

### **Engenharia Mecânica**

Licenciatura, 1º Ciclo

Plano: Despacho nº 14312/2015 - 02/12/2015

### **Ficha da Unidade Curricular: Comportamento Mecânico de Materiais**

ECTS: 4.5; Horas - Totais: 121.50, Contacto e Tipologia, T:15.0; TP:15.0; PL:30.0; OT:3.50;

Ano|Semestre: 2|S1; Ramo: Tronco Comum;

Tipo: Obrigatória; Interação: Presencial; Código: 912314

Área Científica: Engenharia Mecânica

### **Docente Responsável**

Carlos Alexandre Campos Pais Coelho

### **Docente e horas de contacto**

Carlos Alexandre Campos Pais Coelho

Professor Adjunto, T: 15; TP: 15; PL: 30; OT: 3.45;

### **Objetivos de Aprendizagem**

Compreender os princípios de elasticidade e plasticidade.

Compreender os mecanismos fundamentais, ao nível microscópico, de deformação dos materiais.

Distinguir e justificar os diferentes tipos de respostas dos materiais às solicitações mecânicas.

Conhecer e distinguir os diversos ensaios de caracterização e avaliação das propriedades mecânicas dos materiais.

Interpretar e tratar os dados obtidos nos diversos ensaios mecânicos.

### **Conteúdos Programáticos**

Elasticidade – análise de tensões e deformações e relações constitutivas. Plasticidade e modos de ruína.

Ensaio de tração e normas usadas. Compressão de materiais. Avaliação da dureza dos materiais. Flexão.

Avaliação da tenacidade. Fadiga de materiais. Fluência, relaxação e recuperação.

### **Conteúdos Programáticos (detalhado)**

1. Introdução
  - 1.1. Definição de propriedades mecânicas dos materiais
  - 1.2. Medição de propriedades
  - 1.3. Normas aplicadas
  
2. Princípios de Elasticidade
  - 2.1. Carregamento uniaxial e Lei de Hooke. Definição de tensão média e extensão. Definição de constantes elásticas: Módulo de Young e coeficiente de Poisson.
  - 2.2. Solicitação de corte (distorção): definição de tensão de corte e distorção. Definição de Módulo de corte. Relação entre as constantes elásticas.
  - 2.3. Teoria do estado de tensão num ponto. Estado de tensão genérico (tridimensional). Estado plano de tensão. Tensões e planos principais e tensões de corte máximas. Representação gráfica de estados de tensão (construção de Mohr).

- 2.4. Teoria do estado de deformação infinitesimal. Estado tridimensional de deformação. Estado plano de deformação. Extensões e direcções principais e distorção máxima. Representação gráfica de estados de deformação (construção de Mohr). Medição de deformações.
- 2.5. Relações entre tensões e deformações. Lei de Hooke generalizada. Tensor das constantes elásticas. Coeficientes de Lamé. Relação entre o tensor das deformações e o tensor das tensões.
- 2.6. Critérios de falha
  
3. Ensaio de tracção
  - 3.1. Normas utilizadas. Corpos de prova ou provetes.
  - 3.2. Zonas de deformação da curva de tracção. Parâmetros da curva de tracção. Determinação de propriedades através da curva de tracção. Encruamento.
  - 3.3. Curva real de tracção
  - 3.4. Tipos de fractura em metais solicitados em tracção.
  - 3.5. Influência da temperatura e velocidade da aplicação da carga no ensaio de tracção
  - 3.6. Formas típicas de curvas de tracção para alguns materiais.
  
4. Comportamento elástico, viscoelástico linear e viscoelástico não-linear. Deformação plástica e fractura: mecanismos de deformação plástica em materiais cristalinos, resistência mecânica máxima teórica dos cristais. Fractura em metais, cerâmicos e em polímeros
  
5. Compressão de materiais
  - 5.1. Compressão de materiais dúcteis e frágeis
  - 5.2. Ensaio de compressão
  - 5.3. Efeito Bauchinger
  
6. Avaliação da dureza dos materiais: Escala de Mohs. Ensaio de dureza Brinell, Meyer, Rockell e Vickers. Ensaio de micro-dureza
  
7. Ensaio de flexão e de dobragem.
  
8. Avaliação da tenacidade
  - 8.1. Comportamento dúctil e frágil
  - 8.2. Variação da tenacidade com a temperatura, velocidade de deformação e estado de tensões
  - 8.3. Concentração de tensões
  - 8.4. Factor crítico de intensidade de tensões
  - 8.5. Métodos dinâmicos e quase-estáticos de avaliação da tenacidade
  - 8.6. Temperatura de transição dúctil-frágil
  - 8.7. Tenacidade dos polímeros e temperatura de transição vítrea
  
9. Fadiga de materiais
  - 9.1. Características da ruptura por fadiga
  - 9.2. Fenomenologia típica de início e propagação da fissura
  - 9.3. Fadiga clássica e oligocíclica
  - 9.4. Ensaio de fadiga: ciclos de tensão e seus parâmetros. Tipos de ensaio e provetes. Apresentação dos resultados obtidos em ensaios. Tensão limite de fadiga.
  - 9.5. Teoria de dano cumulativo em fadiga: método de Palmgren-Miner

- 10. Fenómenos de fluência, relaxação e recuperação
- 10.1. Avaliação da fluência e curvas de fluência
- 10.2. Características microestruturais em metais resistentes à fluência

### Metodologia de Avaliação

Os alunos são avaliados por meio de provas escritas e de trabalhos individuais realizados nas aulas; os trabalhos práticos são obrigatórios e para aprovação a necessidade de nota superior a 10 valores. As provas escritas são testes e/ou exames.

Avaliação Contínua	<p>Duas frequências que permitem a dispensa de exame. A nota final (NF) da disciplina será a ponderação da média das frequências (NE) com a nota dos trabalhos (<math>NP=0,05</math>presenças+<math>0,25</math>Trabalhos laboratoriais), dada pela seguinte fórmula:</p> $NF = 0,70(\text{mín.}) \times NE + 0,30(\text{máx.}) \times NP$ <p>Para obter aprovação por este meio é necessária a presença a pelo menos 3/4 das aulas prático-laboratoriais.</p>
Avaliação Final	<p>A nota final (NF) será atribuída com base na ponderação da nota obtida na prova escrita (exame) (NE) e da nota dos trabalhos laboratoriais obrigatórios (NP), dada pela seguinte fórmula:</p> $NF = 0,75(\text{mín.}) \times NE + 0,25(\text{máx.}) \times NP$ <p>A aprovação por exame, normal e de recurso, com trabalhos, é feita com nota superior a 10 valores.</p>

Nota: Em cada prova, o aluno deverá ter um mínimo de 7,5 valores para aprovação.

Os trabalhos laboratoriais obrigatórios serão executados em grupos de três alunos.

Terão uma apresentação em powerpoint com discussão no dia do exame.

A entrega do relatório é feita até dois dias antes do exame.

A realização dos trabalhos seguirão o cronograma apresentado:

Trabalho/Projecto	Semana														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Proposta de trabalho								X							
Execução dos ensaios									X	X	X	X	X		
Tratamento e análise dos resultados										X	X	X	X		
Entrega do relatório final														X	
Apresentação do trabalho															X

Nota: O cronograma apresentado é indicativo, pode sofrer ligeiras alterações.

### Software utilizado em aula

MDSolids e software de equipamento de ensaio

### Estágio

Não aplicável

### Bibliografia recomendada

Coelho, C; Apontamentos da disciplina de Comportamento Mecânico de Materiais; 2016

Beer, F. B.; Johnston E. R. Jr.; DeWolf J.; Resistência dos Materiais, McGraw-Hill, 4ª ed., 2011  
Baptista, J. F.; Sebenta "Tecnologia Mecânica I – Ensaios e Processos"; I.S.E.C.  
J. P. Davim e A. G. Magalhães; Ensaios Mecânicos e Tecnológicos; Estante Editora, Aveiro, 1992.

### **Bibliografia complementar**

W. F. Smith; Princípios de Ciência e Engenharia dos Materiais, , ed. Mcgraw-Hill.; 1998  
Silva, V. D.; Mecânica e Resistência dos Materiais – , F.C.T.U.C., 1995  
“Ensaios Não-Destrutivos” – F. P. Almeida, João Barata e Pedro Barros, ISQ, 1992.  
“Engineering Materials 1” – Michael Ashby, David Jones, B.H., 1996  
“Mechanical Behavior of Materials” – M. Meyers e K. Chawala, Prentice Hall, 1999

### **Coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos**

Na primeira parte do programa (ponto 2.) são abordados os conceitos fundamentais da Teoria da Elasticidade (análise de tensões, análise de deformações e leis constitutivas) de modo a que se consiga cumprir o primeiro objetivo da unidade.

Numa segunda parte (restantes pontos), explicam-se os mecanismos de deformação dos diferentes materiais e como estes respondem a diferentes solicitações. A partir do estudo dos ensaios mecânicos mais utilizados, mostra-se como são determinadas as propriedades dos materiais e a sua utilidade.

### **Metodologias de ensino**

Aulas teóricas expositivas, resolução de exercícios e desenvolvimento de trabalhos laboratoriais.

### **Coerência das metodologias de ensino com os objetivos**

As metodologias de ensino adotadas permitem a aquisição de conhecimentos de modo progressivo e consolidado. O método expositivo, com recurso a diapositivos, é acompanhado pela resolução de exercícios, em grupo. Procura-se a discussão entre os estudantes de modo que as dúvidas sejam esclarecidas, não só pelo docente, mas também pelos colegas, assistidos sempre pelo docente.

Os trabalhos laboratoriais consistem na realização de ensaios a materiais de modo a que os estudantes possam aprender a utilizar os equipamentos e verificar a utilidade dos ensaios mecânicos.

A avaliação contínua consiste em vários trabalhos e dois testes escritos de modo a promover o estudo regular e sustentado.

### **Língua de ensino**

Português

### **Pré requisitos**

Embora não seja obrigatório, é conveniente que o aluno já tenha aprovação à unidade Ciência e Engenharia dos Materiais

### **Programas Opcionais recomendados**

Não aplicável

### **Observações**

Aulas tutoriais às 23h terça-feira e quarta-feira às 16h – pede-se confirmação via e-mail da unidade até um dia antes.

Através dos seguintes meios o aluno poderá encontrar acompanhamento à distância:

página do moodle : <http://www.e-learning.ipt.pt/>, password: 20172018

e-mail da disciplina: [cmmat2007@gmail.com](mailto:cmmat2007@gmail.com), password: 20172018

---

**Docente Responsável**

Carlos Alexandre Campos Pais Coelho

**CCC**

Assinado de forma  
digital por CCC  
Dados: 2018.02.12  
18:08:36 Z

**Diretor de Curso, Comissão de Curso**



**Conselho Técnico Científico**

