

# ACEF/2021/0206707 — Guião para a auto-avaliação

---

## I. Evolução do ciclo de estudos desde a avaliação anterior

### 1. Decisão de acreditação na avaliação anterior.

---

1.1. Referência do anterior processo de avaliação.  
*ACEF/1819/0206707*

1.2. Decisão do Conselho de Administração.  
*Acreditar*

1.3. Data da decisão.  
*2020-01-24*

### 2. Síntese de medidas de melhoria do ciclo de estudos desde a avaliação anterior, designadamente na sequência de condições fixadas pelo CA e de recomendações da CAE.

---

2. Síntese de medidas de melhoria do ciclo de estudos desde a avaliação anterior, designadamente na sequência de condições fixadas pelo CA e de recomendações da CAE (Português e em Inglês, PDF, máx. 200kB).  
[2.\\_LEIC-A\\_ Síntese das melhorias do ciclo de estudos.pdf](#)

### 3. Alterações relativas à estrutura curricular e/ou ao plano de estudos(alterações não incluídas no ponto 2).

---

3.1. A estrutura curricular foi alterada desde a submissão do guião na avaliação anterior?  
*Não*

3.1.1. Em caso afirmativo, apresentar uma explanação e fundamentação das alterações efetuadas.  
*Descritas no documento pdf carregado no ponto 2.*

3.1.1. If the answer was yes, present an explanation and justification of those modifications.  
*Described in the pdf document uploaded in 2.*

3.2. O plano de estudos foi alterado desde a submissão do guião na avaliação anterior?  
*Não*

3.2.1. Em caso afirmativo, apresentar uma explanação e fundamentação das alterações efetuadas.  
*Descritas no documento pdf carregado no ponto 2.*

3.2.1. If the answer was yes, present an explanation and justification of those modifications.  
*Described in the pdf document uploaded in 2.*

### 4. Alterações relativas a instalações, parcerias e estruturas de apoio aos processos de ensino e aprendizagem (alterações não incluídas no ponto 2)

---

4.1. Registaram-se alterações significativas quanto a instalações e equipamentos desde o anterior processo de avaliação?  
*Sim*

4.1.1. Em caso afirmativo, apresentar uma breve explanação e fundamentação das alterações efetuadas.  
*Foram instaladas câmeras e microfones em diversas salas de aula (teóricas/práticas/laboratórios) por forma a permitir a leccionação de aulas em modo híbrido (modo presencial e à distância).*

4.1.1. If the answer was yes, present a brief explanation and justification of those modifications.

*Cameras and microphones were installed in most classrooms (theoretical/practical/laboratory) in order to allow professors to teach in hybrid mode (in class and remote).*

4.2. Registaram-se alterações significativas quanto a parcerias nacionais e internacionais no âmbito do ciclo de estudos desde o anterior processo de avaliação?

*Não*

4.2.1. Em caso afirmativo, apresentar uma síntese das alterações ocorridas.

*<sem resposta>*

4.2.1. If the answer was yes, present a synthesis of those changes.

*<no answer>*

4.3. Registaram-se alterações significativas quanto a estruturas de apoio aos processos de ensino e aprendizagem desde o anterior processo de avaliação?

*Não*

4.3.1. Em caso afirmativo, apresentar uma síntese das alterações ocorridas.

*<sem resposta>*

4.3.1. If the answer was yes, present a synthesis of those changes.

*<no answer>*

4.4. (Quando aplicável) registaram-se alterações significativas quanto a locais de estágio e/ou formação em serviço, protocolos com as respetivas entidades e garantia de acompanhamento efetivo dos estudantes durante o estágio desde o anterior processo de avaliação?

*Não*

4.4.1. Em caso afirmativo, apresentar uma síntese das alterações ocorridas.

*<sem resposta>*

4.4.1. If the answer was yes, present a synthesis of those changes.

*<no answer>*

## 1. Caracterização do ciclo de estudos.

1.1 Instituição de ensino superior.

*Universidade De Lisboa*

1.1.a. Outras Instituições de ensino superior.

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

*Instituto Superior Técnico*

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

1.3. Ciclo de estudos.

*Engenharia Informática e de Computadores - Alameda*

1.3. Study programme.

*Computer Science and Engineering - Alameda*

**1.4. Grau.**

*Licenciado*

**1.5. Publicação do plano de estudos em Diário da República (PDF, máx. 500kB).**

[1.5.\\_LEIC\\_A\\_Alt\\_15-16.pdf](#)

**1.6. Área científica predominante do ciclo de estudos.**

*Engenharia Informática e de Computadores*

**1.6. Main scientific area of the study programme.**

*Computer Science and Engineering*

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

*523*

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

*n.a*

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

*n.a*

**1.8. Número de créditos ECTS necessário à obtenção do grau.**

*180*

**1.9. Duração do ciclo de estudos (art.º 3 DL n.º 74/2006, de 24 de março, com a redação do DL n.º 63/2016 de 13 de setembro):**

*3 anos/6 Semestres*

**1.9. Duration of the study programme (article 3, DL no. 74/2006, March 24th, as written in the DL no. 63/2016, of September 13th):**

*3 years/6 Semesters*

**1.10. Número máximo de admissões.**

*170*

**1.10.1. Número máximo de admissões pretendido (se diferente do número anterior) e respetiva justificação.**

*290 - O valor considerado contempla as vagas do Concurso Nacional de Acesso (CNA), concursos Internacionais, concursos especiais e regimes especiais.*

**1.10.1. Intended maximum enrolment (if different from last year) and respective justification.**

*290 - This value contemplates the openings from the National Access Contest, International and special regimes.*

**1.11. Condições específicas de ingresso.**

*Provas de Ingresso:*

*Matemática A*

*Classificações mínimas:*

*Classificação mínima de 100 em cada uma das provas de ingresso (exames nacionais do ensino secundário)*

*Classificação mínima de 120 na nota de candidatura*

*A nota de candidatura (NC) é calculada utilizando um peso de 50% para a classificação do Ensino Secundário (MS) e um peso de 50% para a classificação das provas de ingresso (PI). - Fórmula de Cálculo da Nota de Candidatura:  $NC = MS \times 50\% + PI \times 50\%$  (ou seja, média aritmética da classificação final do Ensino Secundário e da classificação das provas de ingresso).*

*Mais informação disponível na página do IST na internet (Candidatos/Candidaturas/Concurso Nacional de Acesso)*

**1.11. Specific entry requirements.**

*Entrance Exams:*

**Mathematics A****Minimum grades:****Minimum grade of 100 in each entrance examination (national examinations of secondary education)****Minimum grade of 120 when applying for the program**

**The application grade (AG) is calculated by using a weight of 50% for the classification of Secondary Education (MS) and a weight of 50% for the classification of the entrance exams (EE). – Formula for calculating the Application Grade:  $AG = MS \times 50\% + EE \times 50\%$  (that is, arithmetic average of the final classification of Secondary Education and the classification of the entrance exams).**

**Further info available at IST webpage (Prospective Students/Admissions/National Admission Test)**

**1.12. Regime de funcionamento.****Diurno****1.12.1. Se outro, especifique:****NA****1.12.1. If other, specify:****NA****1.13. Local onde o ciclo de estudos será ministrado:****Instituto Superior Técnico, Alameda Campus, Lisboa****1.14. Regulamento de creditação de formação académica e de experiência profissional, publicado em Diário da República (PDF, máx. 500kB).****[1.14.\\_Desp n.º 6604-2018, 5 jul\\_RegCreditaçãoExpProfissional\\_2018\\_2019.pdf](#)****1.15. Observações.**

***Este plano curricular considerou como referência a reorganização aprovada no IST e manteve como documento de referência os currícula propostos pela ACM. Dada a vastidão da informática em termos de aplicação, existem numerosas especializações e saídas profissionais na Engenharia Informática que poderão ir desde o suporte à infraestrutura e redes, até à relação com a gestão e os processos de negócio.***

***A cobertura total deste vasto espectro de conhecimento não pode obviamente ser efetuada na licenciatura de 3 anos, pelo que se optou por centrar a licenciatura nos aspetos nucleares de Computer Science, procurando cobrir as outras vertentes no mestrado.***

***O plano curricular em vigor foi definido dando especial atenção aos seguintes aspetos: (i) a motivação e eficiência do 1º ciclo, e (ii) o funcionamento do 1º ano.***

**1.15. Observations.**

***This curricular plan considers the reorganization approved at IST and maintained as reference the Computer Science curricula proposed by the ACM. Given the vastness of the application areas of computer science, there are numerous specializations and career opportunities in Computer Engineering that may range from support to infrastructure and networks, to the relationship with management and business processes.***

***The full coverage of this vast spectrum of knowledge can obviously not be made at the 3-year degree, so it was decided to focus the degree on Computer Science's nuclear aspects, seeking to cover the other strands in the master's degree.***

***The curricular plan in force was defined with special attention to the following aspects: (i) the motivation and efficiency of the 1st cycle, and (ii) the performance of students in their 1st year.***

**2. Estrutura Curricular. Aprendizagem e ensino centrados no estudante.****2.1. Percursos alternativos, como ramos, variantes, áreas de especialização de mestrado ou especialidades de doutoramento, em que o ciclo de estudos se estrutura (se aplicável)**

**2.1. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura (se aplicável) / Branches, options, profiles, major/minor, or other forms of organisation compatible with the structure of the study programme (if applicable)**

**Opções/Ramos/... (se aplicável):**

Tronco Comum

**Options/Branches/... (if applicable):**

Common Branch

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

### 2.2. Estrutura Curricular - Tronco Comum

#### 2.2.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor, ou outra (se aplicável). *Tronco Comum*

#### 2.2.1. Branches, options, profiles, major/minor, or other (if applicable) *Common Branch*

#### 2.2.2. Áreas científicas e créditos necessários à obtenção do grau / Scientific areas and credits that must be obtained before a degree is awarded

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Mínimos Optativos / Minimum Optional ECTS*	Observações / Observations
Arquitetura e Sistemas Operativos/Architecture and Operating Systems	ASO	27	0	
Computação Gráfica e Multimédia/Graphic Computing and Multimedia	CGM	12	0	
Telecomunicações/Telecommunications	Tele	6	0	
Engenharia e Gestão de Organizações/ Engineering and Management of Organizations	EGO	4.5	0	
Físicas e Tecnologias Básicas/ Basic Physics and Technologies	FBas	12	0	
Inteligência Artificial/Artificial Intelligence	IA	15	0	
Lógica e Computação/Logic and Computing	LogCom	12	0	
Matemáticas Gerais/General Mathematics	MatGer	27	0	
Metodologia e Tecnologia da Programação/Methodology and Programming Theory	MTP	40.5	0	
Probabilidades e Estatística/Probability and Statistics	PE	6	0	
Sistemas de Informação/Information Systems	SI	12	0	
Competências Transversais/Crosscutting Skills	CT	6	0	
<b>(12 Items)</b>		<b>180</b>	<b>0</b>	

## 2.3. Metodologias de ensino e aprendizagem centradas no estudante.

2.3.1. Formas de garantia de que as metodologias de ensino e aprendizagem são adequadas aos objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências) a desenvolver pelos estudantes, favorecendo o seu papel ativo na criação do processo de aprendizagem.

*Ao nível da aprendizagem várias estratégias têm sido exploradas para aumentar o papel ativo dos estudantes, nomeadamente: 1) utilização de ferramentas digitais para feedback quase instantâneo do acompanhamento das matérias (e.g. Kahoot); 2) utilização da plataforma MOOC.Técnico (mooc.tecnico.ulisboa.pt) para aprendizagem à distância e também para avaliação total ou parcial de UC; 3) utilização de técnicas de “flipped-classroom” com envolvimento dos estudantes na sala de aula em processos de avaliação mútua e feedback; 4) integração de estudantes no âmbito de projetos em equipas dos institutos de investigação e/ou empresas, muitas vezes inseridos em projetos nacionais ou internacionais; 5) projetos multidisciplinares desenvolvidos pelos estudantes de vários cursos, como exemplo, a construção de um carro elétrico; 6) organização de jornadas, pequenos cursos, estágios de Verão, participação em atividades departamentais, entre outras, que permitem o desenvolvimento de competências transversais.*

2.3.1. Means of ensuring that the learning and teaching methodologies are coherent with the learning outcomes (knowledge, skills and competences) to be achieved by students, favouring their active role in the creation of the learning process.

*In terms of learning, different strategies have been explored in order to increase the students' active role, in particular: 1) the use of digital tools that allow students to give almost instantaneous feedback of the subjects (e.g., Kahoot); 2) the use of the MOOC.Técnico platform (mooc.tecnico.ulisboa.pt) for distance learning to evaluate the course units totally or partially; 3) the use of flipped-classroom techniques by getting students involved in classroom in mutual evaluation processes and feedback; 4) the integration of students under MSc dissertations in teams of the research institutes and/or companies, often involved in national or international projects; 5) multidisciplinary projects developed*

*by the students of different programmes, for example, the construction of an electric car; 6) the organisation of meetings, short courses, Summer internships, participation in departmental activities, among others, which allow for the development of crosscutting skills.*

### 2.3.2. Forma de verificação de que a carga média de trabalho necessária aos estudantes corresponde ao estimado em ECTS.

*No âmbito do preenchimento dos inquéritos QUC (Qualidade das Unidades Curriculares) os estudantes têm de preencher uma questão relativa à carga de trabalho relativa a cada UC. A informação obtida a partir de todos os estudantes de cada UC é compilada e tratada para comparar a carga prevista com a carga estimada pelos estudantes. Quando há um grande desajuste entre a carga estimada e a carga prevista (superior a 1,5 ECTS) a situação é analisada no âmbito da Comissão QUC do Conselho Pedagógico. Nos casos em que se justifique é estabelecido um plano de ação envolvendo os departamentos e coordenações.*

### 2.3.2. Means of verifying that the required average student workload corresponds to the estimated in ECTS.

*Under the QUC forms (Course Unit Quality System), students must answer a question related to the workload involved in each UC. The information obtained from all students in each QUC is compiled and treated to compare the expected workload with the workload estimated by the students. When the imbalance between the estimated workload and the expected workload is significant (greater than 1,5 ECTS) the situation is analyzed under the QUC Committee of the Pedagogical Council. Where applicable, a plan of action is devised by getting departments and program coordinators involved.*

### 2.3.3. Formas de garantia de que a avaliação da aprendizagem dos estudantes é feita em função dos objetivos de aprendizagem.

*Em julho de cada ano são efetuadas reuniões de coordenação dos vários cursos, de forma a calendarizar o trabalho exigido aos estudantes ao longo dos semestres letivos e dos períodos de avaliação, pretende-se distribuir o trabalho dos estudantes ao longo do tempo, dando-se especial ênfase à aprendizagem contínua. Esta calendarização atempada permite ao estudante planear o seu ano letivo/semestre, potenciando o sucesso escolar. No âmbito do preenchimento dos inquéritos QUC (Qualidade das Unidades Curriculares) os estudantes têm de preencher um bloco de questões específicas relativo à aquisição e/ou desenvolvimento de competências obtidas no âmbito de cada UC, que inclui perguntas sobre o desenvolvimento de conhecimentos e compreensão das matérias, bem como a melhoria da capacidade de aplicação de conhecimentos de forma autónoma e de desenvolvimento do sentido crítico na utilização prática das mesmas.*

### 2.3.3. Means of ensuring that the student assessment methodologies are aligned with the intended learning outcomes.

*Every year in July, meetings are held with programme coordinators, in order to schedule the work required from students throughout the semesters and evaluation periods. The purpose is to distribute student workload throughout time, giving special attention to continuous learning. This timely scheduling allows the student to plan his academic year/semester, enhancing academic achievement. Under the QUC surveys, students should complete a number of specific questions regarding the acquisition and/or development of skills acquired under each QUC, in particular about the development of knowledge and understanding of subject matters, and improvement of the capacity of application of knowledge autonomously and development of critical judgment in their practical application.*

## 2.4. Observações

---

### 2.4 Observações.

*A LEIC-A é atualmente uma licenciatura bem estruturada, com um corpo docente robusto e alunos motivados. Verificou-se uma melhoria significativa do desempenho dos alunos como resultado da última reestruturação. O facto de os alunos que entram na LEIC-A terem atualmente médias elevadas e escolherem a LEIC-A como 1ª opção é também, sem dúvida, um fator importante para o sucesso dos alunos.*

*A LEIC-A tem atualmente uma história de valorização de práticas pedagógicas que tem um impacto real na forma como o curso é ministrado aos alunos. O desempenho dos docentes é monitorizado pelos alunos (através dos QUCs), pelo Núcleo de Desenvolvimento Académico (no caso dos professores em início de carreira) e pelo Conselho Pedagógico (em casos críticos). O desempenho dos alunos é semestralmente sujeito a análise nas reuniões de fecho de semestre, onde estão presentes o coordenador e os responsáveis das UC que foram ministradas, com vista a elogiar práticas e/ou corrigir situações na edição seguinte.*

*A rigidez curricular da LEIC é um dos aspetos que merecia reflexão, mas que é alterado com esta remodelação.*

### 2.4 Observations.

*LEIC-A is currently a well-structured degree with a strong faculty and motivated students. There has been a significant improvement in student performance as a result of the last restructuring. The fact that LEIC-A students currently have high grades and choose LEIC-A as the 1st choice is also undoubtedly an important factor for student success. LEIC-A currently has a history of valuing pedagogical practices that have a real impact on how the course is delivered*

*to students. The performance of the teachers is monitored by the students (through the QUCs), by the Academic Development Center (in the case of early career lecturers) and by the Pedagogical Council (in critical cases). The students' performance is semesterly subject to analysis in the semester closing meetings, where the coordinator and the professors responsible for UCs that have been taught are present, in order to praise practices and / or correct situations in the next edition.*

*The curricular rigidity of LEIC is one of the aspects that deserved reflection, but it is changed with this reorganization.*

### 3. Pessoal Docente

#### 3.1. Docente(s) responsável(eis) pela coordenação do ciclo de estudos.

##### 3.1. Docente(s) responsável(eis) pela coordenação do ciclo de estudos.

**Vasco Miguel Gomes Nunes Manquinho**

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

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

Nome / Name	Categoria / Category	Grau / Degree	Especialista / Specialist	Área científica / Scientific Area	Regime de tempo / Employment link	Informação / Information
Francisco João Duarte Cordeiro Correia dos Santos	Professor Associado ou equivalente	Doutor		ENGENHARIA INFORMÁTICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
José Félix Gomes da Costa	Professor Associado ou equivalente	Doutor		MATEMATICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Ana Maria Severino de Almeida e Paiva	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor		ENGENHARIA INFORMATICA E DE COMPUTADORES	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Ana Bela Ferreira Cruzeiro Zambrini	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor		ANÁLISE MATEMÁTICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
David Pacheco Resendes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		FÍSICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Manuel João Cabral Morais	Professor Associado ou equivalente	Doutor		MATEMATICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
João Agostinho De Oliveira Soares	Professor Associado ou equivalente	Doutor		ENGENHARIA E GESTÃO INDUSTRIAL	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Sílvia Nogueira da Rocha Ravasco dos Anjos	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		MATEMATICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Pedro Filipe Zeferino Tomás	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Eng. Electrotecnica e de Computadores	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Carlos Manuel Ferreira Monteiro	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		ENGENHARIA E GESTÃO INDUSTRIAL	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Arlindo Manuel Limede de Oliveira	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor		ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Maria Cristina Carvalho de Aguiar Câmara	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		MATEMATICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Pedro Miguel Santos Gonçalves Henriques	Professor Associado ou equivalente	Doutor		MATEMATICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Pedro Simões Cristina de Freitas	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor		MATEMATICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Maria Joana Mendes Bordalo Ventura	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		MATEMATICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>

Jan Gunnar Cederquist	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	CIENCIA DE COMPUTADORES	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Maria do Rosário De Oliveira Silva	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	MATEMATICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Maria do Rosário Gomes Osório Bernardo Ponces de Carvalho	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	GESTÃO DE PROJECTOS	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
João Filipe Quintas dos Santos Rasga	Professor Associado ou equivalente	Doutor	MATEMATICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Helena Sofia Andrade Nunes Pereira Pinto	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA INFORMATICA E DE COMPUTADORES	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Sérgio Luís Proença Duarte Guerreiro	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Informática e de Computadores	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Paulo José de Jesus Soares	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	MATEMATICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Manuel Fernando Cabido Peres Lopes	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Fernando José De Carvalho Barão	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	FÍSICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Maria dos Remédios Vaz Pereira Lopes Cravo	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Duarte Nuno Jardim Nunes	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Engenharia Informática e de Computadores	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
João Luís Gustavo de Matos	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA DO TERRITÓRIO	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Nuno João Neves Mamede	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Hugo Ricardo Nabais Tavares	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Matemática	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Gabriel Czerwionka Lopes Cardoso	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Physics	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
José Faustino Fragoso Femenin dos Santos	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Computer Science	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
João Paulo Neves Monteiro dos Santos	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	MATEMATICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Catarina Vilar Campos de Carvalho	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	MATEMATICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Luís Filipe Moreira Mendes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA FISICA TECNOLÓGICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
José Luís Brinquete Borbinha	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA INFORMATICA E DE COMPUTADORES	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Maria Inês Camarate de Campos Lynce de Faria	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA INFORMATICA E DE COMPUTADORES	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Ricardo Jorge Fernandes Chaves	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Secure Comput on Reconfigurable Systems	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
João Manuel Brisson Lopes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA MECANICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Pedro Manuel Moreira Vaz Antunes de Sousa	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Miguel Filipe Leitão Pardal	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA INFORMATICA E DE COMPUTADORES	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Patrícia Conde Muíño	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Física de Partículas	100	<a href="#">Ficha submetida</a>



Francisco Miguel Alves Campos de Sousa Dionísio	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	MATEMATICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Michael Joseph Paluch	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	MATEMATICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Paulo Sérgio De Brito e Silva dos Anjos Lopes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	MATEMATICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Ana Maria Heleno Branquinho de Amaral	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	CIENCIAS DE MATERIAIS	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Nuno Teotónio Viegas Guerreiro Leonardo	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	Física	30	<a href="#">Ficha submetida</a>
Simão Fernandes Correia	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Matemática	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Ana Maria Vergueiro Monteiro Cidade Mourão	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Física	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Luís Manuel Gonçalves Barreira	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Matemática	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Maria Paula Antunes Abrantes Gouveia	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	MATEMATICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
João Fernando Peixoto Ferreira	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Computer Science	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Pedro Ferreira dos Santos	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	MATEMATICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Paulo Luís Serras Lobato Correia	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Ana Maria Santos Ferreira Gorjão Henriques	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Matemática	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Mário Jorge Costa Gaspar da Silva	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
António Manuel Ferreira Rito da Silva	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA INFORMATICA E DE COMPUTADORES	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Jorge Manuel Amaro D' Almeida	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	MATEMATICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Margarida Maria Das Neves Estêvão Baía	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	CIÊNCIAS MATEMÁTICAS	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
David Manuel Martins de Matos	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA INFORMATICA E DE COMPUTADORES	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Luís Miguel Veiga Vaz Caldas de Oliveira	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Luís Pereira de Quintanilha e Mendonça Dias Torres Magalhães	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	MATEMATICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Rodrigo Seromenho Miragaia Rodrigues	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	COMPUTER SCIENCE	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
António José Vieira Bravo	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	MATEMATICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Paulo Alexandre Crisóstomo Lopes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Jacinto Carlos Marques Peixoto do Nascimento	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia e técnicas afins	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Roger Francis Picken	Professor Associado ou equivalente	Doutor	FÍSICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Sofia Marta Lima Naique	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	MATEMATICA	100	<a href="#">Ficha submetida</a>

Sofia De Sá Moutinho Pereira	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Mestre	Psicologia Educacional	100	Ficha submetida
Pedro Alves Martins Rodrigues	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
Alberto Manuel Ramos da Cunha	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Pedro Manuel Agostinho Resende	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
Manuel Gonzalez Scotto	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Estatística e Investigação Operacional (Probabilidades e Estatística)	100	Ficha submetida
Augusto Emanuel Abreu Esteves	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Informática	100	Ficha submetida
João Pedro Faria Mendonça Barreto	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA INFORMATICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Miguel Tribolet de Abreu	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
Francisco Alberto Sena da Silva	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Claudia Martins Antunes	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA INFORMATICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Carlos Manuel Costa Lourenço Caleiro	Professor Associado ou equivalente	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
João Maria da Cruz Teixeira Pinto	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
João Emílio Segurado Pavão Martins	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	INFORMATICA	100	Ficha submetida
Renato Jorge Caleira Nunes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Ernesto José Marques Morgado	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA MECANICA	100	Ficha submetida
Alberto Abad Gareta	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Signal Theory and Communications	100	Ficha submetida
Maria Esmeralda Rodrigues de Sousa Dias	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
António Marques Fernandes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
Pedro Miguel dos Santos Alves Madeira Adão	Professor Associado ou equivalente	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
Fernando Manuel Valente Ramos	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Computer Science and Engineering	100	Ficha submetida
José Manuel da Costa Alves Marques	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	INFORMATICA	100	Ficha submetida
João Luís Gonçalves Dias Ferreira Alves	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
José Alberto Rodrigues Pereira Sardinha	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	INFORMATICA	100	Ficha submetida
Vasco Miguel Gomes Nunes Manquinho	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA INFORMATICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida

**9030**

&lt;sem resposta&gt;

**3.4. Dados quantitativos relativos à equipa docente do ciclo de estudos.****3.4.1. Total de docentes do ciclo de estudos (nº e ETI)****3.4.1.1. Número total de docentes.**

91

**3.4.1.2. Número total de ETI.**

90.3

**3.4.2. Corpo docente próprio do ciclo de estudos****3.4.2. Corpo docente próprio – docentes do ciclo de estudos em tempo integral / Number of teaching staff with a full time employment in the institution.\***

Corpo docente próprio / Full time teaching staff	Nº de docentes / Staff number	% em relação ao total de ETI / % relative to the total FTE
Nº de docentes do ciclo de estudos em tempo integral na instituição / No. of teaching staff with a full time link to the institution:	90	99.667774086379

**3.4.3. Corpo docente do ciclo de estudos academicamente qualificado****3.4.3. 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	Nº de docentes (ETI) / Staff number in FTE	% em relação ao total de ETI* / % relative to the total FTE*
Docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor (ETI) / Teaching staff holding a PhD (FTE):	89.3	98.892580287929

**3.4.4. Corpo docente do ciclo de estudos especializado****3.4.4. Corpo docente do ciclo de estudos especializado / Specialised teaching staff of the study programme**

Corpo docente especializado / Specialized teaching staff	Nº de docentes (ETI) / Staff number in FTE	% em relação ao total de ETI* / % relative to the total FTE*	
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	89.3	98.892580287929	90.3
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	90.3

**3.4.5. Estabilidade do corpo docente e dinâmica de formação****3.4.5. 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	Nº de docentes (ETI) / Staff number in FTE	% em relação ao total de ETI* / % relative to the total FTE*
---	--	--

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	85	94.130675526024	90.3
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	1	1.1074197120709	90.3

## 4. Pessoal Não Docente

### 4.1. Número e regime de dedicação do pessoal não docente afeto à lecionação do ciclo de estudos.

*Os seguintes factos dificultam a identificação dos funcionários não docentes (FND) afetos à lecionação da LEIC-A:*

- a organização do IST prevê a afetação dos FND a departamentos e não a cursos;
- muitos dos funcionários fornecem apoio a um conjunto de cursos e não a um em particular;
- as tarefas de apoio direto à LEIC-A constituem apenas uma parcela do conjunto das suas actividades.

*Uma vez que o funcionamento deste ciclo de estudos depende em larga escala dos serviços do DEI, apresenta-se abaixo uma lista contendo unicamente os funcionários deste departamento que se dedicam à LEIC-A em tempo parcial (TP):*

- Coordenação de serviços académicos- 1 (TP)
- Serviço de apoio aos alunos – 3 (TP)
- Apoio às aulas – 2 (TP)
- Sala de estudo – 2(TP)
- Gestão de Espaços– 2 (TP)
- Apoio administrativo DEI/Coordenação de Curso – 7 (TP)

### 4.1. Number and employment regime of the non-academic staff allocated to the study programme in the present year.

*The exact identification of persons from Administrative Staff that provides support to LEIC-A is difficult since:*

- persons are allocated to Departments and not to the Courses;
- Many of them provide support for a set of courses and not to a specific one;
- administrative support to LEIC-A is only a part of their total activities.

*Since this course working depends largely on the administrative services provided by DEI, a list containing only employees of this department partially dedicated (TP) to LEIC-A is presented:*

- Coordination of academic services-1 (TP)
- Support service for students - 3 (TP)
- Support for classes - 2 (TP)
- Study room - 2 (TP)
- Management of the Spaces-2 (TP)
- Administrative support DEI / Coordination Course - 7 (TP)

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

*A qualificação dos funcionários não-docentes identificados no ponto 4.1 é a seguinte:*

- 9º ano - 2
- 12º ano - 5
- Licenciatura - 3

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

*The school qualifications of the persons from Administrative Staff identified in 4.1 are:*

- 9th grade - 2
- 12th grade - 5
- Bachelor degree - 3

## 5. Estudantes

### 5.1. Estudantes inscritos no ciclo de estudos no ano letivo em curso

---

#### 5.1.1. Estudantes inscritos no ciclo de estudos no ano letivo em curso

##### 5.1.1. Total de estudantes inscritos.

## 5.1.2. Caracterização por género

### 5.1.1. Caracterização por género / Characterisation by gender

Género / Gender	%
Masculino / Male	17
Feminino / Female	83

## 5.1.3. Estudantes inscritos por ano curricular.

### 5.1.3. Estudantes inscritos por ano curricular / Students enrolled in each curricular year

Ano Curricular / Curricular Year	Nº de estudantes / Number of students
1º ano curricular	231
2º ano curricular	217
3º ano curricular	280
	<b>728</b>

## 5.2. Procura do ciclo de estudos.

### 5.2. Procura do ciclo de estudos / Study programme's demand

	Penúltimo ano / One before the last year	Último ano/ Last year	Ano corrente / Current year
N.º de vagas / No. of vacancies	170	170	170
N.º de candidatos / No. of candidates	1093	768	816
N.º de colocados / No. of accepted candidates	170	170	170
N.º de inscritos 1º ano 1ª vez / No. of first time enrolled	206	199	194
Nota de candidatura do último colocado / Entrance mark of the last accepted candidate	171.5	171.5	172
Nota média de entrada / Average entrance mark	179.3	179.3	180.9

## 5.3. Eventual informação adicional sobre a caracterização dos estudantes

### 5.3. Eventual informação adicional sobre a caracterização dos estudantes.

*Dado o contexto pandémico do ano 2020, o início do ano letivo 2020/2021 para os novos alunos no Ensino Superior ficou adiado e, por esse motivo, não existe informação para os indicadores de procura do ciclo de estudos para 2020/2021 à data de recolha de informação.*

### 5.3. Eventual additional information characterising the students.

*Due to the pandemic in 2020, the start for the 2020/2021 new students was delayed. For that reason, there is a delay in getting the information for these indicators for 2020/2021.*

## 6. Resultados

### 6.1. Resultados Académicos

#### 6.1.1. Eficiência formativa.

**6.1.1. Eficiência formativa / Graduation efficiency**

	Antepenúltimo ano / Two before the last year	Penúltimo ano / One before the last year	Último ano / Last year
N.º graduados / No. of graduates	191	187	200
N.º graduados em N anos / No. of graduates in N years*	95	112	127
N.º graduados em N+1 anos / No. of graduates in N+1 years	40	28	22
N.º graduados em N+2 anos / No. of graduates in N+2 years	31	13	16
N.º graduados em mais de N+2 anos / No. of graduates in more than N+2 years	25	34	35

**Pergunta 6.1.2. a 6.1.3.**

**6.1.2. Apresentar relação de teses defendidas nos três últimos anos, indicando, para cada uma, o título, o ano de conclusão e o resultado final (exclusivamente para cursos de doutoramento).**

**NA**

**6.1.2. List of defended theses over the last three years, indicating the title, year of completion and the final result (only for PhD programmes).**

**NA**

**6.1.3. Comparação do sucesso escolar nas diferentes áreas científicas do ciclo de estudos e respetivas unidades curriculares.**

*Ainda no âmbito do QUC está prevista a apresentação dos resultados semestrais de cada UC não só ao coordenador de curso, como também aos presidentes de departamento responsáveis pelas várias UC, em particular os resultados da componente de avaliação da UC que engloba o sucesso escolar. Paralelamente, o coordenador de curso tem ao seu dispor no sistema de informação um conjunto de ferramentas analíticas que permitem analisar e acompanhar o sucesso escolar nas várias UC ao longo do ano letivo.*

*Por ora o QUC apenas está disponível para formações de 1º e 2º ciclo, nos casos de unidades curriculares com funcionamento em regime regular, mas em breve prevê-se o seu alargamento a outras UC/ciclos.*

*Verifica-se habitualmente que o desempenho dos alunos nas UCs de responsabilidade do Departamento de Matemática é mais fraca, existindo honrosas exceções como as UCs de Matemática Discreta e Álgebra Linear. Com base nestes resultados, a coordenação tem a preocupação efetiva de monitorizar a forma como as UCs do DM são leccionadas enquanto decorrem, fazendo sugestões ao corpo docente sempre que se justifique. Existe igualmente a preocupação de procurar garantir a permanência dos docentes do DM e DF que criam maior empatia com os alunos da LEIC-T, embora tal não seja sempre possível.*

**6.1.3. Comparison of the academic success in the different scientific areas of the study programme and the respective curricular units.**

*As part of the QUC system, half yearly results of each course unit must also be submitted not only to the course coordinator, but also to the heads of departments that are responsible for the course units, particularly the results of evaluation of the course unit that comprises academic success. The course coordinator also has a set of analytical tools that allow him/her to analyze and monitor the academic achievement of the diferente course units throughout the academic year.*

*This system is only available for the 1st and 2nd cycles, for regular course units, but it will soon be extended to other course units/cycles.*

*It is usually verified that the performance of the students in the units of responsibility of the Department of Mathematics (DM) is weaker, with honorable exceptions such as the Discrete Mathematics and Linear Algebra UCs. Based on these results, the coordinator has the effective concern of monitoring how the UCs from DM are taught during the semester, making suggestions to the faculty whenever it is justified. There is also a concern to ensure the continued presence of teachers who create greater empathy with LEIC-T students, although this is not always possible.*

**6.1.4. Empregabilidade.**

**6.1.4.1. Dados sobre desemprego dos diplomados do ciclo de estudos (estatísticas da DGEEC ou estatísticas e estudos próprios, com indicação do ano e fonte de informação).**

**Dados oficiais DGEEC \*\*\***

**Total Diplomados 2015 - 2018: 670**

**Total de desempregados com habilitação superior obtida entre 2015 e 2018: 4**

**% de desempregados com habilitação superior obtida entre 2015 e 2018: 0,6%**

**6.1.4.1. Data on the unemployment of study programme graduates (statistics from the Ministry or own statistics and studies, indicating the year and the data source).**

**Official Data from the Ministry \*\*\***

**Total Graduated between 2015 - 2018: 670**

**Total Graduated registered as unemployed between 2015 e 2018: 4**

**% of registered unemployed between 2015 e 2018: 0,6%**

**6.1.4.2. Reflexão sobre os dados de empregabilidade.**

**Os dados da direcção geral de estatísticas da educação e da ciência (DGEEC) relativos aos diplomados inscritos em centros de emprego permitem verificar que a LEIC-A apresenta uma percentagem residual de diplomados recentes em situação de desemprego.**

**6.1.4.2. Reflection on the employability data.**

**Data from the General Services of Statistics of Education and Science (DGEEC) shows that the number of unemployment of LEIC-A graduates is residual.**

## **6.2. Resultados das atividades científicas, tecnológicas e artísticas.**

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

**6.2.1. Centro(s) de investigação, na área do ciclo de estudos, em que os docentes desenvolvem a sua actividade científica / Research Centre(s) in the area of the study programme, where the teachers develop their scientific activities**

<b>Centro de Investigação / Research Centre</b>	<b>Classificação (FCT) / Mark (FCT)</b>	<b>IES / Institution</b>	<b>N.º de docentes do ciclo de estudos integrados/ No. of integrated study programme's teachers</b>	<b>Observações / Observations</b>
INESC-ID	Excellent	IST	33	NA
CAMGSD	Excellent	IST	16	NA
IT	Very Good	IST	8	NA
CEMAT	Very Good	IST	4	NA
LARSys	Excellent	IST	3	NA
LIP	Excellent	IST	3	NA
CEAFEL	Very Good	IST	3	NA
CEGIST	Very Good	IST	2	NA
IPFN	Excellent	IST	1	NA
CENTRA	Excellent	IST	1	NA
CeFEMA	Very Good	IST	1	NA

**Pergunta 6.2.2. a 6.2.5.**

**6.2.2. Mapa-resumo de publicações científicas do corpo docente do ciclo de estudos em revistas internacionais com revisão por pares, livros ou capítulos de livros, ou trabalhos de produção artística, relevantes para o ciclo de estudos.**

<http://www.a3es.pt/si/iportal.php/cv/scientific-publication/formId/cc2dcd44-b413-79c2-aecb-5fd0b07729cc>

**6.2.3. Mapa-resumo de outras publicações relevantes, designadamente de natureza pedagógica:**

<http://www.a3es.pt/si/iportal.php/cv/other-scientific-publication/formId/cc2dcd44-b413-79c2-aecb-5fd0b07729cc>

**6.2.4. Atividades de desenvolvimento tecnológico e artístico, prestação de serviços à comunidade e formação avançada na(s) área(s) científica(s) fundamental(ais) do ciclo de estudos, e seu contributo real para o desenvolvimento nacional, regional e local, a cultura científica e a ação cultural, desportiva e artística.**

**Para além das suas funções de Ensino e I&D, o IST desenvolve atividades de ligação à Sociedade, contribuindo para o desenvolvimento económico e social do País em áreas relacionadas com a sua vocação no domínio da Engenharia, Ciência e Tecnologia. Procura-se estimular a capacidade empreendedora de alunos e docentes, privilegiando a ligação ao tecido empresarial.**

**Os alunos podem participar num conjunto alargado de atividades extracurriculares fomentadas pelas associações de estudantes e com o apoio da Escola. As infraestruturas existentes permitem a prática de atividades culturais, lúdicas e desportivas, as quais assumem um papel importante na vida no IST e contribuem para que a vivência universitária se estenda para além do ensino. O cinema, o teatro, a música, a pintura, o jornalismo, a fotografia e a rádio têm assumido**

*uma importância crescente. A nível desportivo é possível a prática de um vasto conjunto de modalidades, havendo equipas universitárias em várias competições.*

**6.2.4. Technological and artistic development activities, services to the community and advanced training in the fundamental scientific area(s) of the study programme, and their real contribution to the national, regional or local development, the scientific culture and the cultural, sports or artistic activity.**

*In addition to its teaching and R&D functions, IST develops activities of connection to the society, contributing to the economic and social development of the country in areas related to its vocation in the fields of Engineering, Science and Technology. There is an aim to stimulate the entrepreneurial capacity of students and faculty, favouring the existence of links to enterprises.*

*Students can participate in a wide range of extracurricular activities sponsored by student's organizations and with the support of the School. The existing infrastructure allows the exercise of cultural activities, recreational and sports, which play an important role in IST life and contribute to a university experience extending beyond the learning process. Cinema, theatre, music, painting, journalism, photography and radio have assumed increasing importance. In sports, the practice of a wide range of modalities is possible, with university teams involved in various competitions.*

**6.2.5. Integração das atividades científicas, tecnológicas e artísticas em projetos e/ou parcerias nacionais e internacionais, incluindo, quando aplicável, indicação dos principais projetos financiados e do volume de financiamento envolvido.**

*A grande maioria dos docentes da LEIC-A está integrada no INESC-ID, cujo número de projetos é listado a seguir:*

ano	todos	internac.	nacionais
2015	76	22	41
2016	61	21	27
2017	55	19	24
2018	99	13	60
2019	93	17	55

*Montante de financiamento em projetos por ano (em milhares de euros):*

ano	todos	internac.	nacionais
2015	2.912	2.035	643
2016	2.115	1.411	555
2017	2.125	1.088	903
2018	2.699	903	1.410
2019	4.180	985	2.623

*Nota: a coluna "todos" inclui todos os tipos de projetos que decorreram no INESC-ID.*

**6.2.5. Integration of scientific, technologic and artistic activities in projects and/or partnerships, national or international, including, when applicable, the main projects with external funding and the corresponding funding values.**

*The vast majority of LEIC-A faculty members are integrated into INESC-ID. INESC-ID relevant data is listed below:*

*Number of projects running*

year	all	internat.	nacional
2015	76	22	41
2016	61	21	27
2017	55	19	24
2018	99	13	60
2019	93	17	55

*Total amount of funding per year (thousands of euros):*

ano	all	internat.	nacionais
2015	2.912	2.035	643
2016	2.115	1.411	555
2017	2.125	1.088	903
2018	2.699	903	1.410
2019	4.180	985	2.623

*Note: The "all" column includes all types of projects that have taken place in INESC-ID.*



### 6.3. Nível de internacionalização.

#### 6.3.1. Mobilidade de estudantes e docentes

##### 6.3.1. Mobilidade de estudantes e docentes / Mobility of students and teaching staff

	%
Alunos estrangeiros matriculados no ciclo de estudos / Foreign students enrolled in the study programme	3
Alunos em programas internacionais de mobilidade (in) / Students in international mobility programmes (in)	0.2
Alunos em programas internacionais de mobilidade (out) / Students in international mobility programmes (out)	0.4
Docentes estrangeiros, incluindo docentes em mobilidade (in) / Foreign teaching staff, including those in mobility (in)	1.4
Mobilidade de docentes na área científica do ciclo de estudos (out) / Teaching staff mobility in the scientific area of the study (out).	0

#### 6.3.2. Participação em redes internacionais com relevância para o ciclo de estudos (redes de excelência, redes Erasmus).

##### 6.3.2. Participação em redes internacionais com relevância para o ciclo de estudos (redes de excelência, redes Erasmus).

*O IST participa em 6 redes de excelência internacionais, com objetivos diferenciados: CLUSTER (12 das melhores escolas de engenharia da Europa), TIME (54 parceiros, focada em programas duplos/conjuntos; membro do advisory committee), ATHENS (14 parceiros; Formações de curta duração), MAGALHÃES (30 parceiros; rede de cooperação entre a Europa e a América Central e do Sul; tem programa de mobilidade equivalente a Erasmus — mais de 1000 estudantes por ano; membro do follow-up committee), CESAER (rede com mais de 40 parceiros na Europa; rede focada no lobby com a Comissão Europeia; membro do advisory board) e HERITAGE (18 parceiros europeus e da Índia, que visa estimular a cooperação entre as duas regiões). Destacam-se também projetos ICM com Índia, Geórgia, Marrocos, Arménia, Israel, Iraque, África do Sul e Marrocos, projetos Erasmus Plus KA2 com diferentes latitudes do mundo (Nepal, Tailândia, Uzbequistão, etc.) e estudantes recebidos através de Erasmus Mundus Joint Master/PhD Degrees.*

#### 6.3.2. Participation in international networks relevant for the study programme (excellence networks, Erasmus networks, etc.).

*IST is currently involved in 6 international networks with multiple goals: CLUSTER (12 of the best engineering schools in Europe), TIME (54 partners focused on double/joint degrees; member of the advisory committee), ATHENS (14 partners, short training courses), MAGALHÃES (30 partners; cooperation network between Europe and Central and South America. It has mobility programmes equivalent to ERASMUS with over 1000 students per year. Member of the follow-up committee), CEASER (network with over 40 European partners. Focused on lobbying with the EU. Member of the advisory board) and HERITAGE (18 partners from Europe and India with the goal of stimulating the cooperation between both regions). It is important to point out ICM projects with India, Georgia, Morocco, Armenia, Israel, Iraq and South Africa, ERASMUS Plus KA2 with several regions around the globe (Nepal, Thailand, Uzbekistan, etc) and incoming students through Erasmus Mundis Joing Master/PhD degrees.*

### 6.4. Eventual informação adicional sobre resultados.

#### 6.4. Eventual informação adicional sobre resultados.

*A eficiência formativa da LEIC-A melhorou significativamente desde a última avaliação pela A3ES. O número de diplomados em 3 anos ao longo dos últimos anos foi evoluindo de 95 alunos em 2016/2017 para 127 alunos em 2018/2019.*

*Da parte da coordenação é feita a monitorização do desempenho dos alunos ao longo de cada semestre, tendo em conta cada unidade curricular (UC) e o facto de os alunos estarem a frequentar uma UC como 1ª inscrição ou 2ª inscrições. Para as UC do 1º e 2º anos a meta é de 80% de aprovações em 1ª inscrição e para o 3º ano a meta é de 90%. Dada a existência de um número significativo de alunos "não avaliados", estas metas são claramente ambiciosas. A situação de cada UC é analisada face a estas metas na reunião de fecho de cada semestre.*

*A situação de alunos não avaliados suscita alguma preocupação. Alguns alunos não chegam a concluir a componente de avaliação (desistem a meio) mas há outros alunos que não chegam sequer a iniciá-la. O contacto feito com os alunos com fraco rendimento académico tem tido pouco sucesso. A maioria dos alunos não tem interesse em conversar com a coordenação ou com os tutores, e os poucos que o fazem apresentam uma motivação muito baixa para frequentar o curso, estando tipicamente associados problemas de baixa autoestima. Temos procurado sensibilizar a escola para esta problemática, na medida em que nos parece que a sinalização destes alunos é feita tardiamente. Fica igualmente em causa a política de prescrições.*

#### 6.4. Eventual additional information on results.

*The formative efficiency of LEIC-A has improved significantly since the last evaluation by the A3ES. The number of graduates over 3 years over the last few years has evolved from 95 students in 2016/2017 to 127 students in 2018/2019.*

*On the coordination side, the performance of the students is monitored during each semester, taking into account each UC and the fact that the students are attending a UC as 1st registration or 2+ registrations. For the first- and second-year UCs the target is 80% of approvals in 1st registration and for the 3rd year the goal is 90%. Given the existence of a significant number of "not evaluated" students, these goals are clearly ambitious. The situation of each PA is analysed against these goals in the closing meeting of each semester.*

*The situation of "not evaluated" students raises some concerns. Some students do not complete the assessment component (they drop out in the middle) but there are other students who do not even start it. The contact with students with poor academic performance has had little success. Most students have no interest in talking to the coordinator or their tutors. The few who do contact show a very low motivation to attend the course and are typically associated with low self-esteem problems. We have tried to make the school aware of this problem, since it seems to us that the signalling of these students is made late. It also concerns the policy of prescriptions.*

## 7. Organização interna e mecanismos de garantia da qualidade

### 7.1 Existe um sistema interno de garantia da qualidade certificado pela A3ES

7.1. Existe um sistema interno de garantia da qualidade certificado pela A3ES (S/N)?

Se a resposta for afirmativa, a Instituição tem apenas que preencher os itens 7.1.1 e 7.1.2, ficando dispensada de preencher as secções 7.2.

Se a resposta for negativa, a Instituição tem que preencher a secção 7.2, podendo ainda, se o desejar, proceder ao preenchimento facultativo dos itens 7.1.1 e/ou 7.1.2.

*Sim*

7.1.1. Hiperligação ao Manual da Qualidade.

[http://cgq.tecnico.ulisboa.pt/files/sites/76/manualqualidadev03\\_00.pdf](http://cgq.tecnico.ulisboa.pt/files/sites/76/manualqualidadev03_00.pdf)

7.1.2. Anexar ficheiro PDF com o último relatório de autoavaliação do ciclo de estudos elaborado no âmbito do sistema interno de garantia da qualidade (PDF, máx. 500kB).

[7.1.2.\\_r3a\\_leic-a\\_2018\\_19\\_c.pdf](#)

### 7.2 Garantia da Qualidade

7.2.1. Mecanismos de garantia da qualidade dos ciclos de estudos e das atividades desenvolvidas pelos Serviços ou estruturas de apoio aos processos de ensino e aprendizagem, designadamente quanto aos procedimentos destinados à recolha de informação (incluindo os resultados dos inquéritos aos estudantes e os resultados da monitorização do sucesso escolar), ao acompanhamento e avaliação periódica dos ciclos de estudos, à discussão e utilização dos resultados dessas avaliações na definição de medidas de melhoria e ao acompanhamento da implementação dessas medidas.

*Nos últimos anos o IST assumiu como objetivo estratégico da escola o desenvolvimento de um Sistema Integrado de Gestão da Qualidade (SIQuIST), com o objetivo de promover e valorizar a cultura de qualidade desenvolvida no IST com a institucionalização de um conjunto de procedimentos que imprimam a melhoria contínua e o reajustamento, em tempo real, dos processos internos. O modelo abrange as 3 grandes áreas de atuação do IST-Ensino, I&DI, e atividades de ligação à sociedade - assumindo-se como áreas transversais os processos de governação, gestão de recursos e internacionalização da escola. No Ensino estão instituídos vários processos de garantia da qualidade, destacando-se: o Guia Académico, Programa de Tutorado, QUC (subsistema de garantia de qualidade das unidades curriculares), e R3A (Relatórios anuais de autoavaliação) que incluem indicadores decorrentes do desenvolvimento de inquéritos e estudos vários. A funcionar em pleno no 1º e 2º ciclos, está em curso a extensão destes dois últimos ao 3º ciclo.*

7.2.1. Mechanisms for quality assurance of the study programmes and the activities promoted by the services or structures supporting the teaching and learning processes, namely regarding the procedures for information collection (including the results of student surveys and the results of academic success monitoring), the monitoring and periodic assessment of the study programmes, the discussion and use of the results of these assessments to define improvement measures, and the monitoring of their implementation.

*Over the last years, the IST has invested in the development of an Integrated Quality Management System (SIQuIST), with the ultimate purpose of promoting and enhancing the culture of quality developed at the IST, with the institutionalization of a set of procedures leading to continuous improvement and readjustment, in real time, of internal procedures.*

*It covers IST's 3 large areas of action - Teaching, R&DI, and activities reaching out to society – establishing the processes of governance, resource management and internationalization as crosscutting areas.*

*The area "Education" provides several quality assurance processes, among which the Academic Guide, the Tutoring Programme, the QUC (quality assurance sub-system for course units) which include indicators arising from the development of surveys and different studies. It became fully operational for 1st and 2nd cycles and the extension of these two cycles to the 3rd cycle is being analysed.*

### 7.2.2. Indicação da(s) estrutura(s) e do cargo da(s) pessoa(s) responsável(is) pela implementação dos mecanismos de garantia da qualidade dos ciclos de estudos.

*A coordenação e gestão do SIQuIST cabe ao Conselho para a Gestão da Qualidade da instituição (CGQ), o qual é dirigido pelo Presidente do IST, ou pelo membro do CGQ em quem este delegar.*

*Compete ao CGQ, no quadro do sistema nacional de acreditação e avaliação, nos termos da lei e no respeito pelas orientações emanadas pelos órgãos do IST, propor e promover os procedimentos relativos à avaliação da qualidade a prosseguir pelo IST no âmbito das atividades de ensino, I&DI, transferência de tecnologia e gestão, bem como analisar o funcionamento do SIQuIST, elaborar relatórios de apreciação e pronunciar-se sobre propostas de medidas de correção que considere adequadas ao bom desempenho e imagem da Instituição.*

*Para além do Presidente do IST integram o CGQ: um membro do Cons. Científico, um docente e um aluno do Cons. Pedagógico, os Coordenadores da Áreas de Estudos e Planeamento e de Qualidade e Auditoria Interna, e o Presidente da Associação de Estudantes do IST.*

### 7.2.2. Structure(s) and job role of person(s) responsible for implementing the quality assurance mechanisms of the study programmes.

*The SIQuIST is coordinated and managed by the institution's Quality Management Council (CGQ), which is chaired by the President of IST, or by the member of the CGQ to whom he delegates that power.*

*Under the national accreditation and evaluation framework and under the law and in compliance with the guidelines issued by the IST's bodies, the CGQ is responsible for proposing and promoting the procedures regarding the quality evaluation to be pursued by the IST under its activities of teaching, R&DI, technology transfer and management, as well as analysing how the SIQuIST works, elaborating assessment reports and giving an opinion on proposals of corrective measures deemed fit to the sound performance and image of the institution.*

*The CHQ comprises the President of IST, a member of the Scientific Board, a teacher and a student of the Pedagogical Council, the Coordinators of the Planning and Studies and Internal Quality and Audit Offices and the President of Students' Association of IST.*

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

*A avaliação está regulamentada na U. Lisboa (DR, 2 série, nº 192, de 6.10.2014) e pelo Regulamento de Avaliação de Desempenho do IST (DR, 2 série, nº 88, de 8.05.2017) e abrange a actividade dos docentes conforme constante no ECDU.*

*Para actualização e desenvolvimento profissional, os docentes participam de forma regular em acções de formação como por exemplo:*

- \* *Active learning – metodologias ativas em sala de aula*
- \* *Aulas práticas: Oportunidade(s) e desafios*
- \* *Avaliação de trabalhos de grupo – soluções inovadoras*
- \* *Avaliação: Conceitos e práticas*
- \* *Competências de Comunicação e Voz na docência: Conhecer para otimizar*
- \* *Emoções na sala de aula*
- \* *Envolver os alunos nas aulas: Aceitamos o desafio?*
- \* *Estilos de Comunicação (Assertividade) e Inteligência Emocional*
- \* *Feedback e Feedforward na Comunicação Docente-Estudantes*
- \* *Flipped Classroom*
- \* *Formular objetivos de aprendizagem*
- \* *Inteligência Emocional e Soft Skills*
- \* *Mindfull teaching*
- \* *MindMapping para docentes*

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

*The evaluation is regulated by the Universidade de Lisboa (DR, 2 série, nº 192, de 6.10.2014) and by the IST regulation (DR, 2 série, nº 88, de 8.05.2017). The evaluation covers the areas defined in the profession legal Statute for university professors (ECDU).*

*Professors participate regularly in formation initiatives such as the following:*

- \* *Active learning - active classroom methodologies*
- \* *Practical classes: Opportunities and challenges*
- \* *Evaluation of group work - innovative solutions*
- \* *Evaluation: Concepts and practices*
- \* *Communication and Voice Competencies in teaching: Knowing to optimize*
- \* *Emotions in the classroom*
- \* *Involve students in class: Do we accept the challenge?*
- \* *Styles of Communication (Assertiveness) and Emotional Intelligence*
- \* *Feedback and Feedforward in Communication: Teacher-Students*
- \* *Flipped Classroom*
- \* *Formulate Learning Objectives*

- \* *Emotional Intelligence and Soft Skills*
- \* *Mindful teaching*
- \* *Mind Mapping for Teachers*

#### 7.2.3.1. Hiperligação facultativa ao Regulamento de Avaliação de Desempenho do Pessoal Docente.

<https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/units/2482491971449/regulamentos-c5f>

#### 7.2.4. Procedimentos de avaliação do pessoal não-docente e medidas conducentes à sua permanente atualização e desenvolvimento profissional.

*A avaliação do desempenho do pessoal não-docente ocorre no âmbito do Subsistema de Avaliação do Desempenho dos Trabalhadores da Administração Pública (SIADAP). Esta avaliação tem como objectivo o acompanhamento de desenvolvimento profissional, identificação de potencialidades profissionais que devam ser desenvolvidas, o diagnóstico de necessidades de formação e a promoção da progressão na carreira.*

*Nos últimos 3 anos todo o pessoal não-docente afecto ao ciclo de estudos fez formação em inglês. No total a equipa, no seu conjunto, realizou 14 cursos de formação vocacionada para a área de trabalho.*

#### 7.2.4. Procedures for the assessment of non-academic staff performance and measures for their continuous updating and professional development.

*The performance evaluation of the non-academic staff is defined by the Subsystem of performance evaluation of the workers of the public administration (SIADAP). The goal of the evaluation is to foster the professional development, identification of professional skills to be improved, diagnose the needs for further development and career progression. In the last 3 years, all non-academic staff that supports the programme had English classes. Overall, the non-academic staff was involved in 14 professional development courses aligned with their specific areas of work.*

#### 7.2.5. Forma de prestação de informação pública sobre o ciclo de estudos.

*<sem resposta>*

#### 7.2.5. Means of providing public information on the study programme.

*<no answer>*

#### 7.2.6. Outras vias de avaliação/acreditação nos últimos 5 anos.

*A principal fonte de informação para todos os processos de acompanhamento e avaliação periódica dos Ciclos de Estudos é o sistema de informação e gestão Fénix, complementado com informação recolhida através de inquéritos à comunidade académica, e outras fontes externas à instituição quando necessário.*

*O acompanhamento e avaliação periódica dos cursos são feitos através de vários mecanismos, destacando-se os R3A que se traduzem num pequeno documento de publicação anual onde se sintetizam indicadores considerados representativos de três momentos distintos – Ingresso, Processo Educativo e Graduação – que permitem uma visão global e objetiva do curso num determinado ano.*

*Os R3A, a funcionar em pleno no 1º e 2º ciclos estando em curso a extensão ao 3º ciclo, permitem uma visão global e a identificação dos aspetos críticos e constrangimentos de cada curso num dado ano, e deverão estar na base de um relatório síntese anual das atividades das coordenações de curso.*

#### 7.2.6. Other assessment/accreditation activities over the last 5 years.

*The main source of information for all periodic follow-up and assessment processes of the study cycles is the Fenix information and management system, completed with information obtained through academic surveys and other external sources, when necessary.*

*The periodic follow-up and assessment processes of the programmes are carried out through mechanisms described in paragraph 2.2.1, of which the R3A are worth of note, which consist of a small, annually published document that summarizes the indicators deemed representative of three distinct stages – Admission, Educational Process and Graduation – which allow for a global and objective view of the programme in a certain year. Operational in the 1st and 2nd cycles, the R3A allows for a global view and the identification of the critical aspects and constraints of each programme in a certain year and should be the basis for a summary report of the activities of every course coordination board.*

## 8. Análise SWOT do ciclo de estudos e proposta de ações de melhoria

### 8.1 Análise SWOT global do ciclo de estudos

#### 8.1.1. Pontos fortes

*Formação forte em ciências básicas e em ciências da engenharia.*

**Tronco comum alargado conferindo versatilidade nas competências adquiridas.**  
**Capacidade para (auto) aprendizagem ao longo da vida.**  
**Facilidade/Capacidade de adaptação a um leque variado de áreas de atuação.**  
**Capacidade de trabalho individual e em equipa.**  
**Estrutura departamental bem organizada que permite monitorizar e gerir de forma adequada o ciclo de estudos.**  
**Procedimentos próprios para monitorização da qualidade.**  
**Estudos de avaliação de qualidade elaborados com regularidade pelo Gabinete de Estudos e Planeamento (GEP), incluindo o seguimento dos alumni.**  
**Reuniões frequentes com coordenadores de curso para definição de procedimentos/estratégias comuns.**  
**Reuniões de preparação e avaliação de funcionamento do semestre (coordenação do curso, professores e representantes dos alunos).**  
**Sistema Qualidade de Unidades Curriculares (QUC) com auditorias promovidas pelo Conselho Pedagógico a situações de funcionamento inadequado.**  
**Envolvimento dos delegados de curso no processo QUC e participação do responsável pela UC e restante corpo docente na definição de estratégias de melhoria.**  
**Sistema FENIX para uma gestão de informação integrada.**  
**O Regulamento de Avaliação dos Docentes do IST (RADIST) inclui uma componente do desempenho docente.**  
**Excelentes instalações promotoras da interação entre docentes e estudantes.**  
**Salas de aula equipadas com bons meios tecnológicos.**  
**Biblioteca e laboratórios abertos em permanência.**  
**Rede Wireless em todo o campus.**  
**Acesso às instalações gerais do IST (espaços desportivos, cantinas, museus, bibliotecas, secção de folhas): Conjunto de licenças de campus (software) massivamente usadas.**  
**Maior parte dos docentes doutorados e em regime de tempo integral, cobrindo os diversos domínios de atividade/especialidade do ciclo de estudos.**  
**Muitos dos docentes são especialistas nacionais/internacionais nas áreas em que lecionam.**  
**Existência de um serviço administrativo de apoio aos alunos afetos ao ciclo de estudos.**  
**Conjunto de monitores/bolseiros de apoio aos laboratórios que apoiam diretamente os utilizadores.**  
**Excelente base de recrutamento aferida pelas classificações mínimas/média.**  
**Elevada percentagem de alunos que ingressam no curso em 1a opção; Visibilidade que os antigos alunos proporcionam à Escola e ao ciclo de estudos.**  
**Existência de programa de tutorado e mentorado.**  
**Existência de gabinete de apoio ao estudante / apoio psicológico.**  
**Contacto fácil e frequente com os alunos através do sistema FENIX.**  
**Existência de associações e organizações de estudantes AEIST/NEIIST.**  
**Possibilidade de desenvolvimento de um número significativo de atividades extracurriculares (desportivas e culturais).**  
**Boa organização administrativa do IST, com procedimentos claros e divulgados de forma eficaz.**  
**Participação ativa dos alunos na avaliação pedagógica dos docentes, das UC e dos cursos.**  
**Competências dos diplomados reconhecidas pelos empregadores.**  
**Monitorização do sucesso escolar.**

### 8.1.1. Strengths

**Strong background in basic sciences and engineering sciences.**  
**Wide spectrum character of the common part of the curricular structure conferring versatility in the acquired competences.**  
**Capacity for (self) life-learning.**  
**Easiness/Capacity to adapt to a wide spectrum of working areas.**  
**Individual and team work capacity.**  
**Well organized departmental structure allowing the correct assessment and management of the cycle of studies.**  
**Dedicated procedures for quality assessment.**  
**Quality assessment studies regularly carried out by the “Office for Studies and Planning” (GEP), including the follow up of the alumni.**  
**Frequent meetings with course coordinators to implement common procedures/strategies.**  
**Meetings to prepare and evaluate the semesters (course coordinator, professors and students representatives).**  
**Quality assessment system for the course units, with audits promoted by the Pedagogical Council to situations of inappropriate functioning.**  
**Participation of the course delegates in the QUC process and participation of the professor responsible for the course unit and all teaching staff in defining improvement strategies FENIX system for an integrated information management.**  
**The IST by-laws for the evaluation of professors include a component dealing with the quality of the teaching activities.**  
**Excellent facilities that foster interaction between teachers and students.**  
**Classrooms equipped with good technological means.**  
**Library and laboratories open permanently.**  
**Infra-structures for Videoconference.**  
**Campus accessible Wireless Network.**  
**Access to IST facilities (sportive spaces, restaurants, museums, libraries, reproduction of documents).**  
**Widely used set of campus software licenses.**  
**Most lecturers are PhD working full-time, covering the various fields of activity / specialty of the study cycle.**

*Many of the lecturers are national / international specialists in the areas in which they teach.*  
*Existence of an administrative support service for students assigned to the study cycle.*  
*Set of monitors / assistants to support laboratories that directly support users.*  
*Excellent recruitment perspectives based on the grades at entrance.*  
*High percentage of students selecting the course as their first option.*  
*Visibility that alumni give to the school and the cycle of studies.*  
*Existence of the tutoring and mentorate programme.*  
*Existence of the "Service for student support" / psychological support.*  
*Easy and frequent contact with the students through the FENIX system.*  
*Existence of students associations and organizations (AEIST/NEIIST).*  
*Possibility to carry out a significant number of extra-curricular activities (sports and cultural).*  
*IST good administrative organization, with clear and efficiently disclosed procedures.*  
*Active participation of the students in the evaluation of lecturers, UC and courses.*  
*Skills of graduates recognized by employers.*  
*Monitoring of academic success.*

#### 8.1.2. Pontos fracos

*Carácter fundamentalmente regional/local da captação de alunos.*  
*Transmissão de competências muito "balizada" decorrente do ensino de massas.*  
*Pouca oportunidade para incentivar a criatividade.*  
*Dificuldade em compatibilizar os diferentes interesses/ritmos de aprendizagem (ensino de massas). Insuficiência de aptidões transversais.*  
*Desequilíbrio de género.*  
*Dificuldade de implementar mecanismos/procedimentos efetivos que garantam correção de situações anómalas no decorrer do semestre.*  
*Incapacidade de controlar os desvios de assiduidade às aulas: taxas de abandono e reprovação significativas, ainda que inferiores às médias do IST e às médias nacionais.*  
*Salas de aulas que carecem de modernização e de climatização eficiente.*  
*Idade média dos docentes elevada (ainda que inferior à média do IST).*  
*Inexistência de componente de formação pedagógica obrigatória na carreira docente universitária (o IST proporciona formação obrigatória para os novos PAX).*  
*Peso reduzido que o esforço colocado na melhoria do desempenho pedagógico tem na progressão na carreira.*  
*Ensino pouco "personalizado" decorrente do ensino de "massas".*  
*Dificuldade em compatibilizar o grau de exigência e ritmo de transmissão de competências dado o elevado número de alunos.*  
*Rede de transportes públicos que servem o Taguspark.*  
*Comunicação empresas/alunos realizada a nível do IST sem canais diretos no DEI.*  
*Taxa de reprovação ainda com algum significado em algumas UC.*  
*Reduzida internacionalização de parte do corpo docente afeto ao ciclo de estudos.*  
*Reduzida interação com atividades culturais.*

#### 8.1.2. Weaknesses

*Regional/local fundamental character of the students enrolled.*  
*Lack of flexibility innovating in the transmission of competences due to the large number of students.*  
*Not enough chances to incentive creativity.*  
*Difficulties making compatible different interests/learning pace (large numbers of students).*  
*Insufficient soft skills.*  
*Gender imbalance. Difficulty in implementing effective mechanisms / procedures that ensure correction of anomalous situations during the semester.*  
*Inability to control class attendance deviations: significant dropout and disapproval rates, although lower than IST averages and national averages.*  
*Classrooms in need of modernization and efficient air conditioning.*  
*High teaching staff average age (although lower than the IST average).*  
*No compulsory pedagogical training component in the university teaching career (IST provides compulsory training for new PAXs).*  
*The effort put into improving teaching performance has a reduced importance on career progression.*  
*Little "personalized" teaching resulting from the teaching of "masses".*  
*Difficulty in matching the degree of demand and pace of transmission of skills given the high number of students.*  
*Public transport network serving the Taguspark.*  
*Communication companies/students conducted at the IST level without direct channels in DEI.*  
*Significant disapproval rate in some few UC.*  
*Reduced internationalization of the faculty assigned to the study cycle.*  
*Reduced interaction with cultural activities.*

#### 8.1.3. Oportunidades

*Possibilidade de desenvolvimento profissional em áreas multidisciplinares e transversais, tais como energia,*

**telecomunicações, saúde, banca, ambiente e sustentabilidade.**  
**Integração de diferentes áreas de conhecimento e novas tecnologias na engenharia informática.**  
**Procura significativa de profissionais na área de informática.**  
**Reconhecimento social pela engenharia informática portuguesa.**  
**Mercados globais e internacionalização com destaque para o mercado europeu e os mercados emergentes em países de língua portuguesa.**  
**Número elevado de recém-doutorados com grande qualidade intelectual e científica com potencial para assegurarem a eventual renovação do corpo docente.**  
**Possibilidade de envolver em tarefas de docência os investigadores afetos a projetos de investigação.**  
**Tomada de consciência das implicações do tipo de ensino ministrado: “massas” versus “elites”.**  
**Protocolo assinado pela CML e pelo IST para a criação de novos espaços de estudo e de convívio dos estudantes nos espaços adjacentes ao Jardim do Arco do Cego.**  
**Exploração de novas tecnologias de informação.**  
**Integração de maior número de alunos nas atividades de I&D do DEI.**  
**Possibilidade de articular de forma adequada os conteúdos programáticos aos objetivos do exercício da profissão, dado o envolvimento de vários docentes em associações profissionais (OE).**  
**Permanente necessidade de profissionais na área da informática.**  
**Mercados globais e internacionalização.**  
**Maior disponibilidade e interesse das empresas em concorrer a projetos de investigação, inovação e desenvolvimento em parceria com as Universidades.**  
**Mobilização dos alumni ocupando posições relevantes empresas do setor e em associações profissionais no lançamento de atividades associadas ao IST.**

#### 8.1.3. Opportunities

**Possibility of professional development in multidisciplinary and crosscutting areas, such as energy, telecommunications, health, banking, environment and sustainability.**  
**Integration of different areas of knowledge and new technologies in Informatics Engineering.**  
**Significant demand for professionals in Informatics Engineering.**  
**Social recognition by Portuguese Informatics Engineering.**  
**Global markets and internationalization with emphasis on the European market and emergent markets in Portuguese-speaking countries.**  
**A high number of recent PhDs with a high intellectual and scientific quality with the potential to ensure the possible renewal of the faculty.**  
**Possibility of involving in teaching tasks the researchers assigned to research projects.**  
**Awareness of the implications of the type of teaching given: "masses" versus "elites".**  
**Protocol signed by CML and IST for the creation of new spaces for the study and conviviality of students in the spaces adjacent to Jardim do Arco do Cego.**  
**Exploration of new information technologies.**  
**Integration of more students in DEI R&D activities.**  
**Possibility of articulating in an appropriate way the programmatic contents to the objectives of the exercise of the profession, given the involvement of several professors in professional associations (OE).**  
**Permanent need of professionals in the field of computer science.**  
**Global markets and internationalization.**  
**Greater willingness and interest of companies to compete for research, innovation and development projects in partnership with universities.**  
**Mobilization of alumni occupying relevant positions in companies in the IT sector and in professional associations in launching activities associated with IST.**

#### 8.1.4. Constrangimentos

**Redução do financiamento verificado nos últimos anos.**  
**Dificuldades associadas à manutenção, reparação e aquisição de equipamentos, à renovação de espaços e à aquisição de consumíveis.**  
**Dificuldade de renovação do corpo docente e dos funcionários não-docentes.**  
**Redução do número de docentes e o correspondente aumento do rácio aluno/docente.**  
**Dificuldade de adaptação de alguns alunos à realidade do ensino universitário.**  
**Dificuldade de adaptação ao espírito de Bolonha por parte de alguns alunos, que manifestam dificuldade em desenvolver estudo autónomo.**  
**Insuficiente financiamento público para atividades de ensino.**

#### 8.1.4. Threats

**Recent years financing reduction. Difficulties associated with maintenance, repair and acquisition of equipment, space renovation and acquisition of consumables.**  
**Difficulties renovating the teaching and non-teaching staff.**  
**Reduction in the number of lecturers and the corresponding increase in the student/lecturer ratio.**  
**Difficulty of adaptation of some students to the reality of the university system.**

*Difficulty to adapt to the “Bologna Spirit” by some students, showing difficulty to develop autonomous work.  
Insufficient public funding for teaching activities.*

## 8.2. Proposta de ações de melhoria

### 8.2. Proposta de ações de melhoria

#### 8.2.1. Ação de melhoria

*As ações de melhoria a implementar na LEIC-A vão ao encontro do conteúdo do relatório da Comissão de Análise ao Modelo de Ensino e Práticas Pedagógicas do IST (CAMEPP) que como resultado de um estudo exaustivo do quadro atual do IST e diferentes instituições internacionais de elevando prestígio definiu um novo modelo, denominado Técnico2021. O Técnico desencadeou no início de 2018 um processo de reflexão sobre o seu modelo de ensino e práticas pedagógicas, de modo a formar engenheiros mais capazes de antecipar, intervir e responder aos desafios futuros, nomeando para o efeito a CAMEPP. A análise efetuada à realidade interna do Técnico, aos contextos profissionais emergentes e às tendências de educação em engenharia apontaram de forma clara para a necessidade de dotar a Escola de um novo modelo de ensino.*

*O modelo Técnico 2021 assenta nas seguintes traves mestras: (i) formação fundamental com rigor académico, fluência digital e de elevada qualidade.*

*(ii) modelos pedagógicos ativos e que privilegiam a avaliação contínua.*

*(iii) currículos flexíveis, com corresponsabilização dos alunos pelas opções curriculares.*

*(iv) aprendizagem em ambiente colaborativo, interdisciplinar e multicultural, com integração efetiva de contributos de empresas e centros de investigação.*

*(iv) aprendizagem adaptada a contextos de imprevisibilidade, incerteza e de indefinição de objetivos.*

*(v) estímulo da criatividade, inovação e empreendedorismo.*

*(vi) forte exposição ao pensamento societal e ao objetivo de criação de valor.*

*e (vii) adequação entre o modelo de ensino e os recursos humanos, as infraestruturas e a carga horária. A colocação em prática destas ideias pressupõe a implementação de um conjunto definido de medidas que se agrupam em três vertentes: (1) Estrutura curricular, organização e filosofia.*

*(2) Práticas pedagógicas.*

*e (3) Recursos humanos e materiais e modelo de gestão docente.*

#### 8.2.1. Improvement measure

*The improvement actions to be implemented in LEIC-A are in line with the contents of the report of the Commission for Analysis of the Teaching Model and Educational Practices of IST (CAMEPP), as a result of an exhaustive study of the current IST framework and different international elevating prestige defined a new model, called Técnico 2021. At the beginning of 2018, Técnico started a process of reflection on his teaching model and pedagogical practices, in order to train engineers better able to anticipate, intervene and respond to future challenges, naming CAMEPP for this purpose. The analysis of the internal reality of Técnico, the emerging professional contexts and the trends in engineering education clearly pointed to the need to equip the School with a new teaching model.*

*The Técnico 2021 model is based on the following master courses: (i) fundamental training with academic rigor, digital fluency and high quality.*

*(ii) active pedagogical models that favour continuous evaluation.*

*(iii) flexible curricula, with students' co-responsibility for curricular options.*

*(iv) learning in a collaborative, interdisciplinary and multicultural environment, with effective integration of contributions from companies and research centres.*

*(iv) learning adapted to contexts of unpredictability, uncertainty and lack of definition of objectives.*

*(v) stimulation of creativity, innovation and entrepreneurship.*

*(vi) strong exposure to societal thinking and the goal of value creation.*

*and (vii) adequacy between the teaching model and the human resources, infrastructures and workload. The implementation of these ideas presupposes the implementation of a defined set of measures that are grouped into three strands: (1) Curricular structure, organization and philosophy.*

*(2) Pedagogical practices.*

*and (3) Human and material resources and teacher management mode.*

#### 8.2.2. Prioridade (alta, média, baixa) e tempo de implementação da medida

*[Alta] 1. Alteração do funcionamento das aulas teóricas, que deverão passar a fornecer um melhor enquadramento das matérias e exemplos.*

*[Alta] 2. Alteração do funcionamento das aulas práticas, onde trabalham os alunos.*

*as salas onde estas aulas decorrem estão equipadas com mais quadros (em todas as paredes), mesas redondas, etc., de modo a facilitar o trabalho colaborativo.*

*[ALTA] 3. Aumento da flexibilidade curricular, através das seguintes UC opcionais: 30 ECTS equivalente a 6 ECTS HASS (Humanities, Arts and Social Sciences), 12 ECTS Básicas, 12 ECTS Pre-Major*

*[MÉDIA] 4. Projetos/UC em articulação com empresas/Unidades de Investigação.*

*[MÉDIA] 5. “Projeto Capstone/Projeto” (12 ECTS) orientado para o prosseguimento de estudos, com trabalho*



*preferencialmente em equipa.*

**[MÉDIA] 6. UC de formação base mais adaptadas aos cursos/UC de formação base com níveis diferentes de profundidade e complexidade**

**[BAIXA] 8. Reconhecimento curricular de atividades extracurriculares.**

#### 8.2.2. Priority (high, medium, low) and implementation time.

**[HIGH] 1. Changing the functioning of theoretical classes, which should provide a better framework of the subjects and examples.**

**[HIGH] 2. Changing the functioning of the practical classes, where students work; the rooms where these classes take place are equipped with more paintings (on all walls), round tables, etc., in order to facilitate the collaborative work.**

**[HIGH] 3. Increased curricular flexibility, through the following optional UC: 30 ECTS equivalent to 6 ECTS HASS (Humanities, Arts and Social Sciences), 12 Basic ECTS, 12 ECTS Pre-Major**

**[MEDIUM] 4. Projects / UC in conjunction with companies / Research Units.**

**[MEDIUM] 5. "Capstone Project / Project" (12 ECTS) oriented towards the pursuit of studies, preferably working as a team.**

**[MEDIUM] 6. UC training base more tailored to courses / UC training base with different levels of depth and complexity**

**[LOW] 8. Curricular recognition of extracurricular activities**

#### 8.1.3. Indicadores de implementação

*A entrada em vigor e a implementação do novo modelo deverá ser acompanhada por um processo de monitorização contínuo de médio/longo prazo (5/10 anos), de modo a avaliar o impacto e a exequibilidade das alterações introduzidas, e introduzir as correções julgadas necessárias. Por exemplo, afigura-se importante verificar desde logo o sucesso académico dos alunos nas diferentes UC e, em particular, nas UC de base, por forma a perceber se o novo modelo permite de facto melhorar a qualidade do ensino nesse indicador. A monitorização da eficiência formativa é igualmente fundamental, já que é imperativo aumentar de forma significativa a atual taxa e reduzir a taxa de abandono externo. Será também importante aferir periodicamente o grau de satisfação dos alunos (e docentes) com o novo modelo, já que tornar a experiência de aprendizagem no Técnico única e de excelência deve constituir um dos desígnios principais da Escola.*

#### 8.1.3. Implementation indicator(s)

*The entry into force and implementation of the new model should be accompanied by a continuous medium/long term monitoring process (5/10 years) in order to assess the impact and feasibility of the changes introduced, and to introduce the corrections deemed necessary. For example, it is important to check the academic success of the students in the different UCs and, in particular, the basic UCs, in order to see if the new model actually improves the quality of teaching in this indicator. Monitoring of training efficiency is also crucial, as it is imperative to significantly increase the current rate and reduce the rate of external abandonment. It will also be important to periodically assess the degree of satisfaction of students (and teachers) with the new model, since making the learning experience in Técnico unique and of excellence should be one of the main purposes of the School.*

## 9. Proposta de reestruturação curricular (facultativo)

### 9.1. Alterações à estrutura curricular

#### 9.1. Síntese das alterações pretendidas e respectiva fundamentação

*O Técnico estabeleceu como uma das suas prioridades a atualização e adaptação do seu modelo de ensino e práticas pedagógicas aos dias de hoje. Neste contexto desencadeou um processo de análise e reflexão sobre o seu modelo de ensino e práticas pedagógicas, visando definir as linhas orientadoras para uma reorganização da formação na Escola. Em Janeiro de 2018 foi constituída a "Comissão de Análise do Modelo de Ensino e Práticas Pedagógicas" - CAMEPP do IST, mandatada pelos órgãos da Escola, para repensar o modelo de formação pedagógica do IST. Dessa análise resultou um conjunto de medidas relativamente à estrutura curricular, organização, filosofia, e práticas pedagógicas, que estão refletidas no documento PERCIST- "Princípios enquadradores para a reestruturação dos cursos de 1º e 2º ciclo do Instituto Superior Técnico 2122". O PERCIST estabeleceu as linhas gerais para a reestruturação de todos os cursos conferentes de grau de 1º e 2º ciclos do Instituto Superior Técnico (IST) que vão ser implementados em 21-22. As principais medidas que vão ser implementadas e que foram incorporadas na reestruturação dos cursos de 1º e 2º ciclos do IST são aqui apresentadas de forma genérica:*

- *Reconhecimento da importância da formação de base sólida em Ciências de Engenharia;*
- *Alteração para UC de 12, 9, 6 e 3 unidades do Sistema europeu de transferência e acumulação de créditos (ECTS);*
- *Aumento generalizado da flexibilidade curricular a nível de 1º ciclo com a criação de pre-majors (até 12 ECTS), e no 2º ciclo com a oferta de opções livres (18-30 ECTS);*
- *Criação de minors coerentes de 18 ECTS, ao nível do 2º ciclo, numa área de formação complementar e multidisciplinar, que pode ser intra- ou interdepartamental;*

- **Criação/reforço de projetos integradores e interdisciplinares que envolverá trabalho preferencialmente em equipa e podendo ter por base problemas e desafios reais: i) num projeto tipo Capstone ii) numa Unidade de Investigação, ou iii) em ambiente empresarial (UC “Projeto Integrador de 1º ciclo (PIC1));**
- **A nível de 2º ciclo, a dissertação de mestrado poderá ser enquadrável também em uma de três modalidades: i) tese científica, ii) projeto em empresa e ii) projeto CAPSTONE, potenciando a interdisciplinaridade.**
- **Reconhecimento curricular de atividades extracurriculares;**
- **Introdução da formação em Humanidades, Artes e Ciências Sociais (HACS);**
- **Reforço das competências transversais integradas nas unidades curriculares;**
- **Reforço das valências em computação e programação;**
- **Aumento da formação em empreendedorismo e inovação;**
- **Mudança de paradigma de ensino com introdução/reforço de unidades curriculares baseadas em Project-Based Learning, Research-Based Learning, Problem-Based Learning, Client-Based Learning, Hands-on;**

**Informação mais detalhada sobre algum destes aspetos poderá ser disponibilizada e consultada em: Relatório CAMEPP e documento PERCIST.**

### 9.1. Synthesis of the proposed changes and justification.

*Técnico established, as one of its priorities, the reshaping of its teaching model and pedagogical practices to today’s world. In this context, it started a process of analysis and reflection on its teaching model and pedagogical practices, aiming to define the guidelines for a reorganization of the courses curricula and pedagogical model in the School. In January 2018, the “Comissão de Análise do Modelo de Ensino e Práticas Pedagógicas - CAMEPP” was set up, mandated by the School bodies, to rethink the IST’s pedagogical training model. This analysis resulted in a set of measures regarding the curricular structure, organization, philosophy, and pedagogical practices, which are reflected in the document PERCIST “Princípios enquadadores para a reestruturação dos cursos de 1º e 2º ciclo do Instituto Superior Técnico 2122”. PERCIST has established the general guidelines for restructuring all courses of Instituto Superior Técnico (IST), conferring degrees from 1st and 2nd cycles, and that will be implemented in 21-22. The main measures that are going to be implemented, and that were incorporated in IST’s 1st and 2nd cycle courses, are presented here in a generic way:*

*Recognition of the importance of solid training in Engineering Sciences;*

- **Change to UCs of 12, 9, 6 and 3 units of the European credit transfer and accumulation system (ECTS);**
- **Increased of curricular flexibility at the 1st cycle level with the creation of pre-major curricular units (up to 12ECTS), and in the 2nd cycle with curricular units as free options (18-30ECTS);**
- **Creation of coherent minors of 18 ECTS, at the level of the 2nd cycle, in an area of complementary and multidisciplinary training, which can be intra- or interdepartmental;**
- **Creation / reinforcement of integrative and interdisciplinary projects that will involve preferably teamwork and may be based on real problems and challenges: i) in a Capstone project ii) in a Research Unit, or iii) in a business environment (UC “Projeto Integrador de 1st cycle (PIC1));**
- **At the 2nd cycle level, the master’s dissertation may also fit into one of three types: i) scientific thesis, ii) company project and ii) CAPSTONE project, enhancing interdisciplinarity.**
- **Curricular recognition of extracurricular activities;**
- **Introduction of training in Humanities, Arts and Social Sciences (HASS);**
- **Reinforcement of transversal competences integrated in the curricular units;**
- **Reinforcement of computing and programming skills;**
- **Increased training in entrepreneurship and innovation**
- **Changing the teaching paradigm with the introduction / reinforcement of curricular units based on Project-Based Learning, Research-Based Learning, Problem-Based Learning, Client-Based Learning, Hands-on;**

*More detailed information on any of these aspects can be made available and consulted: CAMEPP report and PERCIST document.*

## 9.2. Nova estrutura curricular pretendida (apenas os percursos em que são propostas alterações)

---

### 9.2. Tronco Comum

9.2.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):  
*Tronco Comum*

9.2.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable).  
*Common Branch*

9.2.2. Áreas científicas e créditos necessários à obtenção do grau / Scientific areas and number of credits to award the degree

---

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Optativos / Optional ECTS*	Observações / Observations
Arquitetura e Sistemas Operativos/Architecture and Operating Systems	ASO	24	0	
Interação e Gráficos/Interaction and Graphics	IG	6	0	a) Oferta de 6 ECTS opcionais.
Telecomunicações/Telecommunications	Tele	6	0	
Humanidades, Artes e Ciências Sociais/Humanities, Arts and Social Sciences	HACS	0	6	(*) O elenco das UCs opção é fixado anualmente pelos órgãos competentes do IST.
Físicas e Tecnologias Básicas/ Basic Physics and Technologies	FBas	12	0	
Inteligência Artificial/Artificial Intelligence	IA	18	0	
Lógica e Computação/Logic and Computing	LogComp	12	0	
Matemáticas Gerais/General Mathematics	MatGer	24	0	
Metodologia e Tecnologia da Programação / Methodology and Technologies of Programming	MTP	30	0	a) Oferta 6 ECTS opcionais.
Probabilidades e Estatística/Probability and Statistics	PE	6	0	
Sistemas de Informação/Information Systems	SI	12	0	
Competências Transversais/Crosscutting Skills	CT	3	0	
Engenharia e Gestão das Organizações/ Engineering and Management of Organizations	EGO	3	0	
Todas as áreas científicas do Departamento de Eng <sup>a</sup> Informática / All scientific areas in the Computer Science and Engineering Department	ACDEI	6	0	a) Oferta de mais 6 ECTS opcionais na escolha da Opção 2 (Proj. Capstone)
-	-	0	12	a) Escolher 12 ECTS entre a oferta, dependendo da escolha da Opção 2 (Proj. Capstone).
<b>(15 Items)</b>		<b>162</b>	<b>18</b>	

### 9.3. Plano de estudos

#### 9.3. Plano de estudos - - 1º Ano / 2º Semestre

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

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

9.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:  
1º Ano / 2º Semestre

9.3.2. Curricular year/semester/trimester:  
1 Year / 2 Semester

#### 9.3.3 Plano de estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Elementos de Matemática Discreta / Elements of Discrete Mathematics	LogComp	Semestral	168	T - 28.00; TP - 28.00	6	
Introdução aos Algoritmos e Estruturas de Dados / Introduction to Algorithms and Data Structures	MTP	Semestral	168	T - 35.00; PL - 21.00	6	

Introdução à Arquitetura de Computadores / Introduction to Computer Architecture	ASO	Semestral	168	T - 35.00; PL - 21.00	6
Cálculo Diferencial e Integral II / Differential and Integral Calculus II	MatGer	Semestral	168	TP - 56.00	6
Física I / Physics I	FBas	Semestral	168	T - 28.00; TP - 21.00	6

(5 Items)

### 9.3. Plano de estudos - - 1º Ano / 1º Semestre

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

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

9.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:  
1º Ano / 1º Semestre

9.3.2. Curricular year/semester/trimester:  
1 Year / 1 Semester

#### 9.3.3 Plano de estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Lógica para Programação / Logic for Programming	IA	Semestral	168	T - 35.00; PL - 21.00	6	
Gestão / Management	EGO	Semestral	84	T - 14.00; TP - 10.50	3	
Cálculo Diferencial e Integral I / Differential and Integral Calculus I	MatGer	Semestral	168	TP - 56.00	6	
Introdução à Engenharia Informática / Introduction to Information Systems and Computer Engineering	CT	Semestral	84	S - 21.00	3	
Álgebra Linear / Linear Algebra	MatGer	Semestral	168	TP - 56.00	6	
Fundamentos da Programação / Foundations of Programming	MTP	Semestral	168	T - 35.00; PL - 21.00	6	

(6 Items)

### 9.3. Plano de estudos - - 3º Ano / 2º Semestre

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

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

9.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:  
3º Ano / 2º Semestre

9.3.2. Curricular year/semester/trimester:  
3 Year / 2 Semester

**9.3.3 Plano de estudos / Study plan**

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Sistemas Distribuídos / Distributed Systems	ASO	Semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	
Computação Gráfica / Computer Graphics	IG	Semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	a) UC Opcional para a escolha do Projeto Capstone (Opção 2)
Engenharia de Software / Software Engineering	MTP	Semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	
Compiladores / Compilers	MTP	Semestral	168	T - 28.00; TP - 21.00	6	a) UC Opcional para a escolha do Projeto Capstone (Opção 2)
Projecto Integrador de 1º Ciclo em Engenharia Informática e de Computadores / 1st Cycle Integrated Project in Computer Science and Engineering	ACDEI	Semestral	168	OT - 28.00	6	Opção 1 - o aluno deve realizar as UCs Computação Gráfica e Compiladores
Projeto Capstone / Capstone Project	ACDEI	Semestral	336	OT - 56.00	12	Opção 2 - o aluno deve escolher uma das UCs Computação Gráfica ou Compiladores.

**(6 Items)****9.3. Plano de estudos - - 2º Ano / 1º Semestre**

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

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

**9.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:**  
**2º Ano / 1º Semestre**

**9.3.2. Curricular year/semester/trimester:**  
**2 Year / 1 Semester**

**9.3.3 Plano de estudos / Study plan**

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Programação com Objectos / Object-Oriented Programming	MTP	Semestral	168.0	T - 35.00; PL - 21.00	6.0	
Análise e Síntese de Algoritmos / Analysis and Synthesis of Algorithms	MTP	Semestral	168.0	T - 35.00; PL - 21.00	6.0	
Física II / Physics II	FBas	Semestral	168.0	T - 28.00; TP - 21.00	6.0	
Sistemas Operativos / Operating Systems	ASO	Semestral	168.0	T - 35.00; PL - 21.00	6.0	
Cálculo Diferencial e Integral III / Differential and Integral Calculus III	MatGer	Semestral	168.0	PL - 56.00	6.0	

**(5 Items)**

**9.3. Plano de estudos - - 2º Ano / 2º Semestre**

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

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

**9.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:**  
 2º Ano / 2º Semestre

**9.3.2. Curricular year/semester/trimester:**  
 2 Year / 2 Semester

**9.3.3 Plano de estudos / Study plan**

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Probabilidade e Estatística / Probabilistic and Statistic	PE	Semestral	168	TP - 56.00	6	
Teoria da Computação / Theory of Computation	LogComp	Semestral	168	T - 28.00; TP - 28.00	6	
Interação Pessoa-Máquina / Human-Computer Interaction	IG	Semestral	168	T - 35.00; PL - 21.00	6	
Inteligência Artificial / Artificial Intelligence	IA	Semestral	168	T - 35.00; PL - 21.00	6	
Bases de Dados / Databases	SI	Semestral	168	T - 35.00; PL - 21.00	6	

(5 Items)

**9.3. Plano de estudos - - 3º Ano / 1º Semestre**

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

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

**9.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:**  
 3º Ano / 1º Semestre

**9.3.2. Curricular year/semester/trimester:**  
 3 Year / 1 Semester

**9.3.3 Plano de estudos / Study plan**

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Organização de Computadores / Computer Organization	ASO	Semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	
Aprendizagem / Machine Learning	IA	Semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	
Redes de Computadores / Computer Networks	Tele	Semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	
Análise e Modelação de Sistemas / Systems Analysis and Modeling	SI	Semestral	168	T - 28.00; PL - 21.00	6	

Humanidades, Artes e Ciências Sociais I / Humanity, Arts and Social Sciences I	HACS	Semestral	84	n.a.	3	UC opcional escolhida de um grupo fixado anualmente pelos Órgãos competentes do IST.
Humanidades, Artes e Ciências Sociais II / Humanity, Arts and Social Sciences II	HACS	Semestral	84	n.a.	3	UC opcional escolhida de um grupo fixado anualmente pelos Órgãos competentes do IST.

(6 Items)

## 9.4. Fichas de Unidade Curricular

---

### Anexo II - Lógica para Programação

#### 9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

*Lógica para Programação*

#### 9.4.1.1. Title of curricular unit:

*Logic for Programming*

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

*IA*

#### 9.4.1.3. Duração:

*Semestral*

#### 9.4.1.4. Horas de trabalho:

*168.0*

#### 9.4.1.5. Horas de contacto:

*56.0*

#### 9.4.1.6. ECTS:

*6.0*

#### 9.4.1.7. Observações:

*<sem resposta>*

#### 9.4.1.7. Observations:

*<no answer>*

#### 9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

*ist11990 Maria dos Remédios Vaz Pereira Lopes Cravo T-35, PL-42*

#### 9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

*ist25149 José Alberto Rodrigues Pereira Sardinha PL-42*  
*ist12906 Helena Sofia Andrade Nunes Pereira Pinto PL-84*  
*ist11416 João Emílio Segurado Pavão Martins T-35*  
*Monitores, PL-42*

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

*Com a frequência da disciplina pretende-se que os alunos tenham conhecimento sobre os componentes de uma lógica, e sejam capazes de desenvolver provas no sistema dedutivo. Deverão obter noções sobre o raciocínio automático e ser capazes de desenvolver programas utilizando o paradigma da programação em lógica.*

#### 9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

*The objectives are that the students acquire knowledge about the components of a logic, and be able to carry out proofs in the deductive system. The students will also acquire notions about automatic reasoning and will be able to*

*develop programs in the logic programming paradigm.*

**9.4.5. Conteúdos programáticos:**

*Proposições e argumentos. Componentes de uma lógica. Lógica proposicional (sistema dedutivo). Resolução proposicional. Lógica de primeira ordem (sistema dedutivo). Resolução de primeira ordem. Programação em lógica. PROLOG.*

**9.4.5. Syllabus:**

*Propositions and arguments. Components of a logic. Propositional logic (deductive system). Propositional resolution. First order logic (deductive system). First order resolution. Logic Programming. PROLOG.*

**9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular**  
*Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos estes objetivos são cobertos pelos vários pontos dos conteúdos programáticos.*

**9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.**

*Considering the objectives of this UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (described in 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes (described in 9.4.4).*

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

*A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos nas aulas teóricas e na sua aplicação nas aulas de problemas.*

*Avaliação:*

- *Avaliação contínua nas aulas práticas*
- *1 Projeto de programação em PROLOG*
- *1 Exame*

*A componente de avaliação contínua terá um peso  $\geq 40\%$*

**9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

*Continuous assessment in practical classes*

*1 Programming Project*

*1 Exam*

*The continuous evaluation component will have a weight  $\geq 40\%$*

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

*A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos nas aulas teóricas e na sua aplicação nas aulas de problemas. Em todas as aulas de problemas existirá um pequeno exercício de avaliação que permite aos alunos aferir os seus conhecimentos sobre o tópico abordado na aula. Esta abordagem permitirá atingir completamente os objetivos, exceto no que diz respeito à componente de programação.*

*No que diz respeito à capacidade de desenvolver programas utilizando o paradigma da programação em lógica, para além do anteriormente referido, existirá um projeto de programação que permitirá aos alunos aplicar os seus conhecimentos de Prolog na resolução de um problema substancialmente mais complexo do que os pequenos problemas resolvidos nas aulas.*

**9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

*The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.*

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

*Lógica e Raciocínio, João P. Martins , 2014, College Publications / Série de Cadernos de Lógica e Computação*

**Anexo II - Compiladores**

**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Compiladores*



**9.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Compilers*

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

*MTP*

**9.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**9.4.1.4. Horas de trabalho:**

*168.0*

**9.4.1.5. Horas de contacto:**

*49.0*

**9.4.1.6. ECTS:**

*6.0*

**9.4.1.7. Observações:****9.4.1.7. Observations:****9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):**

*David Manuel Martins de Matos (ist13500), T - 56*

**9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:**

*Alberto Abad Gareta (ist90700), TP - 42*

*Jan Gunnar Cederquist (ist24691), TP - 42*

*Monitores, TP - 126*

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

*Aquisição de conceitos sobre a definição de linguagens de programação. Obtenção de conhecimentos sobre os métodos de análise (front-end) e síntese (back-end) mais usados pelos compiladores. Especificação lexical e sintáctica, bem como a análise semântica das linguagens de computação, com especial ênfase nas linguagens de programação. Desenvolver um compilador para uma linguagem de programação simples que gere código máquina executável.*

**9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*Introductory course in compiler design with emphasis on deterministic language analysis and code generation, as well as the development process and its tools.*

*Specification of lexical, syntactic and semantic analysis, using specific tools; understand the principles used by those parsers; develop a compiler that parses a given language and produces executable code; apply these concepts and tools to other related problems requiring deterministic analysis.*

**9.4.5. Conteúdos programáticos:**

*Ambiente de desenvolvimento Unix: ferramentas gcc, gdb, cvs, make, lex e yacc.*

*Linguagens regulares e análise léxica: modelação do reconhecimento de frases, em analisadores léxicos, por autómatos finitos (deterministas e não-deterministas).*

*Linguagens livres de contexto: gramáticas livres de contexto, árvores de derivação, autómatos finitos com pilha, analisadores sintáticos descendentes LL(1), e ascendentes LR(0)/SLR(1)/LALR(1).*

*Gramáticas atributivas e avaliação de atributos.*

*Tratamento e recuperação de erros, análise semântica estática e dinâmica: erros gramaticais, manipulação de identificadores, tipificação e árvores de activação.*

*Geração de código intermédio em árvores abstractas e código postfix.*

*Tópicos de geração e optimização de código final para máquinas "load and store".*

**9.4.5. Syllabus:**

*Unix programming environment: gcc, gdb, cvs, make, lex and yacc tools.*

*Regular languages and lexical analysis: modeling sentence recognition with finite automata (non-deterministic and deterministic).*

*Context free languages: context free grammars, derivation trees, stack finite automata, descendent parsers LL(1) and bottom-up parsers LR(0)/ SLR(1) / LALR(1).*

*Attribute grammars and attribute evaluation.*

*Error treatment and recovery, semantic analysis.*

*Intermediate code generation of abstract trees and postfix code.*

*Topics of final code generation and optimization for "load and store" machines.*

**9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular**  
*Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5., visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.*

**9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.**

*Considering the objectives of this UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (described in 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes (described in 9.4.4).*

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

*Projeto: 50%, com nota mínima de 9,5 valores, realizado em 3 entregas (inicial, intermédia e final) com teste prático final individual.*

*Exercícios de laboratório: 50%, com nota mínima de 9,5 valores.*

*O processo de avaliação é o mesmo para todos os alunos, incluindo trabalhadores-estudantes.*

*Em época especial os exercícios de laboratório são substituídos por um exame de 180min.*

**9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

*Project: 50%, minimum grade 9.5, with 3 deliveries (initial, intermediate and final) and individual applied final quiz.*

*Laboratory exercises: 50% , minimum grade 9.5.*

*All students are evaluated by the same criteria.*

*A 180 min. quiz replaces the laboratory in the special season (época especial).*

**9.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.**  
*A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.*

**9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

*The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.*

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

*Compilers: Principles, Techniques, & Tools (2nd Edition), Alfred V. Aho, Monica S. Lam, Ravi Sethi, Jeffrey D. Ullman , 2006, Pearson; Compiladores - da Teoria à Prática, Pedro R. Santos, Thibault Langlois, 2014, FCA*

## **Anexo II - Introdução aos Algoritmos e Estruturas de Dados**

**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Introdução aos Algoritmos e Estruturas de Dados*

**9.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Introduction to Algorithms and Data Structures*

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

*MTP*

**9.4.1.3. Duração:*****Semestral*****9.4.1.4. Horas de trabalho:*****168.0*****9.4.1.5. Horas de contacto:*****56.0*****9.4.1.6. ECTS:*****6.0*****9.4.1.7. Observações:*****<sem resposta>*****9.4.1.7. Observations:*****<no answer>*****9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):*****Pedro Miguel dos Santos Alves Madeira Adão (ist14151), T-70*****9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:*****Francisco João Duarte Cordeiro Correia dos Santos (ist25308), PL - 84  
Luís Jorge Brás Monteiro Guerra e Silva (ist14070), PL - 63  
Monitores, PL - 63*****9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):*****Ganhar conhecimentos de programação numa linguagem imperativa. Adquirir conhecimentos sobre algoritmos básicos de ordenação e procura. Saber seleccionar, criar e utilizar estruturas de dados elementares. Saber projectar algoritmos iterativos e recursivos, para a resolução de problemas. Saber analisar a complexidade dos algoritmos utilizados para resolver um dado problema por forma a poder escolher aqueles que sejam mais eficientes.*****9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:*****Learn to program using an imperative language, understanding the syntax and semantics of the language ANSI C. Learn basic sorting and searching algorithms. Learn to choose, create and use data structures suitable to the problems in question. Learn to develop iterative and recursive algorithms. Acquire notions of the complexity of the algorithms applied to solve a given problem in order to choose those that are more efficient.*****9.4.5. Conteúdos programáticos:*****Introdução à programação imperativa e à linguagem de programação C. Introdução ao estudo da eficiência de algoritmos. Algoritmos de ordenação elementares e avançados: inserção directa, selecção directa, bubblesort, quicksort, fusão binária, heapsort, shellsort, counting sort e radix sort. Tipos de dados: pilhas, filas de espera, filas de prioridade, amontoados, árvores. Implementações vectoriais e dinâmicas. Árvores binárias de pesquisa. Árvores de pesquisa equilibradas. Tabelas de dispersão. Resolução de colisões por encadeamento e por endereçamento aberto. Endereçamento linear, quadrático e dispersão dupla.*****9.4.5. Syllabus:*****Introduction to imperative programming and to the C programming language. Introduction to algorithm complexity. Sorting algorithms: direct sort, selection sort, bubblesort, quicksort, mergesort. Data types: stacks, queues, priority queues and heaps. Searching in trees. Dynamic data structures. Binary trees. Balanced binary trees. Hash tables. Collision resolution by chaining and open addressing. Double hashing.*****9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular*****Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4., qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5., visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.*****9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.**

**Considering the objectives of this UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (described in 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes (described in 9.4.4).**

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

**Exame (60%) + 2 Projectos Individuais + 1 Teste Prático (40%).**

**9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

**Exam (60%) + 2 Individual Projects + 1 Practical Test (40%).**

**9.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular. A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.**

**9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

**The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.**

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

**Algorithms in C, Robert Sedgewick, 1997, Addison-Wesley Publishing Company; The C Programming Language, , Brian W. Kernighan, Dennis Ritchie, 1988, Prentice Hall; Introduction to Algorithms, T. Cormen, C. Leiserson, R. Rivest e C. Stein, 2001, McGraw Hill e MIT Press**

**Anexo II - Introdução à Arquitetura de Computadores**

**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

**Introdução à Arquitetura de Computadores**

**9.4.1.1. Title of curricular unit:**

**Introduction to Computer Architecture**

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

**ASO**

**9.4.1.3. Duração:**

**Semestral**

**9.4.1.4. Horas de trabalho:**

**168.0**

**9.4.1.5. Horas de contacto:**

**56.0**

**9.4.1.6. ECTS:**

**6.0**

**9.4.1.7. Observações:**

**<sem resposta>**

**9.4.1.7. Observations:**

**<no answer>**

**9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):**

**ist14022 - Rodrigo Seromenho Miragaia Rodrigues - T-70**

**9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:**

*ist146645 - Pedro Filipe Zeferino Tomás - PL-126*

*ist23775 - Paulo Alexandre Crisóstomo Lopes - PL-63*

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

*Os alunos deverão dominar os conceitos básicos e o funcionamento geral de um computador, a estrutura material que permite a execução de programas. Deverão conseguir descrever o funcionamento dos elementos básicos, processador, sistema de memória e sistema de entradas e saídas, e sua interação. Em particular, devem ser capazes de compreender a estrutura interna de um processador e o processo de execução das instruções.*

**9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*Students should master the basic concepts and general operation of a computer, the physical structure supporting the execution of programs. They should be able to describe the operation of the basic elements of a computer: the processor, the memory system and the input/output system, and their interactions. In particular, they should be able to understand the internal structure of a processor and the process of instruction execution.*

**9.4.5. Conteúdos programáticos:**

*Introdução e visão global: perspectiva histórica; organização interna de um computador. Representação digital da informação: bases de numeração; operações aritméticas em binário e hexadecimal; códigos numéricos e alfanuméricos. Circuitos combinatórios: introdução à álgebra de Boole; portas lógicas básicas; descodificadores; multiplexadores. Circuitos sequenciais: registos e bancos de registos; memórias; separação entre circuito de dados e circuito de controlo. Conjunto de Instruções (ISA): instruções típicas; modos de endereçamento; pilha e rotinas; interrupções. Arquitetura de um processador: ciclo básico das instruções, noção de contador de programa e de endereço; estrutura interna de um processador; codificação de instruções; bits de estado; registos especiais; unidade de dados; banco de registos; unidade lógica e aritmética (ALU); unidade de controlo; análise da execução de instruções. Sistema de memória: endereçamento; caches; noções básicas de memória virtual; Entradas/saídas*

**9.4.5. Syllabus:**

*Introduction and overview: historical perspective; internal organization of a computer. Representation of digital information: numeric bases; binary and hexadecimal arithmetic operations; numeric and alphanumeric codes. Combinatory circuits: introduction to Boolean algebra; basic logic gates; decoders; multiplexers. Sequential circuits: registers and register-banks; memories; separation between datapaths and control units. Instruction set architecture (ISA): typical instructions; addressing modes; stack and routines; interrupts. Architecture of a processor: basic instruction cycle; notion of program counter and address; internal structure of a processor; instruction encoding; flags; special registers; datapath; register-bank; arithmetic logic unit (ALU); control unit; analysis of instruction execution. Memory system: addressing; caches; basic notions of virtual memory. Inputs/outputs.*

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

*Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4., qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5., visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.*

**9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.**

*Considering the objectives of this UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (described in 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes (described in 9.4.4).*

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

*Teórica (dois testes, 30% cada), com nota mínima: 8,5. Projeto e laboratórios (40%), com nota mínima: 8,5*

**9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

*Written exam component (two tests, 25% each), minimum grade: 8.5 out of 20. Project and laboratory classes (50%), minimum grade: 8.5 out of 20.*

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

*A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas práticas e de laboratório e projetos de programação. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.*

**9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

*The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.*

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

*Arquitectura de Computadores: dos Sistemas Digitais aos Microprocessadores, G. Arroz, J. Monteiro, A. Oliveira, 2009, IST Press, 2ª Edição, ISBN: 978-972-8469-54-2; Arquitectura de Computadores, J. Delgado, C. Ribeiro, 2014, FCA, 5ª Edição, ISBN: 978-972-722-789-1*

**Anexo II - Teoria da Computação****9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Teoria da Computação*

**9.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Theory of Computation*

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

*LogCom*

**9.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**9.4.1.4. Horas de trabalho:**

*168.0*

**9.4.1.5. Horas de contacto:**

*56.0*

**9.4.1.6. ECTS:**

*6.0*

**9.4.1.7. Observações:**

*<sem resposta>*

**9.4.1.7. Observations:**

*<no answer>*

**9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):**

*Carlos Manuel Costa Lourenço Caleiro (98 horas lectivas)*

**9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:**

*<sem resposta>*

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

*Aprender a trabalhar com modelos computacionais comuns: autómatos finitos, autómatos de pilha e máquinas de Turing. Entender e saber utilizar os conceitos de maquinismo, linguagem formal, gramática, recursos computacionais. Compreender e aprofundar os conceitos de "tarefa" algorítmica e de "tarefa" não algorítmica. Conhecer os limites para "tarefas" algorítmicas e recursos computacionais envolvidos numa computação. Entender a computação como conceito físico-matemático e não como conceito puramente matemático.*

**9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*Learn how to work with the notions of Turing machine, computation and computational resource. Understand the meaning of algorithmic and non-algorithmic "task". Know the limits of algorithmic "tasks". Understand computation as a physical-mathematical concept and not as a purely mathematical concept.*

**9.4.5. Conteúdos programáticos:**

*Autómatos finitos determinísticos e não determinísticos. Linguagens e gramáticas regulares, expressões regulares. Autómatos de pilha. Linguagens e gramáticas livres de contexto. Lemas de bombagem. Hierarquia de Chomsky. Máquinas de Turing determinísticas e não determinísticas. Funções computáveis. Linguagens reconhecíveis e decidíveis. Postulado de Church-Turing. Propriedades de fecho das linguagens decidíveis e reconhecíveis. Conjuntos e cardinalidade. Representação canónica de máquinas de Turing. Existência de linguagens indecidíveis. Indecidibilidade do problema da terminação (introdução à técnica da diagonalização). Reduções computáveis. Teorema de Rice e aplicações. Teorema da recursão e vírus auto-replicáveis. Recursos computacionais. Classes de complexidade: P, PSPACE, NP, EXPTIME. Relações estruturais. Teorema de Savitch. Reduções polinomiais. P versus NP e linguagens NP-completas. Teorema de Cook-Levin. Teoremas de hierarquia. Separação de classes de complexidade.*

**9.4.5. Syllabus:**

*Deterministic and non-deterministic automata. Regular languages, grammars, and expressions. Push-down automata. Context-free languages and grammars. Pumping lemmata. The Chomsky hierarchy. Deterministic and non-deterministic Turing machines. Computable functions. Decidable and recognizable languages. The Church-Turing thesis. Sets and cardinality. Canonical representation of Turing machines. Undecidable languages. Undecidability of the halting problem (introduction to the technique of diagonalization). Computable reductions. Rice's theorem and applications. The recursion theorem and viruses. Computational resources. Complexity classes: P, PSPACE, NP, EXPTIME. Structural relations. Savitch theorem. Polynomial reductions. P versus NP and NP-completeness. The Cook-Levin theorem. Hierarchy theorems. Separation of complexity classes.*

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

*Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4., qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5., visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.*

**9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.**

*Considering the objectives of this UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (described in 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes (described in 9.4.4).*

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

*Exame/testes, possivelmente com nota mínima, complementado com componente de avaliação contínua.*

**9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

*Exam/tests, possibly with minimum grade, complemented with continuous evaluation components.*

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

*A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.*

**9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

*The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.*

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

*Introduction to the Theory of Computation, Michael Sipser, 2006, Second Edition, International Edition, Thomson Course Technology.; Teoria da Computação, C.Caleiro, F.M. Dionísio, P.Gouveia, J.Ramos, J. Rasga, 2018, notas de apoio, DMIST; Introduction to Automata Theory, Languages and Computability, J. Hopcroft, R. Motwani, J. Ullman, 2001, 2nd edition, Addison-Wesley Longman; Theoretical Computer Science: Introduction to Automata, Computability, Complexity, Algorithmics, Randomization, Communication, and Cryptography., J. Hromkovič, 2003, Springer,*

**Anexo II - Álgebra Linear****9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Álgebra Linear*

**9.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Linear Algebra*

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

*MatGer*

**9.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**9.4.1.4. Horas de trabalho:**

*168.0*

**9.4.1.5. Horas de contacto:**

*56.0*

**9.4.1.6. ECTS:**

*6.0*

**9.4.1.7. Observações:**

*<sem resposta>*

**9.4.1.7. Observations:**

*<no answer>*

**9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):**

*ist12816, José Manuel Vergueiro Monteiro Cidade Mourão, 0h*

**9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:**

*ist12366, Maria Esmeralda Rodrigues de Sousa Dias, 168h*

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

*Domínio do cálculo matricial e de métodos para resolver sistemas de equações lineares. Domínio de espaços vetoriais e de transformações lineares. Estudar formas canónicas de matrizes, valores e vetores próprios e valores singulares. Estudar exemplos de aplicações.*

**9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*Master matrix calculus and methods for solving systems of linear equations. Learn about vector spaces and linear transformations. Study canonical forms of matrices, eigenvectors, eigenvalues and singular values. Study applications of the previous subjects.*

**9.4.5. Conteúdos programáticos:**

*Métodos de eliminação de Gauss e Gauss-Jordan. Aplicação à solução de sistemas lineares. Matrizes. Matrizes inversas. Determinantes.*

*Definição e exemplos de espaços vetoriais. Conjuntos linearmente independentes.*

*Transformações Lineares. Núcleo e imagem de uma transformação linear. Espaço de soluções de uma equação linear. Valores e vetores próprios. Multiplicidade algébrica e geométrica. Forma canónica de Jordan. Exemplos de aplicações (e.g. sistemas de equações diferenciais ordinárias lineares com coeficientes constantes, estabilidade de sistemas dinâmicos lineares, cadeias de Markov, algoritmo de PageRank).*

*Definição de produto interno. Ortogonalização de Gram-Schmidt. Método dos quadrados mínimos.*

*Teorema espectral. Transformações ortogonais, unitárias, hermitianas. Decomposição em valores singulares de uma transformação entre espaços euclidianos. Classificação das formas quadráticas reais.*

**9.4.5. Syllabus:**

*Gauss and Gauss-Jordan elimination applied to the solution of linear systems. Matrices, inverse matrices and determinants.*

*Definition and examples of vector spaces. Linearly independent sets.*

*Linear transformations. Nullspace (kernel) and range of a linear transformation. Solution space of a linear equation. Eigenvectors and eigenvalues. Algebraic and geometric multiplicity of an eigenvalue. Jordan canonical form.*



*Applications (e.g. systems of linear ordinary differential equations with constant coefficients, stability of linear dynamical systems, Markov chains, PageRank algorithm).*

*Inner product spaces. Gram-Schmidt orthogonalization. The least squares method.*

*Spectral theorem. Orthogonal, unitary and hermitean linear transformations. Singular value decomposition of a linear transformation between euclidean spaces. Classification of quadratic forms.*

9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular  
*Os conteúdos indicados correspondem a conceitos e técnicas de Álgebra Linear. Para além da aquisição desses conhecimentos, esta matéria presta-se, através da combinação dos diferentes tópicos e das suas interligações, à formulação de problemas bastante variados cuja resolução requer a utilização de ferramentas de álgebra linear de uma forma criativa.*

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

*The topics to be covered correspond to concepts and methods of Linear Algebra. Besides learning those topics the student is encouraged to use a combination of different methods and of their interrelations to formulate problems whose solution requires the creative application of tools from Linear Algebra.*

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

*As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas e por projectos, reforçando-se a componente prática, a aprendizagem activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante. O modelo de avaliação incorpora exame/testes, possivelmente com nota mínima, complementado com componente de avaliação contínua e/ou provas orais para classificações maiores de 17 valores.*

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

*The teaching methodologies aim to promote learning based on problem solving and projects, reinforcing the practical component, active learning, autonomous work and student accountability. The assessment model incorporates exam/tests, possibly with minimum grade, complemented with continuous evaluation components and oral evaluation for grades above 17 (out of 20).*

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

*A colocação e resolução de problemas, o desenvolvimento do trabalho autónomo e uma aprendizagem activa por parte do estudante implicam necessariamente que este tenha adquirido ao longo do curso um domínio seguro e dinâmico dos conceitos e técnicas leccionados, sendo capaz de os relacionar e utilizar em diferentes contextos.*

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

*The formulation and solution of problems, the practice of autonomous work and active learning by the student imply that he has acquired throughout the course a solid and dynamic understanding of the concepts and techniques taught, being able to relate and use them in different contexts.*

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

\* *Linear Algebra and its applications, D. Lay, S. Lay, and J. McDonald, 2016, (5th edition), Pearson Education.;*

\* *Linear Algebra, J. Hefferon, 2017, (3rd edition), Saint Michael's College;*

\* *Álgebra Linear como Introdução à Matemática Aplicada, L. Magalhães, 1998, (8ª edição), Texto Editora;*

\* *Introduction to Linear Algebra, G. Strang, 2016, (5th edition), Wellesley-Cambridge Press;*

\* *Linear Algebra, S. Friedberg, A. Insel and L. Spence, 2003, (4th edition), Pearson Education.*

## Anexo II - Bases de Dados

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

*Bases de Dados*

9.4.1.1. Title of curricular unit:

*Databases*

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

*SI*

9.4.1.3. Duração:

*Semestral*

**9.4.1.4. Horas de trabalho:****168.0****9.4.1.5. Horas de contacto:****56.0****9.4.1.6. ECTS:****6.0****9.4.1.7. Observações:****<sem resposta>****9.4.1.7. Observations:****<no answer>****9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):****Mário Jorge Costa Gaspar da Silva (ist124073), T - 70****9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:****Pedro Manuel Moreira Vaz Antunes de Sousa (ist12951), PL - 63  
Monitores, PL - 84****9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

***A disciplina faz uma introdução à concepção e análise de bases de dados. O curso foca no modelo relacional, cobrindo o desenho lógico das bases de dados (desenho do esquema) e sua implementação, bem como os sistemas de gestão de transações. Alguns aspetos de gestão de informação não estruturada e semiestruturada serão também abordados. A disciplina tem como objetivo expor os alunos aos conceitos básicos necessários no desenho e concepção de um sistema de informação, assim como o desenvolvimento de competências transversais para a sua realização no âmbito de um projeto em equipa.***

**9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

***The course introduces students to database design and analysis. The focus is on the relational model, covering the logical design of databases (schema design) and implementation, and transaction processing systems. Aspects of unstructured and semi-structured data management, decision support and data mining systems will also be covered. The objective of this course is to expose the student to the basic concepts involved in designing and building an information system, and to practical information systems applications design through a team-based project.***

**9.4.5. Conteúdos programáticos:**

***Principais características dos sistemas de bases de dados, sua arquitetura e processo de desenvolvimento. Modelação de informação. Modelos Entidade-Associação e Relacional. Conversão de modelos E-A em relacionais. Linguagens para interrogação de bases de dados. Álgebra e Cálculo Relacionais. SQL. Restrições de Integridade. Integridade referencial. Integridade em SQL. Triggers. Arquitetura de aplicações de bases de bases de dados e sua programação. Stored Procedures. Normalização de dados. Teoria das Dependências. Formas Normais, Decomposição e normalização de esquemas relacionais. Estruturas de Indexação: Árvore B+. Índices Hash. Índices Bitmap. Processamento e Recuperação de Transações em SQL. Segurança e Controlo de Acesso em Bases de Dados. Dados complexos e XML. Sistemas de apoio à decisão. Data warehousing. OLAP. Métodos de prospecção de dados. Modelos de pesquisa e indexação de texto. Avaliação de sistemas de recuperação de informação.***

**9.4.5. Syllabus:**

***Introduction to database management systems. The relational model. Database systems architecture. Data modeling. The entity-relationship model. Conversion of Entity-Relationship models into relational models. Database query languages. Relational algebra. Database manipulation language. SQL. Views in SQL. Integrity constraints. Triggers. Architecture and programming of database applications. Stored procedures. Data normalization. Dependency theory. Normal forms. Relational schema decomposition and normalisation. Indexing structures. B-trees. Hash and Bitmap***

***indexes. Transaction processing. Transaction recovery. Transactions in SQL. Security and Access control of databases. Complex and XML data management. Decision Support Systems. Data warehousing. OLAP. Data mining. Text search and indexing models. Information retrieval systems evaluation.***

**9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular**  
***Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4., qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5., visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.***

**9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.**  
***Considering the objectives of this UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (described in 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes (described in 9.4.4).***

**9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**  
***40% Projeto (P) com 2 entregas (P1, P2) + 60% Exame final (E)***  
***Nota final:  $0.2xP1 + 0.2xP2 + 0.6xE$***   
***Nota mínima: 9,5 valores para a média do projeto (P) e 9,5 valores para o exame (E)***  
***Trabalhador-estudante (reconhecido): tem de desenvolver o projeto, pode optar o fazer individualmente***

**9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):**  
***40% Class Project (P) with two parts (P1, P2) + 60% Final Exam (E) ;***  
***Final Grade:  $0.2xP1 + 0.2xP2 + 0.6xE$***   
***Minimum Grade: 9,5 on (P) and 9,5 on (E)***  
***Working-Students (must be formally recognised as such): must complete the project but may develop it individually.***

**9.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.**  
***A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.***

**9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**  
***The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.***

**9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**  
***Database System Concepts 7th Edition, Abraham Silberschatz, Henry Korth, S. Sudarshan , 2020 , McGraw-Hill - ISBN-10: 0073523321***

## **Anexo II - Cálculo Diferencial e Integral II**

**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**  
***Cálculo Diferencial e Integral II***

**9.4.1.1. Title of curricular unit:**  
***Differential and Integral Calculus II***

**9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:**  
***MatGer***

**9.4.1.3. Duração:**  
***Semestral***

**9.4.1.4. Horas de trabalho:**

168.0

9.4.1.5. Horas de contacto:

56.0

9.4.1.6. ECTS:

6.0

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

*ist11151, Luis Magalhães, 0h*

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

*ist14025, Margarida Maria Das Neves Estêvão Baía, 112h*

*ist13642, António Manuel Atalaia Carvalheiro Serra, 56h*

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

*Domínio do cálculo diferencial de funções de várias variáveis reais com valores escalares e vetoriais e de integrais múltiplos e de linha, incluindo teoremas fundamentais do cálculo para integrais de linha e integrais duplos, e aplicações geométricas e físicas.*

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

*Master the differential and integral calculus of scalar and vector valued functions of several real variables and multiple and line integrals, including the fundamental theorems of calculus for line and double integrals, and geometric and physical applications.*

9.4.5. Conteúdos programáticos:

*Noções básicas topológicas em  $R^n$ , sucessões.*

*Campos escalares e vetoriais. Limite e continuidade. Diferenciabilidade e gradiente. Aplicações.*

*Teorema de valor intermédio.*

*Funções  $C^k$ , lema de Schwarz. Extremos e pontos de sela de campos escalares.*

*Teorema de Weierstrass, fórmula de Taylor, matriz hessiana, multiplicadores de Lagrange.*

*Teoremas da função inversa e da função implícita. Aplicações.*

*Integrais múltiplos e aplicações.*

*Curvas, caminhos e integrais de linha. Aplicações.*

*Teorema Fundamental do Cálculo para integrais de linha e aplicações.*

*Teorema de Green e aplicações.*

*Campos vetoriais gradientes de campos escalares.*

9.4.5. Syllabus:

*Basic topological notions in  $R^n$ , sequences.*

*Scalar and vector fields. Limits and continuity. Differentiability and gradient. Applications.*

*Intermediate value theorem.*

*$C^k$  functions, Schwarz lemma. Extremal and saddle points of scalar fields.*

*Weierstrass theorem, Taylor's formula, Hessian matrix, Lagrange multipliers.*

*Inverse and implicit function theorems. Applications.*

*Multiple integrals and applications.*

*Curves, paths and line integrals. Applications.*

*Fundamental theorem of calculus for line integrals and applications.*

*Greens's theorem and applications.*

*Gradient vector fields of scalar fields.*

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

*Os conteúdos indicados correspondem a conceitos e técnicas de cálculo diferencial e integral a várias variáveis. Para*

*além da aquisição desses conhecimentos, esta matéria presta-se, através da combinação dos diferentes tópicos e das suas inter-relações, à colocação de problemas bastante variados cuja resolução requer o envolvimento e combinação de uma forma criativa de ferramentas técnicas e analíticas.*

**9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.**

*The course content corresponds to concepts and techniques of differential and integral calculus in several variables. Besides the acquisition of this knowledge, this subject matter lends itself in a natural way, via the combination of the different topics involved and their relationships, to posing a wide range of problems whose resolution requires the usage and combination in a creative way of technical and analytic tools.*

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

*As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas, reforçando-se a componente prática, a aprendizagem activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante. O modelo de avaliação incorpora exame/testes, possivelmente com nota mínima, complementado com componente de avaliação contínua e/ou provas orais para classificações maiores de 17 valores.*

**9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

*The teaching methodologies aim to promote learning based on problem solving, reinforcing the practical component, active learning, autonomous work and student accountability. The assessment model incorporates exam/tests, possibly with minimum grade, complemented with continuous evaluation components and oral evaluation for grades above 17 (out of 20).*

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

*A colocação e resolução de problemas, o desenvolvimento do trabalho autónomo e uma aprendizagem activa da parte do estudante implicam necessariamente que este tenha adquirido ao longo do curso um domínio seguro e dinâmico dos conceitos e técnicas leccionados, sendo capaz de os relacionar e utilizar em contextos diferenciados.*

**9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

*The setting and resolution of problems, the developing of autonomous work, and an active learning procedure on the part of the student, are not possible without the acquisition of a solid and dynamic control of the concepts and techniques which are part of the syllabus, having the capacity to relate them, and subsequently apply them in differentiated contexts.*

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

- \* *Vector Calculus, Marsden and Tromba, 2012, 6th ed, Freeman;*
- \* *Calculus II, Apostol, 2016, 2nd ed, Wiley;*
- \* *Functions of Several Variables, Fleming, 1977, 2nd ed, Springer;*
- \* *Cálculo Diferencial e Integral em  $\mathbb{R}^n$ , Gabriel Pires, 2016, 3ª ed, IST Press.;*
- \* *Integrais Múltiplos, Luís T. Magalhães, 1996, 3ª ed, Texto Editora;*
- \* *Exercícios de Cálculo Integral em  $\mathbb{R}^n$ , Gabriel Pires, 2018, 2ª ed, IST Press;*
- \* *Exercícios de Análise Matemática I e II, DM-IST, 2003, Departamento de Matemática do IST.*

**Anexo II - Introdução à Engenharia Informática**

**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Introdução à Engenharia Informática*

**9.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Introduction to Information Systems and Computer Engineering*

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

*CT*

**9.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**9.4.1.4. Horas de trabalho:**

*84.0*

**9.4.1.5. Horas de contacto:****21.0****9.4.1.6. ECTS:****3.0****9.4.1.7. Observações:****<sem resposta>****9.4.1.7. Observations:****<no answer>****9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):****Nuno João Neves Mamede (ist12099), S - 8.25****9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:****Francisco João Duarte Cordeiro Correia dos Santos (ist25308), S - 8.25****Sofia De Sá Moutinho Pereira (ist422624), S - 4.5****9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):*****Dar aos estudantes uma visão ampla da engenharia informática na sociedade, nos negócios, na inovação e na pesquisa.*****9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:*****To give students a broad vision of computer engineering in society, business, innovation and research.*****9.4.5. Conteúdos programáticos:**

- 1. O Papel dos Sistemas de Informação e dos Engenheiros Informáticos na Sociedade.***
- 2. Uma Cultura Diferente de Engenheiros: Os Desafios Sociais, Humanos e Computacionais do Desenvolvimento de Software.***
- 3. Uma Breve História da Tecnologia Informática.***
- 4. Algoritmos e Pensamento Computacional em Ciências Físicas, Humanas e da Vida.***
- 5. Métodos de Estudo e Colaboração em Engenharia Informática.***
- 6. Mentis Artificiais: Uma Introdução à IA.***
- 7. Processamento da Linguagem Natural: De Chatbots a tradução automática.***
- 8. Desafios em Cibersegurança.***
- 9. Desenho de Experiências Interactivas: Interação Humano-Computador, Videojogos, e Robótica Social.***
- 10. Engenharia Informática e Infra-estruturas: Sistemas Operativos, Sistemas Distribuídos, Computação em Nuvem, e Centros de Dados.***
- 11. Inovação e Empreendedorismo em Sistemas de Informação e Engenharia Informática.***

**9.4.5. Syllabus:**

- 1. The Role of Information Systems and Computer Engineers in Society.***
- 2. A Different Breed of Engineers: The Social, Human and Computational Challenges of Software Development.***
- 3. A Brief History of Computer Technology.***
- 4. Algorithms and Computational Thinking in Physical, Human, and Life Sciences.***
- 5. Methods of Study and Collaboration in Computer Engineering.***
- 6. Artificial Minds: An Introduction to AI.***
- 7. Natural Language Processing: From Chatbots to Machine Translation.***
- 8. Open Challenges in Cybersecurity.***
- 9. Design of Interactive Experiences: Human-Computer Interaction, Videogames, and Social Robotics.***
- 10. Computer Engineering and Infrastructures: Operating Systems, Distributed Systems, Cloud Computing, and Data Centers.***
- 11. Innovation and Entrepreneurship in Information Systems and Computer Engineering.***

**9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular*****Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4., qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5., visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.***

**9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.**

*Considering the objectives of this UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (described in 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes (described in 9.4.4).*

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

*Esquema de Avaliação Contínua: o aluno deve assistir às 14 aulas e levar um questionário para avaliação. Os questionários consistem em 10-15 perguntas no final de cada aula. A pontuação final é obtida pela média aritmética de todas as avaliações, excluindo as 2 piores pontuações.*

*No caso dos alunos admitidos na "2ª fase", a nota final é obtida pela média aritmética de todas as avaliações, excluindo as realizadas nas 4 primeiras aulas e a pior nota obtida nas outras avaliações.*

*Caso a nota final da avaliação contínua seja superior ou igual a 19 valores, o aluno é convidado a fazer o exame final. Se o fizer, a sua nota final nunca será inferior a 18 valores. Aqueles que decidirem não prestar o exame serão classificados com 18 valores.*

*Um exame final também está disponível e conta a 100% para a nota da matéria. O exame terá a duração de 90 minutos e serão avaliados os conhecimentos referidos nos artigos e vídeos científicos referidos no regime de avaliação contínua.*

**9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

*Continuous Evaluation Scheme: student must attend the 14 classes and take a questionnaire for evaluation. The questionnaires consist of 10-15 questions at the end of each class. The final score is obtained by the arithmetic average of all evaluations, excluding the 2 worst scores.*

*In the case of students admitted in "2ª fase", the final mark is obtained by the arithmetic average of the evaluations excluding those carried out in the first 4 classes and the worst mark obtained in the other evaluations.*

*In case the final grade of the continuous assessment is higher or equal to 19 values, the student is invited to take the final exam. If he does so, his final score will never be less than 18. Those who decide not to take the exam will be graded 18.*

*A Final Exam is also available and counts at 100% for the subject score. It will last 90 minutes and the knowledge referred in the articles and scientific videos referred in the continuous evaluation regime will be evaluated.*

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

*A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.*

**9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

*The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.*

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

*n. disponível*

**Anexo II - Aprendizagem****9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Aprendizagem*

**9.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Machine Learning*

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

*IA*

**9.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**9.4.1.4. Horas de trabalho:**

168.0

9.4.1.5. Horas de contacto:

49.0

9.4.1.6. ECTS:

6.0

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

*Manuel Fernando Cabido Peres Lopes (ist40208), T - 56, PL - 21*

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

*Rui Miguel Carrasqueiro Henriques (ist156846), PL - 42*

*Andreas Miroslaus Wichert (ist24622), PL - 21*

*Monitores, PL - 84*

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

*Reconhecer os principais desafios na aprendizagem automática*

*Compreender as principais abordagens na aprendizagem automática*

*Saber aplicar diferentes quais os tipos de aprendizagem a aplicar em cada cenário*

*Conhecer e aplicar diferentes métodos de aprendizagem.*

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

*Understand the main challenges in machine learning*

*Understand the main approaches for machine learning*

*Know when to use the different methods*

*Know how to apply different machine learning methods in different applications*

9.4.5. Conteúdos programáticos:

*1. Introdução*

*2. Princípios de Aprendizagem Automática (Chap 2,5,7)*

*3. Aprendizagem baseada em Instâncias (Chap. 3,8)*

*4. Aprendizagem baseada em Redes Neurais (Chap. 4)*

*5. Aprendizagem Bayesiana (Chap. 6)*

*6. Aprendizagem baseada em Lógica e Regras (Chap. 10)*

*7. Aprendizagem Não-Supervisionada (Chap. 6)*

*8. Aprendizagem por Reforço (Chap. 13)*

9.4.5. Syllabus:

*1. Introduction*

*2. Main concepts of machine learning*

*3. Learning based on examples*

*4. Learning with neuronal networks*

*5. Bayesian Learning*

*6. Learn with logic and Rules*

*7. Unsupervised Learning*

*8. Reinforcement Learning*

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

*Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4., qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5., visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.*

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.



**Considering the objectives of this UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (described in 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes (described in 9.4.4).**

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

**Projecto (computacional+analítico+apresentação)**

**Exame**

**9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

**Project (components: computacional+analytical+presentation/report)**

**Exam**

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

**A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.**

**9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

**The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.**

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

**Machine Learning, Tom Mitchell, 1997, McGraw Hill**

**Anexo II - Programação com Objectos**

**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

**Programação com Objectos**

**9.4.1.1. Title of curricular unit:**

**Object-Oriented Programming**

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

**MTP**

**9.4.1.3. Duração:**

**Semestral**

**9.4.1.4. Horas de trabalho:**

**168.0**

**9.4.1.5. Horas de contacto:**

**56.0**

**9.4.1.6. ECTS:**

**6.0**

**9.4.1.7. Observações:**

**<sem resposta>**

**9.4.1.7. Observations:**

**<no answer>**

**9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):**

**David Manuel Martins de Matos (ist13500), T - 70**

**9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:**

**José Faustino Fragoso Femenin dos Santos (ist153921), PL - 84**  
**Monitores, PL - 168**

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

**Conhecer: o paradigma de programação com objectos, as suas vantagens, inconvenientes e limitações; o paradigma dos padrões de desenho, tanto no desenvolvimento, como na refactorização de aplicações.**

**Competências a adquirir: domínio do paradigma da programação com objectos, nomeadamente dos conceitos de encapsulamento, abstracção, herança e polimorfismo; capacidade de utilizar uma linguagem de programação baseada em objectos; capacidade de utilização de padrões de desenho; e domínio da escrita de testes de avaliação.**

**9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

**The objectives of the course are that students become familiar with the methodologies and techniques associated with: the object-oriented programming (OOP) paradigm, its advantages, disadvantages, and limitations; design patterns and their use for solving known application development and refactoring problems.**

**Proficiency to be acquired: use of the OOP paradigm (concepts: encapsulation, abstraction, inheritance, and polymorphism); use of an OOP language: Java; use of design patterns to solve application structuring problems; writing test cases for applications.**

**9.4.5. Conteúdos programáticos:**

**Parte 1: Programação com objectos, linguagem UML, linguagem Java**

**Introdução aos objectos: definição; longevidade; classes; métodos; programas. Regras de codificação.**

**Operadores, expressões e controlo de fluxo. Conversões de tipos. Controlo de execução.**

**Construção de objectos: construtores; métodos sobrecarregados; gestão de memória.**

**Organização de código: interface vs. implementação; bibliotecas; controlo de acesso; carregamento de classes.**

**Herança e composição: desenvolvimento incremental; polimorfismo; classes abstractas e interfaces.**

**Tipos paramétricos. Java: Classes internas; Enumerações; Excepções; Colecções; Entradas/saídas; Informação de tipos em tempo de execução.**

**UML: diagramas de classes e de sequência**

**Parte 2: Padrões de desenho (apresentação e discussão de casos): Composite, State, Template Method, Strategy, Decorator, Factory Method, Abstract Factory, Simple Factory, Observer, Visitor, Adapter, Façade, Bridge, Proxy.**

**9.4.5. Syllabus:**

**Object-oriented Programming and the Java and C++ Languages.**

**Introduction to objects: definitions; longevity; classes; methods; programs. coding conventions.**

**Operators, expressions, and flow control: precedences; assignment; operators; type casts; literals; execution control.**

**Object construction: initialization and clean-up; constructors; method overloading; "this"; garbage collector.**

**Code organization and packages: abstract data types (review); interfaces vs. implementations; libraries; member access control.**

**Inheritance and composition: incremental development; "final"; class loading.**

**Polymorphism; Abstract classes and interfaces.**

**Internal classes.**

**Parametric types.**

**Enumerations; Exceptions; Collections; I/O; Runtime Type Information. UML: class and sequence diagrams.**

**Design patterns: Singleton, Null Object, Composite, State, Template Method, Strategy, Decorator, Factory Method, Abstract Factory, Command, Observer, Visitor, Adapter, Façade, Proxy.**

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

**Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4., qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5., visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.**

**9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.**

**Considering the objectives of this UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (described in 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes (described in 9.4.4).**

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

**Projeto: 50%, com nota mínima de 9,5 valores, realizado em 3 entregas (UML, intermédia e final) com teste prático final**

*individual.*

*Exercícios de laboratório: 50%, com nota mínima de 9,5 valores.*

*O processo de avaliação é o mesmo para todos os alunos, incluindo trabalhadores-estudantes.*

*Em época especial os exercícios de laboratório são substituídos por um exame de 180min.*

**9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

*Project: 50% , minimum grade 9.5, with 3 deliveries (UML, intermediate and final) and individual applied final quis.*

*Laboratory exercises: 50% , minimum grade 9.5.*

*All students are evaluated by the same criteria.*

*A 180 min. quiz replaces the laboratory in the special season (época especial).*

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

*A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.*

**9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

*The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.*

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

*On Java 8: Bruce Eckel 2017, MindView LLC, ISBN 978-0-9818725-2-0 (version 7). Head First Design Patterns: Eric Freeman, Elisabeth Freeman, Kathy Sierra, Bert Bates 2004 (Outubro) O'Reilly. ISBN 0596007124.*

**Anexo II - Física I**

**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Física I*

**9.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Physics I*

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

*FBas*

**9.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**9.4.1.4. Horas de trabalho:**

*168.0*

**9.4.1.5. Horas de contacto:**

*49.0*

**9.4.1.6. ECTS:**

*6.0*

**9.4.1.7. Observações:**

*<sem resposta>*

**9.4.1.7. Observations:**

*<no answer>*

**9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):**

*ist12825, Ana Maria Vergueiro Monteiro Cidade Mourão, T - 56.00 TP- 84.00*

**9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:**

*<sem resposta>*

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

*Geral: Prever quantitativamente as consequências de uma variedade de fenómenos físicos com ferramentas de cálculo. Garantir formação científica avançada e profunda nos domínios fundamentais da Física que permita abordagens de inovação disciplinares ou interdisciplinares.*

*Específico: Compreensão e interligação dos conceitos e princípios básicos da Física clássica, nos domínios da Mecânica e da Termodinâmica, como massa, energia e trabalho, através de uma perspectiva integradora dos mesmos; capacidade de os aplicar à resolução de problemas, nomeadamente no que respeita às suas aplicações tecnológicas.*

**9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*General: Quantitatively predict the consequences of a variety of physical phenomena with calculatory tools. Ensure advanced and thorough scientific training in the fundamental fields of Physics, hence allowing for disciplinary or interdisciplinary approaches to innovation.*

*Specific: Ability to understand and interconnect the concepts and basic principles of classical Physics, in the fields of Mechanics and Thermodynamics, such as mass, energy and work, through an integrative perspective; ability to apply them to problem solving, particularly in what concerns their technological applications.*

**9.4.5. Conteúdos programáticos:**

*1. Descrição do movimento no Espaço e Tempo: Leis de conservação e Simetrias do Espaço-Tempo. Conservação da Energia (Mecânica), do Momento Linear, e do Momento Angular. Sistemas isolados. Energias cinética e potencial.*

*2. Forças interiores e exteriores: Centro de Massa. Trabalho e Momento duma força. Sistemas conservativos e dissipativos.*

*3. Corpo rígido: Momento de Inércia.*

*4. Estabilidade de Sistemas: oscilações. Oscilações harmónicas simples e amortecidas.*

*5. Dinâmica de Fluidos: fluido ideal, equação de continuidade, equação de Bernoulli.*

*6. Sistema termodinâmico. Trabalho e calor. Capacidade calorífica, calor específico e calor latente. Os estados da matéria. Transições de fase. Temperatura. Transmissão de calor: convecção, condução, radiação.*

*7. O gás ideal. Teoria cinética dos gases. Temperatura e energia cinética. Calor específico a volume e a pressão constante.*

*8. Energia e Entropia. Os princípios da Termodinâmica. Transformações reversíveis e irreversíveis. Máquinas térmicas.*

**9.4.5. Syllabus:**

*1. Description of motion in space and time: Laws of conservation and symmetries of space-time. Energy Conservation (Mechanical), Linear Momentum, and Angular Momentum. Isolated systems. Kinetic and potential energies.*

*2. Internal and external forces: Center of Mass. Work and Moment of a Force. Conservative and dissipative systems.*

*3. Rigid Body: Moment of Inertia.*

*4. System Stability: Oscillations. Simple and damped harmonic oscillations.*

*5. Fluid Dynamics: ideal fluid, continuity equation, Bernoulli's equation.*

*6. Thermodynamic system. Work and heat. Heat capacity, specific heat and latent heat. The states of matter. Phase transitions. Temperature. Heat transmission: convection, conduction, radiation.*

*7. The ideal gas. Kinetic theory of gases. Temperature and kinetic energy. Specific heats at constant volume and pressure.*

*8. Energy and Entropy. The principles of Thermodynamics. Reversible and irreversible processes. Thermal engines.*

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

*Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4., qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5., visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.*

**9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.**

*Considering the objectives of this UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (described in 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes (described in 9.4.4).*

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

*50% avaliação contínua por Fichas/Mini-Testes (exclusivamente durante o horário das aulas) [Mediante recursos adequados de monitores e/ou assistentes de ensino, o docente poderá usar também séries de problemas, apresentações orais e/ou discussões de resolução]*

**50% Exame****9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

**50% continuous assessment by Mini-tests (exclusively during class hours) [If an appropriate number of teaching assistants and/or graders is available, series of problems, oral presentations and/or solution discussions may also be considered]**

**50% Exam**

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

**A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.**

**9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

**The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.**

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

**Introdução à Física, J.D. Deus et al. , 2014, Livraria Escolar Editora, ISBN: 9789725924402; Physics for Scientists and Engineers, R. A. Serway, J. W. Jewett , 2004 , ISBN: 0-53- 440842-7**

**Anexo II - Cálculo Diferencial e Integral III****9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

**Cálculo Diferencial e Integral III**

**9.4.1.1. Title of curricular unit:**

**Differential and Integral Calculus III**

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

**MatGer**

**9.4.1.3. Duração:**

**Semestral**

**9.4.1.4. Horas de trabalho:**

**168.0**

**9.4.1.5. Horas de contacto:**

**56.0**

**9.4.1.6. ECTS:**

**6.0**

**9.4.1.7. Observações:**

**<sem resposta>**

**9.4.1.7. Observations:**

**<no answer>**

**9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):**

**ist12881, Luís Manuel Gonçalves Barreira, 0h**

**9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:**

*ist11809, Maria Cristina Carvalho de Aguiar Câmara, 112h*

*ist24948, Gabriel Czerwionka Lopes Cardoso, 56h*

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

**Domínio de:**

- *Resolução de equações diferenciais ordinárias elementares; resolução de equações e sistemas de equações diferenciais lineares.*
- *Propriedades de existência, unicidade e dependência contínua de soluções de equações diferenciais ordinárias.*
- *Teoremas de Gauss e de Stokes, propriedades gerais de divergência e rotacional de campos vectoriais, e aplicações.*
- *Resolução de equações diferenciais parciais de 1ª e 2ª ordem lineares elementares.*
- *Propriedades gerais e convergência de séries de Fourier, transformação de Fourier e aplicações.*

**9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

**Mastering of:**

- *Resolution of elementary ordinary differential equations; resolution of equations and systems of linear differential equations.*
- *Properties of existence, uniqueness and continuous dependence of solutions of ordinary differential equations.*
- *Gauss and Stokes theorems, general properties of the divergence and curl of vector fields, and applications.*
- *Resolution of elementary linear partial differential equations of 1st and 2nd order.*
- *General properties and convergence of Fourier series, Fourier transform and applications.*

**9.4.5. Conteúdos programáticos:**

*Equações Diferenciais Ordinárias (EDOs): exemplos de EDOs de primeira ordem resolúveis, fatores de integração; existência, unicidade e dependência contínua de soluções de sistemas de EDOs de primeira ordem; fórmula de variação das constantes; EDOs de ordem > 1; transformação de Laplace e aplicações a EDOs.*

*Teoremas de Gauss e de Stokes e introdução a Equações Diferenciais Parciais (EDPs): superfícies em  $R^3$ ; integrais de superfície de campos escalares e de campos vectoriais; Teoremas de Gauss e de Stokes; divergência e rotacional de campos vectoriais; obtenção das equações diferenciais de continuidade, onda, calor, Laplace e Poisson.*

*EDPs e séries de Fourier: EDPs lineares de 1ª ordem; equações de onda, calor, Laplace e Poisson; séries de Fourier trigonométricas; soluções das equações de onda, calor, Laplace e Poisson, via separação de variáveis e séries de Fourier; transformação de Fourier e aplicações.*

**9.4.5. Syllabus:**

*Ordinary Differential Equations (ODEs): examples of solvable 1st order ODEs, integrating factors; existence, uniqueness and continuous dependence of solutions of systems of 1st order ODEs; variation of constants formula; ODEs of order > 1; Laplace transform and applications to ODEs.*

*Gauss and Stokes theorems and introduction to Partial Differential Equations (PDEs): surfaces in  $R^3$ ; surface integrals of scalar and vector fields; Gauss and Stokes theorems; divergence and curl of vector fields; derivation of the continuity, wave, heat, Laplace and Poisson differential equations.*

*PDEs and Fourier series: linear 1st order PDEs; wave, heat, Laplace and Poisson equations; trigonometric Fourier series; solutions of the wave, heat, Laplace and Poisson equations, via separation of variables and Fourier series; Fourier transform and applications.*

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

*Os conteúdos indicados correspondem a conceitos e técnicas de equações diferenciais e séries de Fourier. Para além da aquisição desses conhecimentos, esta matéria presta-se, através da combinação dos diferentes tópicos e das suas inter-relações, à colocação de problemas bastante variados cuja resolução requer o envolvimento e combinação de uma forma criativa de ferramentas técnicas e analíticas.*

**9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.**

*The course content corresponds to concepts and techniques of differential equations and Fourier series. Besides the acquisition of this knowledge, this subject matter lends itself in a natural way, via the combination of the different topics involved and their relationships, to posing a wide range of problems whose resolution requires the usage and combination in a creative way of technical and analytic tools.*

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

*As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas, reforçando-se a*

*componente prática, a aprendizagem activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante. O modelo de avaliação incorpora exame/testes, possivelmente com nota mínima, complementado com componente de avaliação contínua e/ou provas orais para classificações maiores de 17 valores.*

**9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

*The teaching methodologies aim to promote learning based on problem solving, reinforcing the practical component, active learning, autonomous work and student accountability. The assessment model incorporates exam/tests, possibly with minimum grade, complemented with continuous evaluation components and oral evaluation for grades above 17 (out of 20).*

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

*A colocação e resolução de problemas, o desenvolvimento do trabalho autónomo e uma aprendizagem activa da parte do estudante implicam necessariamente que este tenha adquirido ao longo do curso um domínio seguro e dinâmico dos conceitos e técnicas leccionados, sendo capaz de os relacionar e utilizar em contextos diferenciados.*

**9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

*The setting and resolution of problems, the developing of autonomous work, and an active learning procedure on the part of the student, are not possible without the acquisition of a solid and dynamic control of the concepts and techniques which are part of the syllabus, having the capacity to relate them, and subsequently apply them in differentiated contexts.*

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

- \* *Elementary Differential Equations and Boundary Value Problems, Boyce and Di Prima, 2013, 10th ed Wiley.*
- \* *Vector Calculus, Marsden and Tromba, 2012, 6th ed Freeman.*
- \* *Análise Complexa e Equações Diferenciais, Luís Barreira, 2019, 4ª ed. IST Press.*
- \* *Introdução à Análise Complexa, Séries de Fourier e Equações Diferenciais, Pedro Girão, 2018, 2ª ed. IST Press.*
- \* *Métodos de Resolução de Equações Diferenciais e Análise de Fourier com Aplicações, Luís Magalhães, 2013 DM-IST.*
- \* *Análise de Fourier e Equações Diferenciais Parciais, Djairo Figueiredo, 2012, 4ª ed IMPA.*
- \* *Cálculo Diferencial e Integral em  $R^n$ , Gabriel Pires, 2016, 3ª ed. IST Press.*
- \* *Integrais em Variedades, Luís T. Magalhães, 1993, 2ª ed. Texto Editora.*
- \* *Exercícios de Análise Complexa e Equações Diferenciais, Luís Barreira e Claudia Valls, 2010, 2ª ed. IST Press.*
- \* *Exercícios de Cálculo Integral em  $R^n$ , Gabriel Pires, 2018, 2ª ed. IST Press.*

**Anexo II - Inteligência Artificial**

**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Inteligência Artificial*

**9.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Artificial Intelligence*

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

*IA*

**9.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**9.4.1.4. Horas de trabalho:**

*168.0*

**9.4.1.5. Horas de contacto:**

*56.0*

**9.4.1.6. ECTS:**

*6.0*

**9.4.1.7. Observações:**

**9.4.1.7. Observations:****9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):**

*Maria Inês Camarate de Campos Lynce de Faria (ist14029), T - 70*

**9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:**

*Manuel Fernando Cabido Peres Lopes (ist40208), PL - 21*

*Monitores, PL - 168*

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

*Introduzir o tema de Inteligência Artificial, de forma a que os estudantes obtenham os conhecimentos básicos desta área da informática e os motive a seguir a área da Inteligência Artificial. Servir de base a unidades curriculares mais avançadas da Inteligência Artificial.*

**9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*Introduce the subject of Artificial Intelligence, so that students obtain the basic knowledge of this area of computer science and motivate them to follow the area of Artificial Intelligence. Serves as the foundation for more advanced Artificial Intelligence programs.*

**9.4.5. Conteúdos programáticos:**

*Agentes no mundo: O que são agentes e como podem ser criados? Arquiteturas de agentes e controle hierárquico. Raciocínio, Planeamento e Aprendizagem sem Incerteza. Raciocínio, planeamento e aprendizagem sob Incerteza. Raciocínio, aprendizagem e ação com indivíduos e relações. Retrospectiva e Futuro.*

**9.4.5. Syllabus:**

*Agents in the World: What are Agents and How Can They be Built? Agent Architectures and Hierarchical Control. Reasoning, Planning and Learning With Certainty. Reasoning, Planning and Learning With Uncertainty. Reasoning, Learning and Acting with Individuals and Relations. Retrospect and Prospect.*

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

*Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4., qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5., visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.*

**9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.**

*Considering the objectives of this UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (described in 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes (described in 9.4.4).*

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

*Avaliação contínua nas aulas práticas*

*1 Projeto de programação*

*1 Exame*

*A componente de avaliação contínua terá um peso  $\geq 40\%$*

**9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

*Continuous assessment in practical classes*

*1 Programming Project*

*1 Exam*

*The continuous evaluation component will have a weight  $\geq 40\%$*

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

*A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.*



**9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

*The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.*

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

*Artificial Intelligence: Foundations of Computational Agents, David Poole e Alan Mackworth, 2017, Cambridge University Press*

*Artificial Intelligence: A Modern Approach, Stuart Russel and Peter Norvig, 2020, Prentice Hall*

**Anexo II - Gestão****9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Gestão*

**9.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Management*

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

*EGO*

**9.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**9.4.1.4. Horas de trabalho:**

*84.0*

**9.4.1.5. Horas de contacto:**

*24.5*

**9.4.1.6. ECTS:**

*3.0*

**9.4.1.7. Observações:**

*<sem resposta>*

**9.4.1.7. Observations:**

*<no answer>*

**9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):**

*ist12631, João Oliveira Soares; T-56, P-42*

**9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:**

*ist12228, Carlos Manuel ferreira Monteiro; T-56, P-42*

*Outros docentes do DEG e docentes convidados, em função do número de alunos inscritos; T-56, P-252*

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

*O objetivo principal da unidade curricular de Gestão é introduzir os alunos a um conjunto de conceitos e ferramentas que lhes irá permitir compreender a natureza sistémica e integrada do funcionamento das organizações, e avaliar a multidisciplinaridade e recursos necessários ao seu funcionamento. Pretende-se que os alunos fiquem habilitados com as competências necessárias para poderem contribuir ativa e positivamente para o crescimento sustentável das organizações, com particular foco nos seguintes aspetos: Cultura, ética e estrutura organizacional; Contabilidade e Análise Financeira; Análise de Investimentos; Planeamento e Gestão Estratégica; Fundamentos de Marketing. A aplicação dos conhecimentos adquiridos é válida tanto para empresas em atividade, como para projetos de*

**empreendedorismo – por exemplo, startups resultantes da Inovação & Desenvolvimento Tecnológico. A UC de Gestão integra a simulação de gestão IST Management Challenge (ISTMC).**

#### 9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

*The main objective of the Management course unit is to introduce students to a set of concepts and tools that will enable them to understand the nature of the systemic and integrated functioning of organizations, and evaluate the multidisciplinary methods and resources necessary for their operation. It is intended that students become empowered with the skills that enable them to contribute active and positively to the sustainable growth of organizations, with a particular focus on the following aspects: Culture, ethics, and organizational structure; Accounting and Financial Analysis; Investment Appraisal; Planning and Strategic Management; Marketing Fundamentals. The application of the knowledge acquired is valid for both firms in activity, and entrepreneurial projects, like start-ups resulting from Innovation & Technology Development. The course integrates the simulation management game IST Management Challenge (ISTMC).*

#### 9.4.5. Conteúdos programáticos:

1. *Introdução. Cultura, ética e estrutura das organizações.*
2. *A Informação Financeira.*
3. *Análise de Projetos de Investimento.*
4. *Gestão Estratégica.*
5. *Marketing.*

#### 9.4.5. Syllabus:

1. *Introduction to Management. Culture, ethics, and organizational structure.*
2. *Financial Analysis.*
3. *Investment Project Appraisal.*
4. *Strategic management.*
5. *Marketing.*

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

*Os conteúdos programáticos visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências fundamentais de Gestão e, através da sua aplicação a situações práticas, permitem que se atinjam os objetivos de aprendizagem definidos.*

#### 9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

*The syllabus aims to provide students with the fundamental knowledge and skills of Management and, through its application to practical situations, allows the achievement of the defined learning objectives.*

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

*A nota final da UC de Gestão resulta da soma de duas componentes:*

##### a) *Avaliação Individual*

1. *Teste cotado para 10 valores, com nota mínima de 4.5 valores, contando a melhor nota das duas épocas (50% da nota final).*
2. *Elaboração e entrega em aula de 4 exercícios. Cada exercício é cotado para 2 valores, num total de 8 valores (40% da nota final). Os exercícios serão realizados em papel ou no telemóvel, com o apoio de software adequado.*

##### b) *Avaliação em grupo*

*Jogo de Gestão-ISTManagementChallenge(ISTMC) - 2 valores pelo desempenho e a participação válida da respetiva equipa (3-5 estudantes) no ISTMC (10% da nota final).*

*Época Especial e Estudantes Trabalhadores ou desportistas de Alta Competição: os alunos fazem apenas a componente de avaliação individual, sendo o teste final/exame cotado para 20 valores (100% da nota final).*

#### 9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

*The Final Grade for the Management course is the sum of two components:*

##### a) *Individual assessment:*

1. *Multiple choice final test (score max.: 10 points, 50% of the final grade; minimum required: 4.5 points). Students can do the test in two different dates; the best score of both tests prevails.*
2. *Four Exercises/quizzes to be done in class (max score of each exercise: 2 points; max score in this part: 8 points, 40% of the final grade)*

##### b) *Group work :*

*Management game – IST Management Challenge (ISTMC)*

*2 points according to the the performance and valid participation of the group in the ISTMC (teams with 3-5 students) -*

**10% of the final grade.**

**9.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular. *As metodologias de ensino foram concebidas de modo a que os alunos possam desenvolver um conhecimento abrangente, assegurando a conformidade com os objetivos da unidade curricular. A participação no Jogo de Gestão-IST Management Challenge (ISTMC) permite o desenvolvimento de competências transversais em Competências Interpessoais.***

**9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes. *Teaching methodologies have been designed so that students can develop comprehensive knowledge, ensuring compliance with the objectives of the course. Participation in the Management Game - IST Management Challenge (ISTMC) allows the development of transversal skills in Interpersonal Skills.***

**9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória: *Management, Daft, Richard L. and Benson, A., 2016, 1st edition, Cengage Learning EMEA; Análise de Projectos de Investimento: conceitos fundamentais, Folhas da unidade curricular de Gestão, Soares, João O., 2015, DEG-IST, Universidade de Lisboa; Marketing Management, Kotler, P., Keller, K., 2015, 15ª Edição, Pearson -Prentice Hall; Manual do Global Management Challenge, GMC, 2021/2022,***

## **Anexo II - Análise e Modelação de Sistemas**

**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

***Análise e Modelação de Sistemas***

**9.4.1.1. Title of curricular unit:**

***Systems Analysis and Modeling***

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

***SI***

**9.4.1.3. Duração:**

***Semestral***

**9.4.1.4. Horas de trabalho:**

***168.0***

**9.4.1.5. Horas de contacto:**

***49.0***

**9.4.1.6. ECTS:**

***6.0***

**9.4.1.7. Observações:**

***<sem resposta>***

**9.4.1.7. Observations:**

***<no answer>***

**9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):**

***José Luís Brinquete Borbinha (ist13085), T - 56***

**9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:**

***Maria do Rosário Gomes Osório Bernardo Ponces de Carvalho (ist24679), PL - 84***  
***Monitores, PL - 84***

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

**Ao concluir esta unidade curricular o aluno deverá ser capaz de:**

- \* **Entender e relacionar os principais aspetos relacionados com o processo de engenharia de requisitos, e a sua aplicação no âmbito de projetos concretos;**
- \* **Conceber e modelar sistemas de informação, com base nas linguagens de modelação ArchiMate, BPMN, UML e SysML, segundo múltiplas perspectivas, mas principalmente as perspectivas da arquitetura empresarial, de processos de negócio, e da análise de sistemas de informação;**
- \* **Definir e produzir documentos de especificações de requisitos de sistemas de informação, integrando especificações textuais com modelos visuais que as complementem;**
- \* **Aplicar técnicas de validação dos documentos de especificações de requisitos, de forma a garantir a sua qualidade;**
- \* **Utilizar ferramentas de suporte à modelação e à engenharia de requisitos.**

#### **9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

**After completing this course the student will be able to:**

- \* **Understand and relate the main aspects involving the requirements engineering process, and its application in the context of real projects;**
- \* **Design and specify information systems based on modeling languages like ArchiMate, BPMN, UML and SysML, according multiple perspectives, but mainly according the perspectives of enterprise architectures, business processes and information systems analysis;**
- \* **Define and produce information systems requirements specification documents, integrating textual specifications with complementary visual models;**
- \* **Apply requirements validation techniques to ensure their quality;**
- \* **Use tools to support modeling and requirements engineering.**

#### **9.4.5. Conteúdos programáticos:**

- \* **Introdução à arquitetura empresarial**
- \* **Modelação de arquiteturas empresariais com a linguagem ArchiMate**
- \* **Introdução à modelação de processos de negócio**
- \* **Modelação de processos de negócio com a linguagem BPMN**
- \* **Introdução à eng<sup>a</sup> de requisitos**
- \* **Processo e técnicas de desenvolvimento de requisitos**
- \* **Processo e técnicas de gestão de requisitos**
- \* **Introdução à modelação de sistemas de informação**
- \* **Modelação de sistemas de informação com a linguagem UML**
- \* **Modelação de sistemas ciber-físicos e físicos com a linguagem SysML**
- \* **Especificação de Requisitos: Objetivos, Cenários, Casos de utilização, Histórias, Requisitos Não-Funcionais, Restrições**

#### **9.4.5. Syllabus:**

- \* **Introduction to Enterprise Architecture**
- \* **Modeling Enterprise Architectures with the ArchiMate Language**
- \* **Introduction to business process modeling**
- \* **Business process modeling with BPMN language**
- \* **Introduction to requirements engineering**
- \* **Requirements development process and techniques**
- \* **Requirements management process and techniques**
- \* **Introduction to the information systems modeling**
- \* **Modeling information systems with the UML language**
- \* **Modeling cyber-physical and physical systems with the SysML language**
- \* **Requirements Specification: Goals, Scenarios, Use Cases, User Stories, Non-Functional Requirements, Constraints**

**9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular**  
**Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4., qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5., visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.**

**9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.**

**Considering the objectives of this UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (described in 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes (described in 9.4.4).**

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

**A avaliação desta UC é definida por uma componente teórica individual e por uma componente prática de trabalho em**

*grupos (idealmente com grupos de 3 alunos).*

**$NotaFinal = round(0,5 * NTeórica + 0,5 * NProjecto)$**

**Em que NTeórica:**

**NTeórica= Nota de Exame Final**

**NTeórica mínima = 9.5 valores**

**Em que NProjecto:**

**$NProjecto = 25% * 1ªEntrega + 25% * 2ªEntrega + 50% * 3ªEntrega$**

**NProjecto mínima = 8.0 valores**

#### 9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

***The assessment of this course is defined by an individual theoretical component and a practical group work component (ideally with groups of 3 students).***

**$FinalGrade = round(0.5 * TheoreticalGrade + 0.5 * ProjectGrade)$**

**In which TheoreticalGrade:**

**TheoreticalGrade = Final Exam Assessment**

**Minimum TheoreticalGrade = 9.5 values**

**In which ProjectGrade:**

**$ProjectGrade = 25% * 1st Delivery + 25% * 2nd Delivery + 50% * 3rd Delivery$**

**ProjectGrade minimum = 8.0 values**

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

***A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.***

#### 9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

***The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.***

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

***Systems Engineering with SysML/UML - Modeling, Analysis, Design , Tim Weilkiens, 2008, The MK/OMG Press - ISBN: 978-0123742742 ; Fundamentals of Business Process Management (Caps 1-4), Dumas, M., La Rosa, M., Mendling, J., Reijers, H.A., 2013, Springer; Requirements Engineering: Fundamentals, Principles, and Techniques, Klaus Pohl, 2010, Springer; UML, Metodologias e Ferramentas CASE, Alberto Silva, Carlos Videira, 2005, 2ª Edição, Volume I - Editora Centro Atlântico***

## Anexo II - Física II

### 9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

***Física II***

### 9.4.1.1. Title of curricular unit:

***Physics II***

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

***FBas***

### 9.4.1.3. Duração:

***Semestral***

### 9.4.1.4. Horas de trabalho:

***168.0***

**9.4.1.5. Horas de contacto:****49.0****9.4.1.6. ECTS:****6.0****9.4.1.7. Observações:****<sem resposta>****9.4.1.7. Observations:****<no answer>****9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):****ist30771, Vitor Manuel dos Santos Cardoso, T - 56****9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:****Monitores, TP - 84****9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

**Geral: Prever quantitativamente as consequências de uma variedade de fenómenos físicos com ferramentas de cálculo. Garantir formação científica avançada e profunda nos domínios fundamentais da Física que permita abordagens de inovação disciplinares ou interdisciplinares.**

**Específico: Compreensão e interligação dos conceitos e princípios básicos da Física, nos domínios da Física Moderna e do Electromagnetismo, como energia, radiação, força e campo, através de uma perspectiva integradora dos mesmos; capacidade de os aplicar à resolução de problemas, nomeadamente no que respeita às suas aplicações tecnológicas.**

**9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

**General: Quantitatively predict the consequences of a variety of physical phenomena with calculatory tools. Ensure advanced and thorough scientific training in the fundamental fields of Physics, hence allowing for disciplinary or interdisciplinary approaches to innovation.**

**Specific: Ability to understand and interconnect the concepts and basic principles of Physics, in the fields of Modern Physics and Electromagnetism, such as energy, radiation, force and field, through an integrative perspective; ability to apply them to problem solving, particularly in what concerns their technological applications.**

**9.4.5. Conteúdos programáticos:**

- 1. Catástrofe do Ultravioleta: radiação do corpo negro, Lei de Wien. A lei de Planck e o efeito fotoelétrico.**
- 2. Estatísticas Quânticas: Fermiões e Bosões e a tabela periódica dos elementos.**
- 3. Campo Eletrostático no vácuo. Noção de campo e de potencial. Lei de Gauss. Influência elétrica. Condensadores. Energia elétrica.**
- 4. Corrente elétrica estacionária. Densidade e Intensidade de corrente. Equação da continuidade da carga. Lei de Ohm. Lei de Joule. Leis de Kirchoff.**
- 5. Campo Magnético no vácuo. Lei de Biot-Savart. Lei de Ampère. Força de Lorentz. Bobina.**
- 6. Campos Elétrico e Magnético na presença da matéria. Polarização e Magnetização. Diamagnetismo, paramagnetismo e ferromagnetismo.**
- 7. Indução eletromagnética. Lei de Faraday. Motores e geradores elétricos. Energia magnética. Corrente de deslocamento.**
- 8. Caráter eletromagnético da luz. Dispersão, polarização, reflexão, refração.**

**9.4.5. Syllabus:**

- 1. Ultraviolet catastrophe: blackbody radiation, Wien's Law. Planck's law and the photoelectric effect.**
- 2. Quantum Statistics: Fermions and Bosons and the periodic table of elements.**
- 3. Electrostatic field in vacuum. Notion of field and potential. Gauss's law. Electrical influence. Capacitors. Electric energy.**
- 4. Stationary electrical current. Current intensity and current density. Equation for charge continuity. Ohm's law. Joule's law. Kirchoff's laws.**
- 5. Magnetic field in vacuum. Biot-Savart's law. Ampère's law. Lorentz's force. Coils.**
- 6. Electric and magnetic fields in the presence of matter. Polarization and Magnetization. Diamagnetism, paramagnetism and ferromagnetism.**
- 7. Electromagnetic induction. Faraday's law. Electric motors and generators. Magnetic energy. Displacement current.**

**8. Electromagnetic character of light. Dispersion, polarization, reflection, refraction.**

**9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular**  
*Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4., qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5., visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.*

**9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.**  
*Considering the objectives of this UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (described in 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes (described in 9.4.4).*

**9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**  
*50% avaliação contínua por Fichas/Mini-Testes (exclusivamente durante o horário das aulas)*  
*[Mediante recursos adequados de monitores e/ou assistentes de ensino, o docente poderá usar também séries de problemas, apresentações orais e/ou discussões de resolução]*  
*50% exame*

**9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):**  
*50% continuous assessment by Mini-tests (exclusively during class hours) [If an appropriate number of teaching assistants and/or graders is available, series of problems, oral presentations and/or solution discussions may also be considered]*  
*50% Exam*

**9.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.**  
*A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.*

**9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**  
*The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.*

**9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**  
*Introdução à Física, J.D. Deus et al., 2014, Livraria Escolar Editora, ISBN: 9789725924402; Physics for Scientists and Engineers, R. A. Serway, J. W. Jewett, 2004, ISBN: 0-53- 440842-7*

**Anexo II - Probabilidade e Estatística**

**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**  
*Probabilidade e Estatística*

**9.4.1.1. Title of curricular unit:**  
*Probabilistic and Statistic*

**9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:**  
*PE*

**9.4.1.3. Duração:**  
*Semestral*

**9.4.1.4. Horas de trabalho:**  
*168.0*

**9.4.1.5. Horas de contacto:**  
*56.0*

**9.4.1.6. ECTS:****6.0****9.4.1.7. Observações:****<sem resposta>****9.4.1.7. Observations:****<no answer>****9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):****ist12634, António Manuel Pacheco Pires, 0h****9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:****ist12953, Cláudia Rita Ribeiro Coelho Nunes Philippart, 56h****ist132007, Ana Maria Santos Ferreira Gorjão Henriques, 112h****9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):*****Iniciação ao estudo da análise de dados estatísticos, teoria da probabilidade e inferência estatística, tendo em vista a compreensão e aplicação dos seus principais conceitos e métodos.*****9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:*****Master concepts of statistical data analysis, probability theory and statistical inference to understanding and applying such concepts to solve real-life problems in engineering and science.*****9.4.5. Conteúdos programáticos:**

- ***Representação gráfica de dados estáticos e dinâmicos com recurso ao software R.***
- ***Noção de probabilidade. Probabilidade condicionada e lei da probabilidade total. Teorema de Bayes. Independência.***
- ***Tipos de variáveis aleatórias (discretas e contínuas). Função de distribuição. Função massa de probabilidade e função densidade de probabilidade. Valor esperado, variância e quantis.***
- ***Pares aleatórios e combinação linear de variáveis aleatórias. Teorema do Limite Central.***
- ***Introdução à inferência estatística. Estimação pontual e estimação intervalar.***
- ***Construção de testes de hipóteses no contexto clássico de amostras de observações provenientes de populações com distribuição Normal. Testes de ajustamento.***
- ***Estudo da dependência linear entre duas variáveis aleatórias: regressão linear simples.***

**9.4.5. Syllabus:**

- ***Graphical representation of static and dynamic statistical data with R.***
- ***Basic concepts of probability theory. Conditional probability and total probability law. Bayes' theorem. Independence.***
- ***Random variables (discrete and continuous). Distribution function. Probability mass function and probability density function. Expected value, variance and quantiles.***
- ***Random pairs and linear transformation of random variables. Central limit theorem.***
- ***Statistical inference. Point estimation and interval estimation.***
- ***Hypothesis testing under normal populations.***
- ***Goodness of fit testing.***
- ***Linear regression.***

**9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular*****Os conteúdos indicados correspondem a conceitos e técnicas de probabilidade e estatística. Para além da aquisição desses conhecimentos, esta matéria presta-se, através da combinação dos diferentes tópicos e das suas inter-relações, à colocação de problemas bastante variados cuja resolução requer o envolvimento e combinação de uma forma criativa de ferramentas técnicas e analíticas.*****9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.*****The course content corresponds to concepts and techniques of probability and statistics. Besides the acquisition of this knowledge, this subject matter lends itself in a natural way, via the combination of the different topics involved and their relationships, to posing a wide range of problems whose resolution requires the usage and combination in a creative way of technical and analytic tools.***



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

*As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas e por projectos, reforçando-se a componente prática, a aprendizagem activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante. O modelo de avaliação incorpora exame/testes, possivelmente com nota mínima, complementado com componente de avaliação contínua (70%) + projetos computacionais (30%). Prova oral para alunos cuja classificação final seja superior ou igual a 18 valores.*

**9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

*The teaching methodologies aim to promote learning based on problem solving, reinforcing the practical component, active learning, autonomous work and student accountability. The assessment model incorporates exam/tests, possibly with minimum grade, complemented with continuous evaluation components (70%) + computational projects (30%). Oral evaluation for grades above 17 (out of 20).*

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

*A colocação e resolução de problemas, o desenvolvimento do trabalho autónomo e uma aprendizagem activa da parte do estudante implicam necessariamente que este tenha adquirido ao longo do curso um domínio seguro e dinâmico dos conceitos e técnicas leccionados, sendo capaz de os relacionar e utilizar em contextos diferenciados.*

**9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

*The setting and resolution of problems, the developing of autonomous work, and an active learning procedure on the part of the student, are not possible without the acquisition of a solid and dynamic control of the concepts and techniques which are part of the syllabus, having the capacity to relate them, and subsequently apply them in differentiated contexts.*

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

- \* Introduction to Probability and Statistics for Engineers and Scientists, Ross, Sheldon M, 2014, 5th ed, Academic Press;*
- \* Probability and Statistics for Data Science: Math + R +, Matloff, N. , 2019, 1st ed., Data Chapman and Hall/CRC;*
- \* Introductory Statistics with R, Dalgaard, P, 2002, Springer;*
- \* A Modern Introduction to Probability and Statistics: Understanding Why and How, Dekking, F.M., Kraaikamp, C., Lopuhaä, H.P., Meester, L.E., 2005, Springer.*

**Anexo II - Organização de Computadores****9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Organização de Computadores*

**9.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Computer Organization*

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

*ASO*

**9.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**9.4.1.4. Horas de trabalho:**

*168.0*

**9.4.1.5. Horas de contacto:**

*49.0*

**9.4.1.6. ECTS:**

*6.0*

**9.4.1.7. Observações:**

*<sem resposta>*

**9.4.1.7. Observations:**

*<no answer>*

**9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):**

*ist143817, Ricardo Jorge Fernandes Chaves, T - 56*

**9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:**

*Monitores, PL - 128*

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

*Os alunos deverão adquirir uma visão abrangente e atual das arquiteturas de computadores ao nível dos seus diversos componentes: processadores, sistema de memória e de entradas e saídas. Os alunos deverão ainda ser capazes de compreender as condicionantes para a evolução dos sistemas computacionais e de avaliar estratégias para otimização de programas tendo em atenção a arquitetura computacional subjacente, baseadas em métricas de desempenho.*

**9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*Students will acquire an updated and comprehensive view of computer architectures at the level of their various components: processors, memory and input/output systems. Students should also be able to understand the constraints to the evolution of computer systems and to evaluate program optimization strategies taking into account the underlying computational architecture, based on performance metrics.*

**9.4.5. Conteúdos programáticos:**

*Introdução e revisão dos conceitos básicos: revisão da organização interna e funcionamento de um computador; perspetiva da evolução recente e futura.*

*Organização do computador: processadores CISC vs RISC; condicionantes da evolução tecnológica dos computadores; geração de código, papel dos compiladores; organização dos dados em memória; representação de números, formato IEEE 754; métricas de desempenho.*

*Funcionamento de um processador RISC: organização; processamento em pipeline; conflitos no pipeline de dados, controlo e estruturais; otimização do código.*

*Sistema de memória: hierarquia de memória; memória primária; arquitetura das memórias cache; otimização de programas; gestão de memória, ligação ao sistema operativo; mecanismos eficientes de tradução de endereços; funcionamento integrado do sistema de memória.*

*Sistema de entradas e saídas: interface analógico-digital; desempenho na comunicação com periféricos; características de barramentos padrão; interface de periféricos*

**9.4.5. Syllabus:**

*Introduction and review of basic concepts: review of the internal organization and functioning of a computer; perspective of recent and future developments.*

*Computer organization: RISC vs CISC processors; issues constraining the technologic evolution of computers; code generation, role of compilers; data organization in memory; number representation, IEEE 754 format; performance metrics.*

*Operation of a RISC processor: organization; pipelined operation; data, control and structural pipeline conflicts; code optimization.*

*Memory system: memory hierarchy; main memory; architecture of cache memories; program optimization; memory management, connection to the operating system; efficient mechanisms for address translation; integrated operation of the memory system.*

*Input/Output system: analog/digital interface; performance analysis of the communication with peripherals; standard buses; peripheral interfaces with memory, processor and operating system; interrupts, exceptions and traps; DMA*

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

*Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4., qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5., visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.*

**9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.**

*Considering the objectives of this UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (described in 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes (described in 9.4.4).*

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

**Exame (60%) + Mini-testes na aula (10%)+ Exercícios de laboratório (30%)**

**9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

***Exame (60%) + Mini-tests in lectures (10%)+ Lab exercises (30%)***

**9.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.**  
***A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.***

**9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

***The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.***

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

***Computer Organization and Design: The Hardware/Software Interface , D. Patterson, J. Hennessy, 2014, Morgan Kaufmann, 5th Edition, 2014, ISBN: 978-0-12-407726-3***

## **Anexo II - Computação Gráfica**

**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

***Computação Gráfica***

**9.4.1.1. Title of curricular unit:**

***Computer Graphics***

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

***IG***

**9.4.1.3. Duração:**

***Semestral***

**9.4.1.4. Horas de trabalho:**

***168.0***

**9.4.1.5. Horas de contacto:**

***49.0***

**9.4.1.6. ECTS:**

***6.0***

**9.4.1.7. Observações:**

***<sem resposta>***

**9.4.1.7. Observations:**

***<no answer>***

**9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):**

***Jacinto Carlos Marques Peixoto do Nascimento (ist33543), T - 56, PL - 42***

**9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:**

***João Manuel Brisson Lopes (ist11355), PL - 42***  
***Monitores, PL - 126***

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

*Esta unidade curricular pretende fornecer conhecimentos básicos sobre computação gráfica interactiva. São leccionados os fundamentos da representação e criação de imagens sintéticas a partir de cenas tri-dimensionais. Neste âmbito os alunos deverão dominar as transformações geométricas elementares e compreender o funcionamento do pipeline de visualização 3D e dos seus andares principais. No final, os alunos estarão preparados para desenhar e desenvolver aplicações gráficas interativas.*

**9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*This course aims to provide basic knowledge about interactive computer graphics. Fundamental topics are taught, namely, the representation and the creation of synthetic images from three-dimensional scenes. In this context, students will master the elementary geometric transformations and understand each stage of the 3D visualization pipeline. In the end, students will be prepared to design and develop interactive graphic applications.*

**9.4.5. Conteúdos programáticos:**

*Enquadramento e conceitos fundamentais; Matemática para CG (inclui trigonometria e matrizes); Introdução ao three.js; Transformações Geométricas: Transformações geométricas planas elementares; Transformações em coordenadas homogéneas; Transformações em três dimensões; Composição de transformações geométricas; Matriz de transformação composta. Grafos de cena; Manipulação de matrizes em three.js. Programação baseada em acontecimentos, animação e colisões. Pipeline Gráfico: Visualização e projeção; Câmara Virtual Simples; Visualização e Projeção em three.js; Iluminação (modelo de Blinn-Phong); Sombreamento (Flat, Gouraud e Phong) Recorte (Cohen-Sutherland e Sutherland-Hodgman) e remoção de superfícies ocultas. Operações sobre fragmentos: memórias-tampão e mapeamento de texturas. Novas arquitecturas hardware/software em Computação Gráfica.*

**9.4.5. Syllabus:**

*Framework and fundamental concepts; Mathematics for CG (includes trigonometry and matrices); Introduction to three.js Geometric Transformations: Elemental plane geometric transformations; Transformations in homogeneous coordinates; Transformations in three dimensions; Composition of geometric transformations; Composite transformation matrix. Scene graphs; Manipulation of arrays in three.js. Event-driven programming, animation and collisions. Graphic Pipeline: Visualization and Projection Transformations; Simple Virtual Camera; Visualization and Projection in three.js; Lighting (Blinn-Phong model); Shading (Flat, Gouraud and Phong) Clipping (Cohen-Sutherland and Sutherland-Hodgman) and removal of hidden surfaces. Fragment operations: buffer memories and texture mapping. New hardware / software architectures in Computer Graphics.*

**9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular**  
*Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4., qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5., visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.***9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.**

*Considering the objectives of this UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (described in 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes (described in 9.4.4).*

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

*Componente teórica: Avaliação por exame. Nota mínima do exame: 9,5. Avaliação de quatro trabalhos laboratoriais, ponderados pelo atendimento. Nota mínima para as quatro tarefas laboratoriais: 9,5. Classificação final: média da componente teórica e laboratorial (não arredondados).*

**9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

*Theoretical: Assessment by exam. Minimum exam grade: 9.5. Evaluation of four laboratorial assignments, weighted by attendance. Minimum grade for all four laboratorial assignments: 9.5. Final grade: average of theoretical and laboratory components (not rounded).*

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

*A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.*

**9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

*The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of*

**demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.**

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

***Introdução à Computação Gráfica, João Madeiras Pereira, João Brisson, António Coelho, Alfredo Ferreira, Mário Rui Gomes, 2018, FCA - Editora de Informática, Lda\_ ISBN: 978-972-722-877-5***

**Anexo II - Sistemas Operativos**

**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

***Sistemas Operativos***

**9.4.1.1. Title of curricular unit:**

***Operating Systems***

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

***ASO***

**9.4.1.3. Duração:**

***Semestral***

**9.4.1.4. Horas de trabalho:**

***168.0***

**9.4.1.5. Horas de contacto:**

***56.0***

**9.4.1.6. ECTS:**

***6.0***

**9.4.1.7. Observações:**

***<sem resposta>***

**9.4.1.7. Observations:**

***<no answer>***

**9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):**

***José Manuel da Costa Alves Marques (ist12023), T - 35***

**9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:**

***João Pedro Faria Mendonça Barreto (ist45149), T - 35***

***Renato Jorge Caleira Nunes (ist12102), PL - 42***

***Monitores, PL - 168***

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

***Programar, ao nível sistema, usando todas as funcionalidades dos sistemas operativos tendo em conta os modelos de programação sequencial e concorrente.***

***Conhecer os conceitos fundamentais subjacentes aos sistemas operativos, com ênfase nos seus mecanismos e algoritmos, assim como a estrutura interna dos sistemas operativos mais relevantes.***

**9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

***Program at the system level using all operating systems functionalities taking into account both the sequential and concurrent programming models. Learn the fundamental concepts underlying operating systems, with emphasis on the mechanisms and algorithms used, as well as the internal structure of most relevant operating systems.***

**9.4.5. Conteúdos programáticos:**

**Programação com processos, tarefas e ficheiros. Programação concorrente sobre memória partilhada. Comunicação entre processos.**

**Organização e evolução dos sistemas operativos. O núcleo de um sistema multiprogramado. Despacho e escalonamento. Memória virtual e algoritmos de gestão de memória do sistema operativo. Sistemas de ficheiros.**

#### 9.4.5. Syllabus:

**Programming with processes, threads and files. Concurrent programming on shared memory. Inter-process communication.**

**Organization and evolution of operating systems. The kernel of a multitasking operating system. Dispatch and scheduling. Virtual memory and algorithms for virtual memory management. File systems.**

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

**Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4., qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5., visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.**

#### 9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

**Considering the objectives of this UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (described in 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes (described in 9.4.4).**

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

**A avaliação da disciplina tem 2 componentes: teórica (50%) e laboratorial (50%).**

**A componente teórica consiste em 2 testes. Na época de recurso é possível repescar um ou ambos os testes individualmente.**

#### 9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

**Determined by 2 components: theory (50%) e laboratory (50%).**

**The theory component consists of 2 tests. Possibility of repeating each test.**

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

**A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.**

#### 9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

**The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.**

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

**Sistemas Operativos (2ª Edição), José Alves Marques, Paulo Ferreira, Carlos Ribeiro, Luís Veiga, Rodrigo Rodrigues, 2012, FCA; Modern Operating Systems, 4th Edition, Andrew S. Tanenbaum, 2015, Pearson**

### Anexo II - Cálculo Diferencial e Integral I

#### 9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

**Cálculo Diferencial e Integral I**

#### 9.4.1.1. Title of curricular unit:

**Differential and Integral Calculus I**

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

**MatGer**

#### 9.4.1.3. Duração:

**Semestral**

**9.4.1.4. Horas de trabalho:****168.0****9.4.1.5. Horas de contacto:****56.0****9.4.1.6. ECTS:****6.0****9.4.1.7. Observações:****<sem resposta>****9.4.1.7. Observations:****<no answer>****9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):****ist12267, Pedro Simões Cristina de Freitas, 0h****9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:****ist12407, João Maria da Cruz Teixeira Pinto, 56h****ist428277, Filipe Mena, 112h****9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):****Dominar conceitos e técnicas de cálculo diferencial e integral a uma variável. Desenvolver pensamento analítico, criatividade e capacidade de inovação, através da aplicação desses conceitos e técnicas em contextos diferenciados.****9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:****Master concepts and techniques of differentiable and integral calculus in one variable. Develop analytic thinking, creativity and innovation capacity, through the application of those concepts and techniques in different contexts.****9.4.5. Conteúdos programáticos:****Números reais: axiomas algébricos, de ordem e do supremo. Números naturais e indução matemática. Sucessões; aplicações. Funções reais de uma variável real; limites e continuidade; funções elementares. Propriedades globais de funções contínuas: teoremas do valor intermédio e de Weierstrass. O conceito de derivada. Derivadas das funções elementares. Teoremas de Rolle, Lagrange e Cauchy. Regra de l'Hôpital. Derivadas de ordem superior. Funções inversas.****Primitivação: partes, substituição, funções racionais. Integral de Riemann. Teorema Fundamental do Cálculo. Regra de Barrow. Aplicações: cálculo de áreas; definição de funções (ex.: logaritmo, erro, gama); exemplos de equações diferenciais separáveis da forma  $f(y) y'(t) = g(t)$ . Polinómio de Taylor. Séries numéricas. Critérios de convergência. Convergência simples e absoluta. Séries de potências, raio de convergência. Séries de Taylor: definição, exemplos e convergência.****9.4.5. Syllabus:****Real numbers: algebraic, order and supremum axioms. Natural numbers and mathematical induction. Sequences: the concept of limit; applications. Real functions of one real variable: limits and continuity; elementary functions. Global properties of continuous functions: intermediate value and Weierstrass theorems. The concept of derivative. Derivatives of elementary functions. Rolle, Lagrange and Cauchy theorems. L'Hôpital's rule. Derivatives of higher order. Inverse functions.****Primitives: parts, substitution, rational functions. Riemann's integral. Fundamental Theorem of Calculus. Barrow's rule. Applications: calculation of areas; definition of functions (ex.: logarithm, error and gamma functions); examples of separable differential equations of the form  $f(y) y'(t) = g(t)$ . Taylor's polynomial. Numerical series. Convergence criteria. Simple and absolute convergence. Power series, convergence radius. Taylor series: definition, examples and convergence.****9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular****Os conteúdos indicados correspondem a conceitos e técnicas de cálculo diferencial e integral a uma variável. Para além da aquisição desses conhecimentos, esta matéria presta-se, através da combinação dos diferentes tópicos e das suas inter-relações, à colocação de problemas bastante variados cuja resolução requer o envolvimento e combinação de uma forma criativa de ferramentas técnicas e analíticas.**

**9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.**

*The course content corresponds to concepts and techniques of differential and integral calculus in one variable. Besides the acquisition of this knowledge, this subject matter lends itself in a natural way, via the combination of the different topics involved and their relationships, to posing a wide range of problems whose resolution requires the usage and combination in a creative way of technical and analytic tools.*

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

*As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas e por projectos, reforçando-se a componente prática, a aprendizagem activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante. O modelo de avaliação incorpora exame/testes, possivelmente com nota mínima, complementado com componente de avaliação contínua e/ou provas orais para classificações maiores de 17 valores.*

**9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

*The teaching methodologies aim to promote learning based on problem solving and projects, reinforcing the practical component, active learning, autonomous work and student accountability. The assessment model incorporates exam/tests, possibly with minimum grade, complemented with continuous evaluation components and oral evaluation for grades above 17 (out of 20).*

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

*A colocação e resolução de problemas, o desenvolvimento do trabalho autónomo e uma aprendizagem activa da parte do estudante implicam necessariamente que este tenha adquirido ao longo do curso um domínio seguro e dinâmico dos conceitos e técnicas leccionados, sendo capaz de os relacionar e utilizar em contextos diferenciados.*

**9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

*The setting and resolution of problems, the developing of autonomous work, and an active learning procedure on the part of the student, are not possible without the acquisition of a solid and dynamic control of the concepts and techniques which are part of the syllabus, having the capacity to relate them, and subsequently apply them in differentiated contexts.*

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

- \* *Cálculo numa Variável Real*, J. P. Santos, 2013, IST Press;
- \* *Calculus*, M. Spivak, 2006, 3rd Edition, Cambridge University Press;
- \* *Introduction to Real Analysis*, W. Trench, 2009, (free edition), Trinity University;
- \* *Aulas teóricas de Cálculo Diferencial e Integral I*, M. Abreu e R. L. Fernandes, 2014, DM-IST;
- \* *Cálculo Diferencial e Integral I*, M. A. Bastos e A. Bravo, 2010, (texto de apoio às aulas);
- \* *Introdução à Análise Matemática*, J. Campos Ferreira, 2018, 12ª edição, Gulbenkian;
- \* *A First Course in Real Analysis*, M. H. Protter e C. B. Morrey, 1993, Springer-Verlag;
- \* *Calculus*, J. Stewart, 2015, 8th edition.

**Anexo II - Elementos de Matemática Discreta****9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Elementos de Matemática Discreta*

**9.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Elements of Discrete Mathematics*

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

*LogComp*

**9.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**9.4.1.4. Horas de trabalho:**

*168.0*

**9.4.1.5. Horas de contacto:**

*56.0*



**9.4.1.6. ECTS:****6.0****9.4.1.7. Observações:****<sem resposta>****9.4.1.7. Observations:****<no answer>****9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):****José Félix Costa (ist12623), 28T, 28 TP****9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:****<sem resposta>****9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

***Desenvolver o raciocínio matemático rigoroso. Dominar os conceitos e instrumentos matemáticos necessários à análise de procedimentos e algoritmos, quer quanto à sua correção, quer quanto à sua eficiência. Resolver problemas técnicos que ocorram na aprendizagem de outros domínios científicos, ou na vida profissional, e que envolvam conceitos da matemática discreta.***

**9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

***Develop rigorous mathematical reasoning. Master the mathematical concepts and tools for algorithm and procedure analysis, focusing both on correctness and efficiency.***

**9.4.5. Conteúdos programáticos:**

***Estudo da indução matemática. Teoria intuitiva dos conjuntos, das relações e das funções. Relações de ordem. Reticulados. Grafos, subgrafos, ciclos e circuitos. Digrafos e redes. Grafos planares. Coloração de grafos. Teoria de números elementar. Algoritmos de Euclides e Saunderson. Pequeno Teorema de Fermat. Teorema chinês dos restos. Polinómios. Transformada de Fourier discreta (DFT) e seu cálculo eficiente (FFT). Aplicações à Criptografia RSA. Análise da eficiência de programas imperativos no pior caso e no caso médio. Determinação de formas fechadas de somatórios de termos elementares. Funções geradoras. Resolução de equações às diferenças lineares. Correção de programas. Cálculo de Hoare para correção parcial e total de programas imperativos. Correção total de algoritmos de pesquisa e ordenação.***

**9.4.5. Syllabus:**

***Mathematical induction. Naive set theory. Relations and functions. Order relations. Lattices. Graphs, subgraphs, cycles and circuits. Digraphs and networks. Planar graphs. Graph coloring. Elementary number theory. Euclides and Saunderson algorithms. Fermat's little theorem. Chinese remainder theorem. Polynomials. Discrete Fourier Transform (DFT) and its efficient computation (FFT). Applications to RSA cryptography. Worst case and average case complexity of problems. Closed forms of infinite sums. Generating functions. Solution of finite difference linear equations. Programme correction. Hoare's calculus of partial and total correction of imperative programmes. Total correction of search and sorting algorithms.***

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

***Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4., qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5., visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.***

**9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.**

***Considering the objectives of this UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (described in 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes (described in 9.4.4).***

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

***As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas e por projectos, reforçando-se a componente prática, a aprendizagem, activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante. O modelo de avaliação incorpora elementos de avaliação contínua no âmbito da aprendizagem ativa (p. ex, projectos, trabalhos de casa, fichas, etc) compatível com a redução significativa do peso de avaliação por exames (≤50%).***

**9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

*The teaching methodologies aim to promote learning based on problem solving and projects, reinforcing the practical component, active learning, autonomous work and student accountability. The assessment model incorporates elements of continuous assessment in the context of active learning (eg, projects, homework, worksheets, etc.) compatible with the significant reduction of evaluation by exams (≤50%).*

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

*A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.*

**9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

*The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.*

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

*Discrete Mathematics, K.H. Rosen, 1999, McGraw-Hill; Combinatorial Methods with Computer Applications, Jonathan L. Gross, 2008, Chapman & Hall CRC; Concrete Mathematics: A foundation for computer science, Ronald L. Graham, Donald E. Knuth e Oren Patashnik, 1994, Addison-Wesley Publishing Company; Matemática Discreta, José Félix Costa e Paula Gouveia, 2019, IST Press*

**Anexo II - Sistemas Distribuídos****9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Sistemas Distribuídos*

**9.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Distributed Systems*

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

*ASO*

**9.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**9.4.1.4. Horas de trabalho:**

*168.0*

**9.4.1.5. Horas de contacto:**

*49.0*

**9.4.1.6. ECTS:**

*6.0*

**9.4.1.7. Observações:**

*<sem resposta>*

**9.4.1.7. Observations:**

*<no answer>*

**9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):**

*Fernando Manuel Valente Ramos (ist428757), T - 56*

**9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:**

*Miguel Filipe Leitão Pardal (ist14265), PL - 42*

**Monitores, PL - 168****9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

*Aprender os conceitos e tecnologias fundamentais para desenvolver aplicações distribuídas que possam garantir requisitos não funcionais como a reconfigurabilidade, a segurança, a tolerância a faltas e a escalabilidade. Adquirir conhecimentos que permitam desenvolver uma aplicação com uma arquitectura distribuída. Programar aplicações distribuídas com chamadas remotas e serviços de nomes distribuídos. Analisar requisitos de fiabilidade e disponibilidade e introdução de mecanismos de tolerância a faltas. Interpretar requisitos de segurança formulando políticas e concretizando mecanismos seguros no código da aplicação.*

**9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*Learn the fundamental concepts and technologies to develop distributed applications that can guarantee non-functional requirements such as re-configurability, security, fault tolerance, and scalability. Students should be able to define a distributed architecture for an application. Program distributed applications using remote procedure calls and distributed name services. Analyse reliability and availability requirements and introduce mechanisms for ensuring fault tolerance in applications. Interpret security requirements, to design policies and use mechanisms to fulfil such requirements.*

**9.4.5. Conteúdos programáticos:**

*Introdução: desafios e oportunidades da distribuição.*

*Troca de mensagens: chamadas remotas de procedimentos e gestão de nomes.*

*Memória partilhada: coerência de memória e memória partilhada distribuída.*

*Coordenação e tolerância a faltas: tipos de faltas e confiança no funcionamento, replicação de máquinas de estados, primário-secundário, confirmação em duas etapas.*

*Segurança: introdução à criptografia, canais seguros, certificados digitais, TLS, autenticação distribuída.*

**9.4.5. Syllabus:**

*Introduction: challenges and opportunities of distribution.*

*Message passing: remote procedure calls. Naming.*

*Shared memory: memory consistency and distributed shared memory.*

*Coordination and fault-tolerance: fault types and dependability, state machine replication, primarybackup, two-phase commit.*

*Security: introduction to cryptography, secure channels, digital certificates, TLS, single sign-on.*

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

*Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4., qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5., visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.*

**9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.**

*Considering the objectives of this UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (described in 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes (described in 9.4.4).*

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

*A avaliação da disciplina segue o regime de projeto e exame. A avaliação contínua terá um peso  $\geq 40\%$ .*

**9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

*Project and Exam*

*The continuous evaluation component will have a weight  $\geq 40\%$*

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

*A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.*

**9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

*The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.*

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

*Distributed Systems - Concepts and Design - 5th edition, George Coulouris and Jean Dollimore and Tim Kindberg and Gordon Blair , 2011, Addison Wesley; Distributed Systems - 3rd edition, Maarten van Steen and Andrew S. Tanenbaum, 2017, CreateSpace Independent Publishing Platform*

**Anexo II - Projecto Integrador de 1º Ciclo em Engenharia Informática e de Computadores****9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Projecto Integrador de 1º Ciclo em Engenharia Informática e de Computadores*

**9.4.1.1. Title of curricular unit:**

*1st Cycle Integrated Project in Computer Science and Engineering*

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

*ACDEI*

**9.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**9.4.1.4. Horas de trabalho:**

*168.0*

**9.4.1.5. Horas de contacto:**

*28.0*

**9.4.1.6. ECTS:**

*6.0*

**9.4.1.7. Observações:**

*<sem resposta>*

**9.4.1.7. Observations:**

*<no answer>*

**9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):**

*ist14221, Vasco Miguel Gomes Nunes Manquinho, 28 OT*

**9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:**

*Todos os docentes do Departamento de Engenharia Informática. A disciplina funciona em regime tutorial com acompanhamento semanal do orientador do trabalho do aluno.*

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

*O Projecto Integrador tem a duração de um semestre e é enquadrável em uma de três modalidades: 1. Projecto científico, 2. Projecto em empresa e 3. Projeto JUNO. Os objetivos de aprendizagem dependerão do projeto específico, mas, em geral, os estudantes deverão:*

- aplicar os conhecimentos adquiridos na licenciatura no desenvolvimento de um projeto científico, tecnológico ou de gestão.*
- estender os seus conhecimentos a áreas não cobertas na licenciatura.*
- pesquisar, obter, compilar e resumir informações (científicas, técnicas, legislação, entrevistas, inquéritos) relevantes para o projeto.*
- planejar e executar experiências, analisar e interpretar dados, desenvolver modelos matemáticos, realizar simulações em computador.*
- desenvolver competências intrapessoais, interpessoais e de pensamento crítico e inovador.*
- escrever e apresentar oralmente e discutir um relatório técnico.*

**9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

**The integrated project may fall within one of three modalities: 1. Scientific project, 2. Company project and 3. JUNO project. Learning objectives will depend on the specific project, but in general students should:**

- **apply the knowledge acquired during their degree to undertake a project of a scientific, technological or management nature.**
  - **extend their knowledge to areas not covered in their degree.**
  - **search, obtain, compile and summarize information (scientific, technical, legislation, interviews, polls) relevant to the project - plan and execute experiments, analyse and interpret data, develop mathematical models, perform computer simulations**
  - **develop Critical and Innovative Thinking, Intrapersonal and Interpersonal Skills. - write and orally present and discuss a technical report.**
- This project could serve as a seed for the master dissertation theme**

#### 9.4.5. Conteúdos programáticos:

**O projeto é definido inicialmente pelos orientadores ou sob orientação destes. Pode ser realizado individualmente ou em grupo, no IST ou fora do IST (universidades, centros de investigação ou empresas). As seguintes modalidades são possíveis:**

- 1. Projecto científico: uma análise profunda e academicamente rigorosa de um desafio científico, tecnológico ou da área de gestão. Pode incluir trabalho experimental e/ou computacional.**
- 2. Projeto em empresa: projeto individual focado num desafio específico apresentado pela empresa anfitriã que requer uma solução ou análise vocacionada para uma implementação a curto prazo.**
- 3. Projeto JUNO: trabalho em equipa multidisciplinar com base em problemas/desafios reais e complexos apresentados por empresas ou instituições e que exigem contribuições de alunos de diferentes cursos do IST/ULisboa.**

#### 9.4.5. Syllabus:

**The project is initially defined by the supervisors or under the supervisors guidance. It can be carried out individually or in groups, and take place at IST or outside IST (universities, research centers or companies). The following types are possible:**

- 1. Scientific project: an in-depth and academically rigorous analysis of a scientific, technological or management challenge. May include experimental and/or computational work.**
- 2. Company project: individual project focused on a specific challenge posed by a host company that requires a solution or analysis targeted for short term implementation.**
- 3. JUNO project: multidisciplinary team work based on real and complex problems/challenges posed by companies or other institutions that require inputs from students from different courses of IST or the University of Lisbon.**

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

**Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4., qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5., visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.**

#### 9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

**Considering the objectives of this UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (described in 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes (described in 9.4.4).**

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

**Para os projectos de modalidade 1 e 2, deve ser submetida para avaliação um relatório e feita uma discussão por júri constituído por (no mínimo) de dois docentes.**

**Para os projectos de modalidade 3: Avaliação contínua com 3 momentos de exposição pública (pitch inicial (30%) + apresentação intercalar (30%) + apresentação final (40%)); Os elementos submetidos para avaliação deverão ser orientados para o desenvolvimento de um portfolio de conteúdo variável, dependente do projeto (website, relatório/poster, apresentação, vídeo divulgação); Avaliação por júri constituído por (no mínimo) dois docentes incluindo uma componente de avaliação pelos pares (5% de cada momento).**

#### 9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

**A written document will be used, together with a presentation of the work as the bases for the evaluation.**

**For JUNO projects, the evaluation will have three moments of public evaluation: initial pitch (30%) + intermediate presentation (30%) + final presentation (40%).**

**9.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.**  
*A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.*

**9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**  
*The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.*

**9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**  
*Bibliografia específica ao projecto a ser desenvolvido pelo aluno.*

## **Anexo II - Interacção Pessoa-Máquina**

**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**  
*Interacção Pessoa-Máquina*

**9.4.1.1. Title of curricular unit:**  
*Human-Computer Interaction*

**9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:**  
*IG*

**9.4.1.3. Duração:**  
*Semestral*

**9.4.1.4. Horas de trabalho:**  
*168.0*

**9.4.1.5. Horas de contacto:**  
*56.0*

**9.4.1.6. ECTS:**  
*6.0*

**9.4.1.7. Observações:**  
*Devido a restrições na capacidade de ocupação dos laboratórios, está prevista a criação de turnos para aulas laboratoriais, cada um com uma fracção dos alunos inscritos. A carga letiva de cada um dos docentes envolvidos na unidade curricular poderá assim ser superior à indicada.*

**9.4.1.7. Observations:**  
*Due to restrictions in the capacity of the laboratories, shifts for laboratorial classes, each one with a fraction of the enrolled students, are foreseen. The teaching load for each one of the teachers involved in the curricular unit may thus be higher than the one indicated.*

**9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):**  
*Duarte Nuno Jardim Nunes (ist132720), T - 70*

**9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:**  
*João Manuel Brisson Lopes (ist11355), PL - 84*  
*Augusto Emanuel Abreu Esteves (ist154298), PL - 63*  
*Monitores, PL - 84*

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

*Aprender os princípios e regras fundamentais para a concepção e desenvolvimento de dispositivos, sistemas e serviços interactivos. Identificar os utilizadores, as tarefas e os contextos de utilização. Conhecer as limitações das diferentes tecnologias e dispositivos de interação. Compreender o processo iterativo e incremental de design de sistemas e serviços interactivos. Saber avaliar as interfaces em diferentes fases do seu desenvolvimento, aplicando as técnicas de avaliação que mais se adequam aos diferentes contextos de utilização. Compreender e adoptar compromissos entre as várias restrições a que está sujeito o processo de desenvolvimento de sistemas e serviços interactivos. Enquadrar a área de interação pessoa-máquina no contexto da engenharia informática e de computadores.*

**9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*Learn the fundamental principles and rules for the design and development of interactive devices, systems and services. Identify users, tasks and contexts of use. Understand the limitations of different technologies and interaction devices. Understand the iterative and incremental process of designing interactive systems and services. Know how to evaluate interfaces at different stages of their development, applying the assessment techniques that best suit the different contexts of use. Understand and compromise between the various constraints to the process of developing interactive systems and services. To frame the area of person-machine interaction in the context of computer and computer engineering.*

**9.4.5. Conteúdos programáticos:**

*Introdução: perspectiva história da importância da interação pessoa-máquina na engenharia informática e de computadores. Exemplos paradigmáticos de tecnologias, dispositivos, sistemas, serviços e aplicações interactivas. Modelos de percepção e actuação.*

*O processo de desenvolvimento iterativo e incremental de sistemas e serviços interactivos. Geração de ideias e avaliação: Métodos e técnicas de prototipagem: baixa, média e alta fidelidade.*

*Métodos e técnicas de análise dos utilizadores e dos contextos de utilização. Avaliação preditiva, avaliação heurística e avaliação participada. Desenho e Construção de Interfaces Visuais: dispositivos, estilos e tecnologias de interação.*

**9.4.5. Syllabus:**

*Introduction: an historical perspective of the importance of human-computer interaction in computer science and engineering. Prime examples of interactive technologies, devices, systems, services and applications. Models of perception and action.*

*The iterative and incremental development process of interactive systems and services. Idea generation and evaluation. Prototyping methods and techniques: low, medium and high fidelity.*

*Methods and techniques for analyzing users and usage contexts. Predictive evaluation, heuristic evaluation and participatory evaluation. Design and Construction of Visual Interfaces: interaction devices, styles and technologies.*

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

*Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4., qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5., visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.*

**9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.**

*Considering the objectives of this UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (described in 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes (described in 9.4.4).*

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

*60% Laboratórios (L) + 40% Exame Final (E) ;*

*Nota Final: 0.6xL + 0.4xE*

*Nota Mínima: 9,5 no (L) e 9,5 no (E)*

*Os alunos trabalhadores estudantes devem ser reconhecidos formalmente reconhecidos como tal e podem desenvolver a componente de laboratório individualmente.*

**9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

*60% Class Labs (L) + 40% Final Exam (E) ;*

*Final Grade: 0.6xL + 0.4xE*

*Minimum Grade: 9,5 on (L) and 9,5 on (E)*

*Working-Students (must be formally recognised as such): must complete the labs but may develop it individually.*

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

***A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.***

**9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.  
*The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.***

**9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:  
*Introdução ao Design de Interfaces (3ª Edição), Manuel J. Fonseca, Pedro Campos, Daniel Gonçalves, 2017 (Out.), FCA; Human-Computer Interaction (3rd ed.) , Alan Dix et al., 2004, Prentice Hall; Interaction Design – beyond computer interaction (3rd ed.), Jenny Preece et al. , 2011, John Wiley***

## **Anexo II - Fundamentos da Programação**

**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:  
*Fundamentos da Programação***

**9.4.1.1. Title of curricular unit:  
*Foundations of Programming***

**9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:  
*MTP***

**9.4.1.3. Duração:  
*Semestral***

**9.4.1.4. Horas de trabalho:  
*168.0***

**9.4.1.5. Horas de contacto:  
*56.0***

**9.4.1.6. ECTS:  
*6.0***

**9.4.1.7. Observações:  
*<sem resposta>***

**9.4.1.7. Observations:  
*<no answer>***

**9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):  
*João Emílio Segurado Pavão Martins (ist11416), T - 70***

**9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:  
*Maria dos Remédios Vaz Pereira Lopes Cravo (ist11990), PL - 63*  
*Cláudia Martins Antunes (ist14046), PL - 42*  
*Monitores, PL - 84***

**9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):  
*Fornecer conhecimentos sobre conceitos fundamentais relativos à actividade de programação, nomeadamente, algoritmo, abstracção procedimental e abstracção de dados, a programação como construção de abstracções, paradigmas de programação. Após a frequência da cadeira, os alunos deverão dominar os conceitos apresentados e serem capazes de desenvolver programas numa linguagem de programação de alto nível, o Python.***



**9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*Provide knowledge about fundamental concepts related to programming activity, namely, algorithm, procedural abstraction and data abstraction, programming as construction of abstractions, programming paradigms. After attending the course, students should master the concepts presented and be able to develop programs in a high level programming language, Python.*

**9.4.5. Conteúdos programáticos:**

*Computadores, algoritmos e programas. Linguagens de programação. Sintaxe e semântica. Elementos básicos de programação. Tipos elementares de dados. Nomes e atribuição. Comunicação com o exterior. Programas, instruções e sequenciação. Selecção. Repetição. Funções. Abstracção procedimental. Tuplos e ciclos contados. Cadeias de caracteres. Listas. Funções recursivas. Funções de ordem superior. Programação funcional. Recursão e iteração. Ficheiros. Dicionários. Abstracção de dados. Tipos abstratos de dados. Programação com objectos.*

**9.4.5. Syllabus:**

*Computers, algorithms and programs. Programming languages. Syntax and semantics. Basic elements of programming. Elementary data types. Names and assignment. Communication with outside world. Programs, instructions and sequencing. Selection. Repetition. Functions. Procedural abstraction. Tuples and counted cycles. Strings. Lists. Recursive Functions. Higher order functions. Functional programming. Recursion and iteration. Files, Dictionaries. Data abstraction. Abstract data types. Object-oriented programming.*

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

*Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4., qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5., visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.*

**9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.**

*Considering the objectives of this UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (described in 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes (described in 9.4.4).*

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

*Avaliação contínua nas aulas práticas  
2 Projetos de programação  
1 Exame.  
A componente de avaliação contínua terá um peso  $\geq 40\%$*

**9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

*Continuous assessment in practical classes  
2 Programming Projects  
1 Exam  
The continuous evaluation component will have a weight  $\geq 40\%$*

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

*A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.*

**9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

*The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.*

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

*Programação em Python: Introdução à programação com múltiplos paradigmas, João P. Martins, 2018, IST Press*

**Anexo II - Redes de Computadores****9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

## **Redes de Computadores**

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

**Computer Networks**

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

**Tele**

### **9.4.1.3. Duração:**

**Semestral**

### **9.4.1.4. Horas de trabalho:**

**168.0**

### **9.4.1.5. Horas de contacto:**

**49.0**

### **9.4.1.6. ECTS:**

**6.0**

### **9.4.1.7. Observações:**

**<sem resposta>**

### **9.4.1.7. Observations:**

**<no answer>**

### **9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):**

**Paulo Luís Serras Lobato Correia, T - 56, PL - 63**

### **9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:**

**Francisco Alberto Sena da Silva, PL - 105**

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

**Fornecer aos alunos uma visão global dos conceitos e princípios subjacentes ao desenho de redes de computadores, tomando a arquitetura e os protocolos da Internet como exemplos. Capacitar os alunos a desenvolver aplicações sobre a Internet usando a interface de sockets e a interagir com equipamentos de rede.**

### **9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

**Provide a comprehensive view of the concepts and principles underlying the design of computer networks, taking the architecture and protocols of the Internet as examples. Capacitate students to develop Internet applications using the sockets API and to interact with network equipment.**

### **9.4.5. Conteúdos programáticos:**

- 1. Introdução às redes de computadores e à Internet: comutação de pacotes; arquitetura em camadas; serviços; interfaces e protocolos; infraestrutura física da Internet; medidas de desempenho.**
- 2. Camada de aplicação: a Web e HTTP; FTP; SMTP; DNS; a interface de sockets.**
- 3. Camada de transporte: multiplexagem; transferência fiável de dados; controlo de fluxo, controlo de congestionamento; os protocolos UDP e TCP.**
- 4. Camada de rede: endereços e prefixos IP; protocolos de encaminhamento: RIP, OSPF, BGP; redes privadas e NAT; protocolos DHCP, ICMP; multicast.**
- 5. Camada de ligação de dados: o protocolo ARP; controlo de erros; protocolos de controlo de acesso ao meio: ALOHA, CSMA/CD, CSMA/CA; redes locais comutadas; virtualização.**
- 6. Tendências de evolução.**

### **9.4.5. Syllabus:**

- 1. Introduction to computer networks and the Internet: packet switching; layered architecture; services; interfaces and protocols; physical infrastructure of the Internet; performance measures.**

2. *Application layer: the Web and HTTP; FTP; SMTP; DNS; the sockets interface.*
3. *Transport layer: multiplexing; reliable data transfer; flow control, congestion control; the UDP and TCP protocols.*
4. *Network layer: IP addresses and prefixes; routing protocols: RIP, OSPF, BGP; private networks and NAT; DHCP, ICMP protocols; multicast.*
5. *Data-link layer: the ARP protocol; error control; medium access control protocols: ALOHA, CSMA/CD, CSMA/CA; switched local area networks; virtualization.*
6. *Evolution tendencies.*

9.4.6. *Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular. Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4., qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5., visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.*

9.4.6. *Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives. Considering the objectives of this UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (described in 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes (described in 9.4.4).*

9.4.7. *Metodologias de ensino (avaliação incluída):  
50% avaliação contínua; 50% avaliação não contínua*

9.4.7. *Teaching methodologies (including evaluation):  
50% continuous evaluation / 50% non-continuous evaluation*

9.4.8. *Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular. A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.*

9.4.8. *Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes. The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.*

9.4.9. *Bibliografia de consulta/existência obrigatória:  
Computer Networks: A Top Down Approach, Jim Kurose, Keith Ross, 2017, Pearson Education Limited; Quick Guide to Network Programming, José Eduardo Sanguino, 2019, ; Notas e transparências das aulas, Paulo Lobato Correia, 2019,*

## **Anexo II - Análise e Síntese de Algoritmos**

9.4.1.1. *Designação da unidade curricular:  
Análise e Síntese de Algoritmos*

9.4.1.1. *Title of curricular unit:  
Analysis and Synthesis of Algorithms*

9.4.1.2. *Sigla da área científica em que se insere:  
MTP*

9.4.1.3. *Duração:  
Semestral*

9.4.1.4. *Horas de trabalho:  
168.0*

9.4.1.5. *Horas de contacto:*

56.0

9.4.1.6. ECTS:  
6.0

9.4.1.7. Observações:  
<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:  
<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):  
*Arlindo Manuel Limede de Oliveira (ist12282), T - 35*

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:  
*José Faustino Fragoso Femenin dos Santos (ist153921), T - 35, PL - 63*  
*Ana Galdina Almeida Matos (ist24690), PL - 84*  
*Jan Gunnar Cederquist (ist24691), PL - 84*

9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):  
*Formação de nível intermédio em algoritmia e complexidade, familiarizando os alunos com técnicas de análise e síntese de algoritmos e estruturas de dados. Conhecimento dos fundamentos da análise e síntese de algoritmos. Análise da realização prática de algoritmos e estruturas de dados. Perspectiva abrangente das aplicações dos algoritmos em Engenharia Informática.*

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:  
*Intermediate knowledge in algorithmics and complexity, preparing the students with techniques for the analysis and synthesis of algorithms and data structures. Knowledge of the fundamentals of the design and analysis of algorithms. Analysis of the practical implementation of algorithms and data structures. Practical overview of applications of algorithms in Computer Science and Engineering.*

9.4.5. Conteúdos programáticos:  
*Introdução à análise e síntese de algoritmos. Revisão de algoritmos de ordenação. Revisão de estruturas de dados: listas; pilhas; filas; filas com prioridade; tabelas de dispersão; árvores de procura binária; árvores equilibradas. Análise amortizada, e exemplos de aplicação. Algoritmos em grafos: algoritmos elementares, árvores abrangentes de menor custo, caminhos mais curtos, fluxos máximos. Introdução à Programação Linear e o algoritmo Simplex. Técnicas de síntese de algoritmos: programação dinâmica e algoritmos gananciosos. Algoritmos para emparelhamento de cadeias de caracteres. Complexidade computacional e caracterização de problemas. Classes de problemas P, NP, NP-completos e NP-díficeis.*

9.4.5. Syllabus:  
*Introduction to the analysis and design of algorithms. Review of sorting algorithms. Review of data structures: lists, stacks, queues, priority queues, hash tables, binary search trees, balanced trees. Amortized analysis, and application examples. Graph algorithms: elementary algorithms, minimum spanning trees, shortest paths, maximum flows. Introduction to Linear Programming and the Simplex algorithm. Dynamic programming. Greedy algorithms. Algorithms for string matching. Computational complexity and problem caraterization. Probem classes P, NP, NP-complete and NP-hard.*

9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular  
*Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4., qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5., visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.*

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.  
*Considering the objectives of this UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (described in 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes (described in 9.4.4).*

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

*Exame e componente prática. O exame contribui com 60% para a nota final (FM) e o aluno tem de obter pelo menos 7.5 valores num dos exames. A componente prática contribui 40% para a nota final (FM).*

**9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

*Exam and practical work. The exam contributes 60% to the final mark (FM) and a student must achieve at least the mark 7.5 in one of the exams. The practical work contributes 40% to the final mark (FM).*

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

*A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.*

**9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

*The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.*

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

*Introduction to Algorithms, Third Edition, Thomas H. Cormen, Charles E. Leiserson, Ronald L. Rivest and Clifford Stein, September 2009, ISBN-10: 0-262-53305-7; ISBN-13: 978-0-262-53305-8*

**Anexo II - Engenharia de Software****9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Engenharia de Software*

**9.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Software Engineering*

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

*MTP*

**9.4.1.3. Duração:**

*Semestral*

**9.4.1.4. Horas de trabalho:**

*168.0*

**9.4.1.5. Horas de contacto:**

*49.0*

**9.4.1.6. ECTS:**

*6.0*

**9.4.1.7. Observações:**

*<sem resposta>*

**9.4.1.7. Observations:**

*<no answer>*

**9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):**

*António Manuel Ferreira Rito da Silva (ist12628), T - 56*

**9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:**

**João Fernando Peixoto Ferreira (ist428178), PL - 42**  
**Monitores, PL - 126**

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

*Familiarizar-se com os métodos de engenharia e gestão necessários ao desenvolvimento de sistemas de software complexos e/ou em larga escala, de forma economicamente eficaz e com elevada qualidade. Em particular, nesta UC procura-se transmitir o roteiro do desenvolvimento de software, desde o levantamento de requisitos até à manutenção de programas. Integrar os conhecimentos adquiridos noutras disciplinas no contexto mais alargado do processo de desenvolvimento de software. Motivar para o desenvolvimento de software como uma engenharia, que integra os aspectos tecnológicas da computação com os factores sociais e humanos da construção de produtos.*

*No final da UC, os estudantes deverão ser capazes de:*

- descrever os princípios, conceitos e práticas da engenharia de software e do ciclo de vida do software;
- conhecer e saber aplicar as técnicas e ferramentas necessárias para executar e gerir as várias actividades do processo de desenvolvimento de software de qualidade.

**9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*This course aims to acquaint students with the engineering and management methods necessary for the cost-effective development and maintenance of high-quality complex software systems. In particular, this UC discusses the software development lifecycle, from requirements to program maintenance. Leverage the knowledge acquired in other disciplines in the broader context of the software development process. Motivate for software development as an engineering, which integrates the technological aspects of computing with the social and human factors.*

*At the end of the semester, students should:*

- be capable of describing the principles, concepts and practices of software engineering and software life cycle;
- be acquainted with and be capable of applying the required tools and techniques to carry out and manage the various tasks in the development of high quality software;
- be capable of explaining the development methods and processes of different types of software systems.

**9.4.5. Conteúdos programáticos:**

*Introdução à Engenharia de Software. Desenho de Software. Escrita de Programas. Processo de Desenvolvimento. Engenharia de Requisitos. Gestão de Projecto. Verificação e Validação. Evolução de Software.*

**9.4.5. Syllabus:**

*Introduction to Software Engineering. Software Design. Software Development. Software Development Processes. Requirements Engineering. Project Management. Verification and Validation. Software Evolution.*

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

*Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4., qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5., visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.*

**9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.**

*Considering the objectives of this UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (described in 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes (described in 9.4.4).*

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

*A avaliação da unidade curricular de Engenharia de Software é composta pelos seguintes elementos:*

- Um Projeto (P) realizado em avaliação contínua, por grupos de 6 elementos, com entregas semanais ao longo do semestre: 50% da nota final, nota mínima 8.0 valores em 20;
- Um Exames (E) teórico-prático: 50% da nota final, nota mínima de 9.0 valores em 20. 50% de do exame é sobre a matéria teórica e 50% sobre a componente de projeto.

*A nota final é calculada de acordo com a fórmula:*

- $NotaFinal = 0.5 \times E + 0.5 \times P$
- se  $E < 9.0$  então RE
- se  $P < 8.0$  então RE
- se  $NotaFinal < 9.5$  então RE

*A componente prática não é guardada de um ano para o outro de acordo com as recomendações da área MTP.*

**9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

**The evaluation of the Software Engineering course is composed by the following elements:**

- **One project, developed under continuous evaluation, 6 elements per group, with several delivers during the semester: 50% of the final grade, minimum grade 8.0 in 20;**
- **One theoretical exam: 50% of the final grade, minimum grade 9.0 in 20. 50% of the exam will focus on the theory and 50% will focus on the project component.**

**Final Grade**

**The final grade is calculated according to the formula:**

$$\text{FinalGrade} = 0.5 \times E + 0.5 \times P$$

- if  $E < 9.0 \Rightarrow RE$

- if  $P < 8.0 \Rightarrow RE$

- if  $\text{FinalGrade} < 9.5 \Rightarrow RE$ .

**Grades from previous years are not accepted (cf. MTP area and Coordination recommendation)**

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

**A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.**

**9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

**The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.**

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

**Software Engineering: International Version (10 Edition), Ian Sommerville, 2015, Pearson: <http://iansommerville.com/software-engineering-book/>; Patterns of Enterprise Application Architecture, Martin Fowler (with Dave Rice, Matthew Foemmel, Edward Hieatt, Robert Mee, and Randy Stafford), 2002, 2018/2019, <https://www.martinfowler.com/books/ea.html>; Building Maintainable Software, Joost Visser, 2016, 2018/2019, <https://archive.org/details/BuildingMaintainableSoftwareSIG>**

## **Anexo II - Projecto Capstone**

**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

**Projecto Capstone**

**9.4.1.1. Title of curricular unit:**

**Capstone Project**

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

**ACDEI**

**9.4.1.3. Duração:**

**Semestral**

**9.4.1.4. Horas de trabalho:**

**336**

**9.4.1.5. Horas de contacto:**

**56**

**9.4.1.6. ECTS:**

**12**

**9.4.1.7. Observações:**

**<sem resposta>**

**9.4.1.7. Observations:**

**<no answer>**

**9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):**

*ist14221, Vasco Miguel Gomes Nunes Manquinho*

**9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:**

*Todos os docentes do Departamento de Engenharia Informática. A disciplina funciona em regime tutorial com acompanhamento semanal do orientador do trabalho do aluno.*

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

*O Projecto Integrador é enquadrável em uma de três modalidades: 1. Projecto científico, 2. Projecto em empresa e 3. Projeto JUNO. Na opção 3 os alunos são integrados num projecto Capstone com uma equipa multi-disciplinar com alunos de outras licenciaturas para a resolução de problemas com múltiplas perspetivas e conhecimentos. Os objetivos gerais de aprendizagem dependem do projeto específico, mas em geral, os estudantes deverão:*

- *aplicar os conhecimentos adquiridos na licenciatura no desenvolvimento de um projeto científico, tecnológico ou de gestão.*
- *estender os seus conhecimentos a áreas não cobertas na licenciatura.*
- *pesquisar, obter, compilar e resumir informações relevantes para o projeto.*
- *planear e executar experiências, analisar e interpretar dados, desenvolver modelos matemáticos, realizar simulações em computador.*
- *desenvolver competências intrapessoais, interpessoais e de pensamento crítico e inovador.*
- *escrever e apresentar oralmente e discutir um relatório técnico.*

**9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*The integrated project may fall within one of three modalities: 1. Scientific project, 2. Company project and 3. JUNO project.*

*In option 3, students are integrated in a Capstone project with a multi-disciplinary team from different degrees in order to solve problems with multiple perspectives and knowledge background. Learning objectives will depend on the specific project, but in general students should:*

- *apply the knowledge acquired during their degree to undertake a project of a scientific, technological or management nature.*
- *extend their knowledge to areas not covered in their degree.*
- *search, obtain, compile and summarize information (scientific, technical, legislation, interviews, polls) relevant to the project - plan and execute experiments, analyse and interpret data, develop mathematical models, perform computer simulations*
- *develop Critical and Innovative Thinking, Intrapersonal and Interpersonal Skills. - write and orally present and discuss a technical report.*

**9.4.5. Conteúdos programáticos:**

*O projeto é definido inicialmente pelos orientadores ou sob orientação destes. Pode ser realizado individualmente ou em grupo, no IST ou fora do IST (universidades, centros de investigação ou empresas). As seguintes modalidades são possíveis:*

- 1. Projecto científico: uma análise profunda e academicamente rigorosa de um desafio científico, tecnológico ou da área de gestão. Pode incluir trabalho experimental e/ou computacional.*
- 2. Projeto em empresa: projeto individual focado num desafio específico apresentado pela empresa anfitriã que requer uma solução ou análise vocacionada para uma implementação a curto prazo.*
- 3. Projeto JUNO: trabalho em equipa multidisciplinar com base em problemas/desafios reais e complexos apresentados por empresas ou instituições e que exigem contribuições de alunos de diferentes cursos do IST/ULisboa.*

**9.4.5. Syllabus:**

*The project is initially defined by the supervisors or under the supervisors guidance. It can be carried out individually or in groups, and take place at IST or outside IST (universities, research centers or companies). The following types are possible:*

- 1. Scientific project: an in-depth and academically rigorous analysis of a scientific, technological or management challenge. May include experimental and/or computational work.*
- 2. Company project: individual project focused on a specific challenge posed by a host company that requires a solution or analysis targeted for short term implementation.*
- 3. JUNO project: multidisciplinary team work based on real and complex problems/challenges posed by companies or other institutions that require inputs from students from different courses of IST or the University of Lisbon.*



**9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular**  
*Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 9.4.4., qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 9.4.5., visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.*

**9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.**  
*Considering the objectives of this UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (described in 9.4.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes (described in 9.4.4).*

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

*Para os projectos de modalidade 1 e 2, deve ser submetida para avaliação um relatório e feita uma discussão por júri constituído por (no mínimo) de dois docentes.*

*Para os projectos de modalidade 3: Avaliação contínua com 3 momentos de exposição pública (pitch inicial (30%) + apresentação intercalar (30%) + apresentação final (40%)); Os elementos submetidos para avaliação deverão ser orientados para o desenvolvimento de um portfolio de conteúdo variável, dependente do projecto (website, relatório/poster, apresentação, vídeo divulgação); Avaliação por júri constituído por (no mínimo) dois docentes incluindo uma componente de avaliação pelos pares (5% de cada momento).*

**9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

*A written document will be used, together with a presentation of the work as the bases for the evaluation.*

*For JUNO projects, the evaluation will have three moments of public evaluation: initial pitch (30%) + intermediate presentation (30%) + final presentation (40%).*

**9.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.**  
*A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.*

**9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**  
*The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations*

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

*Bibliografia específica ao projecto a ser desenvolvido pelo aluno.*

## **9.5. Fichas curriculares de docente**

---

**Anexo III - Andreas Miroslaus Wichert**

**9.5.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*Andreas Miroslaus Wichert*

**9.5.2. Ficha curricular de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Anexo III - Luís Jorge Brás Monteiro Guerra e Silva**

**9.5.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*Luís Jorge Brás Monteiro Guerra e Silva*

**9.5.2. Ficha curricular de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Anexo III - Rui Miguel Carrasqueiro Henriques**

**9.5.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**  
*Rui Miguel Carrasqueiro Henriques*

**9.5.2. Ficha curricular de docente:**  
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Anexo III - Ana Galdina Almeida Matos**

**9.5.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**  
*Ana Galdina Almeida Matos*

**9.5.2. Ficha curricular de docente:**  
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Anexo III - António Manuel Pacheco Pires**

**9.5.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**  
*António Manuel Pacheco Pires*

**9.5.2. Ficha curricular de docente:**  
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Anexo III - Cláudia Rita Ribeiro Coelho Nunes Philippart**

**9.5.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**  
*Cláudia Rita Ribeiro Coelho Nunes Philippart*

**9.5.2. Ficha curricular de docente:**  
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Anexo III - Vítor Manuel dos Santos Cardoso**

**9.5.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**  
*Vítor Manuel dos Santos Cardoso*

**9.5.2. Ficha curricular de docente:**  
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Anexo III - António Manuel Atalaia Carvalheiro Serra**

**9.5.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**  
*António Manuel Atalaia Carvalheiro Serra*

**9.5.2. Ficha curricular de docente:**  
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Anexo III - Filipe Artur Pacheco Neves Carteadado Mena**

**9.5.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**  
*Filipe Artur Pacheco Neves Carteadado Mena*

**9.5.2. Ficha curricular de docente:**  
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Anexo III - José Manuel Vergueiro Monteiro Cidade Mourão**

**9.5.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**  
*José Manuel Vergueiro Monteiro Cidade Mourão*

**9.5.2. Ficha curricular de docente:**  
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)