

# NCE/20/2000209 — Apresentação do pedido - Novo ciclo de estudos

---

## 1. Caracterização geral do ciclo de estudos

### 1.1. Instituição de Ensino Superior:

*Instituto Politécnico Do Cávado E Ave*

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

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

*Escola Superior De Tecnologia*

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

### 1.3. Designação do ciclo de estudos:

*Inteligência Artificial Aplicada*

### 1.3. Study programme:

*Applied Artificial Intelligence*

### 1.4. Grau:

*Mestre*

### 1.5. Área científica predominante do ciclo de estudos:

*Ciências e Tecnologias da Programação*

### 1.5. Main scientific area of the study programme:

*Programming Sciences and Technologies*

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

*481*

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

*523*

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

*<sem resposta>*

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

*120*

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

*4 semestres*

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

*4 semesters*

### 1.9. Número máximo de admissões:

*25*

### 1.10. Condições específicas de ingresso.

**1.10. Specific entry requirements.***BSc in Engineering in Informatics, Engineering in Electrotechnic, Computer Science or similar***1.11. Regime de funcionamento.***Diurno***1.11.1. Se outro, especifique:***<sem resposta>***1.11.1. If other, specify:***<no answer>***1.12. Local onde o ciclo de estudos será ministrado:***Instalações da Escola Superior de Tecnologia, Campus do IPCA, Barcelos***1.12. Premises where the study programme will be lectured:***School of Technology, IPCA Campus, Barcelos***1.13. Regulamento de creditação de formação académica e de experiência profissional, publicado em Diário da República (PDF, máx. 500kB):**[1.13.\\_Cap.V - Creditacao\\_compressed.pdf](#)**1.14. Observações:***Este mestrado apresenta-se com várias características inovadoras, que serão devidamente contextualizadas nas secções correspondentes ao conteúdo curricular, mas das quais se salientam:*

- curso ministrado inteiramente em língua inglesa.
- funcionamento modular: cada unidade curricular será ministrada numa semana, em modelo intensivo (24h), seguindo-se duas semanas de trabalho autónomo por parte dos estudantes, nas instalações/laboratórios do centro de investigação 2Ai, em projetos de investigação concretos, e supervisionados pelos docentes da unidade curricular em causa.
- a existência de parcerias a nível internacional dentro da rede RUN-EU (Regional University Network.eu), nomeadamente com o Athlone Institute of Technology, para a co-orientação de dissertações de mestrado, a participação em seminários, a lecionação de temas específicos, com o objetivo de fomentar a cooperação internacional e preparar o caminho para potenciais graus conjuntos (ver protocolo no ponto 11.1.2).
- algumas das unidades curriculares serão oferecidas pela instituição como cursos breves de formação avançada à população em geral, permitindo deste modo a rentabilização dos recursos humanos e tecnológicos da instituição, bem como a partilha e transferência de conhecimento para a sociedade.

**1.14. Observations:***This master's degree presents itself with several innovative characteristics, which will be properly contextualized in the sections corresponding to the curricular content, but which stand out:*

- course taught entirely in English.
- modular operation: each curricular unit will be taught in one week, in an intensive model (24h), followed by two weeks of autonomous work by the students, in the facilities / laboratories of the 2Ai research center, in concrete research projects, and supervised by the teachers of the course in question.
- the existence of partnerships at international level within the RUN-EU network (Regional University Network.eu), namely with the Athlone Institute of Technology, for the co-supervision of master's dissertations, participation in seminars, the teaching of specific subjects, with the objective of promoting international cooperation and pave the way for potential joint degrees(see protocol in point 11.1.2).
- some of the curricular units will be offered by the institution, as short courses of advanced training, to the population in general, thus allowing the profitability of the institution's human and technological resources, as well as the sharing and transfer of knowledge to society.

## 2. Formalização do Pedido

### Mapa I - Conselho Técnico-Científico

---

**2.1.1. Órgão ouvido:***Conselho Técnico-Científico***2.1.2. Cópia de ata (ou extrato de ata) ou deliberação deste órgão assinada e datada (PDF, máx. 100kB):**[2.1.2.\\_Extrato\\_Acta\\_CTC\\_30-09-2020.ponto-4\\_compressed.pdf](#)

## Mapa I - Conselho Pedagógico

---

### 2.1.1. Órgão ouvido:

*Conselho Pedagógico*

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

[2.1.2.\\_Extrato\\_Acta\\_CP\\_01-10-2020.ponto-4\\_compressed.pdf](#)

## Mapa I - Conselho Académico

---

### 2.1.1. Órgão ouvido:

*Conselho Académico*

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

[2.1.2.\\_extrato\\_ca\\_compressed.pdf](#)

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

### 3.1. Objetivos gerais definidos para o ciclo de estudos:

*O Mestrado em Inteligência Artificial Aplicada pretende introduzir os conceitos da área de inteligência artificial aos seus estudantes, desde as suas bases matemáticas e computacionais, até à sua aplicabilidade em diferentes áreas de conhecimento. No contexto do ensino politécnico, pretende-se que o ensino seja prático, tecnológico e aplicado a situações concretas da sociedade, desde o processamento de linguagem natural, à robótica, passando pela computação afetiva, visão por computador ou cibersegurança.*

*Os estudantes terão a possibilidade de participar em projetos reais de investigação, usufruindo dos laboratórios equipados do centro de investigação 2Ai.*

### 3.1. The study programme's generic objectives:

*The Master in Applied Artificial Intelligence intends to introduce the concepts of artificial intelligence to its students, from its mathematical and computational bases, to its applicability in different areas of knowledge. In the context of polytechnic education, it is intended that teaching be practical, technological and applied to concrete situations in society, from natural language processing, to robotics, passing by affective computing, computer vision or cybersecurity.*

*Students will have the possibility to participate in real research projects, making use of the equipped laboratories of the 2Ai research center.*

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

*Os estudantes irão obter competências nos fundamentos matemáticos necessários para a compreensão e implementação de modelos de inteligência artificial.*

*Conhecerão diferentes abordagens para a resolução de problemas de inteligência artificial.*

*No que toca à aprendizagem máquina, os alunos irão ser capazes de construir redes neuronais simples, mas também redes convolucionais e recorrentes, aplicando diferentes variantes estruturais, seja para a deteção de objetos, ou para a classificação de sentimento em textos, ou a tradução automática.*

*Terão ainda conhecimentos relevantes no que toca ao uso de hardware de alto desempenho para o treino de modelos de inteligência artificial, e serão capazes de usar algoritmos de inteligência artificial em sistemas embebidos.*

*Finalmente, terão competências no que toca à área de cibersegurança, e na área da robótica, e nomeadamente na aplicabilidade da IA nestas duas áreas.*

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

*Students will learn the mathematical foundations necessary for understanding and implementing artificial intelligence models.*

*They will learn about different approaches to solve artificial intelligence problems.*

*With regard to machine learning, students will be able to build simple neural networks, but also convolutional and recurrent networks, applying different structural variants, either for the detection of objects, or for the classification of sentiment in texts or machine translation.*

*They will also have relevant knowledge regarding the use of high-performance hardware for training artificial intelligence models, and will be able to use artificial intelligence algorithms in embedded systems.*

*Finally, they will have skills in the area of cybersecurity and in the area of robotics, and particularly in the applicability of AI in these two areas.*

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

*Nos últimos anos a Escola Superior de Tecnologia tem crescido e alicerçado a sua posição quer na educação universitária na área das ciências da computação, considerando o reconhecimento das suas licenciaturas, quer na*

*investigação, com a avaliação do seu novo centro de investigação em inteligência artificial, o 2Ai, com uma avaliação de “muito bom”. Esta evolução só é possível graças à dedicação do seu corpo docente, que vê como missão da instituição o ensino e a investigação de excelência.*

*A criação do centro de investigação na área da inteligência artificial aplicada foi fundamentada pela área de trabalho dos seus investigadores que, embora em áreas de atuação distintas, se colocam sob um mesmo objetivo. Deste modo, justifica-se a criação de um ciclo de estudos, ao nível do mestrado, que possa potenciar o desenvolvimento do centro de investigação, permitindo aos seus investigadores a lecionação de assuntos avançados, potenciando assim a transferência de conhecimento para a população, e permitindo aos estudantes a participação em projetos de investigação, ganhando assim experiência e know-how.*

*Por outro lado, a integração do IPCA na Rede Europeia, RUN-EU, potencia a possibilidade de colaboração de orientação de trabalhos de dissertação de alunos deste mestrado por investigadores de outras instituições, e a possibilidade de estudantes de outras instituições possam participar neste curso. Existe, também, um protocolo com o Instituto de Tecnologia de Athlone, para a orientação conjunta de trabalhos de dissertação, havendo a possibilidade de negociação futura de duplas titulações, e do prolongamento dos trabalhos de dissertação durante alguns anos em Athlone, permitindo aos alunos a obtenção do grau de doutor.*

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

*In recent years, the Escola Superior de Tecnologia has grown and grounded its position both in university education in the area of computer science, considering the recognition of its degrees and in research, with the evaluation of its new research center in artificial intelligence, 2Ai, with a rating of “very good”. This evolution is only possible thanks to the dedication of its teaching staff, which sees the teaching and research of excellence as the mission of the institution.*

*The creation of the research center in the field of applied artificial intelligence was based on the area of work of its researchers, who, although in different areas of activity, place themselves under the same objective. Thus, it is justified to create a cycle of studies, at the master’s level, that can enhance the development of the research center, allowing its researchers to teach advanced subjects, thus enhancing the transfer of knowledge to the population, and allowing students to participate in research projects, thus gaining experience and know-how.*

*On the other hand, the integration of IPCA in the European Network, RUN-EU, enhances the possibility of collaborating on the orientation of dissertation work by students of this master’s degree by researchers from other institutions, and the possibility of students from other institutions to participate in this course. There is also a protocol with the Athlone Institute of Technology, for the joint orientation of dissertation works, with the possibility of future negotiation of double degrees, and the extension of the dissertation works for some years in Athlone, allowing students to obtaining a doctor’s degree.*

## **4. Desenvolvimento curricular**

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

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

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

<sem resposta>

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

Mapa II - n.a

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

n.a

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

n.a

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

**the degree**

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Mínimos optativos* / Minimum Optional ECTS*	Observações / Observations
Ciência e Tecnologia da Programação / Science and Technology of Programming	CTP	49	0	
Matemática e Estatística / Math and Statistics	ME	12	0	
Línguas e Humanidades / Languages and Humanities	LH	2	0	
Hardware, Comunicações e Sistemas Operativos / Hardware, Communications and Operating Systems	HCSO	12	0	
Electrónica e Instrumentação / Electronics and Instrumentation	EI	6	0	
Controlo, Automação e Robótica / Control, Automations and Robotics	CAR	39	0	
<b>(6 Items)</b>		<b>120</b>	<b>0</b>	

**4.3 Plano de estudos****Mapa III - - 1º Ano -1ºSemestre****4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):****4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):****4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:***1º Ano -1ºSemestre***4.3.3 Plano de Estudos / Study plan**

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS Opcional	Observações / Observations (5)
Ferramentas Computacionais para Ciência dos Dados / Computational Tools for Data Science	CTP	S	160	TP-24; OT-6;	6	
Fundamentos de Matemática para a Inteligência artificial / Mathematical Foundations for Artificial Intelligence	ME	S	160	TP-24; OT-6;	6	
Fundamentos de Inteligência Artificial / Fundamentals of Artificial Intelligence	CTP	S	160	TP-24; OT-6;	6	
Modelos Estatísticos para Inteligência Artificial / Statistical Models for Artificial Intelligence	ME	S	160	TP-24; OT-6;	6	
Algoritmos de Aprendizagem Máquina / Machine Learning Algorithms	CTP	S	160	TP-24; OT-6;	6	
<b>(5 Items)</b>						

**Mapa III - - 1º Ano - 2ºSemestre****4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):****4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):****4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:***1º Ano - 2ºSemestre***4.3.3 Plano de Estudos / Study plan**

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica /	Duração /	Horas Trabalho /	Horas Contacto	ECTS Opcional	Observações
--------------------------------------	-------------------	-----------	------------------	----------------	---------------	-------------

	Scientific Area (1)	Duration (2)	Working Hours (3)	/ Contact Hours (4)		/ Observations (5)
Ética da Inteligência Artificial / Ethics of Artificial Intelligence	LH	S	55	S-10;	2	
Aprendizagem Profunda para a Visão por Computador / Deep Learning for Computer Vision	CAR	S	160	TP-24; OT-6;	6	
Computação de Alto Desempenho / High Performance Computing	HCSO	S	160	TP-24; OT-6;	6	
Sistemas Embebidos para Inteligência Artificial / Embedded Artificial Intelligence Systems	EI	S	160	TP-24; OT-6;	6	1
Pocessamento de Linguagem Natural / Natural Language Processing	CTP	S	160	PL-24; OT-6;	6	
Métodos de Pesquisa para Inteligência Artificial / Research Methods for Artificial Intelligence	CTP	S	105	TP-20;	4	

(6 Items)

### Mapa III - . - 2º Ano -1ºSemestre

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

.

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

.

#### 4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:

2º Ano -1ºSemestre

#### 4.3.3 Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS Opcional	Observações / Observations (5)
Inteligência Artificial na Cibersegurança / Artificial Intelligence on Cyber Security	HCSO	S	160	TP-24; OT-6;	6	
Robótica Inteligente / Intelligent Robotics	CAR	S	160	TP-24; OT-6;	6	
Computação Afetiva / Affective Computing	CAR	S	160	TP-24; OT-6;	6	
Plano de Dissertação, Estágio, Projeto / Dissertation, Internship, Project Plan	CTP + CAR	S	320	OT-15;	12	6 + 6

(4 Items)

### Mapa III - . - 2º Ano -2ºSemestre

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

.

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

.

#### 4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:

2º Ano -2ºSemestre

#### 4.3.3 Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS Opcional	Observações / Observations (5)
--------------------------------------	---	------------------------------	--	--	---------------	--------------------------------------

#### 4.4. Unidades Curriculares

---

##### Mapa IV - Ferramentas Computacionais para Ciência dos Dados

###### 4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

*Ferramentas Computacionais para Ciência dos Dados*

###### 4.4.1.1. Title of curricular unit:

*Computational Tools for Data Science*

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

*CTP*

###### 4.4.1.3. Duração:

*1 Semestre / 1 Semester*

###### 4.4.1.4. Horas de trabalho:

*160*

###### 4.4.1.5. Horas de contacto:

*TP-24 OT-6*

###### 4.4.1.6. ECTS:

*6*

###### 4.4.1.7. Observações:

*<sem resposta>*

###### 4.4.1.7. Observations:

*<no answer>*

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

*Daniel António da Silva Miranda (20 h)*

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

*Estela Maria dos Santos Ramos Vilhena (10h)*

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

*O principal objetivo desta unidade curricular é garantir o conhecimento mínimo em linguagens de programação (nomeadamente Python) e manipulação e visualização de dados, para que os alunos possam concluir o mestrado.*

*Os alunos devem ser capazes de:*

- 1. compreender e escrever scripts básicos em Python;*
- 2. escrever código para executar computação numérica e manipular e apresentar dados;*
- 3. conhecer diferentes abordagens para a gestão de dados;*
- 4. compreender que os dados podem ser visualizados recorrendo a diferentes tipologias de gráficos;*
- 5. conhecer e aplicar os gráficos mais adequados para análise de dados específicos.*

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

*This curricular unit's main goal is to guarantee the minimum knowledge on programming languages (namely Python) and data manipulation and visualization, for students to be able to complete the master degree.*

*The students should be able to:*

- 1. understand and write basic Python scripts;*
- 2. write code to perform numeric computation, and to manipulate and present data*
- 3. know different approaches for data management*
- 4. understand that data can be visualized using different graphs*
- 5. know which graphs are better suited for specific data analysis.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

1. *Programação em Python*
  - a) *Versões, instalação, IDE*
  - b) *Gestão do ambiente: pip / anaconda*
  - c) *Sintaxe*
  - d) *Bibliotecas integradas úteis*
2. *Bibliotecas de ciência de dados*
  - a) *Computação Numérica: numpy*
  - b) *Visualização: matplotlib, plotly, seaborn*
  - c) *Integração de dados: regex, Pandas*
  - d) *Manipulação de imagens: Pillow, OpenCV-Python*
3. *Manipulação de dados*
  - a) *Projeção de Dados*
  - b) *Agregações*
  - c) *Redução de dimensionalidade*
4. *Visualização de dados*
  - a) *Histogramas*
  - b) *Gráficos de dispersão*
  - c) *Gráficos de regressão*
  - d) *Parcelas de caixa e violino*
  - e) *Combinação de estilos*
  - f) *Gráficos de estimativa de densidade do kernel*
  - g) *Mapas de calor e matrizes agrupadas*
  - h) *Gráficos e Redes*
  - i) *Dados geoespaciais*

**4.4.5. Syllabus:**

1. *Programming in Python*
  - a) *Versions, Installation, IDEs*
  - b) *Environment management: pip/anaconda*
  - c) *Syntax*
  - d) *Useful built-in libraries*
2. *Data Science Libraries*
  - a) *Numeric Computation: numpy*
  - b) *Visualization: matplotlib, plotly, seaborn*
  - c) *Data Integration: regex, Pandas*
  - d) *Image manipulation: Pillow, OpenCV-Python*
3. *Data Manipulation*
  - a) *Projecting Data*
  - b) *Aggregations*
  - c) *Reducing Dimensionality*
4. *Data Visualization*
  - a) *Histograms*
  - b) *Scatter Plots*
  - c) *Regression Plots*
  - d) *Box and Violin Plots*
  - e) *Combining Plot Styles*
  - f) *Kernel Density Estimation Plots*
  - g) *Heatmaps and Clustered Matrices*
  - h) *Graphs and Networks*
  - i) *Geospatial Data*

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

*O primeiro tópico aborda a linguagem de programação Python, sua sintaxe e ambiente de programação, abrangendo o objetivo 1.*

*O segundo tópico apresenta as bibliotecas Python para computação numérica, manipulação de dados e visualização de dados, cobrindo partes dos objetivos 2, 3 e 4.*

*O terceiro tópico discute diferentes tipos de operações de dados que podem ser alcançadas pelos alunos usando as bibliotecas apresentadas anteriormente, cobrindo parte do objetivo 3.*

*O quarto tópico discute diferentes abordagens para apresentar dados, usando diferentes tipos de gráficos, cobrindo parte dos objetivos 4 e 5.*

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

*The first topic covers the Python programming language, its syntax, and programming environment, covering objective 1.*

*The second topic introduces the Python libraries for numeric computation, data manipulation and data visualization,*

*covering parts of objectives 2, 3 and 4.*

*The third topic discusses different kinds of data operations that can be achieved by the students using the libraries presented before, covering part of objective 3.*

*The fourth topic discusses different approaches to present data, using different graph types, covering part of objective 4 and objective 5.*

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

*A metodologia de ensino adoptada prossegue uma pedagogia centrada no processo de aprendizagem dos alunos, fomentando a sua capacidade de iniciativa, de pesquisa e de auto-aprendizagem e privilegia métodos ativos de ensino-aprendizagem.*

*Esta metodologia de ensino e de avaliação vai ao encontro dos objectivos traçados para a presente Unidade Curricular dado que os alunos terão de pesquisar e desenvolver trabalho de pesquisa sobre os conteúdos. As aulas não se limitam a ser unicamente expositivas mas antes, colaborativas. O programa é abordado nas aulas teórico-práticas acompanhando-se a explicação de cada um deles com exemplos que permitam uma melhor compreensão dos temas. Nas aulas são, ainda, apresentados estudos de caso que permitem aos alunos desenvolver a capacidade de compreender os problemas associados.*

*Os alunos serão avaliados por um trabalho individual que se baseia na preparação de um conjunto de dados e descrição recorrendo a técnicas de visualização.*

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

*The teaching methodology adopted follows a pedagogy focused on the learning process of the students, fostering their ability to initiative, research and self-learning methods and focus on active teaching and learning. This teaching methodology and assessment meets the objectives set for this Course given that students will to research and develop research work on content. The classes are not limited to only exhibition but rather collaborative. The program is addressed in theoretical-practical classes following the explanation of each one of them with examples that allow a better understanding of the issues. Also, at the classes are presented case studies that allow students to develop the ability to understand the problems associated with it.*

*The students will be evaluated by an individual assignment, of preparing a dataset, and describing it using visualization techniques.*

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

*Para concluir a tarefa, os alunos precisarão usar a linguagem de programação Python para importar dados, limpá-los e executar diferentes tipos de operações de dados, a fim de preparar um conjunto de dados versátil, utilizando as ferramentas apresentadas ao longo do curso. O conjunto de dados precisará ser descrito recorrendo a um conjunto de técnicas de visualização, como também a ferramentas apresentadas no curso.*

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

*To complete the assignment the students will need to use the Python programming language to import data, clean it, and to perform different kinds of data operations in order to prepare a versatile dataset, using the tools introduced throughout the course. The dataset will need to be described by using a set of visualization techniques, also using tools presented in the course.*

#### **4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**

*Andreas C. Müller, Sarah Guido (2016) Introduction to Machine Learning with Python: A Guide for Data Scientists. O'Reilly Media*

*Wes McKinney (2017) Python for Data Analysis: Data Wrangling with Pandas, NumPy, and IPython. O'Reilly Media*

*Peters Morgan (2018) Data Analysis From Scratch With Python: Beginner Guide using Python, Pandas, NumPy, Scikit-Learn, IPython, TensorFlow and Matplotlib. AI Sciences LLC*

*Fabio Nelli (2018) Python Data Analytics: With Pandas, NumPy, and Matplotlib. Apress.*

*Kieran Healy (2019) Data Visualization: A Practical Introduction. Princeton University Press*

*Danyel Fisher, Miriah Meyer (2018) Making Data Visual: A Practical Guide to Using Visualization for Insight. O'Reilly Media*

### **Mapa IV - Fundamentos de Matemática para a Inteligência Artificial**

#### **4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Fundamentos de Matemática para a Inteligência Artificial*

#### **4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Mathematical Foundations for Artificial Intelligence*

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

*ME*

#### **4.4.1.3. Duração:**

*1 Semestre / 1 Semester*

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

160

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

TP-24 OT-6

**4.4.1.6. ECTS:**

6

**4.4.1.7. Observações:**

&lt;sem resposta&gt;

**4.4.1.7. Observations:**

&lt;no answer&gt;

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

Mário João Freitas Sousa Basto (30h)

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

&lt;sem resposta&gt;

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

*Pretende-se promover a cultura do raciocínio e da prática matemática, facultando o desenvolvimento de várias e importantes faculdades intelectuais. Neste sentido, pretende-se aprofundar conceitos matemáticos básicos, de modo a ajudar os alunos a desenvolverem as suas capacidades de cálculo e raciocínio lógico e abstrato, adquirindo conhecimentos fundamentais para entender os conceitos de aprendizagem profunda (Deep Learning) e de Inteligência Artificial.*

*Competências a atingir:*

- 1. conhecer os conceitos básicos de probabilidades; identificar as principais distribuições; aplicar teorema de Bayes';*
- 2. conhecer os conceitos básicos de grafos e diversas aplicações em situações reais;*
- 3. conhecer os conceitos associados a tensores e matrizes, saber calcular vetores e valores próprios de uma matriz. Decompor uma matriz em valores singulares*
- 4. conhecer os conceitos de derivada e derivada parcial. Calcular gradientes e determinar a existência de extremos absolutos e relativos.*

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

*It is intended to promote the culture of reasoning and the mathematical practice, providing the development of several and important intellectual faculties. In this sense, it is intended to deepen basic mathematical concepts necessary, in order to help students develop their calculation and logical and abstract reasoning skills, acquiring fundamental knowledge to understand the concepts of deep learning (Deep Learning) and Artificial Intelligence.*

*Skills to be achieved:*

- 1. understand the basic concepts of probabilities; identify the main distributions; apply Bayes theorem;*
- 2. understand the basic concepts of graphs and its applications in real life situations.*
- 3. understand the concepts associated with tensors and matrices, computing eigenvectors and eigenvalues. Decompose a matrix into singular values.*
- 4. understand the concepts of derivative and partial derivative. Calculate gradients and determine the existence of absolute and relative extreme.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

*I - Probabilidades*

*Elementos de probabilidades*

*Teorema de Bayes'*

*Variáveis aleatórias*

*Variáveis aleatórias discretas e contínuas*

*Variáveis aleatórias especiais*

*II- Teoria de Grafos*

*Exemplos e Definições.*

*Cadeias e ciclos. Grafos Eulerianos e Hamiltonianos.*

*Conetividade. Matriz Booleana. Fecho transitivo.*

*Análise de redes. Árvore geradora mínima. Problema do caminho mais curto. Problema de fluxo máximo.*

*III-Álgebra*

*Escalares, vetores matrizes e tensores.*

*Normas de Matrizes.*

*Vetores e valores próprios.*

*Decomposição em valores singulares.*

*IV-Calculus*

*Derivadas. Derivadas parciais*  
*Integrais*  
*Gradientes*  
*Operadores Singulares*  
*Otimização convexa*  
*Método do Gradiente: máximos e mínimos locais.*

#### 4.4.5. Syllabus:

*I - Probabilities*  
*Elements of Probability*  
*Bayes' Theorem*  
*Random Variables*  
*Discrete and Continuous Random Variables*  
*Special Random Variables*  
*II- Graph Theory*  
*Definitions and examples.*  
*Paths and cycles. Eulerian and Hamiltonian graphs.*  
*Connectivity. Boolean matrix. Transitive closure.*  
*Network analysis. Minimum-spanning-tree problem. Shortest-path problem. Maximum-flow problem.*  
*III-Algebra*  
*Scalars, Vectors, Matrices, Tensors*  
*Matrix Norms*  
*Special Matrices and Vectors Eigenvalues and Eigenvectors*  
*Singular value decomposition*  
*IV-Calculus*  
*Derivatives. Partial and Directional Derivative.*  
*Integrals*  
*Gradients*  
*Differential Operators*  
*Convex Optimization*  
*Gradient algorithms:local/global maxima and minima*

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

*No final do capítulo 1, o aluno terá de entender os conceitos básicos de probabilidades; identificar as principais distribuições; aplicar o teorema de Bayes';*  
*No final do capítulo 2, o aluno terá de entender os conceitos básicos de grafos e diversas aplicações em situações reais;*  
*No final do capítulo 3 o aluno terá de entender conhecer os conceitos associados a tensores e matrizes, saber calcular vetores e valores próprios de uma matriz. Decompor uma matriz em valores singulares:*  
*No final do capítulo 4, o aluno terá de entender os conceitos de derivada e derivada parcial. Calcular gradientes e determinar a existência de extremos absolutos e relativos.*

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

*With chapter 1, the student must be understanding the basic concepts of probabilities; identify the main distributions; apply Bayes theorem;*  
*With chapter 2, the student must be understanding the basic concepts of graphs and its applications in real life situations.*  
*With chapter 3, the student must be understanding the concepts associated with tensors and matrices, computing eigenvectors and eigenvalues. Decompose a matrix into singular values.*  
*With chapter 4, the student must be understanding the concepts of derivative and partial derivative. Calculate gradients and determine the existence of absolute and relative extreme.*

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

*As aulas serão eminentemente teórico-práticas, sendo permanentemente incentivado um clima de troca de ideias e discussão da matéria. A teoria será apresentada baseada em exemplos práticos, resolvidos, sempre que possível, com recurso a software.*  
*A resolução de exercícios nas aulas e de exemplos práticos com recurso a software, permitirá uma discussão permanente na sala de aula facilitando a aquisição por parte dos alunos das competências e objetivos pretendidos. Os alunos irão efetuar dois testes escritos e dois trabalhos, cada um destes elementos de avaliação valerá 25% da nota final.*

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

*The classes will be eminently theoretical and practical simultaneously, being constantly encouraged an environment of exchange of ideas and discussion of the issues. After a theoretical introduction, practical examples are presented and discussed with resolution done by using software.*  
*The resolution of exercises in the classroom and of practical examples with resources to statistical software will enable a constant discussion in the classroom facilitating the acquisition by students of the intended skills and objectives.*  
*Students will perform two written tests and two projects, each of which will be worth 25% of the final grade.*

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

*A exploração dos conteúdos em interação com os alunos e com a resolução de exercícios e problemas práticos permitirão uma discussão permanente na sala de aula, para que os alunos adquiram as competências necessárias e atinjam os objetivos pretendidos: sensibilizar os alunos para a relação de diversos tópicos da matemática com o teor de formação e a necessidade da sua aplicação na resolução de problemas.*

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

*The presentation of the contents in interaction with students and the resolution of real-life problems and exercises allow for ongoing discussion in the classroom, so that students acquire the necessary skills and achieve the desired objectives: to aware students about various topics of mathematics with the content of the course and the need for their application in problem solving.*

**4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**

*Goodfellow, I., Bengio, Y., Courville, A. (2016). Deep Learning. London. The MIT Press.*

*Neri F. (2019). Linear Algebra for Computational Sciences and Engineering (2nd ed.). Cham: Springer.*

*Garnier, R. & Taylor, J. (2010). Discrete mathematics: proofs, structures, and applications (3rd ed.). Boca Raton, FL: Taylor & Francis.*

*Larson, R., Edwards, H. (2010). Calculus Multivariable (9 th ed.). Belmont. Cengage Learning.*

*Montgomery, D C. & Runger, G. C. (2019). Applied Statistics and Probability for Engineers (7th ed.). Jefferson City, Wiley.*

**Mapa IV - Fundamentos de Inteligência Artificial****4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Fundamentos de Inteligência Artificial*

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Fundamentals of Artificial Intelligence*

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

*CTP*

**4.4.1.3. Duração:**

*1 Semestre / 1 Semester*

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*160*

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

*TP-24 OT-6*

**4.4.1.6. ECTS:**

*6*

**4.4.1.7. Observações:**

*<sem resposta>*

**4.4.1.7. Observations:**

*<no answer>*

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

*Joaquim José de Almeida Soares Gonçalves (30h)*

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

*<sem resposta>*

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

*Com esta unidade curricular pretende-se que os alunos tenham contacto com as diversas técnicas de inteligência artificial que se têm vindo a aplicar nas últimas décadas, desde o uso de agentes, lógica, pesquisa de soluções, representação de conhecimento, inferência, entre outros.*

*Os alunos deverão conhecer as diferentes abordagens de inteligência artificial existentes para a resolução de problemas, e ser capazes de delinear estratégias para as aplicar em situações reais.*

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

*With this curricular unit it is intended that students have contact with the various techniques of artificial intelligence that have been applied in recent decades, from the use of agents, logic, search for solutions, knowledge representation, inference, among others.*

*Students should be familiar with the different artificial intelligence approaches available for problem solving, and be able to devise strategies and apply them in real situations.*

#### **4.4.5. Conteúdos programáticos:**

1. *Inteligência artificial*
  - a) *Introdução*
  - b) *Agentes Inteligentes*
2. *Solução de problemas*
  - a) *Resolução de Problemas por Pesquisa*
  - b) *Pesquisa em ambientes complexos*
  - c) *Pesquisa adversa e jogos*
  - d) *Problemas de satisfação e restrição*
3. *Conhecimento, raciocínio e planeamento*
  - a) *Agentes Lógicos*
  - b) *Lógica de primeira ordem*
  - c) *Inferência na lógica de primeira ordem*
  - d) *Representação de conhecimento*
  - e) *Planeamento Automatizado*
4. *Conhecimento e raciocínio incertos*
  - a) *Quantificação da incerteza*
  - b) *Raciocínio Probabilístico*
  - c) *Raciocínio probabilístico ao longo do tempo*
  - d) *Programação Probabilística*
  - e) *Tomando decisões simples*
  - f) *Tomando decisões complexas*
  - g) *Tomada de decisão multiagente*

#### **4.4.5. Syllabus:**

1. *Artificial Intelligence*
  - a) *Introduction*
  - b) *Intelligent Agents*
2. *Problem-solving*
  - a) *Solving Problems by Searching*
  - b) *Search in Complex Environments*
  - c) *Adversarial Search and Games*
  - d) *Constraint Satisfaction Problems*
3. *Knowledge, reasoning, and planning*
  - a) *Logical Agents*
  - b) *First-Order Logic*
  - c) *Inference in First-Order Logic*
  - d) *Knowledge Representation*
  - e) *Automated Planning*
4. *Uncertain knowledge and reasoning*
  - a) *Quantifying Uncertainty*
  - b) *Probabilistic Reasoning*
  - c) *Probabilistic Reasoning over Time*
  - d) *Probabilistic Programming*
  - e) *Making Simple Decisions*
  - f) *Making Complex Decisions*
  - d) *Multiagent Decision Making*

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

*O programa compreende as principais metodologias aplicadas em inteligência artificial, excluindo-se apenas as técnicas de aprendizagem máquina, que serão objeto de estudo noutras unidades curriculares. Deste modo, os alunos terão uma visão abrangente das diferentes técnicas para o desenvolvimento de soluções de inteligência artificial.*

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

*The syllabus comprises the main methodologies applied in artificial intelligence, excluding only machine learning techniques, which will be studied in other curricular units. In this way, students will have a comprehensive view of the*

*different techniques for developing artificial intelligence solutions.*

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

*As aulas serão essencialmente expositivas, considerando que no período de trabalho autónomo os alunos irão desenvolver projetos que lhes permitirão ter a oportunidade de desenvolver uma solução de inteligência artificial real. A avaliação será realizada mediante um teste escrito (50%) e a nota de um projeto prático (50%)*

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

*Classes will be essentially expository, considering that in the period of autonomous work students will develop projects that will allow them to have the opportunity to develop a real artificial intelligence solution. The evaluation will be carried out through a written test (50%) and the grade of a practical project (50%)*

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

*Considerando o baixo número de horas de contacto, a unidade curricular irá funcionar essencialmente em modo expositivo, permitindo aos alunos adquirir uma visão geral das técnicas de inteligência artificial disponíveis. Posteriormente, no período de trabalho autónomo presencial, em laboratório, terão a ocasião de praticar algoritmos concretos, solidificando deste modo os conhecimentos adquiridos.*

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

*Considering the low number of contact hours, the course will operate essentially in an expository mode, allowing students to acquire an overview of the artificial intelligence techniques available. Later, during the period of on-site autonomous work, in the laboratory, they will have the opportunity to practice concrete algorithms, thus solidifying the acquired knowledge.*

**4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**

*Russell, S. & Norvig, P. (2020) Artificial Intelligence: A Modern Approach. Fourth Edition. Pearson*

*Brachman, R. & Levesque, H. (2011) Knowledge Representation and Reasoning. The Morgan Kaufmann Artificial Intelligence Series*

**Mapa IV - Modelos Estatísticos para Inteligência Artificial**

**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Modelos Estatísticos para Inteligência Artificial*

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Statistical Models for Artificial Intelligence*

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

*ME*

**4.4.1.3. Duração:**

*1 Semestre / 1 Semester*

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*160*

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

*TP-24 OT-6*

**4.4.1.6. ECTS:**

*6*

**4.4.1.7. Observações:**

*<sem resposta>*

**4.4.1.7. Observations:**

*<no answer>*

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

*Estela Maria dos Santos Ramos Vilhena (20h)*

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

*Joaquim José de Almeida Soares Gonçalves (10h)*

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

*Os modelos estatísticos são um conjunto de ferramentas para a compreensão dos dados. O principal objetivo da unidade curricular é garantir aos alunos a importância de compreenderem as ideias subjacentes às várias técnicas, de modo a saberem como e quando as utilizar.*

*Pretende-se dotar os alunos de conhecimentos que lhes permitam:*

- 1. identificar as variáveis que influenciam uma dada resposta, eliminando as que não trazem informação, assim como efetuar previsões, detetar interações e identificar variáveis mediadoras ou de confundimento;*
- 2. reduzir a complexidade dos dados, resumindo a informação de várias variáveis correlacionadas;*
- 3. classificar elementos em grupos, de forma que elementos dentro de um mesmo cluster sejam muito parecidos, e os elementos em diferentes clusters sejam distintos entre si;*
- 4. analisar observações aleatórias que variam ao longo do tempo tendo em vista a otimização de processos.*

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

*Statistical models are a set of tools for understanding data. The curricular unit's main goal is to guarantee to the students the importance to understand the ideas behind the various techniques, in order to know how and when to use them.*

*The aim is to provide students the knowledge that allows them to:*

- 1. identify the variables that influence a given response, eliminating those that do not bring information, as well as make estimates, detect interactions and identify confounding or mediated variables;*
- 2. reduce the complexity of the data, summarizing the information of several correlated variables;*
- 3. classify elements into groups, so that elements within the same cluster are very similar, and elements in different clusters are distinct from each other;*
- 4. analyze random observations that vary over time in order to optimize processes.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

*1. Modelos estatísticos e aprendizagem não supervisionada*

*a) Análise de Regressão*

*i. Regressão Linear*

*ii. Regressão Logística*

*b) Modelos generalizados*

*i. Modelos Lineares Generalizados – GLM*

*ii. Modelos Lineares Não generalizados - GNLM*

*c) Análise Fatorial*

*i. Análise de Componentes Principais*

*ii. Análise de Correspondência*

*d) Análise de Clusters*

*i. Cluster Hierárquico*

*ii. K-Means*

*2. Processos Estocásticos*

*a) Cadeias de Markov*

*b) Filas de Espera*

**4.4.5. Syllabus:**

*1. Statistical Models and Unsupervised Learning*

*a) Regression Analysis*

*i. Linear Regression*

*ii. Logistic Regression*

*b) Generalized Models*

*i. Generalized Linear Models - GLM*

*ii. Generalized Nonlinear Models - GNLM*

*c) Factorial Analysis*

*i. Principal Component Analysis*

*ii. Correspondence Analysis*

*d) Clustering*

*i. Hierarchical Clustering*

*ii. K-Means*

*2) Stochastic processes*

*a) Markov Chain*

*b) Queuing theory*

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

*No final do capítulo 1a. e 1b. os alunos os alunos deverão identificar as variáveis que influenciam uma dada resposta, eliminando as que não trazem informação, assim como efetuar previsões, detetar interações e identificar variáveis*

*medidoras ou de confundimento. No final do capítulo 1c. os alunos deverão ter capacidade de reduzir a complexidade dos dados, resumindo a informação de várias variáveis correlacionadas; No final do capítulo 1d. deverão classificar elementos em grupos, de forma que elementos dentro de um mesmo cluster sejam muito parecidos, e os elementos em diferentes clusters sejam distintos entre si.*

*No final do capítulo 2. os alunos deverão analisar observações aleatórias que variam ao longo do tempo tendo em vista a otimização de processos.*

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

*With chapter 1a. and 1b., the students must identify the variables that influence a given response, eliminating those that do not bring information, as well as make estimates, detect interactions and identify confounding or mediated variables; with the chapter 1c. reduce the complexity of the data, summarizing the information of several correlated variables; and with the chapter 1d. classify elements into groups, so that elements within the same cluster are very similar, and elements in different clusters are distinct from each other.*

*With chapter 2. the students must analyze random observations that vary over time in order to optimize processes.*

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

*As aulas serão de carácter teórico-prático, sendo permanentemente incentivado um clima de troca de ideias e discussão da matéria. A teoria será apresentada baseada em exemplos práticos, resolvidos, sempre que possível, com recurso a software.*

*Os alunos serão avaliados através de uma prova individual e de um trabalho prático de preparação de um conjunto de dados e da sua descrição, utilizando os diferentes modelos estudados.*

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

*The classes will be theoretical and practical simultaneously, being constantly encouraged as an environment of exchange of ideas and discussion of the issues. After a theoretical introduction, practical examples are presented and discussed with resolution done by using software.*

*The students will be evaluated by an individual exam, and by a practical work of preparing a dataset, and describing it using the different models studied.*

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

*A apresentação de exemplos práticos com recurso a software estatístico adequado, juntamente com a apresentação e discussão de trabalhos apresentados durante as aulas, permite que os alunos adquiram as competências e atinjam os objetivos pretendidos: formalizar, resolver e interpretar problemas relevantes em termos organizacionais com base em instrumentos e ferramentas estatísticas e de análise de dados; analisar e interpretar os resultados da aplicação de modelos estatísticos e aprendizagem não supervisionada, assim como de análise de sequências.*

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

*The presentation of practical examples using appropriate statistical software, and the presentation and discussion of papers presented during classes, allows students to acquire the skills and achieve the desired objectives: formalize, solve and interpret organizational relevant problems based on statistical and data analysis tools and instruments; analyze and interpret the results of the application of statistical models and unsupervised learning, as well as sequence analysis.*

#### 4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*Hilbe, Joseph M.(2017). Logistic Regression Models, Editor: Routledge; 1st edition, Chapman & Hall/CRC Texts in Statistical Science*

*Dobson, Annette J.. Barnett, Adrian G. (2018). An Introduction to Generalized Linear Models. Chapman and Hall/CRC. 4th edition*

*Paoletta, Marc S. (2018). Linear Models and Time-Series Analysis: Regression, ANOVA, ARMA and GARCH, Wiley*

*Montgomery, D C. & Runger, G. C. (2019). Applied Statistics and Probability for Engineers, 7th edition, Wiley.*

### Mapa IV - Algoritmos de Aprendizagem Máquina

#### 4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

*Algoritmos de Aprendizagem Máquina*

#### 4.4.1.1. Title of curricular unit:

*Machine Learning Algorithms*

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

*CTP*

#### 4.4.1.3. Duração:

*1 Semestre / 1 Semester*

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

160

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

TP-24 OT-6

**4.4.1.6. ECTS:**

6

**4.4.1.7. Observações:**

&lt;sem resposta&gt;

**4.4.1.7. Observations:**

&lt;no answer&gt;

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

José Henrique de Araújo Silveira de Brito (20h)

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

Alberto Manuel Brandão Simões (10h)

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

*Esta unidade curricular pretende proporcionar aos alunos conhecimentos teóricos e práticos fundamentais acerca de Machine Learning, como base para unidades curriculares mais avançadas.*

*No final da UC os alunos deverão ser capazes de:*

1. *conhecer e compreender os conceitos básicos associados ao Machine Learning*
2. *conhecer, compreender e aplicar as principais métricas de avaliação aplicadas à performance de algoritmos de machine learning*
3. *conhecer, compreender e aplicar alguns dos algoritmos clássicos de aprendizagem supervisionada*
4. *conhecer, compreender e aplicar alguns dos algoritmos clássicos de aprendizagem de reforço*

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

*This course aims to provide students with fundamental theoretical and practical knowledge about Machine Learning, as a basis for more advanced courses.*

*At the end of the course, students should be able to:*

1. *know and understand the basic concepts associated with Machine Learning*
2. *know, understand and apply the main evaluation metrics to measure the performance of machine learning algorithms*
3. *know, understand and apply some of the classic supervised learning algorithms*
4. *know, understand and apply some of the classic reinforcement learning algorithms*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

1. *Introdução ao Machine Learning*
  - a) *Aprendizagem Supervisionada/Não supervisionada/de reforço*
  - b) *Classificação e Regressão*
  - c) *Datasets, conjunto de treino, conjunto de validação, conjunto de teste*
  - d) *Fitting, bias*
  - e) *Métricas de avaliação*
  - f) *Normalização*
2. *Aprendizagem Supervisionada*
  - a) *Naive Bayes*
  - b) *Support Vector Machines*
  - c) *K-Nearest Neighbours*
  - d) *Árvores de Decisão, Random Forests*
  - e) *Redes Neurais*
    - i. *Fundamentos matemáticos*
    - ii. *Implementação (forward and backward propagation)*
    - iii. *Regularização*
3. *Reinforcement Learning*
  - a) *Q-Learning*
  - b) *SARSA (State-Action, Reward, State-Action)*
  - c) *Imitation Learning*

**4.4.5. Syllabus:**

**1. Introduction to Machine Learning**

- a) Supervised/Unsupervised/Reinforcement learning
- b) Classification and Regression
- c) Datasets, training set, validation set, test set
- d) Fitting, Bias
- e) Evaluation metrics
- f) Normalization

**2. Supervised Learning**

- a) Naive Bayes
- b) Support Vector Machines
- c) K-Nearest Neighbours
- d) Decision Trees, Random Forests
- e) Neural Networks
- i. Mathematical foundations
- ii. Implementation (forward and backward propagation)
- iii. Regularization

**3. Reinforcement Learning**

- a) Q-Learning
- b) SARSA (State-Action, Reward, State-Action)
- c) Imitation Learning

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

*O primeiro capítulo cobre os conceitos base do Machine Learning, e as métricas de avaliação, cobrindo os objectivos 1 e 2 da UC.*

*O capítulo 2 apresenta os principais algoritmos de aprendizagem supervisionada, respondendo ao objectivo 3.*

*O capítulo 3 apresenta os principais algoritmos de aprendizagem de reforço, respondendo ao objectivo 4.*

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

*The first chapter covers the basic concepts of machine learning and evaluation metrics, covering the objectives 1 and 2.*

*Chapter 2 presents the main supervised learning algorithms, covering objective 3.*

*Chapter 3 presents the main reinforcement learning algorithms, covering objective 4.*

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

*A leccionação será dividida em duas partes.*

*Na primeira parte, em cada capítulo, a metodologia de ensino passa pela apresentação dos conceitos fundamentais, e realização de exercícios práticos de exemplo de aplicação, em contexto de aula.*

*Na segunda parte, os estudantes irão desenvolver um projecto prático que engloba diversos aspectos dos assuntos abordados.*

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

*The course will be divided into two parts.*

*In the first part, for each chapter, the teaching methodology involves presenting the fundamental concepts, and experimenting with a number of practical exercises.*

*In the second part, students will develop a project that encompasses several aspects of the syllabus.*

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

*Procura-se que os estudantes simultaneamente sejam capazes de compreender as soluções existentes para a resolução de cada uma das principais tarefas de machine learning e sejam também capazes de implementar na prática essas mesmas soluções para situações concretas..*

*Nesse sentido, a primeira parte da leccionação debruça-se sobretudo sobre os conceitos teóricos, com algumas demonstrações práticas, e na segunda parte da leccionação coloca-se mais ênfase na implementação prática de sistemas mais abrangentes que integram estes algoritmos.*

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

*The aim is to enable students to simultaneously be able to understand the existing solutions for each of the main machine learning tasks and are also able to implement these solutions in practical situations.*

*In this sense, the first part of the course focuses mainly on theoretical concepts, with some practical demonstrations, and in the second part, more emphasis is placed on the practical implementation of more comprehensive systems that integrate these algorithms.*

**4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**

*Christopher M. Bishop (2006), Pattern Recognition and Machine Learning, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.*

*Andreas C. Müller, Sarah Guido (2016), Introduction to Machine Learning with Python, O'Reilly Media*

*Aurelien Geron (2019), Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow, 2nd Edition, O'Reilly Media*

*Richard S. Sutton, Andrew G. Barto (2018), Reinforcement Learning: An Introduction, Second Edition MIT Press*

*Goodfellow, I., Bengio, Y. & Courville, A. (2016) Deep Learning. The MIT Press. London, England.*

**Mapa IV - Ética da Inteligência Artificial****4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Ética da Inteligência Artificial*

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Artificial Intelligence Ethics*

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

*LH*

**4.4.1.3. Duração:**

*1 Semestre / 1 Semester*

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*55*

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

*S-10*

**4.4.1.6. ECTS:**

*2*

**4.4.1.7. Observações:**

*Esta unidade curricular funcionará essencialmente com base num conjunto de palestras convidadas.*

**4.4.1.7. Observations:**

*This curricular unit will work mostly with a set of invited lectures.*

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

*Irene Maria Portela (10h)*

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

*<sem resposta>*

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

*Capacitar os estudantes a*

- Entender como a IA provoca mudanças em diferentes setores como a medicina e o direito.*
- Apreciar como o futuro do trabalho está a mudar.*
- Desenvolver uma compreensão das imagens e narrativas da IA.*
- Explorar e explicar o impacto da IA dentro e na nossa sociedade.*
- Explicar a terminologia chave associada ao campo da IA e da ética.*

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

*Empower students to*

- Understand how AI causes changes in different sectors such as medicine and law.*
- Appreciate how the future of work is changing.*
- Develop an understanding of AI images and narratives.*
- Explore and explain the impact of AI within and in our society.*
- Explain the key terminology associated with the field of AI and ethics.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

- Robô versus direitos humanos / ameaças à dignidade humana*
- Robô e direitos de entidades inteligentes artificiais*
- Previsibilidade algorítmica; Reconhecimento de voz; Reconhecimento facial; Área do Direito da Medicina;*
- Responsabilidade civil e condução do automóvel autónomo;*
- Robôs para combate militar e Armas autónomas de drones.*

**4.4.5. Syllabus:**

- Robot versus human rights / threats to human dignity*
- Robot and rights of artificial intelligent entities*
- Algorithmic predictability; Voice recognition; Facial recognition; Medicine Law Area;*

- *Civil liability and driving an autonomous car;*
- *Robots for military combat and autonomous drone weapons.*

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

*Considerando os objetivos de aprendizagem e os conteúdos programáticos, a coerência entre estes é estabelecida da seguinte forma:*

- *OBJ1 é atingido através dos CP1, CP2, CP3, CP4 e CP5;*
- *OBJ2 é atingido através dos pontos CP1, CP2 e CP3;*
- *OBJ3 é atingido através dos pontos CP2, CP3;*
- *OBJ4 é atingido através dos pontos CP1, CP3, CP4 e CP5;*
- *OBJ5 é atingido através dos pontos CP1, CP2, CP3, CP4 e CP5;*

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

*Considering the learning objectives and the syllabus, the coherence between them is established as follows:*

- *OBJ1 is reached through the points CP1, CP2, CP3, CP4 e CP5;*
- *OBJ2 is reached through the points CP1, CP2 e CP3;*
- *OBJ3 is reached through the points CP2, CP3;*
- *OBJ4 is reached through the points CP1, CP3, CP4 e CP5;*
- *OBJ5 is reached through the points CP1, CP2, CP3, CP4 e CP5;*

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

*O ensino será realizado através de seminários, de oradores convidados, sobre os temas dos conteúdos programáticos.*

*Avaliação:*

- *Avaliação contínua: Apresentação Crítica de um trabalho escrito/oral que verse sobre um dos temas apresentado em Seminário.*
- *Exame: Exame escrito ou Exame oral em que sejam questionadas várias questões éticas e/ou filosóficas envolvidas nos vários seminários.*
- *Melhoria de nota: redação de uma recensão crítica de um Autor fundamental indicado na bibliografia obrigatória.*

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

*Teaching will be carried out through seminars, by invited speakers, on the themes of the syllabus.*

*Evaluation:*

- *Continuous assessment: Critical presentation of a written / oral work that deals with one of the themes presented in the Seminar.*
- *Exam: Written exam or oral exam in which several ethical and / or philosophical questions involved in the various seminars are questioned.*
- *Grade improvement: writing a critical review by a fundamental Author indicated in the mandatory bibliography.*

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

*Cada um dos seminários versará sobre cada um dos objetivos de aprendizagem enumerados.*

*Considerando o convite a especialistas da área, o ensino será realizado de forma sustentada por peritos, aumentando o interesse por parte dos alunos.*

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

*Each of the seminars will address each of the listed learning objectives.*

*Considering the invitation to specialists in the field, teaching will be carried out in a sustained manner by experts, increasing the interest on the part of students.*

#### 4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- *Arntz, M., T. Gregory and U. Zierahn (2016), 'he Risk of Automation for Jobs in OECD Countries: A Comparative Analysis', OECD Social, Employment and Migration Working Papers, No. 189, OECD Publishing, Paris.*
- *Danaher, J. (2017) Will Life Be Worth Living in a World Without Work? Technological Unemployment and the Meaning of Life, Science and Engineering Ethics 23, pp. 41–64*
- *Gogoll, J., Muller, J. F. (2017) 'Autonomous Cars: In Favor of a Mandatory Ethics Setting' Science and Engineering Ethics 23, 681–700 .*
- *Gurney, J. K. (2016). 'Crashing into the unknown: An examination of crash-optimization algorithms through the two lanes of ethics and law', Albany Law Review 79, 183–267 .*
- *Hevelke, A., Nida-Rumelin, J. (2015). 'Responsibility for crashes of autonomous vehicles: An ethical analysis', Science and Engineering Ethics 21, 619–630.*
- *Siau, K., Wang, W. (2018), Building Trust in Artificial Intelligence, Machine Learning, and Robotics, Cutter Business Tech. Jour. (31), S. 47–53.*

### Mapa IV - Aprendizagem Profunda para a Visão por Computador

#### 4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

**Aprendizagem Profunda para a Visão por Computador****4.4.1.1. Title of curricular unit:***Deep Learning for Computer Vision***4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:**

CAR

**4.4.1.3. Duração:***1 Semester / 1 Semester***4.4.1.4. Horas de trabalho:**

160

**4.4.1.5. Horas de contacto:***TP-24 OT-6***4.4.1.6. ECTS:**

6

**4.4.1.7. Observações:***<sem resposta>***4.4.1.7. Observations:***<no answer>***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Duarte Filipe Oliveira Duque (20h)***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***José Henrique de Araújo Silveira de Brito (10h)***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

*Esta unidade curricular tem como objetivo abordar os principais conceitos relacionados com a Visão por Computador, bem como demonstrar a aplicabilidade de técnicas de Inteligência Artificial em tarefas de classificação de imagem, segmentação e seguimento de objetos.*

*Espera-se que os estudantes adquiram os seguintes conhecimentos e competências: identificação de um problema e competência para selecionar o modelo mais adequado à sua resolução; capacidade de criar/selecionar conjuntos de dados, compostos por coleções de imagens e vídeos, para treino e teste de modelos de Inteligência Artificial; conhecimento necessário ao treino dos modelos, com base em conjuntos de dados; e, aplicação dos modelos na resolução de problemas específicos de Visão por Computador.*

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

*This course aims to address the main concepts related to Computer Vision, as well as demonstrate the applicability of Artificial Intelligence techniques in image classification, segmentation and tracking of objects.*

*Students are expected to acquire the following knowledge and skills: problem identification and ability to select the model that will best address the problem; ability to build/select data sets, consisting of image and video collections, for training and testing Artificial Intelligence models; the required knowledge to train these models, based on data sets; and, the use of models to solve specific Computer Vision problems.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

- 1. Introdução à Visão por Computador*
- 2. Introdução à Aprendizagem Profunda*
- 3. Redes Neurais Convolucionais*
- 4. Hardware e Software de Aprendizagem Profunda*
- 5. Classificação da imagem*
- 6. Detecção de objetos*
- 7. Segmentação Semântica*
- 8. Segmentação de instâncias*
- 9. Seguimento*
- 10. Redes Neurais Recorrentes*
- 11. Aprendizagem sem Supervisão e Redes Adversárias Generativas*
- 12. Aprendizagem por Reforço Profundo*

**4.4.5. Syllabus:**

1. Introduction to Computer Vision
2. Introduction to Deep Learning
3. Convolutional Neural Networks
4. Deep Learning Hardware and Software
5. Image Classification
6. Object Detection
7. Semantic Segmentation
8. Instance Segmentation
9. Tracking
10. Recurrent Neural Networks
11. Unsupervised Learning and Generative Adversarial Networks
12. Deep Reinforcement Learning

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

*Com a "Introdução à Visão por Computador" serão abordados os principais conceitos relacionados com a aquisição de imagem/vídeo, o processamento e a análise de imagem. Pretende-se, assim, que o estudante tenha a capacidade para reconhecer as várias componentes que constituem um sistema de visão por computador.*

*Nos tópicos 2 a 10, dos conteúdos programáticos, são abordados um conjunto de técnicas de Inteligência Artificial aplicadas em tarefas de classificação de imagem, segmentação, e seguimento de objetos.*

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

*With the "Introduction to Computer Vision" the main concepts related to image/video acquisition, image processing, and analysis will be addressed. It is expected that the student will, therefore, be capable to recognize the components of a computer vision system.*

*In topics 2 to 10, of the programmatic contents, a set of Artificial Intelligence techniques applied to image classification, segmentation, and object tracking tasks are covered.*

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

*No âmbito da Unidade Curricular serão utilizadas as seguintes metodologias de ensino e aprendizagem:*

- Exposição teórica e teórico-prática da matéria nas aulas;
- Fornecimento de documentos de texto em cada sessão de trabalho;
- Debate dos temas abordados nas aulas e esclarecimento de dúvidas;
- Estímulo à participação, interação e dinâmica de grupo;
- Avaliação formativa adequada à aquisição de conhecimentos e competências;
- Realização de trabalhos práticos para a aplicação dos conhecimentos e competências.

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

*The following teaching and learning methodologies will be used within the scope of the course unit:*

- Theoretical and theoretical-practical exposition of the topics in class;
- Provision of text documents in each working session;
- Discussion of the topics covered in class and clarification of doubts;
- Encouragement of participation, interaction and group dynamics;
- Formative assessment suited to the achievement of knowledge and skills;
- Development of practical work to implement the knowledge and acquired skills.

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

*A metodologia de ensino da unidade curricular foi definida para que os alunos atinjam os objetivos propostos da disciplina, nas suas várias dimensões:*

- O recurso à diversificação dos materiais pedagógicos durante a exposição dos conteúdos permite, por um lado, reduzir a sua monotonia e a conseqüente desmotivação dos alunos, e por outro, permitir a abordagem dos assuntos segundo várias perspectivas, levando a uma melhor compreensão e adaptação às características de cada aluno.
- A ênfase muito forte na aplicação prática dos conceitos abordados permite formar profissionais com competências efetivas na área e para a sua aplicação imediata no contexto do mercado de trabalho. Esta dimensão é trabalhada com o recurso à resolução de exercícios práticos exemplificativos, complementado com projetos de dimensão mais significativa. A metodologia aplicada, que implica uma forte análise e discussão por parte dos alunos, ajuda a fomentar o espírito crítico assim como a autonomia na tomada de decisões e a autoaprendizagem. No entanto, esta autonomia não deve significar o abandono do aluno no seu processo de aprendizagem que deverá ser constantemente orientado pelo docente da disciplina.
- O incentivo à exploração e análise de soluções por parte dos alunos, segundo os seus aspectos positivos e negativos, é importante para a continuação do processo de evolução profissional. Assim, os alunos são também convidados a procurar soluções alternativas de forma a compreenderem a sua adequação a cada circunstância particular.

*O regime de avaliação foi concebido para aferir o grau de desenvolvimento dos conhecimentos e competências adquiridas, a partir da sua aplicação num projeto de dimensão e complexidade adequadas. Apesar deste trabalho poder ser desenvolvido em grupo, como forma de também desenvolver a capacidade de cooperação em equipa, a sua avaliação será necessariamente diferenciada de forma a avaliar individualmente cada aluno.*

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

*The teaching methodology of the course was set for students to attain the proposed objectives, in its various dimensions:*

*- The diversification of teaching materials during the exhibition of the contents allows, on the one hand, reduce the monotony and the consequent loss of motivation of the students, and on the other, allow the approach of subjects according to various perspectives, leading to a better understanding and adapting to the characteristics of each student*

*- A very strong emphasis on the practical application of the concepts covered allows to train professionals with effective skills in the area and for its immediate application in the context of the labor market. This dimension is crafted with the use of practical exercises resolution testifies to this, complemented with more significant dimension projects. The methodology applied, implying a strong analysis and discussion on the part of students, helps to foster the critical faculties as well as autonomy in decision-making and self-learning. However, this autonomy should not mean abandoning the student in his learning process that should be constantly guided by the teaching of the discipline.*

*- Encouraging the exploration and analysis of solutions on the part of students, according to its positive and negative aspects, it is important for the continuation of the process of evolution. Thus, students are also encouraged to seek alternative solutions in order to understand their fitness for each circumstance.*

*The evaluation was designed to assess the degree of development of knowledge and skills acquired, from their application in a project of appropriate size and complexity. Despite this work could be developed in the group, as a way to also develop the ability of team cooperation, its evaluation will necessarily be differentiated in order to evaluate each student individually.*

#### **4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**

*Planche, B., & Andres, E. (2019). Hands-On Computer Vision with TensorFlow 2: Leverage deep learning to create powerful image processing apps with TensorFlow 2.0 and Keras. Packt Publishing.*

*Davies, E. R. (2017). Computer Vision: Principles, algorithms, applications, learning, 5th ed. Academic Press.*

*Prince, S. J. D. (2012). Computer Vision: models, learning, and inference, 1st ed. Cambridge University Press.*

### **Mapa IV - Computação de Alto Desempenho**

#### **4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Computação de Alto Desempenho*

#### **4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*High Performance Computing*

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

*HCSO*

#### **4.4.1.3. Duração:**

*1 Semestre / 1 Semester*

#### **4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*160*

#### **4.4.1.5. Horas de contacto:**

*TP-24 OT-6*

#### **4.4.1.6. ECTS:**

*6*

#### **4.4.1.7. Observações:**

*<sem resposta>*

#### **4.4.1.7. Observations:**

*<no answer>*

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

*Nuno Alberto Ferreira Lopes (20h)*

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

*Duarte Filipe Oliveira Duque (10h)*

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

*A unidade curricular visa fornecer aos alunos os conhecimentos essenciais para o desenvolvimento de aplicações concorrentes e distribuídas em supercomputadores. Nomeadamente as principais técnicas usadas para a*

*programação concorrente, os seus problemas e possíveis abordagens. Os alunos serão capazes de desenvolver aplicações com capacidades concorrentes, isto é, tirar proveito dos múltiplos processadores (cores) existentes nos computadores atuais, assim como desenvolver aplicações distribuídas, isto é, aplicações que executam em múltiplos computadores. Finalmente, os alunos serão capazes de utilizar as principais bibliotecas de inteligência artificial em computadores paralelos e distribuídos.*

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

*This course aims to provide students with the essential knowledge to the development of concurrent and distributed applications in high performance computing. In particular the main techniques used for concurrent programming, their problems and possible approaches. Students will be able to develop applications with capabilities bidders, i.e. take advantage of multiple processors (cores) in the existing computers, as well as developing distributed applications, i.e. applications that run on multiple machines. Finally, students will be able to use the main AI libraries in parallel and distributed computers.*

#### **4.4.5. Conteúdos programáticos:**

1. *Arquitetura de um super-computador*
  - a) *Estrutura do processador, cache, memória e rede*
  - b) *Taxonomia dos computadores*
2. *Paradigmas de Programação Paralela*
  - a) *Partilha de memória*
  - b) *Troca de mensagens*
3. *Bibliotecas para Programação Paralela*
  - a) *Message Passing Interface (MPI)*
  - b) *OpenMP*
  - c) *Pthreads*
  - d) *CUDA*
  - e) *OpenCL*
4. *Bibliotecas de Inteligência Artificial para HPC*
  - a) *Tensorflow*
  - b) *Pytorch*
  - c) *Keras*
5. *Medição do desempenho das aplicações*
  - a) *Teoria de desempenho de aplicações paralelas*
  - b) *Ferramentas para medição de desempenho*

#### **4.4.5. Syllabus:**

1. *High performance computer architecture*
  - a) *Processor, cache, main memory and interconnect.*
  - b) *Computer taxonomy*
2. *Parallel programming Paradigms*
  - a) *Shared Memory*
  - b) *Message Passing*
3. *Parallel Programming Libraries*
  - a) *Message Passing Interface (MPI)*
  - b) *OpenMP*
  - c) *Pthreads*
  - d) *CUDA*
  - e) *OpenCL*
4. *AI libraries for HPC*
  - a) *Tensorflow*
  - b) *Pytorch*
  - c) *Keras*
5. *Parallel Application Performance Measurement*
  - a) *Performance theory*
  - b) *Performance measurement tools*

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

*O desenvolvimento de aplicações com capacidade para tirar proveito dos actuais processadores com múltiplos núcleos requer o conhecimento das técnicas de programação concorrente, que é o principal tópico abordado neste programa. Adicionalmente, a comunicação entre aplicações distribuídas requer outras técnicas que por sua vez também fazem parte do programa, especificamente na programação distribuída.*

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

*The development of applications able to take advantage of multi-core processors requires knowledge of concurrent programming techniques, which is the main topic covered in this program. Additionally, communication between distributed applications requires other techniques which in turn are part of the program, specifically on the distributed programming.*

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

*No âmbito da Unidade Curricular serão utilizadas as seguintes metodologias de ensino e avaliação:*

- Exposição teórica dos temas do programa nas aulas;
- Realização de exercícios práticos de programação;
- Avaliação teórica escrita;
- Realização e avaliação por trabalhos práticos em grupo.

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

*This curricular unit will use the following methods of teaching and learning:*

- Theoretical presentation on the topics;
- Performing practical programming exercises during classes;
- Theoretical written assessment;
- Perform and assess practical group assignments.

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

*A aprendizagem dos conhecimentos será realizada através da exposição teórica dos conceitos que constam no programa. A capacitação das competências práticas será obtida através da realização de exercícios práticos e de trabalhos práticos em grupo.*

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

*The learning of knowledge will be carried out through the theoretical exposition of the concepts that form the syllabus. The training of practical skills will be obtained through performing practical programming exercises both individually in classes and through group work.*

#### **4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**

- Thomas Rauber, (2012) *Parallel Programming for Multicore and Cluster Systems*. Springer.
- David B. Kirk and Wen-mei W. Hwu. (2013) *Programming Massively Parallel Processors*. Morgan Kaufmann.
- Michael McCool, Arch D. Robison, James Reinders. (2012) *Structured Parallel Programming*. Morgan Kaufmann.
- Peter Pacheco. (2011) *An Introduction to Parallel Programming*, Morgan Kaufman.
- Stephen Blair-Chappell, Andrew Stokes. (2012) *Parallel Programming with Intel Parallel Studio XE*. John Wiley & Sons.

### **Mapa IV - Sistemas Embebidos para Inteligência Artificial**

#### **4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Sistemas Embebidos para Inteligência Artificial*

#### **4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Embedded Artificial Intelligence Systems*

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

*EI*

#### **4.4.1.3. Duração:**

*1 Semestre / 1 Semester*

#### **4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*160*

#### **4.4.1.5. Horas de contacto:**

*TP-24 OT-6*

#### **4.4.1.6. ECTS:**

*6*

#### **4.4.1.7. Observações:**

*<sem resposta>*

#### **4.4.1.7. Observations:**

*<no answer>*

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

*António Herculano de Jesus Moreira (20h)*

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

*Vitor Hugo Mendes da Costa Carvalho (10h)*

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

*Esta UC tem como objetivo a familiarização com sistemas embebidos e de tempo-real para implementação de soluções de IA eficientes, incidindo nas características e procedimentos necessários para a otimização dos algoritmos.*

*Pretende-se que os alunos obtenham capacidades que permitem a especificação, o desenvolvimento e o teste de sistemas embebidos com IA em específico na arquitetura ARM, através do desenvolvimento de aplicações bare-metal e com um RTOS (real-time operating system).*

*Os alunos deverão ser capazes de:*

- 1. Identificar os conceitos fundamentais dos sistemas embebidos com características de tempo-real.*
- 2. Conhecer o funcionamento de SOTR, escalonamento e aplicações IA multitarefa*
- 3. Compreender processos multitarefa, sincronização e comunicação*
- 4. Compreender os procedimentos de otimização de IA para sistemas com capacidades limitadas.*
- 5. Ter capacidade de especificar, desenvolver e testar um sistema embebido com IA tendo em conta os requisitos impostos.*

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

*This Curricular Unit aims to familiarize with embedded and real-time systems for the implementation of efficient AI solutions, focusing on the characteristics and procedures necessary for the optimization of the algorithms.*

*It is intended that students obtain skills that allow the specification, development and testing of systems embedded with AI specifically in the ARM architecture, through the development of bare-metal applications and with an RTOS (real-time operating system).*

*Students should be able to:*

- 1. Identify the fundamental concepts of embedded systems with real-time characteristics.*
- 2. Know the operation of RTOS, scheduling and multitasking AI applications*
- 3. Understand multitasking, synchronization and communication processes*
- 4. Understand the AI optimization procedures for systems with limited capabilities.*
- 5. Be able to specify, develop and test a system embedded with AI taking into account the imposed requirements.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

- 1. Introdução ao Edge Computing*
  - a) Internet das coisas e conceitos*
  - b) Dispositivos de energia ultrabaixo e estratégias de tempo real*
  - c) Plataformas de hardware e ferramentas de software*
  - d) Tecnologias de comunicação (Bluetooth / WiFi / Zigbee / 802.15.4 / LoRa / Sigfox)*
  - e) Protocolos da camada de aplicação - HTTP, MQTT, CoAP, AMQP*
- 2. Sensores e captura de dados*
  - a) Sinais discretos*
  - b) Sinais contínuos*
  - c) Noções básicas de captura de dados*
- 2. Otimização e implantação do modelo*
  - a) Otimização de rede*
  - b) Quantização*
  - c) Pós-treino*
  - d) Rede Binária / Ternária*
  - e) Otimização profunda de ponta a ponta*

**4.4.5. Syllabus:**

- 1. Introduction to Edge Computing*
  - a) Internet of things and concepts*
  - b) Ultra-low power devices and real-time strategies*
  - c) Hardware platforms and software tools*
  - d) Communication technologies (Bluetooth/WiFi/Zigbee/802.15.4/LoRa/Sigfox)*
  - e) Application layer protocols – HTTP, MQTT, CoAP, AMQP*
- 2. Sensors and data capture*
  - a) Discrete signals*
  - b) Continuous signals*
  - c) Basics of data capture*
- 3. Model optimization and deployment*
  - a) Network Pruning*
  - b) Quantization*
  - c) Post-Training*
  - d) Binary / Ternary Net*
  - e) End to End Deep Learning Compiler Stack*

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

*O processo de desenvolvimento e implementação de um sistema embebido com IA permite aos estudantes ganhar capacidade para configurar um ambiente de desenvolvimento altamente eficiente e com capacidades remotas para qualquer plataforma de hardware. A aprendizagem da arquitetura de processador, da tipologia de sistemas embebido e de sistemas IA otimizados fornece ao estudante ferramentas para selecionar a plataforma de hardware em função dos requisitos impostos pela aplicação. O estudo de aplicações multitarefa no contexto de sistemas operativos tempo-real bem como o conhecimento de algoritmos IA conjugados com o escalonamento em tempo-real permite ao aluno especificar e configurar um RTOS tendo em conta as necessidades atuais de inclusão de IA eficiente em processos/produtos de baixo consumo.*

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

*The process of developing and implementing a system embedded with AI allows students to gain the ability to set up a highly efficient development environment with remote capabilities for any hardware platform. Learning the processor architecture, the type of embedded systems and the optimized AI systems provides the student with tools to select the hardware platform according to the requirements imposed by the application. The study of multitasking applications in the context of real-time operating systems as well as the knowledge of AI algorithms combined with real-time scheduling allows the student to specify and configure an RTOS taking into account the current needs of including efficient AI in processes / low consumption products.*

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

*A aprendizagem é fundamentalmente baseada no método expositivo tendo em conta uma abordagem crítica dos conceitos. Os estudantes são expostos ao problema e incentivados a criar soluções para o mesmo de modo a ganhar sensibilidade para poder compreender a solução apresentada. Simultaneamente são apresentados exemplos concretos que destacam os conceitos aprendidos tendo como objetivo a sua consolidação. Todos os exemplos são baseados na maior plataforma de hardware embebido, ARM Cortex-M e serão acompanhados de exercícios práticos para, mais uma vez, fomentar a consolidação de conceitos.*

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

*Learning is fundamentally based on the expository method taking into account a critical approach to concepts. Students are exposed to the problem and encouraged to create solutions to it in order to gain sensitivity in order to understand the solution presented. At the same time, concrete examples are presented that highlight the concepts learned with the objective of consolidating them. All examples are based on the largest embedded hardware platform, ARM Cortex-M and will be accompanied by practical exercises to, once again, foster the consolidation of concepts.*

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

*Esta unidade curricular será baseada em aulas teórico-práticas, estando as metodologias de aprendizagem diretamente relacionadas com os objetivos da unidade curricular uma vez que permitem, no contexto de demonstrações práticas, especificar, desenvolver e testar um sistema embebido com IA e características de tempo-real numa plataforma de hardware específica.*

*A forte componente prática desta unidade curricular manifesta-se nos vários trabalhos laboratoriais, onde se apela à interdisciplinaridade, tendo os alunos oportunidade de integrar nos seus trabalhos conhecimentos de programação, algoritmia, lógica de controlo, eletrónica e conceitos de RTOS.*

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

*This curricular unit will be based on theoretical-practical classes, the learning methodologies being directly related to the objectives of the curricular unit since they allow, in the context of practical demonstrations, to specify, develop and test a system embedded with AI and time- on a specific hardware platform.*

*The strong practical component of this curricular unit is manifested in the various laboratory works, where interdisciplinarity is called for, with the students having the opportunity to integrate knowledge of programming, algorithms, control logic, electronics and RTOS concepts in their work.*

**4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**

*Warden, P. & Situnayake, D. (2019) TinyML, O'Reilly Media, Inc. December*  
*Wolf, W. (2008) Computers as Components: Principles of Embedded Computing Systems Design. 2nd edition: Morgan Kaufman*  
*Laplante, P. (2004) Real-Time Systems Design and Analysis. 3rd edition: John Wiley.*  
*Brown, G. (2016) Discovering the STM32 Microcontroller (book freely available in the Internet).*

**Mapa IV - Processamento de Linguagem Natural****4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Processamento de Linguagem Natural*

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Natural Language Processing*

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

CTP

**4.4.1.3. Duração:**

1 Semestre / 1 Semester

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

160

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

TP-24 OT-6

**4.4.1.6. ECTS:**

6

**4.4.1.7. Observações:**

<sem resposta>

**4.4.1.7. Observations:**

<no answer>

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

Alberto Manuel Brandão Simões (30h)

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

<sem resposta>

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

*Nesta unidade curricular os estudantes terão um primeiro contacto com as técnicas de processamento de linguagem natural, seja na sua abordagem simbólica/algébrica, quer na sua abordagem de aprendizagem máquina. Os estudantes que tenham aprovação a esta unidade curricular devem ser capazes de perceber a estrutura típica de uma aplicação na área de processamento de linguagem natural, bem como os seus principais desafios.*

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

*In this curricular unit students will have their first contact with natural language processing techniques, both with symbolic/algebraic approach and machine learning techniques. Students approved in this curricular unit should be able to understand the typical structure of an application in the area of natural language processing, as well as their main challenges.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

1. *Introdução ao PLN*
  - a) *Áreas de atuação*
  - b) *Recursos (Léxicos e Corpora)*
  - c) *Pilha de NLP, das palavras à semântica*
2. *Análise Morfossintática*
  - a) *Análise Morfológica (Regras de Stemming, Afixos)*
  - b) *Modelos de linguagem*
  - c) *Análise sintática*
    - i. *Processamento de sequências*
    - ii. *Gramáticas de restrição*
    - iii. *Análise superficial*
    - iv. *Análise de Dependência*
3. *Análise Semântica*
  - a) *Representação de significado*
  - b) *Semântica Lexical e Recursos Lexicais*
  - c) *Ontologias e Raciocínio*
  - d) *Semântica de vetores e embeddings de palavras*

**4.4.5. Syllabus:**

1. *Introduction to NLP*
  - a) *Areas of actuation*
  - b) *Resources (Lexicon and Corpora)*
  - c) *NLP stack, from words to semantics*
2. *Morphosyntactic Analysis*

- a) *Morphological Analysis (Stemming, Affix rules)*
- b) *Language Models*
- c) *Syntactic Analysis*
  - i. *Sequence Processing*
  - ii. *Constraint grammars*
  - iii. *Shallow Parsing*
  - iv. *Dependency Parsing*
- 3. *Semantic Analysis*
  - a) *Representation of Sentence Meaning*
  - b) *Lexical Semantics & Lexical Resources*
  - c) *Ontologies and Reasoning*
  - d) *Vector Semantics & Word Embeddings*

**4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**  
*A estrutura curricular apresenta a área de processamento de linguagem natural de um ponto de vista amplo, focando na vertente lexical e semântica, usando técnicas simbólicas/algébricas e técnicas de aprendizagem máquina.*

**4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**  
*The curricular unit presents the natural language processing area in a broad way, focusing the lexical and semantic parts, using both symbolic/algebraic approaches, as well as machine learning techniques.*

**4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**  
*A leccionação será dividida em duas partes.*  
*Na primeira parte, em cada capítulo, a metodologia de ensino passa pela apresentação dos conceitos fundamentais, e realização de exercícios práticos de exemplo de aplicação, em contexto de aula.*  
*Na segunda parte, os estudantes irão desenvolver um projecto prático que engloba diversos aspectos dos assuntos abordados.*  
*A avaliação será realizada através de um projeto prático, e consistirá num protótipo e num rascunho de um artigo científico.*

**4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):**  
*The course will be divided into two parts.*  
*In the first part, for each chapter, the teaching methodology involves presenting the fundamental concepts, and experimenting with a number of practical exercises.*  
*In the second part, students will develop a project that encompasses several aspects of the syllabus.*  
*The evaluation will consist of a practical project, that will comprise a prototype and a scientific paper draft.*

**4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**  
*Procura-se que os estudantes simultaneamente sejam capazes de compreender as soluções existentes para a resolução de cada uma das principais tarefas de machine learning e sejam também capazes de implementar na prática essas mesmas soluções para situações concretas..*  
*Nesse sentido, a primeira parte da leccionação debruça-se sobretudo sobre os conceitos teóricos, com algumas demonstrações práticas, e na segunda parte da leccionação coloca-se mais ênfase na implementação prática de sistemas mais abrangentes que integram estes algoritmos.*

**4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:**  
*The aim is to enable students to simultaneously be able to understand the existing solutions for each of the main machine learning tasks and are also able to implement these solutions in practical situations.*  
*In this sense, the first part of the course focuses mainly on theoretical concepts, with some practical demonstrations, and in the second part, more emphasis is placed on the practical implementation of more comprehensive systems that integrate these algorithms.*

**4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**  
*Jurafsky, D. and Martin, J.H. (2020) Speech and Language Processing (3rd edition draft, available online)*  
*Indurkha, N. and Damerau, F. (2010). Handbook of Natural Language Processing (2nd edition). Chapman and Hall/CRC.*  
*Bird, S., Klein, E. and Loper, E. (2019). Natural Language Processing with Python. (updated edition, from O'Reilly first edition. available online).*  
*Manning, C. and Schütze, H. (1999) Foundations of Statistical Natural Language Processing, MIT Press. Cambridge, MA: May.*

## Mapa IV - Métodos de Pesquisa para Inteligência Artificial

**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**  
*Métodos de Pesquisa para Inteligência Artificial*

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Research Methods for Artificial Intelligence***4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***CTP***4.4.1.3. Duração:***1 Semestre / 1 Semester***4.4.1.4. Horas de trabalho:***105***4.4.1.5. Horas de contacto:***TP-20***4.4.1.6. ECTS:***4***4.4.1.7. Observações:***<sem resposta>***4.4.1.7. Observations:***<no answer>***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Vitor Hugo Mendes da Costa Carvalho (20h)***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***<sem resposta>***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***A UC de Métodos de Investigação em Inteligência Artificial apresenta os seguintes objetivos:*

- Processos de assimilação, metodologias e práticas relacionadas com a investigação científica;*
- Desenvolvimento do espírito crítico científico;*
- Desenvolvimento da capacidade de produção de um texto científico e do plano de trabalho da dissertação.*

*Assim, os alunos que concluírem com aproveitamento a UC de Metodologias de Investigação deverão possuir os seguintes conhecimentos e competências:*

- Compreender as principais metodologias de investigação;*
- Ser capaz de identificar um problema de pesquisa e realizar uma revisão da literatura;*
- Definir metodologia científica e plano de trabalho;*
- Elaborar artigos científicos.*

**4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***The CU of Research Methods for Artificial Intelligence presents the following objectives:*

- Assimilation processes, methodologies and practices related to scientific research;*
- Development of scientific critical spirit;*
- Development of the ability to produce a scientific text and the work plan of the dissertation.*

*Thus, the students who successfully complete the CU of Research Methodologies should possess the following knowledge and skills:*

- Understand the major research methodologies;*
- Be able to identify a research problem and conduct a literature review;*
- Define a scientific methodology and work plan;*
- Develop scientific articles.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:***Componente teórica:*

- 1. Compreender os conceitos da investigação científica*
- 2. Identificar um problema e realizar a pesquisa e revisão da literatura*
- 3. Definir um modelo conceptual e hipóteses*
- 4. Definir uma metodologia de pesquisa e um plano de trabalho*
- 5. Implementar escalas de medição e processos de recolha de dados*

*Componente prática:*

- 1. Pesquisa e análise de artigos científicos*

2. Escrita de um artigo científico de revisão de literatura
3. Elaboração do plano de trabalho da dissertação de mestrado

#### 4.4.5. Syllabus:

##### *Theoretical component:*

1. Understand the concepts of scientific research<sup>[SEP]</sup>
2. Identify a problem and carry out the research literature review<sup>[SEP]</sup>
3. To define a conceptual model and hypotheses<sup>[SEP]</sup>
4. To define research methodology and work plan<sup>[SEP]</sup>
5. Implement scales of measurement variables and process data collection

##### *Practical component:*

1. Research and analysis of scientific papers
2. Written of a literature review scientific paper
3. Develop of the work plan of the master dissertation

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

*Os conteúdos são apresentados de modo a explorar de forma sustentada a complementação da formação dos alunos no domínio das metodologias de investigação, procurando aprofundar conceitos relacionados com áreas de maior relevância para as atividades de procura e materiais de investigação científica. O conteúdo do programa proposto aborda os vários aspectos essenciais para o cumprimento dessas metas, particularmente no que diz respeito aos tópicos atuais e desenvolvimentos recentes.*

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

*The contents are presented in order to explore a sustained manner necessary to supplement the training of students in the field of research methodologies seeking to deepen concepts related to areas of most importance to the activities of demand and scientific research materials. The content of the proposed program addresses the various essential aspects of meeting these targets, particularly with regard to current topics and recent developments.*

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

*A metodologia de ensino adotada segue uma pedagogia voltada para o processo de aprendizagem dos alunos, fomentando sua capacidade de iniciativa, pesquisa e métodos de autoaprendizagem e foco no ensino e aprendizagem ativos, com apoio no site da disciplina. Será estabelecido pelo corpo docente um cronograma de atividades tutoriais, que podem assumir diferentes formas.*

*A avaliação é realizada de acordo com as disposições do Regulamento. Para a classificação final do aluno é considerada avaliação contínua (realização de investigação / relatório de trabalho prático e / ou testes). Caso o aluno deseje obter aprovação ou fazer avaliação de melhoria, esta poderá ser obtida na época normal de exames ou recurso.*

*A avaliação final é calculada de acordo com a expressão:  $0,2 \times (\text{artigo de revisão}) + 0,3 \times (\text{redação do artigo}) + 0,5 \times (\text{plano de trabalho da dissertação})$ .*

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

*The teaching methodology adopted follows a pedagogy focused on learning process of the students, fostering their ability to initiative, research and self-learning methods and focus on active teaching and learning, with support on the website of discipline. Will be established by the faculty a schedule for activities tutoring, which can take different forms.*

*The evaluation is performed according to the provisions of Rules. For the final grade of the student is considered continuous assessment (carrying out research/practical work report and/or tests). If the student wishes to obtain approval or make improvement evaluation, this may be obtained in the normal examination period or appeal.*

*The final rating is calculated according to the expression:  $0.2 \times (\text{review article}) + 0.3 \times (\text{Article writing}) + 0.5 \times (\text{working plan of the dissertation})$ .*

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

*Esta metodologia de ensino e avaliação vai ao encontro dos objetivos traçados para esta Unidade Curricular, visto que os alunos irão pesquisar e desenvolver investigação sobre os conteúdos. As aulas não se limitam apenas à exposição, mas serão colaborativas. Uma revisão ao contemplar as apresentações dos trabalhos solicitados vai ao encontro dos objetivos da unidade curricular e do processo de Bolonha que apontam para uma metodologia que permite o ensino e aprendizagem colaborativos, o desenvolvimento de competências interpessoais, uma maior transparência dos conteúdos e a colaboração efetiva para os alunos no processo de ensino aprendizagem. O programa é ministrado em aulas práticas seguindo a explicação de cada uma delas com exemplos que permitem uma melhor compreensão dos temas. Em aula também são apresentados estudos de caso que permitem aos alunos desenvolver a capacidade de compreensão dos problemas a ele associados.*

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

*This teaching methodology and assessment meets the objectives set for this Course given that students will research and develop research on content. The classes are not limited to only exhibition but rather collaborative. A review in contemplating the presentations of the requested work meets the objectives of the course and of the Bologna process that point to a methodology that allows collaborative teaching and learning, the development of interpersonal skills, greater transparency of content and collaboration effective for students in the teaching learning process. The program is addressed in practical classes following the explanation of each of them with examples that allow a better understanding of the issues. In class are also presented case studies that allow students to develop the ability to understand the problems associated with it.*

#### 4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- Dey, R., Deb, D., Balas, V. E. (2019), *Engineering Research Methodology: A Practical Insight for Researchers*, Springer Singapore.
- Hair, Joseph F, Jr., Rolph E. Anderson, Ronald L. Tatham e William C. Black (1998), *Multivariate Data Analysis (5th Ed.)*, Upper Saddle River, US: Prentice Hall.
- Paul R. Cohen, P.R. (1995), *Empirical Methods for Artificial Intelligence (Bradford Books) (1st Ed.)*, The MIT Press, USA.
- Yin, R.K. (1989), *Case Study Research. Design and Methods*, Newbury Park: SAGE Publication, California.
- [www.b-on.pt](http://www.b-on.pt)

### Mapa IV - Inteligência Artificial na Cibersegurança

#### 4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

*Inteligência Artificial na Cibersegurança*

#### 4.4.1.1. Title of curricular unit:

*Artificial Intelligence on Cyber Security*

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

*HCSO*

#### 4.4.1.3. Duração:

*1 Semestre / 1 Semester*

#### 4.4.1.4. Horas de trabalho:

*160*

#### 4.4.1.5. Horas de contacto:

*TP-24 OT-6*

#### 4.4.1.6. ECTS:

*6*

#### 4.4.1.7. Observações:

*<sem resposta>*

#### 4.4.1.7. Observations:

*<no answer>*

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

*Nuno Mateus Coelho (20h)*

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

*Nuno Alberto Ferreira Lopes (10h)*

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

*Os conhecimentos a adquirir são os seguintes. Conceitos da área da segurança; primitivas criptográficas; mecanismos de autenticação do utilizador e entre máquinas; certificados e infra-estrutura de chave pública; controlo de acesso; soluções de firewall e sistemas de deteção de intrusões com inteligência artificial; software malicioso; construção de canais de comunicação seguros; protocolos seguros, sistemas inteligentes, algoritmos inteligentes para cibersegurança.*

*As competências incluem a utilização de ferramentas de segurança: analisadores de rede, deteção de vulnerabilidades, firewalls (iptables e WAF), sistemas de deteção de intrusões, aplicação de algoritmos inteligentes, machine learning e deep learning para segurança informática e para antecipação de ataques.*

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

*In this course the following topics will be addressed. Security concepts; cryptographic primitives; user authentication mechanisms and between machines; public key certificates and infrastructure; access control; firewall solutions and artificial intelligence intrusion detection systems; malicious software; building secure communication channels; secure protocols, intelligent systems, intelligent algorithms for cybersecurity.*

*Students will gain practical skills in the use of security tools: network analyzers, vulnerability detection, firewalls (iptables and WAF), intrusion detection systems, application of intelligent algorithms, machine learning and deep learning for computer security and for anticipating attacks.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

1. *Conceitos Fundamentais de Segurança Informática;*
2. *Paradigmas de Segurança da Informação;*
3. *Modelos de Computação Distribuída Segura;*
4. *Sistemas e Plataformas Seguras;*
5. *Sistemas e Algoritmos Inteligentes;*
6. *Machine Learning e Deep Learning na Segurança;*
7. *Mecanismos de Previsão de Ataques.*

**4.4.5. Syllabus:**

1. *Fundamental Concepts of Computer Security;*
2. *Information Security Paradigms;*
3. *Models of Secure Distributed Computing;*
4. *Secure Systems and Platforms;*
5. *Intelligent Systems and Algorithms;*
6. *Machine Learning and Deep Learning in Security;*
7. *Attack Prediction Mechanisms.*

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

*A unidade curricular aborda a temática da cibersegurança no contexto dos sistemas computacionais abertos e o papel da inteligência artificial no apoio à tomada de decisão. Serão apresentados os problemas relacionados com ataques maliciosos e as medidas de contenção dos mesmos com recurso a algoritmos e tecnologias que recorram à ciência da inteligência artificial. Durante o semestre são apresentados aos alunos os princípios e técnicas que devem sustentar uma estratégia de segurança eficaz de modo a assegurar a confidencialidade, integridade e disponibilidade de recursos informáticos (hardware, software, dados e redes), métodos e técnicas de despiste de falsos positivos/negativos com recurso a sistemas inteligentes nos ativos de segurança (Firewall, IDS, IPS).*

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

*The curricular unit addresses the theme of cybersecurity in the context of open computer systems and the role of artificial intelligence in supporting decision making. The objective is to present the problems related to malicious attacks and the measures to contain them using algorithms and technologies that use the science of artificial intelligence. During the semester, students are introduced to the principles and techniques that must support an effective security strategy in order to ensure the confidentiality, integrity and availability of computer resources (hardware, software, data and networks), methods and techniques for false positive/negative detection using intelligent systems in security assets (Firewall, IDS, IPS).*

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

*As aulas estão organizadas da seguinte forma:*

- *Aulas teóricas e teórico-práticas: uma sessão semanal cada.*
- *Laboratórios: trabalho de laboratório aberto.*

*Aulas teóricas:*

- *Exposição dos temas do curso;*

*Sessões teórico-práticas:*

- *Exposição detalhada de material (ex., protocolos ou pacote de interfaces ou internos), e permitir um conhecimento mais profundo e prático sobre esses temas;*
- *Algumas são sessões de laboratório orientando o trabalho dos alunos nos projectos.*

*Regras de classificação:*

- *Projetos e trabalhos - 45%;*
- *Presença e participação nas aulas - 5%;*
- *Exame final - 50%.*

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

*Classes are organized as follows:*

- *Theoretical and theoretical-practical classes: one weekly session each;*
- *Laboratories: open laboratory work.*

*Theoretical classes:*

- *Exhibition of course themes;*

*Theoretical-practical sessions:*

- *Detailed material exposure (eg, protocol or packet interfaces or internal.) and allow a deeper and practical knowledge*

*on these subjects;*

*- Some are laboratory sessions guiding students' work on projects.*

*Classification rules:*

*- Projects and assignments - 45%;*

*- Presence and participation in classes - 5%;*

*- Final exam - 50%.*

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

*A metodologia de ensino aplicada nesta unidade curricular, descrita em secção anterior, é a que se afigura mais adequada para atingir o objectivo final da unidade, como descrito na secção “Objectivos de aprendizagem”.*

*Os alunos são expostos a matérias de cariz teórico e teórico-prático e desenvolvem em simultâneo um trabalho tipicamente individual de leitura crítica de elementos complementares, em que são levados a cruzar as matérias teóricas com os elementos de leitura.*

*Os estudantes consolidam de igual modo o seu conhecimento técnico, o que, nesta unidade curricular, é conseguido através de diversos trabalhos laboratoriais autónomos e acompanhados, com um conjunto de ferramentas de software e hardware.*

*Para aumentar as competências de auto formação dos alunos, estes são frequentemente solicitados a fazer as suas próprias investigações, utilizando as fontes de informação abertas disponíveis (Internet).*

*Os estudantes são além disso encorajados a participar na escrita de um paper científico dentro do tema abordado na unidade curricular e que abordem as temáticas lecionadas. Desta forma se justifica a metodologia utilizada face aos objectivos propostos.*

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

*The teaching methodology applied in this curricular unit, described in the previous section, is the one that seems more appropriate to achieve the final objective, as described in the section “Learning objectives”.*

*Students are exposed to theoretical and theoretical-practical subjects and simultaneously develop a typically individual work of critical reading of complementary elements, in which they are led to cross the theoretical subjects with the reading elements.*

*Students also consolidate their technical knowledge, which, in this curricular unit, is achieved through several autonomous and accompanied laboratory works, with a set of software and hardware tools.*

*To increase students' self-training skills, they are often asked to do their own investigations, using the available open information sources (Internet).*

*Students are also encouraged to participate in the writing of a scientific paper within the theme addressed in the course and that address the topics taught. Thus, the methodology used is justified in view of the proposed objectives.*

#### **4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**

*André Zúquete - Segurança em Redes Informáticas, 2018 (ISBN: 978-972-722-857-7);*

*Edmundo Monteiro, Fernando Boavida - Engenharia de Redes Informáticas, 2011 (ISBN: 978-972-722-694-8);*

*Sagar Rahalkar, Sairam Jetty - Securing Network Infrastructure, 2019 (ISBN: 978-183-864-230-3)*

*Xingming Sun - Artificial Intelligence and Security, 2019 (ISBN: 978-303-024-267-1)*

*Cylance Data Team - Introduction to Artificial Intelligence for Security Professionals, 2017 (ASIN: B07654CFFQ);*

*Alessandro Parisi - Hands-On Artificial Intelligence for Cybersecurity: Implement smart AI systems for preventing cyber attacks and detecting threats and network anomalies, 2019 (ISBN: 978-178-980-402-7)*

### **Mapa IV - Robótica Inteligente**

#### **4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Robótica Inteligente*

#### **4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Intelligent Robotics*

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

*CAR*

#### **4.4.1.3. Duração:**

*1 Semestre / 1 Semester*

#### **4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*160*

#### **4.4.1.5. Horas de contacto:**

TP-24 OT-6

**4.4.1.6. ECTS:**

6

**4.4.1.7. Observações:**

&lt;sem resposta&gt;

**4.4.1.7. Observations:**

&lt;no answer&gt;

**4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***João Luis Araújo Martins Vilaça (30h)***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:**

&lt;sem resposta&gt;

**4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***No final desta Unidade Curricular o aluno deverá ser capaz de:**Conhecer o estado da arte em robótica**Compreender os conceitos básicos da Robótica e o contexto da Inteligência Artificial na Robótica.**Conhecer métodos de percepção e interpretação sensorial (com ênfase na visão computacional).**Usar metodologias de: fusão de dados, IA, processamento de dados e processamento de visão para construir a percepção do mundo.**Conhecer e usar métodos de localização, planeamento e navegação em robótica.**Conhecer e usar técnicas de cooperação para robôs colaborativos.**Conhecer e usar um ou mais sistemas robóticos ou simuladores.***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***At the end of this Curricular Unit, students should be able to:**Know the current State of the Art in Robotics**Understand the basic concepts of Robotics and the context of Artificial Intelligence in Robotics.**Know methods of perception and sensorial interpretation (emphasizing computer vision).**Use methodologies from: Data Fusion, IA, data processing and vision processing in order to build perceptions of the world state**Know and use methods for Localization, Planning and Navigation in robotics**Know and use collaboration techniques for compliant robots**Know and use one or more robotic systems or simulators***4.4.5. Conteúdos programáticos:***1- Introdução**Inteligência artificial**Conceitos básicos de robótica**IA em Robótica**História, evolução e tendências atuais**2- Arquiteturas para Agentes Robóticos**Reativo, Deliberativo, Híbrido**Crença, desejo e intenções**Arquiteturas cooperativas**3- Percepção em robótica**Odometria, Rotação e Bússola**Sensores usados em robótica, incluindo visão e profundidade**Técnicas de fusão de sensores**4- Localização e Mapeamento**Criação, representação e atualização dos Estados do Mundo.*

*Localização Markov, Gaussiana, grelha de ocupação e Monte-Carlo*  
*Mapeamento: SLAM*  
*Exploração mundo*  
 5- *Atuação e controlo em robótica*  
*Modos de locomoção, problemas com cinemática e dinâmica*  
*Atuadores e parâmetros físicos associados*  
*Locomoção de robôs e a sua simulação*  
 6- *Navegação*  
*Algoritmos de navegação em ambientes conhecidos / desconhecidos*  
*Diagramas de Voronoi*  
*Algoritmos A\*, D\**  
*Decomposição Celular*  
 7 - *Robôs Colaborativos*  
*Controlo por impedância*  
*Recursos de segurança do robô*  
*Programação de um robô colaborativo*

#### 4.4.5. Syllabus:

1 – *Introduction*  
*Artificial Intelligence*  
*Basic concepts of Robotics*  
*Artificial Intelligence in Robotics*  
*History, Evolution, and Current Trends*  
 2 - *Architectures for Robotic Agents*  
*Reactive, Deliberative, Hybrid*  
*Belief, Desire and Intentions (BDI)*  
*Cooperative Architectures*  
 3 - *Perception in robotics*  
*Odometry, Rotation and Compass*  
*Sensors used in robotics including vision and depth*  
*Sensor Fusion Techniques*  
 4 - *Localization and Mapping*  
*Creation, representation and updating of World States.*  
*Localization: Markov, Gaussian, Grid and Monte-Carlo*  
*Mapping: Occupancy Grid and SLAM*  
*World Exploration*  
 5 - *Actuation and control in robotics*  
*Locomotion modes, issues with kinematics and dynamics*  
*Actuators and associated physical parameters*  
*Robot locomotion and its simulation*  
 6- *Navigation*  
*Algorithms of navigation in known/unknown environments*  
*Voronoi Diagrams*  
*A\* and D\* Algorithms*  
*Cellular Decomposition*  
 7- *Collaborative Robots*  
*Robot Safety Features*  
*Impedance Control*  
*Programming of a compliant robot*

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

*Os conteúdos programáticos desta unidade curricular possibilitarão ao aluno adquirir um conjunto de competências na área da robótica, mais concretamente, na tecnologia robótica aplicada aos sectores industriais e da saúde. Assim, esta unidade curricular possibilitará aos alunos conhecer e compreender os diferentes tipos de robôs e tecnologias aplicadas ao desenvolvimento e programação dos mesmos. Após esta incursão teórica, o aluno será confrontado com um conjunto de problemas reais, nas áreas da robótica de manipulação e autónoma, e será estimulado à procura de soluções para a resolução dos mesmos. Através da discussão dos mesmos, serão apresentadas ao aluno, técnicas e métodos essenciais ao controlo de movimento de robôs, que lhe permitirão alcançar a sua resolução. Em simultâneo, será também estimulado no aluno a procura autónoma de soluções para a implementação de estratégias de controlo de movimento mais avançadas baseadas em técnicas de inteligência artificial.*

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

*The syllabus of this course will enable the student to acquire a set of skills in robotics, specifically in robotics applied to industrial and health sectors. Thus, this course will enable students to know and understand the different types of robots and technologies applied to the development and programming of the same. After this foray theoretical, students will be confronted with a set of real problems in the areas of robotics and autonomous manipulation and will be encouraged to find solutions to solve them. Through discussion of these will be presented to the student, techniques and methods essential to the motion control of robots, which allow you to achieve your resolution. Simultaneously, the student will also demand autonomous solutions to implement strategies more advanced motion control based on artificial intelligence methods.*

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

*Esta UC segue uma lógica de ensino baseado em resolução de problemas. A resolução destes problemas implica a utilização conjunta de diferentes tópicos abordados nesta UC, momento em que os mesmos serão apresentados. Embora supervisionado, este ensino contará com a criatividade e autonomia do aluno.*

*A classificação final dos alunos é obtida com base nos seguintes elementos de avaliação:*

*– Trabalho prático – (0 a 20 valores, nota mínima 9 valores) – Relatório com defesa oral (individual). a 9.5 valores.*

*De acordo com a equação da época normal o aluno será aprovado à unidade curricular quando a nota alcançada for maior ou igual a 9.5 valores. Caso contrário o aluno pode submeter-se à Época de Recurso ou Época especial, caso tenha alcançado a nota mínima em pelo menos 1 dos trabalhos práticos.*

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

*This Curricular Unit follows a Project Based Learning approach. Solving problems requires the use of different topics covered in this CU, at the time they are presented. Although supervised, this training will require student creativity and autonomy.*

*The final grade of the students is obtained on the basis of the following elements:*

*Practical work - minimum grade 9 - Report and oral defense (individual)*

*According to the equation of the normal season the student shall be approved in the Curricular Unit when the grade is greater than or equal to 9.5. Otherwise the student may retake the exam in the recourse or special season, if they have obtained a minimum grade in the practical work.*

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

*Esta unidade curricular compreende uma componente teórica e uma componente teórico-prática. Ambas as componentes serão intercaladas ao longo da unidade curricular. Sempre que possível será associada a cada uma das componentes teóricas um caso prático, para resolução de uma situação real. Assim, inicialmente serão apresentados exemplos reais da aplicação da tecnologia Robótica na área industrial e na medicina. Logo depois, será demonstrado o funcionamento das diferentes ferramentas que o aluno utilizará para a programação de robôs manipuladores. Sempre precedidas da apresentação de um problema prático, para o qual, os alunos deverão analisar e propor abordagens para de resolução. Com o despertar para o problema, por parte dos alunos, serão introduzidas as diferentes componentes dos métodos, que possibilitarão a sua solução.*

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

*This course includes a theoretical component and a component theory and practice. Both components will be interspersed throughout the course. Wherever possible is associated a practical case with each theoretical component, for resolution of a real situation. So, initially will be presented real examples of the application of technology in industrial robotics and medicine. Soon after, the operation will be shown the different tools that students will use for programming robot manipulators. Always preceded by the presentation of a practical problem, for which students should analyze and propose approaches to resolution. With the awakening to the problem by the students will be introduced to different components of the methods that will allow a solution.*

**4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**

*Robin R. Murphy, Introduction to AI Robotics, Second Edition, 2019, A Bradford Book*

*François Chollet, Deep Learning with Python 1st Edition, 2018, Manning Publications*

*Peter Corke, Robotics, Vision and Control: Fundamental Algorithms in MATLAB (Springer Tracts in Advanced Robotics), Springer, 2011*

*Manual de programação Kuka*

*Main conferences: ICRA, IROS, RSS, ISER, ISRR*

*Main journals: IJRR, T-RO, Autonomous Robots*

**Mapa IV - Computação Afetiva****4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Computação Afetiva*

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Affective Computing*

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

*CAR*

**4.4.1.3. Duração:***1 Semestre / 1 Semester***4.4.1.4. Horas de trabalho:***160***4.4.1.5. Horas de contacto:***TP-24 OT-6***4.4.1.6. ECTS:***6***4.4.1.7. Observações:***<sem resposta>***4.4.1.7. Observations:***<no answer>***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Nuno Sérgio Mendes Dias (30h)***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***<sem resposta>***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Nesta unidade curricular pretende-se apresentar aos alunos perspetivas de como as emoções são percebidas, processadas e reproduzidas no cérebro humano e como estas podem ser interpretadas a partir de dados resultantes do comportamento e fisiologia humanos.**Espera-se que os alunos que concluem com sucesso a unidade curricular, sejam capazes de:*

- Conhecer as principais estruturas cerebrais e manifestações fisiológicas envolvidas nos comportamentos emocionais
- Perceber manifestações emocionais a partir da voz, seus métodos e aplicações
- Perceber manifestações emocionais a partir de texto (análise de sentimento), seus métodos e aplicações
- Perceber manifestações emocionais a partir de imagens faciais e de postura corporal, seus métodos e aplicações
- Perceber manifestações emocionais a partir de dados biométricos, seus métodos e aplicações.

**4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***This curricular unit intends to present students with perspectives on how emotions are perceived, processed and reproduced in the human brain and how they can be interpreted from data resulting from human behaviour and physiology.**Students who successfully complete the course are expected to be able to:*

- Know the main brain structures and physiological manifestations involved in emotional behaviours
- Perceive emotional manifestations from the voice, its methods and applications
- Perceive emotional manifestations from text (sentiment analysis), its methods and applications
- Perceive emotional manifestations from facial images and body posture, their methods and applications
- Perceive emotional manifestations from biometric data, their methods and applications.

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

1. O sistema nervoso límbico, emoção, percepção e tomada de decisão
2. Introdução à computação afetiva
3. Percepção emocional a partir da análise de voz
4. Análise de texto e sentimento
5. Expressões faciais e postura corporal como manifestações emocionais
6. Leituras emocionais de dados biométricos

**4.4.5. Syllabus:**

1. The limbic nervous system, emotion, perception and decision-making
2. Introduction to affective computing
3. Emotional perception from speech analysis
4. Text and sentiment analysis
5. Facial expressions and body gestures as emotional manifestations
6. Emotional readings from biometric data

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

*Os computadores são cada vez mais capazes de expressar e reconhecer manifestações afetuosas. Este pode ser o primeiro passo para o desenvolvimento de computadores realmente emocionais. Expressões emocionais podem ser interpretadas a partir de texto (análise de sentimento), sinais de voz, imagens faciais e de postura corporal, como componentes visíveis do comportamento humano. Os dados biométricos, como por exemplo, o eletroencefalograma, a eletrocardiograma e a frequência cardíaca, o eletromiograma facial e a atividade eletrodérmica, entre outros, são também importantes indicadores da fisiologia humana envolvida na percepção, processamento e reprodução de emoções. Assim, esta unidade curricular pretende apresentar uma perspetiva global do estado-da-arte em computação afetiva, expondo os alunos aos fundamentos neurocientíficos do processamento emocional e estruturas cerebrais envolvidas, bem como metodologias e aplicações em cada uma das manifestações emocionais abordadas.*

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

*Computers are improving their ability to express and recognize affect. This might be the first step for the development of emotional computers. Emotional expressions can be interpreted from text (sentiment analysis), voice signals, facial and body posture images, as visible components of human behaviour. Biometric data, such as electroencephalogram, electrocardiogram and heart rate, facial electromyogram and electrodermal activity, among others, are also important indicators of human physiology involved in the perception, processing and reproduction of emotions. Thus, this course intends to present a global perspective of the state-of-the-art in affective computing, exposing students to the neuroscientific foundations of emotional processing and brain structures involved, as well as methodologies and applications in each of the emotional manifestations addressed.*

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

*Nesta unidade curricular são essencialmente privilegiadas as metodologias expositiva e de investigação, em que os alunos são convidados a explorar em maior detalhe um dos tópicos abordados em aula, apresentando no final do semestre, um plano de investigação completo sobre o tema escolhido.*

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

*In this curricular unit, the exhibition and research methodologies are essentially privileged, in which students are invited to explore in greater detail one of the topics covered in class, presenting at the end of the semester, a complete research plan on the chosen theme.*

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

*Dada a variedade de temas abordados, a metodologia expositiva complementada pela investigação é a mais adequada para que os alunos tenham uma perspetiva global da computação afetiva.*

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

*Given the variety of topics covered, the expository methodology complemented by the investigation is the most suitable for students to have a global perspective on affective computing.*

**4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**

*Rosalind Picard, Affective Computing, The MIT Press, 2000  
 Jorge Armony, Patrik Vuilleumier, The Cambridge Handbook of Human Affective Neuroscience, Cambridge, 2013  
 Rafael A. Calvo, Sidney D'Mello, Jonathan Gratch, Arvid Kappas, The Oxford Handbook of Affective Computing, Oxford University Press, 2014.  
 Klaus R. Scherer, Tanja Banziger, Etienne Roesch, A Blueprint for Affective Computing, Oxford University Press, 2010.  
 Didem Gökçay, Gülsen Yildirim, Affective Computing and Interaction: Psychological, Cognitive and Neuroscientific Perspectives, IGI Global, 2010.*

**Mapa IV - Plano de Dissertação, Estágio, Projeto****4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Plano de Dissertação, Estágio, Projeto*

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Dissertation, Internship, Project Plan*

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

*CTP + CAR*

**4.4.1.3. Duração:**

*1 Semestre / 1 Semester*

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*320*

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

*OT-15*

**4.4.1.6. ECTS:**

*12*

**4.4.1.7. Observações:**

*6 ECTS para cada área científica*

**4.4.1.7. Observations:**

*6 ECTS for each scientific area*

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

*Alberto Manuel Brandão Simões (15h)*

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

*<sem resposta>*

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

*Esta unidade curricular tem como principal objetivo preparar os alunos para a dissertação/projeto/estágio do 4o semestre. Com esse objetivo, funcionará como uma unidade curricular de acompanhamento dos alunos na definição e implementação da dissertação/projeto/estágio.*

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

*This curricular unit aims to prepare students for the dissertation/project/internship of the 4th semester. With this objective, it will function as a curricular unit to support the students in the definition and implementation of the dissertation/project/internship.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

*Considerando que a unidade curricular é de apoio à dissertação/projeto/estágio, não existem conteúdos programáticos específicos.*

**4.4.5. Syllabus:**

*Considering that the curricular unit consists of the support of thesis/project/internship development, there are no specific programmatic contents.*

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

*Ao permitir que os alunos trabalhem de forma autónoma, contactando com o docente à medida das suas necessidades, irá prepará-los para atingir os objetivos da unidade curricular do 4o semestre.*

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

*By allowing students to work autonomously, contacting the teacher according to their needs, it will prepare them to achieve the objectives of the 4th semester course unit.*

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

*A aprendizagem é fundamentalmente baseada no método ativo tendo em conta uma abordagem crítica dos conceitos. Os alunos são expostos ao problema e incentivados a criar soluções para o mesmo de modo a ganhar sensibilidade para poder compreender a solução apresentada.*

*A avaliação será da seguinte forma: NotaFinal = 25%A + 50%B + 25%C*

*A (REQUISITOS E ANÁLISE)*

*B (DESENVOLVIMENTO)*

*C (APRESENTAÇÃO FINAL)*

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

*Learning is fundamentally based on the active method considering a critical approach to concepts. Students are exposed to the problem and encouraged to create solutions for it to gain sensitivity in order to understand the solution presented.*

*The evaluation will be as follows: Final Note = 25% A + 50% B + 25% C*

*A (REQUIREMENTS AND ANALYSIS)*

*B (DEVELOPMENT)*  
*C (FINAL PRESENTATION)*

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

*Esta unidade curricular será baseada em aulas práticas, estando as metodologias de aprendizagem diretamente relacionadas com os objetivos da unidade curricular.*

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

*This curricular unit will be based on practical classes, and the learning methodologies are directly related to the objectives of the curricular unit.*

**4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**

*Bibliografia indicada para as unidades curriculares leccionadas ao longo do curso.*  
*Bibliography indicated to the curricular units taught during the degree.*

**Mapa IV - Dissertação, Estágio, Projeto**

**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Dissertação, Estágio, Projeto*

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Dissertation, Internship, Project*

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

*CTP + CAR*

**4.4.1.3. Duração:**

*1 Semestre / 1 Semester*

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*800*

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

*OT - 15*

**4.4.1.6. ECTS:**

*30*

**4.4.1.7. Observações:**

*15 + 15 ECTS*

**4.4.1.7. Observations:**

*15 + 15 ECTS*

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

*Alberto Manuel Brandão Simões (15h)*

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

*<sem resposta>*

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

*Trabalho autónomo do aluno em contexto empresa (no caso de estágio), em contexto de investigação (dissertação) ou em contexto de desenvolvimento de projeto de investigação (projeto).*

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

*Autonomous work of the student in the company context (in the case of internship), in the context of research (dissertation) or in the context of the development of a research project (project).*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

*Unidade curricular sem conteúdos programáticos específicos.*

**4.4.5. Syllabus:**

*Course unit without specific syllabus.*

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

*Os conteúdos programáticos irão depender do trabalho em que o aluno estiver integrado.*

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

*The syllabus will depend on the work in which the student is integrated.*

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

*A avaliação do projeto, estágio ou dissertação será realizado de acordo com regulamento próprio da escola.*

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

*The evaluation of the project, internship or dissertation will be carried out according to the school's own regulations.*

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

*Considerando o objetivo de trabalho autónomo, é esperado que o aluno seja capaz de desenvolver o seu trabalho com alguma orientação do seu supervisor.*

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

*Considering the objective of autonomous work, it is expected that the student will be able to develop his work with some guidance from his supervisor.*

**4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**

*Dependente do trabalho a ser desenvolvido. / Dependent on the work being developed.*

**4.5. Metodologias de ensino e aprendizagem****4.5.1. Adequação das metodologias de ensino e aprendizagem aos objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências) definidos para o ciclo de estudos:**

*As metodologias de ensino e aprendizagem propostas baseiam-se maioritariamente na aplicação de metodologias teórico-práticas. As unidades curriculares propostas para este ciclo de estudos contemplam, de uma forma quase transversal, metodologias de ensino e de avaliação com uma forte componente prática.*

*Todas as unidades curriculares (com exceção da UC de Ética e de Métodos de Pesquisa) serão lecionadas em formato modular, de três semanas. A primeira semana será mais expositiva, com aulas teórico-práticas, em que os docentes irão apresentar os conteúdos, discutir e realizar alguns exercícios. Nas duas semanas seguintes, os alunos irão realizar trabalho autónomo, mas em regime laboratorial, supervisionados pelos docentes do mestrado, aplicando os conhecimentos adquiridos nesse módulo em projetos práticos concretos.*

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

*The teaching and learning methodologies proposed are mainly based on the application of theoretical-practical methodologies. The curricular units proposed for this cycle of studies include, in an almost transversal way, teaching and evaluation methodologies with a strong practical component.*

*All curricular units (with the exception of the UC for Ethics and Research Methods) will be taught in a modular format, lasting three weeks. The first week will be more expository, with theoretical-practical classes, in which the teachers will present the contents, discuss and carry out some exercises. In the following two weeks, students will perform autonomous work, but on a laboratory basis, supervised by the teachers of the master's degree, applying the knowledge acquired in this module to concrete practical projects.*

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

*A metodologia de aprendizagem e de avaliação às diferentes unidades curriculares contempla, diferenciadamente, componentes de realização de trabalhos individuais e em grupo, a leitura de textos recomendados, a preparação e apresentação de relatórios ou a resolução de casos de estudo ou exercícios práticos, além da necessidade de estudo para os momentos de avaliação individual (avaliação contínua/testes e exames). Neste sentido, a verificação da adequação da carga média de trabalho por unidade curricular é feita inicialmente, ao elaborar a ficha da unidade curricular. Tendo em consideração o estudo e os trabalhos que os estudantes são incentivados a realizar para cada unidade curricular, considerou-se que o tempo médio de trabalho necessário é de 26,6 horas de trabalho por unidade de ECTS.*

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

*The learning and assessment methodology for the different curricular units includes, in a different way, individual and group work components, reading recommended texts, preparing and presenting reports or solving case studies or*

*practical exercises, as well as the need to study for individual assessment moments (tests and exams). In this sense, the verification of the adequacy of the average workload per curricular unit is done initially, when preparing the certificate of the curricular unit. Considering the study and the work that students are encouraged to perform for each course unit, it was considered that the average work time required is 26,6 hours of work per unit of ECTS.*

#### **4.5.3. Formas de garantia de que a avaliação da aprendizagem dos estudantes será feita em função dos objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**

*As metodologias de avaliação foram selecionadas de modo a que os objetivos das unidades curriculares possam ser atingidos, tal como se pode constatar nas fichas das diversas unidades curriculares do ciclo de estudos. Tendo em consideração as recomendações do processo de Bolonha, e com o objetivo de melhorar o sucesso escolar dos estudantes, tem sido privilegiada a avaliação periódica (contínua) nos ciclos de estudos existentes na EST. Com este tipo de avaliação pretende-se que os estudantes desenvolvam um trabalho continuado ao longo do semestre. As metodologias de avaliação integram, frequentemente, diversas componentes de avaliação (ex.: testes escritos sobre os conteúdos lecionados, relatórios escritos e apresentações orais de trabalhos práticos). Este tipo de sistemas de avaliação permite avaliar não só o domínio dos conteúdos dos conteúdos programáticos expostos nas aulas, bem como a aquisição de competências por parte dos estudantes.*

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

*The evaluation methodologies have been selected so that the goals of the curricular units can be reached, as can be seen in the curricula of the various curricular units of the study cycle. Considering the recommendation of the Bologna Process, and in order to improve student's achievement, periodic (or continuous) assessment in EST's study cycles has been encouraged. With this type of evaluation, it is intended that the students develop a continuous work throughout the semester. Evaluation methodologies often include several evaluation components (e.g. written tests on content, written reports and oral presentations). This type of evaluation system allows assessing the apprehension, not only of the curricular contents of the curricular unit exposed in class, but also the acquisition of competences by the students.*

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

*Tal como referido em 4.5.1, o trabalho autónomo dos alunos será bastante integrado com o funcionamento do centro de investigação 2Ai. Esta abordagem, que nos parece inovadora, irá permitir aos alunos terem contacto com projetos concretos em desenvolvimento, compreendendo os desafios atuais da área. É certo que nos períodos de trabalho autónomo não serão capazes de realizar trabalho de investigação de ponta, mas serão capazes de realizar pequenas experiências e tarefas concretas que possam integrar um projeto maior. Deste modo, o seu trabalho será valorizado, já que não será puramente académico. Sempre que tal se justifique, os alunos poderão ser convidados a integrar a escrita e apresentação de trabalhos científicos, permitindo assim o desenvolvimento do seu curriculum científico.*

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

*As mentioned in 4.5.1, the students' autonomous work will be closely integrated with the operation of the 2Ai research center. This approach, which seems to be innovative, will allow students to have contact with concrete projects in development, understanding the current challenges in the area. It is true that in periods of autonomous work they will not be able to carry out cutting-edge research work, but they will be able to carry out small experiments and concrete tasks that can integrate a larger project. In this way, your work will be valued, as it will not be purely academic. Whenever justified, students may be invited to integrate the writing and presentation of scientific papers, thus allowing the development of their scientific curriculum.*

## **4.6. Fundamentação do número total de créditos ECTS do ciclo de estudos**

### **4.6.1. Fundamentação do número total de créditos ECTS e da duração do ciclo de estudos, com base no determinado nos artigos 8.º ou 9.º (1.º ciclo), 18.º (2.º ciclo), 19.º (mestrado integrado) e 31.º (3.º ciclo) do DL n.º 74/2006, de 24 de março, com a redação do DL n.º 65/2018, de 16 de agosto:**

*A distribuição dos ECTS foi definida nos termos da legislação em vigor. Ponderou-se a unidade curricular enquanto medida do trabalho sob todas as suas formas (sessões de ensino de natureza coletiva, tutorial, estágios, projetos). Nesta distribuição, foi considerado a duração normal do curso, o número de anos e semestres letivos e os requisitos para que o curso fosse conducente ao grau de mestre no ensino politécnico, tendo-se estabelecido um total de 120 ECTS distribuídos por 4 semestres. Nesta lógica, fez-se coincidir o trabalho dos estudantes em ECTS do curso com outros cursos congêneres, nacionais e internacionais.*

### **4.6.1. Justification of the total number of ECTS credits and of the duration of the study programme, based on articles 8 or 9 (1st cycle), 18 (2nd cycle), 19 (integrated master) and 31 (3rd cycle) of DL no. 74/2006, republished by DL no. 65/2018, of August 16th:**

*The distribution of ECTS for the study cycle, the curricular units and scientific areas were defined in accordance with the legislation. It was considered the curricular units as a measure of labor in all its forms (teaching sessions of collective nature, tutorial, internships, projects, etc.). It was considered the normal duration of the course, the number of years and semesters and the requirements for the study cycle leading to a master degree in polytechnics, having established a total of 120 ECTS distributed for 4 semesters. A benchmark was made on the work of students in terms of ECTS with other similar degrees, nationally and internationally.*

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

*A forma como os docentes foram consultados sobre a metodologia de cálculo do número de créditos ECTS das unidades curriculares do ciclo de estudos englobou, como se estabelece nos regulamentos da Escola Superior de Tecnologia, reuniões efetuadas por todos os órgãos e que principiaram em reuniões de área Disciplinar, seguidas de reuniões de Departamento e posterior aprovação pela Direção da Escola que as submete ao Conselho Pedagógico e ao Conselho Técnico-Científico.*

#### 4.6.2. Process used to consult the teaching staff about the methodology for calculating the number of ECTS credits of the curricular units:

*The way in which the teaching staff were consulted about the methodology for calculating the number of ECTS credits of the courses of the study cycle comprised, as indeed is established in the regulations of the School of Technology, meetings by all organs and beginning in the Disciplinary Group, followed by the Department and subsequent approval by the Director of the School who submitted the proposal to the Pedagogical Council and the Scientific Council.*

### 4.7. Observações

#### 4.7. Observações:

*O Instituto Politécnico do Cávado e do Ave integra, atualmente, a rede RUN-EU (Regional University Network.EU), um consórcio europeu de instituições de ensino superior. Encontra-se, neste momento, em análise, a possibilidade de diferentes parcerias em diferentes ciclos de estudos, com as diferentes instituições desta rede.*

*Atualmente já se delineou como estratégica a colaboração com o Instituto de Tecnologia de Athlone (AIT, Irlanda), para a co-orientação de dissertações de mestrado na área de inteligência artificial e cibersegurança, bem como a possível lecionação de unidades curriculares de forma conjunta. No futuro, prevê-se a possibilidade da oferta de um grau conjunto ao nível do mestrado na área da inteligência artificial, já que esta é, também uma das áreas de interesse do AIT.*

*Com outras instituições estão a ser analisadas as possibilidades de colaboração, já que não existe uma sobreposição de área tão grande. No entanto, poderá ser possível oferecer algumas das unidades curriculares do Mestrado em Inteligência Artificial Aplicada como unidades opcionais a mestrados de outras instituições, ou mesmo permitir que alguns dos módulos deste mestrado sejam obtidos noutras instituições que têm mestrados em áreas específicas (por exemplo, cibersegurança).*

#### 4.7. Observations:

*The Polytechnic Institute of Cávado and Ave is currently part of the RUN-EU network (Regional University Network.EU), a European consortium of higher education institutions. The possibility of different partnerships in different study cycles, with the different institutions of this network, is currently being analyzed.*

*Currently, collaboration with the Athlone Institute of Technology (AIT, Ireland) has been outlined as strategic for the co-supervision of master's dissertations in the area of artificial intelligence and cybersecurity, as well as the possible teaching of joint courses. In the future, the possibility of offering a joint degree at the master's level in the field of artificial intelligence is foreseen, since this is also one of the areas of interest of the AIT.*

*The possibilities of collaboration are being analyzed with other institutions, as there is no overlap in such a large area. However, it may be possible to offer some of the curricular units of the Master in Applied Artificial Intelligence as optional units to masters from other institutions, or even to allow some of the modules of this master to be obtained in other institutions that have masters in specific areas (for example, cybersecurity. ).*

## 5. Corpo Docente

### 5.1. Docente(s) responsável(eis) pela coordenação da implementação do ciclo de estudos.

#### 5.1. Docente(s) responsável(eis) pela coordenação da implementação do ciclo de estudos.

*Alberto Manuel Brandão Simões*

### 5.3 Equipa docente do ciclo de estudos (preenchimento automático)

#### 5.3. Equipa docente do ciclo de estudos / Study programme's teaching staff

Nome / Name	Categoria / Category	Grau / Especialista Degree / Specialist	Área científica / Scientific Area	Regime de tempo / Employment regime	Informação/ Information
Alberto Manuel Brandão Simões	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor	Informática (Inteligência Artificial)	100	Ficha submetida

Daniel António da Silva Miranda	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor	Ciências (Física)	100	Ficha submetida
Estela Maria dos Santos Ramos Vilhena	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor	Ciências Biomédicas (Bioestatística)	100	Ficha submetida
José Henrique de Araújo Silveira de Brito	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor	Engenharia Electrónica Industrial e Computadores	100	Ficha submetida
Mário João Freitas Sousa Basto	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor	Ciências de Engenharia	100	Ficha submetida
Joaquim José de Almeida Soares Gonçalves	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor	Ciências da Informação / Sistemas e Tecnologias de Informação	100	Ficha submetida
Nuno Alberto Ferreira Lopes	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor	Engenharia Informática	100	Ficha submetida
Nuno Sérgio Mendes Dias	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor	Eletrónica e Instrumentação	100	Ficha submetida
João Luís Araújo Martins Vilaça	Professor Coordenador ou equivalente	Doutor	Doutoramento em Engenharia Electrónica Industrial e de Computadores	100	Ficha submetida
Vitor Hugo Mendes da Costa Carvalho	Professor Coordenador ou equivalente	Doutor	Electrónica Industrial	100	Ficha submetida
Nuno Mateus Coelho	Assistente ou equivalente	Doutor	Ciências da Computação	10	Ficha submetida
Irene Maria Portela	Professor Coordenador ou equivalente	Doutor	Direito	100	Ficha submetida
António Herculano de Jesus Moreira	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor	Doutoramento em Engenharia Electrónica Industrial e de Computadores	100	Ficha submetida
Duarte Filipe Oliveira Duque	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor	Sistemas de Computação e Comunicações	100	Ficha submetida
				<b>1310</b>	

<sem resposta>

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

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

###### 5.4.1.1. Número total de docentes.

14

###### 5.4.1.2. Número total de ETI.

13.1

##### 5.4.2. Corpo docente próprio - Docentes do ciclo de estudos em tempo integral

5.4.2. Corpo docente próprio – docentes do ciclo de estudos em tempo integral.\* / "Full time teaching staff" – number of teaching staff with a full time link to the institution.\*

Corpo docente próprio / Full time teaching staff	Nº / No.	Percentagem / Percentage
Nº de docentes do ciclo de estudos em tempo integral na instituição / No. of teaching staff with a full time link to the institution:	13	99.236641221374

##### 5.4.3. Corpo docente academicamente qualificado – docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor

5.4.3. Corpo docente academicamente qualificado – docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor\* / "Academically qualified teaching staff" – staff holding a PhD\*

Corpo docente academicamente qualificado / Academically qualified teaching staff	ETI / FTE	Percentagem / Percentage
Docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor (ETI) / Teaching staff holding a PhD (FTE):	13.1	100

#### 5.4.4. Corpo docente do ciclo de estudos especializado

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

Corpo docente especializado / Specialized teaching staff	ETI / FTE	Percentagem* / Percentage*	
Docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor especializados nas áreas fundamentais do ciclo de estudos (ETI) / Teaching staff holding a PhD and specialised in the fundamental areas of the study programme	9.1	69.465648854962	13.1
Especialistas, não doutorados, de reconhecida experiência e competência profissional nas áreas fundamentais do ciclo de estudos (ETI) / Specialists not holding a PhD, with well recognised experience and professional capacity in the fundamental areas of the study programme	0	0	13.1

#### 5.4.5. Estabilidade e dinâmica de formação do corpo docente.

##### 5.4.5. Estabilidade e dinâmica de formação do corpo docente. / Stability and development dynamics of the teaching staff

Estabilidade e dinâmica de formação / Stability and training dynamics	ETI / FTE	Percentagem* / Percentage*	
Docentes do ciclo de estudos em tempo integral com uma ligação à instituição por um período superior a três anos / Teaching staff of the study programme with a full time link to the institution for over 3 years	13	99.236641221374	13.1
Docentes do ciclo de estudos inscritos em programas de doutoramento há mais de um ano (ETI) / FTE number of teaching staff registered in PhD programmes for over one year	0	0	13.1

#### Pergunta 5.5. e 5.6.

##### 5.5. Procedimento de avaliação do desempenho do pessoal docente e medidas conducentes à sua permanente atualização e desenvolvimento profissional.

*Diário da República, 2.ª série - N.º 142 - 23 de Julho de 2010, revisto e republicado conforme Declaração de Retificação N.º 1312/2014 publicado no Diário da República, 2.ª série, N.º 246 de 22 de dezembro.*

*Como principais indicadores da avaliação de desempenho do pessoal docente destacam-se: o nível de assiduidade, o cumprimento do serviço docente distribuído, a participação em atividades de gestão, órgãos e comissões da instituição, a investigação científica e a formação contínua.*

*Na avaliação do desempenho do pessoal docente, também se releva o depoimento periódico dos estudantes sobre o ensino desenvolvido pelos seus professores. A aplicação do Questionário de Avaliação Pedagógica tem como objetivo principal conhecer as perceções dos estudantes relativamente ao funcionamento das unidades curriculares, o desempenho dos docentes e o envolvimento dos estudantes no processo de aprendizagem.*

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

*The teaching staff is evaluated by the renowned Regulation Order No. 11965/2010, published in "Diário da República", 2nd Series - No. 142 - July 23, 2010, revised and republished as the Declaration of Rectification No. 1312/2014 published in "Diário da República", 2nd series, No. 246 of 22.*

*As key indicators of the performance evaluation of the teaching staff of the IPCA are the level of attendance, distributed academic service, participation in management activities, organs and committees of the institution, scientific research and training.*

*In accessing the performance of academic staff, also relates to the periodic deposition of students on teaching developed by their teachers. The application of Pedagogical assessment questionnaire has as its primary goal the perceptions of students in relation to the functioning of the curriculum units, performance of faculty and student involvement in the learning process.*

##### 5.6. Observações:

*<sem resposta>*

##### 5.6. Observations:

*<no answer>*

## 6. Pessoal Não Docente

### 6.1. Número e regime de tempo do pessoal não-docente afeto à lecionação do ciclo de estudos.

*Para dar apoio aos vários projetos pedagógicos de 1º e 2º ciclo que a EST tem desenvolvido ao longo dos anos, garantindo as melhores condições de funcionamento e permitindo uma melhoria da qualidade de ensino ministrado, estão afetos à EST 4 funcionários a tempo integral. Para além destes, apoiam o funcionamento da EST todos os funcionários dos restantes serviços do IPCA, nomeadamente, Serviços Académicos e Serviços de Acção Social, Biblioteca, Centro de Informática, Gabinete para a Avaliação e Qualidade, Gabinete para a Promoção do Sucesso Académico, Gabinete de Relações Internacionais, Práxis XXI, Serviços Financeiros e Serviço de Recursos Humanos. Nestes serviços, transversais ao funcionamento do IPCA, trabalham mais 36 funcionários em dedicação exclusiva.*

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

*To provide support to educational projects for the 1st and 2nd cycle that EST has developed over the years, ensuring the best operating conditions and allowing a better quality of teaching, 4 employees working at a full time are assigned to EST. Apart from these, all employees of the other services of IPCA support the operation of EST, including Academic Services and Social Services, Library, Computer Center, Evaluation and Quality Office, Academic Achievement Promotion Office, International Relations Office, Práxis XXI, Financial Services and Human Resources Service. In these services, work more 36 employees in full time.*

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

*Dos trabalhadores diretamente afetos à EST, 2 têm qualificação superior ao nível da licenciatura e os restantes são detentores do 12º ano. Relativamente aos restantes serviços, 31 funcionários possuem formação superior (incluindo mestres) e os restantes o ensino secundário. O IPCA promove e apoia a formação contínua dos seus funcionários, criando condições para que possam progredir nos seus estudos e obter níveis mais elevados de qualificação.*

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

*Workers directly assigned to EST, 2 have higher qualifications and the rest are holding the 12th year. Regarding the other services, 31 of the staff members have higher qualifications (including 6 MSc) and the remaining, secondary education. IPCA promotes continuous education of their staff, allowing to evolve in their studies to obtain higher qualification levels.*

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

*Nos termos da lei, o pessoal não docente é avaliado de acordo com o SIADAP. O IPCA promove e apoia a formação contínua dos seus funcionários, criando condições para que possam progredir nos seus estudos e obter níveis mais elevados de qualificação.*

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

*Non-academic staff are assessed in accordance with SIADAP. IPCA promotes and supports the ongoing training of its employees, creating conditions for them to progress in their studies and achieve higher levels of qualification.*

## **7. Instalações e equipamentos**

#### **7.1. Instalações físicas afetas e/ou utilizadas pelo ciclo de estudos (espaços letivos, bibliotecas, laboratórios, salas de computadores, etc.):**

*A Escola Superior de Tecnologia possui um conjunto de laboratórios e salas de aulas equipadas com diversos meios e recursos pedagógicos adequados e de suporte à realização de formação avançada ao nível de Mestrado.*

*Os laboratórios existentes abrangem um conjunto de domínios de conhecimento, a referir, o M-Factory Lab, o Lab. Internet Of Things, o Lab. Automação e Robótica, o Lab. Redes, o Lab. de Desenvolvimento de Jogos Digitais, o Lab. de Eletrónica, o Lab. de Ensaios e Caracterização e o Lab. de Instrumentação Médica. Adicionalmente, existem 3 laboratórios associados ao centro de investigação Applied Artificial Intelligence (2Ai).*

*Existem ainda 7 salas de aulas equipadas com quadros, videoprojectores, diversos gabinetes de docentes, 1 sala de computadores e 1 auditório.*

*As instalações do IPCA dispõem ainda de espaços físicos para diversos serviços, entre eles a Cantina e a Biblioteca, esta dispõe de um acervo nas áreas científicas que acompanha todos os cursos ministrados.*

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

*The School of Technology has a set of laboratories and classrooms equipped with several means and adequate pedagogical resources and support for the development of advanced training at Master's level.*

*The laboratories cover a set of knowledge domains, referring to the M-Factory Lab, the Internet Of Things Lab., the Automation and Robotics Lab., the Networks Lab., the Digital Games Development Lab., the Lab. of Electronics, the Testing and Characterization Lab. and the Medical Instrumentation Lab.. Additionally, there are 3 laboratories associated with . research center Applied Artificial Intelligence (2Ai).*

*There are also 7 classrooms equipped with boards and video projectors., several teachers' offices, 1 computer room and 1 auditorium.*

*The IPCA facilities also have physical spaces for various services, including Cantina and Library, which has a collection in the scientific areas that accompanies all courses taught*

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

*Tal como referido previamente, espera-se que os alunos trabalhem de forma autónoma nos laboratórios do 2Ai, podendo assim usufruir de todo o material e equipamento do centro. Para além de material computacional (vários PC, e monitores), salientam-se dois braços robóticos Kuka, um sistema de visão por computador, um HoloLens da Microsoft, uma câmara de infravermelhos, uma impressora 3D, um sistema de tracking, vários drones de diferentes envergaduras, uma máquina CNC, entre outro equipamento.*

*Em termos de poder computacional, encontra-se em processo de aquisição um servidor DGX-2 da NVidia, para treino de algoritmos de aprendizagem máquina, bem como 11 workstations para desenvolvimento (RTX 3080, i7-10700KF, 32 GB)*

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

*As previously mentioned, students are expected to work autonomously in 2Ai's laboratories, thus being able to use all the material and equipment at the center. In addition to computational material (several PCs, and monitors), two Kuka robotic arms stand out, a computer vision system, a Microsoft HoloLens, an infrared camera, a 3D printer, a tracking system, several drones of different wings, a CNC machine, among other equipment.*

*In terms of computational power, an NVidia DGX-2 server is being acquired for training machine learning algorithms, as well as 11 workstations for development (RTX 3080, i7-10700KF, 32 GB)*

## 8. Atividades de investigação e desenvolvimento e/ou de formação avançada e desenvolvimento profissional de alto nível.

### 8.1. Centro(s) de investigação, na área do ciclo de estudos, em que os docentes desenvolvem a sua atividade científica

#### 8.1. Mapa VI Centro(s) de investigação, na área do ciclo de estudos, em que os docentes desenvolvem a sua atividade científica / Research centre(s) in the area of the study programme where teaching staff develops its scientific activity

Centro de Investigação / Research Centre	Classificação (FCT) / Classification FCT	IES / HEI	N.º de docentes do CE integrados / Number of study programme teaching staff integrated	Observações / Observations
2Ai - Applied Artificial Intelligence Laboratory	Very Good	Instituto Politécnico do Cávado e do Ave	10	
JusGOV Universidade do Minho	Very Good	Universidade do Minho	1	

### Pergunta 8.2. a 8.4.

8.2. Mapa-resumo de publicações científicas do corpo docente do ciclo de estudos, em revistas de circulação internacional com revisão por pares, livros ou capítulos de livro, relevantes para o ciclo de estudos, nos últimos 5 anos.

<http://www.a3es.pt/si/iportal.php/cv/scientific-publication/formId/ef198708-2bd1-4da1-5816-5f79b0b8f04b>

8.3. Mapa-resumo de atividades de desenvolvimento de natureza profissional de alto nível (atividades de desenvolvimento tecnológico, prestação de serviços ou formação avançada) ou estudos artísticos, relevantes para o ciclo de estudos:

<http://www.a3es.pt/si/iportal.php/cv/high-level-activities/formId/ef198708-2bd1-4da1-5816-5f79b0b8f04b>

8.4. Lista dos principais projetos e/ou parcerias nacionais e internacionais em que se integram as atividades científicas, tecnológicas, culturais e artísticas desenvolvidas na área do ciclo de estudos.

*Neste ponto listam-se os principais projetos científicos na área da inteligência artificial do centro de investigação 2Ai. Para além disso, no ponto 11.1.2, é anexado um protocolo de cooperação com o Instituto Tecnológico de Athlone que, dada a sua relevância, e a inexistência de local apropriado para tal, é anexado nesse ponto.*

*RoboPlast: No âmbito deste projeto foi desenvolvido um framework baseado em visão computacional que permite a identificação e avaliação de peças, produzidas por injetoras de plástico, para ações preventivas e / ou colocação automática das mesmas, através de sistemas robóticos ou outros sistemas automatizados.*

*O projeto Maintenance 4.0 é uma implementação em ambiente real de manutenção inteligente e preditiva através do desenvolvimento de aplicações avançadas de análise de dados. Esses aplicativos tornarão possível reduzir o tempo de inatividade não planeado, prevendo possíveis falhas. O objetivo é desenvolver aplicações industriais capazes de realizar análises de dados em tempo real para aumentar a produtividade e, consequentemente, as oportunidades de negócios.*

*SmartOrthosis - (NORTE-01-0145-FEDER-024300) Plagiocefalia deformacional (DP) é caracterizada por uma distorção assimétrica do crânio do bebé. As opções atuais para o tratamento dessa condição são o reposicionamento da cabeça em repouso ou a aplicação de terapias físicas e ortóticas. O objetivo deste projeto é desenvolver uma nova estrutura*

*para produzir órteses cranianas personalizadas para correção de DP. Com base no modelo 3D da cabeça do bebé, esta estrutura projetará automaticamente a órtese craniana de melhor ajuste. Além disso, a órtese craniana terá um sistema embarcado para monitorização contínua do tratamento de DP.*

*LaserNAVI: As doenças venosas crónicas (DCV) dos membros inferiores afetam milhões de pessoas em todo o mundo. A segurança do tratamento depende da correta identificação das veias prejudiciais à saúde e do correto manuseio do dispositivo a laser. A orientação do laser geralmente é realizada por meio de uma avaliação a olho nu. Este projeto tem como objetivo desenvolver um framework para a orientação de tratamentos a laser para veias das pernas. Essa ferramenta fornecerá uma identificação automática de veias prejudiciais e um manuseio robótico colaborativo durante a sessão de tratamento.*

*No projeto SmartHealth, pretendemos criar novas tecnologias eficientes e inteligentes para apoiar as diferentes fases do tratamento médico, nomeadamente a prevenção, diagnóstico, tratamento cirúrgico, reabilitação e acompanhamento do paciente. Para isso, propomos três linhas de pesquisa: Digitalização Inteligente, Sistemas Inteligentes e Colaboração Humano-AI.*

*O sBEE é uma plataforma de computação distribuída e integrada, baseada nos padrões Cloud Computing e Internet das Coisas, para desenvolver mecanismos e serviços que melhorem a eficiência na gestão, monitorização e controlo da apicultura*

#### **8.4. List of main projects and/or national and international partnerships underpinning the scientific, technologic, cultural and artistic activities developed in the area of the study programme.**

*At this point the main scientific projects in the area of artificial intelligence of the research center 2Ai are listed. In addition, in point 11.1.2, a cooperation protocol with the Athlone Technological Institute is attached which, given its relevance, and the lack of an appropriate place for such, is attached at that point.*

*RoboPlast: Within this project, a framework based on computer vision was developed that enables the identification and evaluation of parts, produced by plastic injection machines, for preventive actions and/or automatic placement of them, through robotic systems or other automated systems.*

*The Maintenance 4.0 project is an implementation in a real environment of intelligent and predictive maintenance through the development of advanced data analysis applications. These applications will make it possible to reduce unplanned downtime by predicting possible failures. The goal is to develop industrial applications capable of performing data analysis in real-time to increase productivity and, consequently, business opportunities.*

*SmartOrthosis – (NORTE-01-0145-FEDER-024300) Deformational plagiocephaly (DP) is characterized by an asymmetrical distortion of the infant's skull. The current options to treat this condition are head repositioning at rest, or application of physical and orthotic therapies. The aim of this project is to develop a new framework to produce personalized cranial orthosis for DP correction. Based on the 3D model of the infant's head, this framework will automatically design the best fitting cranial orthosis. Additionally, the cranial orthosis will have an embedded system for continuous monitoring of the DP treatment.*

*LaserNAVI: Chronic venous disorders (CVD) of lower limbs affect millions of people worldwide. Treatment safety depend on the correct identification of unhealthy veins and on the correct handling of the laser device. Laser guidance is usually performed through a naked eye evaluation. This project aims to develop a framework for the guidance of laser treatments for leg veins. Such tool will provide an automatic identification of unhealthy veins and a collaborative robotic handling during the treatment session.*

*In the SmartHealth project, we intend to create new efficient and intelligent technologies to support different stages of the medical treatment, namely the prevention, diagnosis, surgical treatment, rehabilitation and patient follow-up. For that, we propose three research line areas: Intelligent Digitization, Intelligent Systems and Human-AI collaboration.*

*sBEE is a distributed and integrated computing platform, based on the Cloud Computing and the Internet of Things patterns, to develop mechanisms and services to improve efficiency in Beekeeping management, monitoring and control*

## **9. Enquadramento na rede de formação nacional da área (ensino superior público)**

### **9.1. Avaliação da empregabilidade dos graduados por ciclo de estudos similares com base em dados oficiais:**

*De acordo com os dados mais recentes disponibilizados pela DGEEC, em 2018 as taxas de empregabilidade dos graduados dos cursos de Mestrado em Inteligência Artificial e Similares existentes no país situam-se nos 100%.*

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

*According to recent data made available by DGEEC, in 2018 the employability rate of graduates from the Masters courses in Artificial Intelligence and Similars existing in the country are at 100%.*

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

*O concurso nacional de acesso (CNA) ao ensino superior de 2020 foi muito positivo para o IPCA, tendo obtido excelentes resultados. Das 715 vagas oferecidas, o IPCA ocupou 706 vagas logo na 1ª fase do CNA, o que representa uma taxa de colocação de 98,7%. A elevada procura pelos cursos do IPCA é também marcada pelo indicador do número de candidatos, tendo o IPCA recebido mais de 3800 candidaturas para as 715 vagas disponíveis. O IPCA preencheu, assim, 98,7% das vagas, posicionando-se como uma das IES politécnico do país com maior taxa de ocupação de vagas. Nos últimos anos, o IPCA tem ganho notoriedade fruto numa aposta credível nas suas formações graduada e pós-graduada. A investigação aplicada, o empreendedorismo e a transferência do conhecimento científico e tecnológico também foram outras apostas relevantes.*

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

*The national contest for access (CNA) to higher education in 2020 was very positive for the IPCA, achieving excellent results. In a total of 715 places were placed 706 students in the 1st phase of the CNA, which represents a filled 98.7% of the available positions. The high demand for IPCA courses is also marked by the indicator of the number of candidates, with IPCA receiving more than 3800 applications for the 715 available places. The IPCA thus filled 98.7% of vacancies, positioning itself as one of the country's polytechnic HEIs with the highest vacancy rate. In recent years, the IPCA has gained notoriety as a result of a credible commitment to its graduate and postgraduate training. Applied research, entrepreneurship and the transfer of scientific and technological knowledge were also other relevant stakes.*

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

*Não aplicável*

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

*Not applicable*

## **10. Comparação com ciclos de estudos de referência no espaço europeu**

### **10.1. Exemplos de ciclos de estudos existentes em instituições de referência do Espaço Europeu de Ensino Superior com duração e estrutura semelhantes à proposta:**

*O principal exemplo de ciclo de estudos semelhante ao proposto é o MEIA, Mestrado em Engenharia em Inteligência Artificial, do Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP). No entanto, este mestrado apresenta-se com uma estrutura mais tradicional, abordando com peso semelhante as abordagens ditas tradicionais, e as baseadas em aprendizagem máquina, e muito pouco da sua aplicação. No plano proposto, pretende-se que estes conceitos sejam apreendidos pela sua aplicação concreta, em contexto (cibersegurança, robótica, etc). Por outro lado, o MEIA é um mestrado em regime pós-laboral, enquanto que o MIAA será um mestrado em regime diurno.*

*Existem outros mestrados no espaço europeu, de inteligência artificial, como o oferecido pela Universidade Politécnica da Catalunha, que é bastante semelhante ao proposto pelo ISEP.*

*O mais comum é a existência de mestrados na área das ciências da computação com ramos ou variantes focadas na área da Inteligência Artificial.*

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

*The main example of a study cycle similar to the one proposed is the MEIA, Master in Engineering in Artificial Intelligence, from the Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP). However, this master presents itself with a more traditional structure, approaching with a similar weight the traditional approaches, and those based on machine learning, and very little of its application. In the proposed plan, it is intended that these concepts are understood by their concrete application, in context (cybersecurity, robotics, etc.). On the other hand, MEIA is a post-employment master's degree, while MIAA will be taught during daytime.*

*There are other master's degrees in European space, of artificial intelligence, such as the one offered by the Polytechnic University of Catalonia, which is quite similar to that proposed by ISEP.*

*The most common is the existence of master's degrees in the area of computer science with branches or variants focused on the area of Artificial Intelligence.*

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

*Considerando que se trata de formação ao nível de mestrado, e numa área bastante específica, não é de esperar que os objetivos de aprendizagem possam ser muito diferentes de outros mestrados da área. Sem dúvida que, devido à grande proliferação das abordagens de aprendizagem máquina, todos os mestrados nesta área focam várias unidades curriculares nestes tópicos, e isso não é exceção no MIAA.*

*A principal diferença será, em relação a alguns cursos, a componente prática e aplicada que se pretende no MIAA. Exemplo disso é a existência de uma única unidade curricular de redes neuronais (para a introdução ao tema), já que a exploração das redes convolucionais será feita de forma aplicada na unidade curricular de visão por computador, e a*

*exploração das redes recorrentes será feita de forma aplicada na unidade curricular de processamento de linguagem natural. Esta é a filosofia do MIAA: aprender, aplicando.*

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

*Considering that it is training at the master's level, and in a very specific area, it is not expected that the learning objectives may be very different from other masters in the area. Undoubtedly, due to the great proliferation of machine learning approaches, all master's degrees in this area focus on several curricular units on these topics, and this is no exception at MIAA.*

*The main difference will be, in relation to some courses, the practical and applied component that is intended in the MIAA. An example of this is the existence of a single course unit of neural networks (for the introduction to the theme), since the exploration of convolutional networks will be done in an applied way in the computer vision course, and the exploration of recurrent networks will be done applied in the course of natural language processing. This is the philosophy of MIAA: learn, applying.*

## 11. Estágios e/ou Formação em Serviço

### 11.1. e 11.2 Estágios e/ou Formação em Serviço

---

#### Mapa VII - Protocolos de Cooperação

#### Mapa VII - Protocolo de Cooperação com Instituto de Tecnologia de Athlone

##### 11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:

*Protocolo de Cooperação com Instituto de Tecnologia de Athlone*

##### 11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):

[11.1.2.\\_file\\_1.pdf](#)

##### 11.2. Plano de distribuição dos estudantes

11.2. Plano de distribuição dos estudantes pelos locais de estágio e/ou formação em serviço demonstrando a adequação dos recursos disponíveis.(PDF, máx. 100kB).

*<sem resposta>*

### 11.3. Recursos próprios da Instituição para acompanhamento efetivo dos seus estudantes nos estágios e/ou formação em serviço.

---

#### 11.3. Recursos próprios da Instituição para o acompanhamento efetivo dos seus estudantes nos estágios e/ou formação em serviço:

*Os estudantes do mestrado em Inteligência Artificial Aplicada poderão concluir o grau através da realização de uma dissertação, de um projeto de investigação aplicado a uma empresa ou da realização de um estágio. Caso o estudante opte pela via do estágio, a EST possui protocolos de cooperação com empresas nacionais e internacionais, de diversos setores (Checkmarx, Google, WeDo, Fiducial, wipro, entre outras), encontrando-se disponível no 'Regulamento da UC Dissertação/Projeto/Estágio' publicado pelo Despacho n.º 8642/2020 de 8 de setembro de 2020 e anexado no ponto seguinte, toda a informação relativa à unidade curricular, bem como em concreto no que diz respeito ao acompanhamento efetivo dos estudantes pelos orientadores (da instituição e entidade de acolhimento).*

#### 11.3. Institution's own resources to effectively follow its students during the in-service training periods:

*The students of the master's degree in Applied Artificial Intelligence will be able to complete the degree through a dissertation, a research project applied to a company or an internship. If the student chooses the internship route, EST has cooperation protocols with national and international companies, from different sectors (Checkmarx, Google, WeDo, Fiducial, wipro, among others), and is available in the 'Regulations of the UC Dissertation / Project / Internship' published by Order No. 8642/2020 of September 8, 2020 and annexed in the following section, all the information related to the course unit, as well as in particular with regard to the effective monitoring of students by supervisors (from host institution and organization).*

### 11.4. Orientadores cooperantes

---

11.4.1. Mecanismos de avaliação e seleção dos orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço, negociados entre a instituição de ensino superior e as instituições de estágio e/ou formação em serviço (PDF, máx. 100kB).

**11.4.1 Mecanismos de avaliação e seleção dos orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço, negociados entre a instituição de ensino superior e as instituições de estágio e/ou formação em serviço (PDF, máx. 100kB).**

[11.4.1\\_dte-compressed.pdf](#)

**11.4.2. Orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço (obrigatório para ciclo de estudos com estágio obrigatório por lei)**

**11.4.2. Mapa X. Orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço (obrigatório para ciclo de estudos com estágio obrigatório por Lei) / External supervisors responsible for following the students' activities (mandatory for study programmes with in-service training mandatory by law)**

Nome / Name	Instituição ou estabelecimento a que pertence / Institution	Categoria Profissional / Professional Title	Habilitação Profissional (1)/ Professional qualifications (1)	Nº de anos de serviço / Nº of working years
----------------	--	--	--	--

<sem resposta>

## 12. Análise SWOT do ciclo de estudos

### 12.1. Pontos fortes:

- *Instalações recentes e adaptadas ao ciclo de estudos proposto;*
- *Corpo docente próprio, qualificado e especializado nas áreas fundamentais do ciclo de estudos;*
- *Laboratórios equipados com tecnologia de ponta;*
- *Centro de Investigação em Inteligência Artificial avaliado com "Muito Bom" pela FCT;*
- *Projetos de investigação financiados na área da IA;*
- *Atividade científica dos docentes enquadrada na área em que irão lecionar;*
- *Histórico na organização de eventos relacionados com inteligência artificial, como a Winter School on Artificial Intelligence for Games, que já vai na sua quarta edição;*
- *Articulação contínua de componentes prática e teórica no mesmo espaço pedagógico e que criam um ambiente favorável ao processo de ensino/aprendizagem;*
- *A instituição tem parcerias com empresas no âmbito das Licenciaturas em Engenharia, que pretende aproveitar e explorar no MAAI dando continuidade à ligação dos estudantes às empresas;*
- *Existem infraestruturas de apoio ao estudo (Biblioteca), de apoio a melhoria contínua dos processos de ensino/aprendizagem (Gabinete de Avaliação e Qualidade - GAQ), de apoio à mobilidade internacional (GRI), de promoção da integração dos estudantes na vida Ativa (G3E), de apoio à promoção do sucesso académico (GAPSA).*

### 12.1. Strengths:

- *Recent installations adapted to the proposed study cycle;*
- *Own, qualified and specialized teaching staff in the fundamental areas of the study cycle;*
- *Laboratories equipped with the latest technology;*
- *Artificial Intelligence Research Center rated "Very Good" by FCT;*
- *Research projects funded in the field of AI;*
- *Scientific activity of teachers within the area in which they will teach;*
- *History in organizing events related to artificial intelligence, such as the Winter School on Artificial Intelligence for Games, which is already in its fourth edition;*
- *Continuous articulation of practical and theoretical components in the same pedagogical space that create a favorable environment for the teaching / learning process;*
- *The institution has partnerships with companies within the scope of Bachelor's degrees in Engineering, which it intends to take advantage of and explore at MAAI by continuing to connect students with companies;*
- *There are infrastructures to support study (Library), to support the continuous improvement of teaching / learning processes (Evaluation and Quality Office - GAQ), to support international mobility (GRI), to promote the integration of students in Active Life (G3E), to support academic achievement (GAPSA).*

### 12.2. Pontos fracos:

- *Inexistência de uma residência académica dificulta o acolhimento de estudantes deslocados (embora existam planos para colmatar este problema);*
- *Falta de áreas de lazer e desporto pode restringir o conforto e a qualidade de vida académica dos alunos do IPCA.*

### 12.2. Weaknesses:

- *The lack of an academic residence makes it difficult to accommodate displaced students (although there are plans to address this problem);*
- *Lack of leisure and sports areas can restrict the confirmation and the academic quality of life of IPCA students.*

### 12.3. Oportunidades:

- *Reduzida oferta formativa focada na área da Inteligência Artificial, quer no país, quer no panorama europeu;*
- *Grande procura de recursos humanos qualificados nesta área;*

- *Ciclo formativo oferecido em língua inglesa, potenciando a participação de estudantes internacionais;*
- *Integração do IPCA na rede/consórcio europeu RUN-EU (Regional University Network.eu), permitindo não só maior facilidade no intercâmbio de alunos mas também de docentes, como também na preparação de dissertações conjuntas;*
- *Atribuição de regime fundacional ao IPCA trará maior autonomia de gestão dos recursos humanos e financeiros, esperando-se que venha a ter um impacto positivo no recrutamento de pessoal docente e não-docente, bem como dar continuidade ao processo de expansão e modernização do Campus do IPCA;*
- *A realização da 2Ai Summer School, realizada pela primeira vez neste ano letivo, poderá fomentar o interesse na área aos jovens investigadores.*
- *Ligação do IPCA a indústrias, empresas e associações empresariais;*
- *Conselho consultivo empresarial.*

### **12.3. Opportunities:**

- *Reduced training offer focused on the Artificial Intelligence area, both in the country and in the European panorama;*
- *Great demand for qualified human resources in this area;*
- *Training cycle offered in English, enhancing the participation of international students;*
- *Integration of IPCA into the European RUN-EU network (Regional University Network.eu) / consortium, allowing not only greater ease in exchanging students but also teachers, but also in preparing joint dissertations;*
- *The allocation of a foundational regime to the IPCA will bring greater autonomy in the management of human and financial resources, and is expected to have a positive impact on the recruitment of teaching and non-teaching staff, as well as to continue the process of expansion and modernization of the Campus. the IPCA;*
- *The holding of the 2Ai Summer School, held for the first time in this school year, may encourage interest in young researchers in the area.*
- *Connection of IPCA to industries, companies and business associations;*
- *Business advisory board.*

### **12.4. Constrangimentos:**

- *A oferta formativa principal concorrente existente no país encontra-se a pouco mais de 30Km;*
- *Contração económica e conjuntura social desfavorável provocada pela atual pandemia COVID-19;*

### **12.4. Threats:**

- *The main competing training offer in the country is just over 30 km;*
- *Economic contraction and unfavorable social situation caused by the current pandemic COVID-19;*

### **12.5. Conclusões:**

*Apesar dos constrangimentos apresentados, a atual conjuntura, o interesse pela área da inteligência artificial, e o caminho que a instituição e em particular a Escola Superior de Tecnologia tem vindo a percorrer nos últimos anos na área da Inteligência Artificial, nomeadamente com a aprovação do centro de investigação, não fortes sinais da relevância do ciclo de estudos proposto.*

### **12.5. Conclusions:**

*Despite the constraints presented, the current conjecture, the interest in the area of artificial intelligence, and the path that the institution and in particular the School of Technology has been taking in recent years in the area of Artificial Intelligence, namely with the approval of the center research, not strong signs of the relevance of the proposed study cycle.*