

---

## 1. Caracterização da Unidade Curricular

### 1.1 Designação

[3069] Tribologia / Tribology

### 1.2 Sigla da área científica em que se insere

EIM

### 1.3 Duração

Unidade Curricular Semestral

### 1.4 Horas de trabalho

162h 00m

### 1.5 Horas de contacto

Total: 67h 30m das quais TP: 67h 30m

### 1.6 ECTS

6

### 1.7 Observações

Unidade Curricular Obrigatória

---

## 2. Docente responsável

[1758] José Augusto da Silva Sobral

---

## 3. Docentes e respetivas cargas

letivas na unidade curricular [983] Maria Teresa Oliveira Moura e Silva | Horas Previstas: 67.5 horas

[1758] José Augusto da Silva Sobral | Horas Previstas: 67.5 horas

---

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

Habilitar o aluno de Engenharia Mecânica (Mestrado) com o conhecimento da ciência e da tecnologia dos fenómenos associados ao comportamento mecânico das superfícies interactuantes dos órgãos de máquinas.

Competências: Controlar os fenómenos do Atrito, do Desgaste e da Lubrificação, para maximização da resistência mecânica das superfícies técnicas dos órgãos de máquinas. Conhecer as propriedades básicas dos materiais mais usados em aplicações tribológicas típicas, e conceber e projectar os órgãos de máquinas para consecução daquele desiderato.



---

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

To enable the student of Mechanical Engineering (MSc) with basic knowledge of the science and technology of the phenomena associated with the mechanical behavior of interacting surfaces of the mechanical components.

Skills: Control the phenomena of friction, wear and lubrication, to maximize mechanical strength of technical surfaces of the mechanical components. To know the basic properties of materials commonly used in typical tribological applications, to properly design the said components for achieving that objective.

---

**5. Conteúdos programáticos**

1. Introdução
2. Estados das Superfícies
3. Atrito
4. Desgaste
5. Lubrificantes
6. Lubrificação
7. Chumaceiras de Escorregamento
8. Chumaceiras de Rolamento
9. Engrenagens
10. Manutenção Preditiva - Controle de Óleos e Partículas de Desgaste em Serviço

---

**5. Syllabus**

1. Introduction
2. Surface Condition
3. Friction
4. Wear
5. Lubricants
6. Lubrication
7. Plain Bearings
8. Rolling Bearings
9. Gears
10. Predictive Maintenance. Oil condition and wear particles control

---

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

Para atingir os objectivos enunciados, o programa da unidade curricular inclui:  
No capítulo 1, as noções básicas sobre ligações e pares cinemáticos. No Capítulo 2, algumas características das superfícies funcionais. No capítulo 3, a origem do atrito e seus tipos. No capítulo 4, o fenómeno de desgaste e seus tipos e medidas para o seu controlo. Nos capítulos 5 e 6, os vários tipos de lubrificantes, aditivos e suas funções e características, tipos e mecanismos básicos de lubrificação. No capítulo 7, chumaceiras de escorregamento, sua classificação e disposições construtivas, selecção e projecto. No capítulo 8, chumaceiras de rolamento, sua classificação e disposições construtivas, capacidade de carga e duração, selecção e projecto. No capítulo 9, o funcionamento das engrenagens na sua vertente tribológica. No capítulo 10, a temática da manutenção preventiva através do controlo de óleos em serviço.

---

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

To achieve the objectives, the program of the course includes:  
In chapter 1, the basics of links and kinematic pairs. In Chapter 2, some characteristics of the functional surfaces. In Chapter 3, the source of friction and their types. In chapter 4, the phenomenon of wear, its types, and measures for their control. In Chapters 5 and 6, the various types of lubricants, additives and their functions and characteristics, types and basic mechanisms of lubrication. In chapter 7, sliding bearings, their classification, and special design, project, and selection. In chapter 8, rolling bearings, their classification, constructive arrangements, capacity, duration, project, and selection. In Chapter 9, the operation of the gears in their tribological aspects. In chapter 10, the subject of preventive maintenance by inspecting oils in service.

---

**7. Metodologias de ensino (avaliação incluída)**

**Metodologias de ensino** : Aulas teóricas (aprox. 60%) e práticas (aprox. 40%); - Exposição com apoio do quadro e apoio informático.

**Método de avaliação** : Avaliação distribuída com exame final

**Avaliação distribuída** : Dois testes escritos (T1 e T2) ao longo do período letivo e de igual peso (50%) na avaliação. A classificação mínima de cada teste é de 8,0 valores e média final da avaliação distribuída de 9,5 valores.

**Exame Final** : realização de um exame escrito (E), classificado de 0 a 20 valores (classificação mínima de 8,0 valores no exame parcial, ou 9,5 valores no exame completo). Os estudantes estão dispensados do exame final, em caso de aprovação nos testes escritos. Caso não obtenham aprovação num dos testes, ou não tenha obtido a classificação mínima para obter aprovação à UC, pode optar por realizá-lo, em regime de exame parcial (EP), na época normal, ou em regime de exame completo (E), em qualquer época.

**Classificação Final (CF)** :  $CF = 0,50 \cdot T1 + 0,50 \cdot T2$

---

**7. Teaching methodologies  
(including assessment)**

**Teaching methodologies:** Lectures (approx. 60%) and practical classes (approx. 40%); - Exposure using board and computer support.

**Assessment method:** Distributed assessment with final exam

**Distributed assessment:** Two written tests (T1 and T2) throughout the term and of equal weight (50%) in the evaluation. The minimum mark for each test is 8.0 and the final average mark for the distributed assessment is 9.5.

**Final exam:** a written exam (E), graded from 0 to 20 (minimum grade of 8.0 in the partial exam, or 9,5 in the full exam). Students are exempt from the final exam if they pass the written tests. If you don't pass one of the tests, or if you haven't obtained the minimum mark to pass the course, you can choose to take it as a partial exam (PE) during the normal exam period, or a full exam (E) during any exam period.

**Final Classification (FC):**  $FC = 0.50 \cdot T1 + 0.50 \cdot T2$

---

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

A metodologia de ensino contribui para o atingir dos objectivos na medida em que os alunos terão oportunidade de realizar em aula uma grande quantidade de exercícios práticos, utilizando tabelas, gráficos, ábacos e outras fontes de informação, podendo dessa forma aplicar todos os conceitos teóricos apreendidos.

Esta prática é complementada com a realização de dois testes que cobrem a totalidade do programa da unidade curricular, podendo os alunos também dessa forma demonstrar as competências adquiridas. As aulas, ministradas com recurso às novas tecnologias, promovem uma maior interactividade com os alunos, incluindo uma grande quantidade de imagens e vídeos.

---

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

Teaching methodology contributes to achieve the objectives once students will have the opportunity to perform in class a lot of practical exercises, using tables, graphs, abacuses and other sources of information, therefore they can apply all the theoretical concepts learned.

This practice is complemented by the results of two tests covering the whole syllabus of the curricular unit, where students can also thereby demonstrate the skills acquired.

The classes, taught using new technologies, promote greater interactivity with students, including a lot of images and videos.



**ISEL**  
INSTITUTO SUPERIOR DE  
ENGENHARIA DE LISBOA

**Ficha de Unidade Curricular A3ES**  
**Tribologia**  
**Mestrado em Engenharia Mecânica**  
**2024-25**

---

**9. Bibliografia de  
consulta/existência obrigatória**

- CARINHAS, H.P., "Tribologia" (Didactic Tribology Manual for students support)
- GOHAR, R. and RAHNEJAT, H., "Fundamental of Tribology - 2nd Edition", Imperial College Press, 2012
- NEALE, M.J., "A Tribology Handbook", SAE/Butterworth, 1993
- SILVA, F.P., "Tribologia", Fundação Calouste Gulbenkian, 1995
- SHIGLEY, J.E., et al, "Mechanical Engineering Design", 7th Ed., 2004
- ASM, "Friction, Lubrication and Wear Technology", ASM Handbook, Vol.18, 1992

---

**10. Data de aprovação em CTC** 2024-07-17

---

**11. Data de aprovação em CP** 2024-06-26