction to plastic recycling, Smithers Rapra Technology Limited.*

*Green J A S (2007). Aluminum Recycling and Processing for Energy Conservation and Sustainability, ASM International.*

*Hon B (2002). Design and Manufacture for Sustainable Development, John Wiley & Sons.*

*Relatório do Estado do Ambiente (2014). Agência Portuguesa do Ambiente.*

*Bodsworth C (1994). The Extraction and Refining of Metals, CRC Press, Inc.*

## Mapa IV - Automatização e Robótica /Automation and Robotics

### 3.3.1. Unidade curricular:

*Automatização e Robótica /Automation and Robotics*

### 3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

*Carlos Fernando Couceiro de Sousa Neves, TP-15;PL-15;OT-15*

### 3.3.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

*Não Aplicável/Not Applicable*

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

*Objetivos gerais:*

*C1. Conhecimento e capacidade de reconhecer os principais sistemas e tecnologias disponíveis para a automatização de processos industriais, desde os sistemas sensoriais, aos sistemas de controlo e comando e aos sistemas robotizados.*

*C2. Conhecimento e capacidade de utilizar e conceber aplicações de automatização de complexidade baixa e média.*

*Objetivos específicos*

*C3. Capacidade de identificação, conhecimento e utilização dos principais tipos de sensores usados em sistemas automáticos industriais.*

*C4. Capacidade de reconhecer e utilizar sistemas de controlo, de comando e de supervisão no contexto da automação industrial*

*C5. Capacidade para utilização em sistemas automáticos de produção de equipamentos manipuladores robotizados.*

*Contribuição para objetivos transversais:*

**C6. Capacidade de execução de experiências laboratoriais e pequenos projetos.**

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

*General objectives*

*C1. To provide the student with the knowledge and the competence to recognize the main types of systems and technologies for the automation of industrial processes, from sensors to control and automation systems and to robotics.*

*C2. To provide the student with the knowledge and capacity to use and conceive automation and control applications of low and medium complexity.*

*Specific objectives*

*C3. To provide the student with the competence to understand and use the main types of sensors in current use in industrial automation.*

*C4. To provide the student with the capacity to recognize and use control, command and supervision systems in the context of industrial automation.*

*C5. To provide the student with the capacity to use robots and robotic manipulators in automated systems.*

*Contribution to soft skills objectives*

*C6. To provide the students with the skills to execute and report laboratory experiments and to document small projects.*

### **3.3.5. Conteúdos programáticos:**

*1. Noções gerais sobre sistemas automáticos*

*1.1. Noção de sistema*

*1.2. Análise de sistemas*

*1.3. Síntese de controladores*

*2. Sensores e Instrumentação*

*2.1. Noções básicas de instrumentação*

*2.2. Sensores*

*2.3. Condicionamento de Sinal*

*3. Sistemas Automáticos Industriais*

*3.1. Definições*

*3.2. Parte operativa e parte de comando*

*3.3. O autómato programável industrial e suas aplicações*

*4. Introdução à Robótica*

*4.1. Robôs Industriais*

### **3.3.5. Syllabus:**

*1. General notions on automatic systems*

*1.1. Notion of system*

*1.2. System analysis*

*1.3. Controller synthesis*

*2. Sensors and instrumentation*

*2.1. Basic notions on instrumentation*

*2.2. Sensors*

*2.3. Signal conditioning*

*3. Automatic industrial systems*

*3.1. Basic definitions*

*3.2. Command part and operating part*

*3.3. The programmable logic controller and its applications*

*4. Introduction to robotics*

*4.1. Industrial robots*

*4.2. Mobile robots*

*4.3. Advanced robotics*

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

*Os conteúdos programáticos constituem-se num semestre coerente de carácter introdutório à área científica da automação industrial, em que se progride dos conceitos básicos e das noções fundamentais de sistema, de instrumentação e de controlo automático, até às aplicações de automação industrial e à robótica (C1 a C6). A introdução teórica destes conceitos, necessariamente descritiva e pouco aprofundada neste tipo de UC generalista, é complementada com um conjunto de tarefas computacionais e laboratoriais que permitem a aplicação destes conhecimentos em casos, se bem que elementares, próximos da realidade, consolidando a aprendizagem e dando aos estudantes uma noção clara das capacidades e limitações atuais dos sistemas automáticos (C1 a C6).*

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

*This syllabus is a coherent introductory semester in the scientific area of industrial automation, in which the student progresses from the basic concepts and fundamental notions of systems, instrumentation and automatic control to the main application of industrial automation and robotics (C1 a C6).*

*The theoretical introduction of these concepts, necessarily an overview in this generic curricular unit, is complemented with a set of computational and laboratory tasks to allow the application of those concepts to laboratory experiments that are, although elementary, near to real applications, this way consolidating their learning*

*outcomes and giving the students a clear notion of the capabilities and limitations of the present day automated systems (C1 a C6).*

### 3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

*I. Ensino presencial*

*A. Ensino TP:*

- *Apresentação e discussão dos conceitos teóricos constantes dos conteúdos programáticos.*
- *Exemplificação e resolução de problemas e situações ilustrativas.*

*B. PL*

- *Realização de experiências simuladas em computador com sistemas automáticos.*
- *Realização de experiências laboratoriais de aplicação didática daqueles sistemas.*

*C. OT-Sessões de orientação e discussão para orientar e estimular o processo de aprendizagem no estudante (sessões de brainstorming e workshops)*

*II. Autônoma:*

*-Estudo de materiais e bibliografia da UC: aplicação dos conhecimentos apreendidos aos desafios que emergem do processo ensino-aprendizagem*

*-Resolução de trabalhos TP e PL*

*Metodologia de Avaliação:*

*2 Partes:*

*Parte A: elaboração de exercícios e experiências durante as aulas práticas (15%) e resposta a um teste teórico(15%).*

*Parte B: Aplicação das competências adquiridas na realização de um projeto de Engenharia para FDD transversal a todas as UCs do mestrado.(70%)*

### 3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

*I. Contact Teaching*

*A. TP lectures:*

- *Presentation and discussion of the theoretical topics in the syllabus.*
- *Resolution of exercises and illustrative problems.*

*B. PL Teaching:*

- *Computer simulated experiments with automatic systems*
- *Conduction of experiments with didactic automatic systems*

*C. OT: Orientation and discussion sessions to guide and stimulate student's learning process (Brainstorming sessions and workshops)*

*II. Autonomous learning*

*-Reading of UC materials and bibliography: application of acquired knowledge to the requirements of the teaching-learning process (to consolidate TP knowledge in laboratory environment).*

*-Resolution of TP and PL works*

*Assessment - two parts:*

*Part A: exercises and experiments done during P classes(15%). Written theoretical test(15%).*

*Part B: The remaining 70% of the grading are evaluated through the application the concepts worked in the UC within the scope of a global engineering for DDM project spanning all the units of the program.*

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

*As metodologias de ensino usadas contribuem para as competências gerais estabelecidas para a UC da seguinte forma: O ensino teórico, através da apresentação e discussão dos conceitos teóricos constantes dos conteúdos programáticos permite atingir as competências de âmbito geral, fundamentalmente o conhecimento dos conceitos básicos, dos formalismos e da sua relação com os sistemas automáticos. Através ainda desta metodologia, e aquando da exemplificação e resolução de problemas e situações ilustrativas, é alicerçada a compreensão e a ligação à realidade destes conhecimentos (C1 a C6). No ensino prático e laboratorial, nomeadamente com a realização de experiências simuladas, com o recurso a meios informáticos e laboratoriais é possível atingir as competências específicas que se traduzem aplicação das diversas metodologias estudadas em situações reais ou próximas da realidade, ainda que de baixa complexidade. O registo e relato destas situações e a documentação de pequenos projetos permite reforçar as competências transversais (C1 a C6). As sessões de orientação tutorial possibilitam, dada a situação de proximidade, ajustar e seguir a forma como cada estudante acompanha os trabalhos da UC e atinge as competências definidas (C1 a C6).*

### 3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

*The theoretical lectures, through the presentation and discussion of the theoretical contents of the syllabus, contribute to the attainment of the general competences particularly to the knowledge of the basic concepts, the formalisms of the area and its relation with real life automatic systems. These methods also allow a first grounding of the fundamental concepts into reality through the resolution of problems (C1 a C6).*

*The practical and laboratory sessions allow a further grounding of the concepts and methods taught, through the use of meaningful didactic and computational experiments of low complexity. The reports of these situations and the documentation of the small projects fulfil the contribution to the general competences (C1 a C6).*

*The tutorial guidance sessions allow, given the proximity session, to adjust and follow the way each student is progressing through the work in the curricular unit (C1 a C6).*

### 3.3.9. Bibliografia principal:

*McKerrow P J (1991). Introduction to Robotics, Addison Wesley.*

*Pires J N (2004). Automação Industrial, Lidel Lda.*

*Webb J (1992). Programmable Logic Controllers, Principles and Applications, 2nd edition, Macmillan Publishing*

**Company.***Caldas-Pinto J R (2007). Técnicas de Automação, ETEP.**Schwarzenbach J (1996). Essentials of control, Longman.**Bolton W (1992). Measurements and Instrumentation Systems, Butterworth-Hinemann, Publishing Company.***Mapa IV - Dissertação/Dissertation****3.3.1. Unidade curricular:***Dissertação/Dissertation***3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:***Nuno Manuel Fernandes Alves, TP-60***3.3.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:***A orientação do estudante é realizada por um orientador de acordo com o tema da dissertação no âmbito da FDD.**Poderá também existir um co-orientador de outra IES./The student supervision will be carried out by a supervising lecturer, selected in accordance with the dissertation theme related with DDM. Additionally, a co-supervisor from other IES can also be involved.***3.3.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***A UC tem o desígnio familiarizar o estudante com metodologias e técnicas de investigação científica. Pretende-se desenvolver a capacidade:**C1. de pesquisar, selecionar e interpretar literatura e fontes de informação relevantes para a sua área de dissertação**C2. de desenvolver, sintetizar e implementar trabalho de investigação na área de especialidade**C3. para integrar os conhecimentos, lidar com questões complexas, desenvolver soluções ou emitir juízos em situações de informação limitada, incluindo reflexões sobre as implicações e responsabilidades éticas e sociais que resultem dessas soluções e dos juízos que os condicionem**C4. de identificar as necessidades inerentes à concretização de uma determinada tarefa, planejar atividades no espaço e no tempo e verificar a execução dos trabalhos de investigação**C5. de aprender de modo autónomo, reconhecendo a necessidade de aprendizagem ao longo da vida.***3.3.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***The Dissertation is fundamental to the master, providing the student an opportunity to apply their knowledge in the implementation of research activities. The UC has the purpose of discussing concepts and aspects related with science, as well as to acquaint the student with methods and techniques of scientific research to:**C1. search, select and interpret literature and information sources relevant to the chosen dissertation theme.**C2. develop, implement and synthesize research work in the chosen area**C3. integrate knowledge, deal with complex issues, develop solutions and make judgments in situations of limited or incomplete information, including reflections on the implications and ethical and social responsibilities that result from those solutions and those judgments.**C4. identify the needs inherent to achieving a task, plan activities in space and time and verify the implementation of research.**C5. learn independently, recognizing the need for lifelong learning***3.3.5. Conteúdos programáticos:***Os estudantes desenvolverão, com elevado grau de autonomia, um trabalho de dissertação numa das áreas científicas de especialidade. Promove-se o desenvolvimento de uma especialização de natureza profissional pela integração e aplicação dos conhecimentos adquiridos ao longo do curso numa situação real. O trabalho de dissertação, cujo plano deverá ser aprovado pelo órgão científico estatutariamente competente, poderá incluir uma parte a realizar em ambiente de investigação profissional.***3.3.5. Syllabus:***Students will develop, with a high degree of autonomy, a dissertation in one of the areas of expertise within this master's degree. The development of the dissertation promotes the professional specialization for the integration and application of the knowledge acquired throughout the degree programme in a real situation. The plan for the dissertation work shall be approved by the competent scientific body, and may, in part, be held in a professional research environment.***3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:***O programa geral acima descrito garante as competências transversais especificadas acima. Quanto às competências específicas, elas resultam da interação entre o estudante e o seu orientador em torno da temática escolhida para o trabalho de dissertação (C1, C2, C3, C4, C5).***3.3.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:***The syllabus described above provides the transversal skills specified above. As for specific skills, they result from the interaction between students and their supervisor on the theme chosen for the dissertation (C1, C2, C3, C4, C5).*

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

*Orientação Tutorial - Acompanhamento individual dos alunos no planeamento do trabalho, na recolha e análise da informação relevante, na execução do trabalho de dissertação e no desenvolvimento de capacidade crítica, por um docente doutorado, eventualmente com coordenação de outros docentes ou de especialistas externos à instituição. O trabalho de dissertação é objeto de apreciação e discussão pública por um júri nomeado pelo órgão legal e estatutariamente competente, de acordo com o artigo 22º do Decreto-Lei nº 74/2006 de 24 de Março.*

**3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):**

*The main methodology applied is Tutorial Guidance, monitoring individual students in planning the work, in collecting and analysing relevant information, in the completion of the dissertation, and in the development of the capacity to criticize the work done. The supervision is led by a lecturer holding a PhD. There may be co-supervision by other lecturers or specialists, internal or external to the institution.*

*The project work is the subject of public discussion and consideration by a jury appointed by the statutorily competent board, in accordance with Article 22 of Decree-Law 74/2006 dated March 24th.*

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

*A metodologia de ensino proposta aos estudantes permite que os mesmos adquiram os conhecimentos necessários para aplicar os conceitos teóricos e as ferramentas adquiridas de modo a implementarem trabalhos de investigação industrial (C1, C2, C3, C4, C5).*

**3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**

*The teaching methodology enables students to obtain the knowledge required to apply the theoretical concepts and the acquired tools in order to implement them in their research objectives (C1, C2, C3, C4, C5).*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

*Bibliografia a designar pelo (s) orientador(es) para cada caso específico. /*

*The bibliography will be designated by the supervising lecturer(s) according to the chosen themes.*

**Mapa IV - Projeto/Project****3.3.1. Unidade curricular:**

*Projeto/Project*

**3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:**

*Nuno Manuel Fernandes Alves, TP-60*

**3.3.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:**

*A orientação do estudante é realizada por um orientador de acordo com o tema do projeto no âmbito da FDD. Poderá também existir um co-orientador de outra IES./The student supervision will be carried out by a supervising lecturer, selected in accordance with the project theme related with DDM. Additionally, a co-supervisor from other IES can also be involved.*

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

*A UC de Projeto é fundamental para este curso de Mestrado, proporcionando ao estudante um forte desenvolvimento das competências técnico-científicas. O estudante irá adquirir a capacidade:*

*C1. de pesquisar, selecionar e interpretar literatura e fontes de informação relevantes para a sua área de projeto*

*C2. de desenvolver, sintetizar e implementar trabalho de natureza técnico-científica na área de especialidade*

*C3. para integrar os conhecimentos, lidar com questões complexas, desenvolver soluções ou emitir juízos em situações de informação limitada ou incompleta, incluindo reflexões sobre as implicações e responsabilidades éticas e sociais que resultem dessas soluções e dos juízos que os condicionem*

*C4. de identificar as necessidades inerentes à concretização de uma determinada tarefa, planejar atividades no espaço e no tempo e verificar a execução dos trabalhos de investigação*

*C5. de aprender de modo autónomo, reconhecendo a necessidade de aprendizagem ao longo da vida*

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

*The UC Project is fundamental to provide the student an opportunity to apply their knowledge to the implementation of a specific direct digital technology project. The UC has the purpose of developing the ability to:*

*C1. search, select and interpret literature and information sources relevant to the chosen project theme.*

*C2. develop, implement and synthesize research work in the chosen area*

*C3. integrate knowledge, deal with complex issues, develop solutions and make judgments in situations of limited or incomplete information, including reflections on the implications and ethical and social responsibilities that result from those solutions and those judgments.*

*C4. identify the needs inherent to achieving a task, plan activities in space and time and verify the implementation of*



research.

*C5. Learn independently, recognizing the need for lifelong learning.*

### 3.3.5. Conteúdos programáticos:

*Os estudantes desenvolverão, com elevado grau de autonomia, um trabalho de projeto numa das áreas científicas de especialidade. Promove-se o desenvolvimento de uma especialização de natureza profissional pela integração e aplicação dos conhecimentos adquiridos ao longo do curso numa situação real. O trabalho de projeto, cujo plano deverá ser aprovado pelo órgão científico estatutariamente competente, poderá incluir uma parte a realizar em ambiente de investigação profissional.*

### 3.3.5. Syllabus:

*Students will develop, with a high degree of autonomy, a project in one of the areas of expertise within this master's degree. The development of the project promotes the professional specialization for the integration and application of the knowledge acquired throughout the degree programme in a real situation. The plan for the project work, shall be approved by the competent scientific body, and may, in part, be held in a professional research environment.*

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

*O programa geral acima descrito garante as competências transversais especificadas acima. Quanto às competências específicas, elas resultarão da interação entre o estudante e o seu orientador em torno da temática escolhida para o trabalho de projeto (C1, C2, C3, C4, C5).*

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

*The general syllabus described above provides the general skills specified above. As for specific skills, they result from the interaction between students and their advisor around the theme chosen for the project (C1, C2, C3, C4, C5).*

### 3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

*Orientação Tutorial - Acompanhamento individual dos alunos no planeamento do trabalho, na recolha e análise da informação relevante, na execução do trabalho de projeto e no desenvolvimento de capacidade crítica, por um docente doutorado, eventualmente com coordenação de outros docentes ou de especialistas externos à instituição. O trabalho de projeto é objeto de apreciação e discussão pública por um júri nomeado pelo órgão legal e estatutariamente competente, de acordo com o artigo 22º do Decreto-Lei nº 74/2006 de 24 de Março.*

### 3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

*The leading methodology applied is Tutorial Guidance, monitoring individual students in planning the work, in collecting and analysing relevant information, in the completion of the project, and in the development of the capacity to criticize the work done. The supervision is led by a lecturer holding a PhD. There may be co-supervision by other lecturers or specialists, internal or external to the institution.  
The project work is the subject of public discussion and consideration by a jury appointed by the statutorily competent board, in accordance with Article 22 of Decree-Law 74/2006 dated March 24th.*

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

*The teaching methodology enables students to obtain the knowledge required to apply the theoretical concepts and the acquired tools to implement them in their research objectives (C1, C2, C3, C4, C5).*

### 3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

*A metodologia de ensino proposta aos estudantes permite que os mesmos adquiram os conhecimentos necessários para aplicar os conceitos teóricos e as ferramentas adquiridas de modo a implementarem trabalhos de projeto (C1, C2, C3, C4, C5).*

### 3.3.9. Bibliografia principal:

*Bibliografia a designar pelo (s) orientador(es) para cada caso específico./The bibliography will be designated by the supervising lecturer(s) according to the chosen themes.*

## Mapa IV - Estágio/Internship

### 3.3.1. Unidade curricular:

*Estágio/Internship*

### 3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

*Nuno Manuel Fernandes Alves, TP-60*

### 3.3.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

*O efetivo acompanhamento do estudante será realizado por um docente que seguirá o seu percurso durante o estágio, de acordo com a temática escolhida. Além disso haverá, na instituição de acolhimento, um supervisor local que*

*acompanhará, no dia-a-dia, o desenvolvimento do estágio de acordo com as normas para a avaliação e seleção dos elementos das instituições de estágio (ata em anexo no ponto 11.4.1). / The student will be guided by a lecturer during the internship, which will be selected in accordance with the theme or themes chosen. Within the hosting institution, there will also be a local supervisor to support the student in the daily work according to the selection and evaluation mechanisms of the monitors of in-service training periods (document in attachment at 11.4.1).*

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

- C1. Capacidade de pesquisar, selecionar e interpretar literatura e fontes de informação relevantes*
- C2. Capacidade de sintetizar, otimizar soluções existentes e propor soluções inovadoras para problemas e situações novas, relacionadas com a FDD*
- C3. Capacidade de conceber, desenvolver e implementar soluções inovadoras relacionadas com a FDD*
- C4. Capacidade para integrar os conhecimentos adquiridos, lidar com questões complexas, desenvolver soluções ou emitir juízos em situações de informação limitada, incluindo reflexões sobre as implicações e responsabilidades ética e social que resultem dessas soluções e desses juízos*
- C5. Capacidade de identificar as necessidades inerentes à concretização de um determinado projeto, planear atividades no espaço e no tempo e verificar a execução dos objetivos*
- C6. Capacidade de apresentar e justificar as suas opções a especialistas e a não especialistas de uma forma clara e sem ambiguidades.*
- C7. Capacidade de aprender de modo autónomo e ao longo da vida*

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

- C1. Ability to search, select and interpret literature and information sources relevant to the chosen project theme*
- C2. Ability to synthesize, optimize existing solutions and propose implementable solutions to problems in new and unfamiliar situations, related to DDM*
- C3. Ability to design, develop and implement innovative solutions related to DDM*
- C4. Ability to integrate knowledge, deal with complex issues, develop solutions and make judgments in situations of limited or incomplete information, including reflections on the implications and ethical and social responsibilities that result from those solutions and those judgments*
- C5. Ability to identify requirements, need resources and plan activities to achieve successfully tasks and research objectives*
- C6. Ability to present and justify technical, organisational and scientific decisions to either specialists or non-specialists in a clear and unambiguous way*
- C7. Ability to learn independently, recognizing the need for lifelong learning*

### **3.3.5. Conteúdos programáticos:**

*Os estudantes desenvolverão, com elevado grau de autonomia, um trabalho numa das áreas científicas de estágio de especialidade. Promove-se o desenvolvimento de uma especialização de natureza profissional pela integração e aplicação dos conhecimentos adquiridos ao longo do curso numa situação real. O trabalho de estágio, cujo plano deverá ser aprovado pelo órgão científico estatutariamente competente, poderá incluir uma parte a realizar em ambiente de investigação industrial.*

### **3.3.5. Syllabus:**

*Students will develop, with a high degree of autonomy, work in one of the scientific field of an internship. The development of the internship promotes the professional specialization for the integration and application of the knowledge acquired throughout the degree programme in a real situation. The internship plan shall be approved by the competent scientific body and may include a part to be held in an Industrial research environment.*

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

*O programa geral acima descrito garante as competências transversais especificadas acima. Quanto às competências específicas, elas resultarão da interação entre o estudante e os seus orientadores em torno da temática escolhida para o trabalho de estágio (C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7).*

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

*The general syllabus described above provides the general skills specified above. As for specific skills, they result from the interaction between students and their advisors around the theme chosen for the internship (C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7).*

### **3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

*Orientação Tutorial - Acompanhamento individual dos estudantes no planeamento do trabalho, na recolha e análise da informação relevante, na execução do trabalho de estágio e no desenvolvimento de capacidade crítica, por um docente doutorado, eventualmente com coorientação de outros docentes ou de especialistas externos à instituição. O trabalho de estágio é objeto de apreciação e discussão pública por um júri nomeado pelo órgão legal e estatutariamente competente, de acordo com o artigo 22º do Decreto-Lei nº 74/2006 de 24 de março.*

*Anexam-se no ponto 11.1 manifestações de interesse de 18 empresas disponíveis para acolher estagiários deste mestrado. O protocolo final será formalizado aquando da preparação dos estágios de acordo com o regulamento vigente da Instituição.*

**3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):**

*Tutorial guidance - Monitoring of individual students in planning the work, in collecting and analysing relevant information, in the completion of the internship and in the development of a capacity to criticize the work done. The supervision is led by a lecturer holding a PhD.*

*There may be co-supervision by other lecturers or specialists internal or external to the institution. The internship is the subject of a public discussion and consideration by a jury appointed by the statutorily competent board, in accordance with Article 22 of Decree-Law 74/2006 date March 24th.*

*Attached in section 11.1 are expressions of interest of 18 companies available to host students of this master's degree. The final protocol will be formalized during the preparation of the internships in accordance with the Institution's current regulations.*

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

*A metodologia de ensino proposta permite que os estudantes adquiram os conhecimentos necessários para aplicar os conceitos teóricos e as ferramentas adquiridas na resolução e/ou otimização de problemas indústrias bem como na implementação de soluções industriais inovadoras (C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7).*

**3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**

*The proposed teaching methodology allows students to acquire the necessary knowledge to apply theoretical concepts and tools in order to solve and/or optimise industrial problems as well as to implement innovative industrial solutions (C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7).*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

*Bibliografia a designar pelo (s) orientador(es) para cada caso específico. / The bibliography will be designated by the supervising lecturer(s) according to the chosen theme.*

**4. Descrição e fundamentação dos recursos docentes do ciclo de estudos****4.1 Descrição e fundamentação dos recursos docentes do ciclo de estudos****4.1.2 Equipa docente do ciclo de estudos****D4.1.2. Equipa docente / Teaching staff**

Nome / Name	Categoria / Category	Grau / Degree / Specialist	Especialista / Specialist	Área científica / Scientific Area	Regime de tempo / Employment link	Informação/ Information
Nuno Manuel Fernandes Alves (Coordenador)	Equiparado a Professor Adjunto ou equivalente	Doutor		Engenharia Mecânica	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Ana Catarina Cadima Lisboa	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor		Gestão com especialização em Marketing	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
António Mário Henriques Pereira	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor		Engenharia Mecânica	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Artur Jorge dos Santos Mateus	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor		Física	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Carlos Fernando Couceiro de Sousa Neves	Professor Coordenador ou equivalente	Doutor		Robótica	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Fábio Jorge Pereira Simões	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor		Engenharia Mecânica	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Fátima Maria Carvalhinhas Barreiros	Professor Coordenador ou equivalente	Doutor		Engenharia Mecânica	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Florindo José Mendes Gaspar	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor		Engenharia Civil	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Geoffrey Robert Mitchell	Professor Coordenador ou equivalente	Doutor		Materials	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
João Manuel Matias	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor		Ciência e Eng. de Polímeros e Compósitos	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Maria Leopoldina Mendes Ribeiro de Sousa Alves	Professor Coordenador ou equivalente	Doutor		Engenharia Mecânica	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Nelson Martins Ferreira	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor		Matemática	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Paula Cristina Rodrigues Pascoal Faria	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor		Matemática	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Pedro Gil Frade Morouço	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor		Ciências da Saúde	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Pedro Miguel Gonçalves Martinho	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor		Ciência e Engenharia de Polímeros e Compósitos	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Rui Miguel Barreiros	Professor Adjunto ou	Doutor		Engenharia Mecânica	100	<a href="#">Ficha</a>

Ruben	equivalente					submetida
Sandra Cristina Fernandes Amado	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor	Motricidade Humana - especialidade de Fisioterapia	100		Ficha submetida
Vitor Hugo dos Santos Ferreira	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor	Economia de Gestão e Ciência e tecnologia	100		Ficha submetida
				<b>1800</b>		

<sem resposta>

## 4.2. Dados percentuais dos recursos docentes do ciclo de estudos

### 4.2.1. Corpo docente próprio do ciclo de estudos

#### 4.2.1. Corpo docente próprio do ciclo de estudos \* / Full time teaching staff \*

Corpo docente próprio / Full time teaching staff	ETI / FTE	Percentagem / Percentage
Nº de docentes do ciclo de estudos em tempo integral na instituição / No. of full time teachers:	18	100

### 4.2.2. Corpo docente do ciclo de estudos academicamente qualificado

#### 4.2.2. Corpo docente do ciclo de estudos academicamente qualificado \* / Academically qualified teaching staff \*

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 with a PhD (FTE):	18	100

### 4.2.3. Corpo docente do ciclo de estudos especializado

#### 4.2.3. Corpo docente do ciclo de estudos especializado / Specialized teaching staff

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 with a PhD, specialized in the main areas of the study programme (FTE):	13	72.222222222222 18
Especialistas, não doutorados, de reconhecida experiência e competência profissional nas áreas fundamentais do ciclo de estudos (ETI) / Specialists, without a PhD, of recognized professional experience and competence, in the main areas of the study programme (FTE):	0	0 18

### 4.2.4. Estabilidade do corpo docente e dinâmica de formação

#### 4.2.4. Estabilidade do corpo docente e dinâmica de formação / Teaching staff stability and training dynamics

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 / Full time teaching staff with a link to the institution for a period over three years:	18	100 18
Docentes do ciclo de estudos inscritos em programas de doutoramento há mais de um ano (ETI) / Teaching staff registered in a doctoral programme for more than one year (FTE):	0	0 18

## 4.3. Procedimento de avaliação do desempenho

### 4.3. Procedimento de avaliação do desempenho do pessoal docente e medidas para a sua permanente atualização:

*Ao nível da avaliação de desempenho, constituem procedimentos de recolha de informação da atuação dos docentes: a aplicação dos questionários pedagógicos semestrais feitos aos alunos, onde é avaliado o corpo docente; a aplicação dos questionários pedagógicos semestrais à equipa docente e ao responsável da equipa docente; a receção de reclamações dos estudantes pelo coordenador de curso; os dados académicos sobre o desempenho dos estudantes, acessíveis no sistema de informação do curso; os relatórios de atividades dos docentes, que são apreciados pelo conselho técnico-científico.*

*A análise desta informação é feita no relatório do responsável de cada unidade curricular, onde é proposto um plano de atuação de melhoria dos resultados; no relatório anual de curso, da responsabilidade do coordenador de curso e da comissão científicopedagógica de curso e sujeito a apreciação pelo Conselho para a Avaliação e Qualidade, onde são analisados os resultados académicos, dos questionários pedagógicos a docentes e alunos e são propostas medidas de melhoria; através da identificação de docentes com resultados a melhorar; na informação do coordenador de curso ao diretor da Unidade Orgânica (UO) sobre situações que sejam suscetíveis de reserva (art.º 77 dos estatutos do IPLeiria); através da apreciação dos relatórios de atividades e de desempenho dos docentes.*

*A avaliação de desempenho do pessoal docente processa-se também nos termos do Estatuto da Carreira do Pessoal Docente do Ensino Superior Politécnico, através do Regulamento de Avaliação do Desempenho dos Docentes do Instituto Politécnico de Leiria, Despacho n.º 11288/2013, publicado no Diário da República, 2.ª série, n.º 167, de 30 de agosto.*

*Constituem procedimentos de permanente atualização e promoção dos resultados da atuação do pessoal docente: a possibilidade de formação contínua, nomeadamente a promovida pela Unidade de Ensino à Distância do IPLeiria, assim como os programas de qualificação do corpo docente.*

#### **4.3. Teaching staff performance evaluation procedures and measures for its permanent updating:**

*In terms of performance evaluation, procedures include collecting information of teachers' performance: the questionnaires answered by students each semester, which rates teaching; the pedagogic teaching questionnaires applied semiannual to the team teaching and the head of the teaching team; complaints received from students by the course coordinator; data on the academic performance of students, available in the information system of the course; the reports of teaching activities, which are examined by the Technical and Scientific Council.*

*The analysis of this information is reported by the responsible of each module, where he or she proposes an action plan to improve performance; in the annual report of the course, the responsibility of the course coordinator and scientificpedagogical commission of course is subject to consideration by the Council for Evaluation and Quality, where academic results, pedagogical questionnaires to teachers and students are analysed and improvement measures are proposed. Teachers with margin to improve results are identified and information is passed from the course coordinator to the director of the Unit organic about relevant situations (art. 77 of the statutes of the IPLeiria), by examining the reports of activities and performance of teachers.*

*The performance assessment of teaching staff also takes place under the Statute of the Teaching and Education Personnel Career Performance Regulation and Assessment of Faculty of the Polytechnic Institute of Leiria, Order no. ° 11288/2013, published in Diário da República, 2ª. serie, n. 167 of 30 August.*

*Procedures for constant promotion of the performance of teaching staff: the possibility of training, in particular promoted by the Distance Education Unit of the IPLeiria, as well as the training programs of the faculty.*

## **5. Descrição e fundamentação de outros recursos humanos e materiais**

### **5.1. Pessoal não docente afeto ao ciclo de estudos:**

*Os colaboradores não docentes envolvidos na lecionação distribuem-se por diversos serviços que se caracterizam pela realização de tarefas técnicas ou administrativas. Ao nível das tarefas técnicas relevamos a atualização e manutenção dos equipamentos laboratoriais, o apoio às aulas práticas de laboratório, a atualização de software nos laboratórios de aplicações informáticas e a manutenção de plataformas de gestão de conteúdos de gestão pedagógica e de elearning. As tarefas administrativas consistem essencialmente na elaboração de horários e marcação de salas para as aulas e avaliações, na criação e no lançamento de pautas, no registo de faltas dos estudantes e no acompanhamento de estágios e de estudantes em programas de mobilidade. Estão afetos cerca de 33 colaboradores em regime de contrato de trabalho em funções públicas, 2 afetos ao Departamento de Engenharia Mecânica da ESTG e 3 afetos ao CDRSP.*

### **5.1. Non teaching staff allocated to the study programme:**

*The members of the nonacademic staff supports academic activities, distributed through different services, and are responsible for technical and/or administrative tasks. The main technical tasks of these offices include maintaining and updating the laboratories' equipment, supporting laboratory classes, updating software in computer sciences laboratories, and maintaining pedagogical management and elearning content management systems. Administrative tasks consist mainly in scheduling classes, booking classrooms for classes and exams, creating students' grades lists and making them public, keeping a record of student's attendance, as well as supporting students' internships and mobility programmes. There are 33 members of the nonacademic staff, 2 of which exclusively assigned to the Mechanical Engineering Department of ESTG and 3 assigned to CDRSP.*

### **5.2. Instalações físicas afetas e/ou utilizadas pelo ciclo de estudos (espaços letivos, bibliotecas, laboratórios, salas de computadores, etc.):**

*ESTG*

*Biblioteca*

*43 Salas de Aula*

*7 Anfiteatros*

*3 Salas de Informática*

*25 Salas de Estudo*

*Laboratórios:*

*Fabrico Rápido*

*Prototipagem Rápida e Engenharia Inversa*

*Engenharia Assistida por Computador*  
*Projeto Assistido por Computador*  
*Projeto de Moldes*  
*Projeto de EM*  
*Tecnologia Mecânica*  
*Termodinâmica e Fluidos*  
*Materiais*  
*Química*  
*Automação*  
*Robótica*

*CDRSP*  
*Auditório*  
*Sala de Inspiração e Design*  
*Laboratórios:*  
*FDD: Metais e Cerâmicos*  
*FDD: Polímeros e Compósitos*  
*Desenvolvimento e Integração de Sistemas: Montagem de Componentes elétricos, eletrônicos e mecânicos*  
*Tecnologia Mecânica I e II*  
*Química de Materiais*  
*Caracterização de Materiais*  
*Engenharia Inversa e Metrologia*  
*Estrutura e Morfologia*  
*Sustentabilidade*  
*Desenvolvimento de Produto: Projeto, Engenharia e Fabricação assistidos por computador*  
*Computação de elevado desempenho: Métodos Matemáticos e Computacionais*  
*Fabricação Digital Direta: Processos de Biofabricação*  
*Cultura Celular*  
*Biomecânica*

**5.2. Facilities allocated to and/or used by the study programme (teaching spaces, libraries, laboratories, computer rooms, etc.):**

*ESTG*  
*Library*  
*43 Classrooms*  
*7 Amphitheatres*  
*3 Computer rooms*  
*25 Study rooms*  
*Laboratories:*  
*Rapid Manufacturing*  
*Rapid Prototyping and Reverse Engineering*  
*Computer Aided Engineering*  
*Computer Aided Design*  
*Mold Design*  
*Mechanical Engineering Design*  
*Mechanical Technology*  
*Thermodynamics and Fluids*  
*Materials*  
*Chemistry*  
*Automation*  
*Robotics*

*CDRSP*  
*Auditorium*  
*Inspiration and Design room*  
*Laboratories:*  
*DDM: Metals and Ceramics*  
*DDM: Polymers and Composites*  
*Integration and Development of Systems: Assembling of Electrical, Electronics, Automation and Mechanical Components*  
*Mechanical Technology I and II*  
*Materials Chemistry*  
*Materials Characterization*  
*Reverse Engineering and Metrology*  
*Structure and Morphology*  
*Sustainability*  
*Product Development: Computer Aided Design, Computer Aided Engineering and Manufacturing*  
*High Performance Computer: Mathematical and Computational Methods*  
*Direct Digital Manufacturing: BioFabrication*  
*Cell Culture*  
*Biomechanics*

### 5.3. Indicação dos principais equipamentos e materiais afetos e/ou utilizados pelo ciclo de estudos (equipamentos didáticos e científicos, materiais e TICs):

#### *Equipamentos:*

*Fusão Seletiva por Laser*

*Bioextrusão*

*BioMaTE*

*Câmara de fluxo de ar laminar de segurança biológica*

*Autoclave*

*Centrífuga Universal*

*Congelador e Frigorífico*

*Incubadora de CO2*

*17 Micropipetas*

*Estéreo-termo-litografia multimaterial*

*Electrospinning*

*Impressoras 3D: uPRINT, VFLASH, Delta, Box: cerâmicos e polímeros, monocolor zcorp, PrintBig*

*Espectroscopia de Raio X*

*2 sistemas de digitalização 3D*

*6 Triné Walimex 17380 Pro extensível*

*Injeção de polímeros*

*Microinjeção*

*Moldação de injeção por reação*

*Injeção assistida por água*

*Maquinação computadorizada*

*Espectrofotómetro de infravermelhos*

*Espectrofotómetro de UV-vis*

*Micro-CT*

*Microscópio óptico MICROS*

*Simultaneous Thermal Analyzer*

*Tensiómetro de precisão*

*Máq Universal Servo-Hidráulica de Ensaios Mecânicos*

#### *Softwares:*

*Ansys, Moldex 3D, Abacus, CometPlus, CopyCAD, INVESALIUS, Mimics, Cimatron, Solidworks, Moldflow, SolidCam,*

*Autodesk Mechanical Desktop e Inventor, Matlab, SolidEdge ST5, Powershape, Unigraphics*

### 5.3. Indication of the main equipment and materials allocated to and/or used by the study programme (didactic and scientific equipments, materials and ICTs):

#### *Equipments:*

*Selective Laser Melting*

*Bioextruder*

*BioMaTE*

*Laminar air flow câmera for biological safety*

*Autoclave*

*Centrífuga Universal*

*Freezer and fridge*

*CO2 Incubator*

*17 Micropipettes*

*Multimaterial stereo-thermal-lithography*

*Electrospinning*

*3D Printers: uPRINT, VFLASH, Delta, Box: ceramics and polymers, monocolor zcorp, PrintBig*

*X-Ray Spectroscopy*

*2 3D digitalization systems*

*6 Triné Walimex 17380 Pro extensível*

*Polymer injection*

*Microinjection*

*Reaction injection molding*

*Water assisted injection molding*

*Computer Numerical Control Machining*

*Fourier Transform Infrared Spectroscopy*

*UV-vis spectrophotometer*

*Micro-CT*

*Optical microscopy*

*Simultaneous Thermal Analyzer*

*Precision Tensiometer*

*Universal Servo-Hydraulic Mechanical Testing Machine*

#### *Softwares:*

*Ansys, Moldex 3D, Abacus, CometPlus, CopyCAD, INVESALIUS, Mimics, Cimatron, Solidworks, Moldflow, SolidCam,*

*Autodesk Mechanical Desktop e Inventor, Matlab, SolidEdge ST5, Powershape, Unigraphics*

## 6. Atividades de formação e investigação

### Mapa VI - 6.1. Centro(s) de investigação, na área do ciclo de estudos, em que os docentes desenvolvem a sua Atividade científica

#### 6.1. 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 the teachers develop their scientific activities

Centro de Investigação / Research Centre	Classificação (FCT) / Mark (FCT)	IES / Institution	Observações / Observations
Centro para o Desenvolvimento Rápido e Sustentado do Produto (CDRSP) / Centre for Rapid and Sustainable Product Development (CDRSP)	Bom	Polytechnic Institute of Leiria (IPLeia)	

### Perguntas 6.2 e 6.3

#### 6.2. Mapa resumo de publicações científicas do corpo docente do ciclo de estudos, na área predominante do ciclo de estudos, em revistas internacionais com revisão por pares, nos últimos cinco anos (referenciação em formato APA):

<http://a3es.pt/si/iportal.php/cv/scientific-publication/formId/a68775a4-2dce-785b-3bbf-59dde4a4a8ca>

#### 6.3. 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:

*Infraestrutura Científica PAMI integrada no Roteiro Nacional de Infraestruturas de Investigação de Interesse Estratégico (Aprovada pela FCT e Financiada pela FCT e Portugal 2020). Parceiros: Universidade de Coimbra (UC), CNC, IPNunes, ISR de Coimbra, CENTIMFE.*

*Projeto IC&DT - MATIS (Materials and Sustainable Industrial Technologies) (Financiado pelo Centro 2020/Portugal 2020). Parceiros: UC.*

*Projeto de investigação bilateral Portugal-Argélia: Green thermosets - Nanocomposites of Rosin/Maghnite (FCT) Hydrozones – Bioactivated hierarchical hydrogels as zonal implants for articular regeneration. Funding agency: European Commission, FP7-NMP-2012-Large 6: 12 empresas e IES no total.*

*Projetos mobilizadores financiados pelo Portugal2020:*

*ADD.ADDITIVE: 23 empresas e IES no total.*

*TOOLING 4.G: 20 empresas e IES no total.*

*Projeto ADDISPACE - Plataforma para a divulgação e transferência de tecnologias de fabricação aditiva no sector aeroespacial do SUDOE: 17 empresas e IES no total.*

#### 6.3. List of the main projects and/or national and international partnerships, integrating the scientific, technological, cultural and artistic activities developed in the area of the study programme:

*Scientific Infrastructure PAMI integrated on the Portuguese Roadmap of research infrastructure of strategic interest (Approved by FCT and funded by FCT and Portugal 2020). Partners: Universidade de Coimbra (UC), CNC, IPNunes, ISR de Coimbra, CENTIMFE.*

*Project IC&DT - MATIS (Materials and Sustainable Industrial Technologies) (Funded by Centro 2020/Portugal 2020). Partners: UC.*

*Project of bilateral research Portugal-Argélia: Green thermosets - Nanocomposites of Rosin/Maghnite (FCT) Hydrozones–Bioactivated hierarchical hydrogels as zonal implants for articular regeneration. Funding agency: European Commission,FP7-NMP-2012-Large 6: 12 companies and universities in total.*

*Mobilizing Projects funded by ANI:*

*ADD.ADDITIVE: 23 companies and universities in total.*

*TOOLING4.G:20 companies and universities in total.*

*Project ADDISPACE - Platform for the dissemination and transfer of additive manufacturing technologies in the aerospace sector of SUDOE: 17 companies and universities in total.*

## 7. Atividades de desenvolvimento tecnológico e artísticas, prestação de serviços à comunidade e formação avançada

### 7.1. Descreva estas atividades e se a sua oferta corresponde às necessidades do mercado, à missão e aos objetivos da instituição:

*A ESTG e o CDRSP realizam investigação científica e tecnológica e promovem ações de disseminação, formação e consultadoria em áreas estratégicas da engenharia para a fabricação digital direta (FDD). Têm atualmente em curso 17 projetos IDT na área da FDD em que estão envolvidas 46 empresas e instituições de ensino superior quer nacionais, quer internacionais, no total, com as quais trabalha em estreita ligação dando resposta aos desafios constantes da FDD. O enquadramento do Mestrado na Infraestrutura Científica PAMI “Portuguese Additive Manufacturing Initiative”, do Roteiro Nacional de Infraestruturas de Investigação de Interesse Estratégico, aprovada e financiada pela Fundação para a Ciência e Tecnologia e Centro2020/Portugal2020, reforça a sua pertinência e evidencia o carácter inovador e pioneiro do IPLeia.*



**7.1. Describe these activities and if they correspond to the market needs and to the mission and objectives of the institution:**

*ESTG and CDRSP carry out scientific and technological research and promote dissemination, training and consulting activities in strategic engineering areas for direct digital manufacturing (DDM). There are currently 17 R&D projects in the DDM area involving 46 companies and higher education institutions both national and international, with which it works closely in response to the DDM challenges. This Master is strongly connected with the Scientific Infrastructure PAMI (Portuguese Additive Manufacturing Initiative) integrated on the Portuguese Roadmap for Research Infrastructures of Strategic Interest of the Portuguese Foundation for Science and Technology (FCT) and approved and funded by Centro2020/Portugal2020 reinforcing the pertinence of the Master and showing the innovative and pioneer nature of IPLeiria.*

## **8. Enquadramento na rede de formação nacional da área (ensino superior público)**

**8.1. Avaliação da empregabilidade dos graduados por ciclos de estudos similares com base nos dados do Ministério que tutela o emprego:**

*Não existem dados da DGES sobre a empregabilidade deste Mestrado pois trata-se de um curso único em Portugal e que se pretende disruptivo.*

*A FDD aborda temáticas relacionadas com a digitalização da indústria, e neste curso em especial as que estão fortemente relacionadas com a obtenção de novos produtos através da utilização de processos controlados por computador. Destaca-se a fabricação aditiva (FA), incluindo a impressão 3D e novos materiais como, por exemplo, materiais inteligentes particularmente adequados aos processos aditivos. É uma área recente e em forte crescimento na Europa e no Mundo estando Portugal a começar a desenvolver as suas competências neste domínio. Existe por isso necessidade de qualificar pessoas nesta área e estar na vanguarda do espaço Europeu e Mundial no Ensino Superior como foi fortemente debatido em reunião realizada recentemente no CDRSP envolvendo a tutela e 18 empresas e IES chegando-se à conclusão dessa necessidade.*

**8.1. Evaluation of the graduates' employability based on Ministry responsible for employment data:**

*There is no data from DGES regarding the employment of this Masters because it is an unique course in Portugal and is intended to be disruptive.*

*The DDM addresses topics related to the digitalization of the industry, and in this course especially those that are strongly related to obtaining new products through the use of computer controlled processes. It highlights the additive manufacturing (AM), including 3D printing and new materials such as, for example, intelligent materials particularly suitable for AM. It is a recent and growing area in Europe and in the World, and Portugal is starting to develop its skills in this area. There is a need to qualify people in this area and to be at the forefront of the European and World Space in Higher Education (HE) as was strongly debated at a recent meeting in the CDRSP involving the Ministry of Science and Technology and Higher Education and 18 companies and HE Institutions coming to the conclusion of this need.*

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

*Não Aplicável.*

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

*Not Applicable.*

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

*Não Aplicável.*

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

*Not Applicable.*

## **9. Fundamentação do número de créditos ECTS do ciclo de estudos**

**9.1. 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 Decreto-Lei 63/2016, de 13 de setembro):**

*O curso de Mestrado em Engenharia para Fabricação Digital Direta está organizado em 4 semestres curriculares de trabalho totalizando 120 ECTS, estando de acordo com o definido no n.º1 do Artigo 18º e o n.º1 do Artigo 20 do Decreto Lei 74/2006 na redação última que lhe foi conferida pelo Decreto Lei 115/2013, de 7 de agosto. A parte letiva está concentrada nos dois primeiros semestres e corresponde a 60 ECTS (50% do total dos créditos do ciclo de estudos - cumpre a alínea do n.º1 do Artigo 20 do Decreto Lei 74/2006), distribuídos por 11 unidades curriculares. No 2º semestre do 1º ano os alunos podem escolher 1 de 3 Ucs optativas. Nos 3º e 4º semestres os alunos têm a opção de elaborar*

*uma dissertação de natureza científica, desenvolver um trabalho de projeto ou efetuar um estágio de natureza profissional objeto de relatório final, correspondente a 60 ECTS (50% do total dos créditos do ciclo de estudos - cumpre a alínea b do n.º1 do Artigo 20 do Decreto Lei 74/2006).*

**9.1. Justification of the total number of ECTS credits and of the duration of the study programme, based on articles no.8 or 9 (1st cycle), 18 (2nd cycle), 19 (integrated master) and 31 (3rd cycle) of Decree-Law 63/2016, of September 13th):**

*The Master's Degree in Engineering for Direct Digital Manufacturing is organized in 4 semesters of curricular work totaling 120 ECTS, being in accordance with what is defined in n.º 1 of Article 18 and n.º 1 of Article 20 of Decree Law 74/2006 in the last version of the Decree Law 115/2013, of August 7. The academic part is concentrated in the first two semesters and corresponds to 60 ECTS (50% of the total credits of the study cycle is in accordance with n.º1 of the article 20 (Decree Law 74/2006), distributed in 11 curricular units. In the 2nd semester of the 1st year students can choose 1 of 3 Ucs electives. In the 3rd and 4th semesters students have the option of developing a scientific dissertation, or a project work or carry out a professional training with a final report, corresponding to 60 ECTS (50% of total credits in the cycle of studies in accordance with point b, n.º 1 of Article 20 of Decree Law 74/2006).*

**9.2. Metodologia utilizada no cálculo dos créditos ECTS das unidades curriculares:**

*A atribuição dos créditos (European Credit Transfer System) foi realizada de acordo com o disposto do Decreto-Lei n.º42/2005 de 22 de fevereiro. Foi igualmente considerado o regulamento de aplicação de sistema de créditos curriculares aos cursos do IPEiria (Regulamento n.º 16/2006; aprovado pelo Conselho Geral do IPEiria para dar cumprimento ao Artigo 11.º do Decreto Lei n.º 42/2005), no qual se estima que 1 unidade de crédito ECTS corresponde a 27 horas de trabalho total do aluno. Nestas horas incluem-se o trabalho individual e de grupo do aluno e o contacto direto com o professor dentro e fora de aula. Com base naquele parâmetro e tendo como objetivo que a estrutura curricular do mestrado seja equilibrada em termos de ECTS, os docentes responsáveis das unidades curriculares definiram os conteúdos programáticos, a sua extensão e complexidade, tendo em conta os ECTS definidos.*

**9.2. Methodology used for the calculation of the ECTS credits of the curricular units:**

*The Credits (European Credit Transfer System) was attributed in accordance with the Legislative Decree n.º 42/2005 of 22 February. It was also considered the regulation of the course credit system of IPEiria (Regulations No. 16/2006; approved by the General Council of the same institute, in accordance with Art. 11 of DecreeLaw No. 42/2005), which estimates that 1 unit ECTS credit corresponds to 27 hours of total work of the student. These hours include individual and group work and direct contact between the student and the teacher inside and outside of class. Based on that parameter and having as objective that the curriculum of the Master is balanced in terms of ECTS, teachers in charge of curriculum units defined the syllabus and its size and complexity taking into account the ECTS defined.*

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

*Os ECTS foram atribuídos considerando que as unidades curriculares são igualmente relevantes (aproximadamente) na estrutura curricular do Mestrado em Engenharia para Fabricação Digital Direta. Os docentes responsáveis pelos programas de cada unidade curricular, em colaboração com outros docentes das respetivas áreas científicas, definiram os conteúdos programáticos, a sua extensão e a complexidade de cada unidade curricular tendo em atenção as horas de trabalho totais previstas, correspondendo entre 5-7 ECTS. As UC têm 5 ECTS cada, com exceção para duas UC com 6 e 7 ECTS.*

**9.3. Process used to consult the teaching staff about the methodology for calculating the number of ECTS credits of the curricular units:**

*The ECTS were assigned considering that the curricular units are equally relevant (approximately) to the curriculum of the Master in Engineering for Direct Digital Manufacturing. The teachers responsible for each course unit curricular, in collaboration with other teachers of the respective scientific areas, defined the syllabus, its length and complexity of each unit curricular taking into account the total expected hours of work, corresponding to 5-7 ECTS. Each curricular unit (UC) has 5 ECTS, excluding two UC with 6 and 7 ECTS.*

## **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:**

*Em Portugal:*

*Não existem.*

*No Espaço Europeu:*

*Master Science on Additive Manufacturing and Advanced Manufacturing Technologies, The University of Sheffield, UK*

*Master Science on Advanced Materials and Additive Manufacturing, University of Derby, UK*

*Master Science on Additive Manufacturing, Anglia Ruskin University, UK*

*Master in Additive Manufacturing, Politecnico di Torino, IT*

*Master Science on Biofabrication (3D BioPrinting), Utrecht University, Netherlands; University of Würzburg, Germany;*

*Queensland University of Technology and University of Wollongong, Australia (mestrado internacional envolvendo 2 universidades Europeias e 2 Australianas).*

*Também nos Estados Unidos da América iniciaram recentemente mestrados similares:  
Master of Engineering in Additive Manufacturing, Penn State University, USA  
Master of Engineering in Additive Manufacturing, University of Maryland, USA*

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

*In Portugal:*

*Not Applicable.*

*In Europe:*

*Master Science on Additive Manufacturing and Advanced Manufacturing Technologies, The University of Sheffield, UK*

*Master Science on Advanced Materials and Additive Manufacturing, University of Derby, UK*

*Master Science on Additive Manufacturing, Anglia Ruskin University, UK*

*Master in Additive Manufacturing, Politecnico di Torino, IT*

*Master Science on Biofabrication (3D BioPrinting), Utrecht University, Netherlands; University of Würzburg, Germany;*

*Queensland University of Technology and University of Wollongong, Australia (International Master involving 2 European universities and 2 Australian universities).*

*In USA:*

*Master of Engineering in Additive Manufacturing, Penn State University, USA*

*Master of Engineering in Additive Manufacturing, University of Maryland, USA*

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

*A mudança de paradigma que se está a iniciar na indústria à escala mundial (Indústria 4.0 e sua evolução para a produção em massa customizada ou personalizada via FA/impressão 3D) não teve até agora reflexo na oferta formativa em Portugal.*

*Os ciclos de estudo existentes em Portugal não têm relevância no domínio emergente da Engenharia para FDD alicerçada na FA/Impressão 3D.*

*O Mestrado que se propõe inclui os tópicos mais importantes de FA e impressão 3D, tornando-se assim uma oferta formativa claramente diferenciadora em engenharia no panorama nacional de formação de 2ºciclo.*

*No espaço europeu é possível encontrar vários ciclos de estudo dedicados à fabricação aditiva e impressão 3D. O ciclo de estudos que se propõe está em linha com os congéneres europeus, quer ao nível da definição de competências, quer ao nível dos tópicos incluídos no plano de estudos, quer ainda na adoção das boas práticas em termos de metodologia de ensino. É também similar nos ciclos de estudos dos EUA.*

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

*The paradigm changed that is starting in worldwide industry (Industry 4.0 and its evolution to customized mass production or personalized production via AM / 3D printing) has so far not been reflected in the training offer in Portugal.*

*The existing study cycles in Portugal have no relevance in the emerging domain of Engineering for DDM based on AM / 3D Printing.*

*The proposed Master's Degree includes the most important topics of AM and 3D printing, thus becoming a clearly differentiated training offer in engineering in the 2nd cycle training in Portugal.*

*In Europe some study cycles dedicated to additive manufacturing and 3D printing recently started. The proposed course of study is in line with the European counterparts, both in the definition of competences and skills, and the topics included in the syllabus, as well as in the adoption of good practices in terms of teaching methodology. It is also similar in US study cycles.*

## 11. Estágios e/ou Formação em Serviço

### 11.1. e 11.2 Locais de estágio e/ou formação em serviço (quando aplicável)

---

Mapa VII - Protocolos de Cooperação

Mapa VII - Aníbal H. Abrantes, SA

#### 11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:

*Aníbal H. Abrantes, SA*

#### 11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):

[11.1.2.\\_Anibal Abrantes.pdf](#)

Mapa VII - AMCubed, Lda

#### 11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:

*AMCubed, Lda*

**11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):**  
[11.1.2.\\_AMCubed.pdf](#)

**Mapa VII - BEEVC – Electronic Systems, Lda**

**11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:**  
*BEEVC – Electronic Systems, Lda*

**11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):**  
[11.1.2.\\_Beeverycreative.pdf](#)

**Mapa VII - CODI Comércio Design Industrial, Lda**

**11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:**  
*CODI Comércio Design Industrial, Lda*

**11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):**  
[11.1.2.\\_CODI.pdf](#)

**Mapa VII - Edilásio Carreira da Silva, Lda**

**11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:**  
*Edilásio Carreira da Silva, Lda*

**11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):**  
[11.1.2.\\_Edilásio Silva.pdf](#)

**Mapa VII - ISICOM TEC – Engenharia e Automação Industrial, Lda**

**11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:**  
*ISICOM TEC – Engenharia e Automação Industrial, Lda*

**11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):**  
[11.1.2.\\_ISICOM.pdf](#)

**Mapa VII - Moldes RP – Indústria de Moldes, SA**

**11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:**  
*Moldes RP – Indústria de Moldes, SA*

**11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):**  
[11.1.2.\\_MoldesRP.pdf](#)

**Mapa VII - Moldetipo II – Engineering Moulds and Prototypes (Portugal)**

**11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:**  
*Moldetipo II – Engineering Moulds and Prototypes (Portugal)*

**11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):**  
[11.1.2.\\_Moldetipo II.pdf](#)

**Mapa VII - Periplast – Equipamentos Industriais, Lda**

**11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:**  
*Periplast – Equipamentos Industriais, Lda*

**11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):**  
[11.1.2.\\_Periplast.pdf](#)

**Mapa VII - Placido Roque-Industria de Moldes e Máquinas, Lda**

**11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:**  
*Placido Roque-Industria de Moldes e Máquinas, Lda*

**11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):**

**[11.1.2.\\_Plácido Roque.pdf](#)****Mapa VII - Poço-Equipamentos Industriais, SA**

**11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:**  
*Poço-Equipamentos Industriais, SA*

**11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):**  
**[11.1.2.\\_Poco.pdf](#)**

**Mapa VII - Portumolde – Moldes Portugueses, Lda**

**11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:**  
*Portumolde – Moldes Portugueses, Lda*

**11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):**  
**[11.1.2.\\_Portumolde.pdf](#)**

**Mapa VII - Ribermold, Lda**

**11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:**  
*Ribermold, Lda*

**11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):**  
**[11.1.2.\\_Ribermold.pdf](#)**

**Mapa VII - Setsa – Sociedade de Engenharia e Transformação, SA**

**11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:**  
*Setsa – Sociedade de Engenharia e Transformação, SA*

**11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):**  
**[11.1.2.\\_SETSA.pdf](#)**

**Mapa VII - Socem ED – Fabricação, Engenharia e Desenvolvimento de Moldes, SA**

**11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:**  
*Socem ED – Fabricação, Engenharia e Desenvolvimento de Moldes, SA*

**11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):**  
**[11.1.2.\\_Socem.pdf](#)**

**Mapa VII - TJ Moldes SA**

**11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:**  
*TJ Moldes SA*

**11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):**  
**[11.1.2.\\_TJ moldes.pdf](#)**

**Mapa VII - Vipex – Comércio e Indústria de Plásticos, SA**

**11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:**  
*Vipex – Comércio e Indústria de Plásticos, SA*

**11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):**  
**[11.1.2.\\_VIPEX.pdf](#)**

**Mapa VII - WeADD, Lda**

**11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:**  
*WeADD, Lda*

**11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):**  
**[11.1.2.\\_WeAdd.pdf](#)**

**Mapa VII - Plastimago-Transformadora de Plásticos, Lda****11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:***Plastimago-Transformadora de Plásticos, Lda***11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):**[11.1.2.\\_Plastimago.pdf](#)**Mapa VIII. Plano de distribuição dos estudantes****11.2. Mapa VIII. Plano de distribuição dos estudantes pelos locais de estágio e/ou formação em serviço demonstrando a adequação dos recursos disponíveis.(PDF, máx. 100kB).**[11.2.\\_PlanoDistribuicaoEstagio.pdf](#)**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:**

*ESTG-IPLeiria dispõe de um Gabinete de Estágios e Acompanhamento Profissional (GEAP) cujos objetivos são desenvolver programas de estágios adequados à formação dos estudantes, dispor de contactos com entidades recetoras de estagiários e entidades empregadoras dos diversos ramos de atividade e contribuir para a integração dos estudantes no mercado de trabalho, servindo de elo de ligação entre a escola e o meio empresarial. Para além do supervisor da entidade recetora do estagiário, os estudantes de estágio têm um orientador, docente do ciclo de estudos, que acompanha e orienta o estudante na elaboração do relatório de estágio através de reuniões em sala de aula ou gabinete da instituição e mantém o contacto com a entidade recetora do estagiário, nomeadamente, através de visitas à instituição e videoconferência.*

**11.3. Resources of the Institution to effectively follow its students during the in-service training periods:**

*The ESTG-IPLeiria has an Office of Internships and Professional Monitoring (GEAP) whose goals are to develop internship programs appropriate to the education of students, make the contacts with entities that receive interns and employers of various industries and contribute to the integration students in the labor market, serving as a liaison between the school and the business. Apart from the supervisor of entity receiving intern, the internship students have a guider, teacher of the course, which accompanies and guides the student in preparing the report internship through meetings in the classroom or office of the institution and that maintains contact with the entity receiving intern, including through visits to the institution and video conferencing.*

**11.4. Orientadores cooperantes****Mapa IX. Normas para a avaliação e seleção dos elementos das instituições de estágio e/ou formação em serviço responsáveis por acompanhar os estudantes****11.4.1 Mapa IX. 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\\_Ata\\_N58\\_CTC.pdf](#)**Mapa X. 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
----------------	--	--	--	--

&lt;sem resposta&gt;

**12. Análise SWOT do ciclo de estudos****12.1. Pontos fortes:**

*Formação pioneira, nesta área, a nível nacional. Potencial de atração de estudantes de áreas diversas do conhecimento. Importante reforço das competências dos estudantes ligadas a tecnologias de ponta. Corpo docente com formação especializada e experiência profissional nas áreas de atuação do curso. Programa concebido de forma*

*articulada e complementar em relação a formações de 1º ciclo em áreas diversificadas.*

*Existência na instituição de recursos técnicos e laboratoriais adequados de suporte às unidades curriculares do mestrado.*

*Associação do corpo docente a Centros/Unidades de investigação que desenvolvem trabalhos de investigação de excelência nas áreas do curso. Mestrado inserido numa região com elevada dinâmica empresarial com necessidade premente de formação de 2º ciclo no domínio do Mestrado.*

#### **12.1. Strengths:**

*Pioneer training in Portugal. Potential to attract students from different areas of knowledge. Important reinforcement of specialized skills on advanced manufacturing technologies. Academic staff with scientific skills, specialized base training and professional experience on the areas of the course. Programme designed in articulation with 1st cycle formations of several areas. Existing laboratorial and technical resources supporting curricular units. Academic staff associated with Research Units developing excellence level of research within the areas of the course. Master course offered in a high industrial dynamic region that requires a Master training in this domain.*

#### **12.2. Pontos fracos:**

*Carácter pioneiro da formação pode causar incerteza e dificultar a aceitação da parte de potenciais candidatos.*

#### **12.2. Weaknesses:**

*Pioneer training course can cause uncertainty and hinder acceptance from potential candidates.*

#### **12.3. Oportunidades:**

*Região caracterizada por uma forte intensidade empresarial ao nível das PMEs, com necessidades de colaboradores na área das tecnologias avançadas de produção. Oportunidade para responder às necessidades actuais do tecido empresarial e promover a eficiência e a inovação de forma sustentada. Possibilidade de captação de estudantes das áreas de engenharias e afins, que pretendam prosseguir estudos em áreas relacionadas com tecnologias de fabrico inovadoras, nomeadamente da fabricação aditiva e impressão 3D, catalizadoras da Indústria 4.0.*

#### **12.3. Opportunities:**

*Region with a strong industrial companies, especially small to medium sized companies, in need of collaborators with strong skills on advanced manufacturing technologies. Opportunity to fulfill current needs of industrial companies and sustainable promoting efficiency and innovation. Possibility to attract students from engineering and related areas, intending to proceed their studies in innovative manufacturing technology areas, namely, additive manufacturing and 3D printing, empowering the Industry 4.0.*

#### **12.4. Constrangimentos:**

*Licenciados nas áreas das engenharias com grande procura por parte das empresas da região, o que pode afetar o número de candidatos disponíveis para prosseguimento de estudos.*

#### **12.4. Threats:**

*Bachelors in engineering have high demand from local industries, which may affect the number of available candidates to this course.*

#### **12.5. CONCLUSÕES:**

*O mestrado em Engenharia para Fabricação Digital Direta surge na sequência de um vasto conjunto de iniciativas bem sucedidas nesta área dinamizadas pela ESTG e CDRSP do IPEleiria. Destacam-se a organização de conferências internacionais, os projetos nacionais e internacionais com o meio académico e empresarial, prestação de serviços e disseminação da atividade científica e técnica para a sociedade em geral, bem como, as orientações e coorientações de mestrados e doutoramentos, no domínio da fabricação digital direta. Realça-se também as excelentes condições laboratoriais e o elevado número de protocolos de colaboração existentes entre o IPEleiria, outras IES e empresas nacionais e internacionais. Com este mestrado pretende-se reforçar o trabalho desenvolvido, oferecendo uma formação de 2ºciclo que permite dar resposta aos desafios emergentes da Indústria 4.0. Trata-se de um curso de formação avançada que terá um cariz teórico-prático, orientado para a resolução de problemas no contexto da digitalização da Indústria.*

*Este curso de Mestrado Internacional possui um grande potencial de atração também de estudantes internacionais devido às fortes ligações existentes entre o IPEleiria e IES internacionais no domínio da FDD.*

*A sua organização modular possibilitará uma melhor articulação das matérias e dos trabalhos que serão propostos. Em cada um dos dois semestres da parte letiva haverá uma UC de introdução à investigação que permitirão dotar o estudante de um espírito crítico e familiarizar-se com as metodologias de investigação, especialmente orientadas para responder aos desafios industriais. Nas UC de dissertação, ou projeto ou estágio pretende-se desenvolver/otimizar ou implementar tecnologias associadas à fabricação digital direta que potenciem a ligação com as empresas da região contribuindo para posicionar a Indústria Nacional na vanguarda das tecnologias da era digital. A dissertação está fortemente relacionada com a investigação industrial, enquanto que, o projeto e o estágio estão orientados para a resolução de desafios técnicos nos domínios do curso. Esta forte relação com o tecido empresarial contribui para posicionar a Indústria Nacional entre os líderes mundiais da Indústria 4.0.*

*O ciclo de estudos conta com recursos humanos docentes altamente qualificados com o grau de doutor em áreas científicas fortemente relacionadas com a engenharia e a fabricação digital direta.*

**12.5. CONCLUSIONS:**

*The Master's degree in Engineering for Direct Digital Manufacturing follows a wide range of successful initiatives in this area developed by ESTG and CDRSP from IPEiria. The organization of international conferences, national and international projects with the academic and companies, provision of services and dissemination of scientific and technical activity for society in general, as well as, the supervision and co-supervision of master and doctoral theses in direct digital manufacturing. The excellent laboratory conditions and the high number of collaboration protocols between IPEiria, other HEIs and national and international companies are also highlighted. This master's degree aims to reinforce the work developed, offering a 2nd cycle training that allows to answer the emerging challenges of Industry 4.0. It is an advanced training course that will have a theoretical-practical, problem-oriented approach in the context of the industry's digitalization.*

*This International Master's course also has great potential for attracting international students due to the strong links between IPEiria and international HEIs in the field of DDM.*

*Its modular organization will enable a better articulation of the subjects and the work proposed. In each of the two semesters of the 1st year of the Master there will be a curricular unit named "Introduction to research" that will promote creativity and criticism. Also it will familiarize the students with research methodologies, specially oriented to respond to the industrial challenges. In the last year of the Master, students can chose between a Dissertation or Project or Professional Training all intending to develop technologies/products associated to the direct digital manufacturing, being the dissertation related with industrial research and the both Project and Professional Training focusing on solving technical challenges. This strengthens the connection with the companies of the region contributing to position the National Industry at the forefront of digital era technologies.*

*The cycle of studies has academic staff highly qualified with the degree of doctor in scientific areas strongly related to the engineering and the direct digital manufacturing.*