

Ano Letivo 2019-20

Unidade Curricular ANÁLISE ESTRUTURAL

Cursos ENGENHARIA MECÂNICA (1.º ciclo)  
- RAMO DE GESTÃO E MANUTENÇÃO INDUSTRIAL (1.º ciclo)  
- RAMO DE TÉRMICA (1.º ciclo)

Unidade Orgânica Instituto Superior de Engenharia

Código da Unidade Curricular 14411031

Área Científica ENGENHARIA MECÂNICA

Sigla

Línguas de Aprendizagem Português - PT

Modalidade de ensino Presencial

Docente Responsável Manuel Carlos Mestre Nunes

DOCENTE	TIPO DE AULA	TURMAS	TOTAL HORAS DE CONTACTO (*)
Manuel Carlos Mestre Nunes	OT; T; TP	T1; TP1; OT1	15T; 30TP; 15OT

\* Para turmas lecionadas conjuntamente, apenas é contabilizada a carga horária de uma delas.

ANO	PERÍODO DE FUNCIONAMENTO*	HORAS DE CONTACTO	HORAS TOTAIS DE TRABALHO	ECTS
3º	S2	15T; 30TP; 15OT	140	5

\* A-Anual; S-Semestral; Q-Quadrimestral; T-Trimestral

---

#### Precedências

Sem precedências

---

#### Conhecimentos Prévios recomendados

Física I e Mecânica dos Materiais.

---

#### Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências)

Adquirir conhecimento no domínio da distribuição de tensões em sólidos, critérios de dimensionamento em materiais dúcteis, fenómenos de encurvadura global em barras comprimidas, análise de treliças e vigas hiperestáticas. Aptidão para efetuar uma análise crítica prévia de uma barra de treliça, de uma barra de viga ou de um ponto de singularidade estrutural, da distribuição de tensões e deformações em função das cargas e esforços presentes. Competência de análise e decisão para satisfazer critérios de segurança estrutural em problemas simples de mecânica dos sólidos.

---

#### Conteúdos programáticos

1. Tensões tangenciais em vigas e secções de parede fina aberta e fechada.
2. Análise de tensões e deformações para EPT. Tensões e direções principais. Circunferência de Mohr.
3. Critérios de cedência em materiais dúcteis e frágeis. Tensões em reservatórios.
4. Deslocamentos transversais e equação diferencial da linha elástica de vigas isostáticas e hiperestáticas.
5. Estabilidade de barras esbeltas comprimidas. Carga e tensão crítica de Euler. Comprimentos de encurvadura. Formula da secante. Dimensionamento de colunas de aço e alumínio.
6. Treliças hiperestáticas. O elemento finito de barra de tração. Matriz de rigidez elementar, transformação de coordenadas e Equação de Equilíbrio global. Determinação de deslocamentos, de esforços e reações..
7. Vigas hiperestáticas. O elemento finito de viga. Matriz de rigidez elementar, vetor de forças equivalentes equação de equilíbrio global. Determinação de deslocamentos e de esforços. Traçado de diagramas de momentos e de esforços transversos.

---

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

Esta unidade curricular pertence a um ramo da Licenciatura em Engenharia Mecânica, cujas matérias antecedentes no domínio da mecânica dos sólidos são ainda elementares. Assim sendo os objetivos traçados são o de completar conteúdos no domínio da resistência dos materiais e proceder à introdução de análise estrutural, concretamente no caso de treliças e vigas hiperestáticas. Dominando estes dois casos de análise estrutural passa a ser intuitivo para o aluno a análise de pórticos planos. Da leitura atenta dos conteúdos programáticos pode-se verificar que o mesmo cumpre os objetivos idealizados para esta unidade curricular.

---

#### Metodologias de ensino (avaliação incluída)

As Aulas Teóricas são expositivas e fazem recurso a diapositivos devidamente ilustrados. Nas Aulas Teórico-Práticas são resolvidos exercícios ilustrativos da matéria teórica. Em alguns casos podem introduzir-se conceitos teóricos mais particulares. Nas Aulas de Orientação Tutorial o aluno resolve por si próprio problemas. São também esclarecidas dúvidas dos trabalhos de casa. No caso treliças e vigas hiperestáticas comparam-se os resultados obtidos com os do programa FTool.

**A Avaliação Contínua** consiste num teste escrito (TE) e resolução de quatro fichas de problemas (FP), Classificação final =  $0.75 \times TE + 0.25 \times FP$ .

**A Avaliação por exame** consiste num Exame escrito (EX) e resolução de quatro fichas de problemas (FP), Classificação final =  $0.75 \times EX + 0.25 \times FP$

Todos os itens TE, EX e FP, avaliados na escala de 0 a 20, e com nota mínima de 8 valores em todos os itens.

O aluno fica **aprovado** se obtiver Classificação Final igual ou superior a 10 valores.

---

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

Os conceitos teóricos são de pequena complexidade e podem ser ilustrados por projeção de diapositivos com recurso ao quadro quando necessário. Nos três primeiros capítulos os exercícios são de resolução expedita.

É por isso possível que após a realização de um exemplo pelo docente na aula teórico-prática o aluno consiga realizar por si só um outro problema semelhante. Nos restantes capítulos, devido à extensão da resolução de alguns problemas, é necessário que o aluno termine a sua resolução fora da aula.

---

#### Bibliografia principal

- Mecânica dos Materiais ? Beer and Johnston
- Mecânica dos Materiais ? Gere and Timoshenko , volumes 1 e 2
- Structural Analysis - A. Ghali, A. M. Neville e T. G. Brown
- Cálculo de estruturas por el método de elementos finitos, Eugenio Oñate Navarra, CIMNE
- Diapositivos e Tabelas do docente.

**Academic Year** 2019-20

**Course unit** STRUCTURAL ANALYSIS

**Courses** MECHANICAL ENGINEERING  
- BRANCH INDUSTRIAL MANAGEMENT AND MAINTENANCE  
- BRANCH THERMAL ENGINEERING

**Faculty / School** INSTITUTE OF ENGINEERING

**Main Scientific Area** ENGENHARIA MECÂNICA

**Acronym**

**Language of instruction** Portugues - PT

**Teaching/Learning modality** Presential

**Coordinating teacher** Manuel Carlos Mestre Nunes

Teaching staff	Type	Classes	Hours (*)
Manuel Carlos Mestre Nunes	OT; T; TP	T1; TP1; OT1	15T; 30TP; 15OT

\* For classes taught jointly, it is only accounted the workload of one.

---

#### Contact hours

T	TP	PL	TC	S	E	OT	O	Total
15	30	0	0	0	0	15	0	140

T - Theoretical; TP - Theoretical and practical ; PL - Practical and laboratorial; TC - Field Work; S - Seminar; E - Training; OT - Tutorial; O - Other

---

#### Pre-requisites

no pre-requisites

---

#### Prior knowledge and skills

Physics I and Mechanics of Materials

---

#### The students intended learning outcomes (knowledge, skills and competences)

To acquire knowledge in the field of distribution of stresses in solids, design criteria for ductile materials, global buckling phenomena in compressed bars, analysis of indeterminate trusses and beams. Able to make a critical analysis of a trellis structures, beams bar or the analysis of structural singularity point and to check the distribution of stresses and strains due to the charges and present internal forces. To acquire competence to decide to meet structural safety criteria in simple solid mechanics problems.

---

#### Syllabus

1. Tangential stresses in beams and in thin wall opened or closed sections.
2. Analysis of stress and strain in the Plane States Stress. Principal tensions and main directions. Mohr Circumference.
3. Yielding criteria in ductile and brittle materials. Thin wall containers stresses.
4. Transversal displacements in beams. Beams elastic differential equation. Isostatic and hiperestatic cases.
5. Stability of compressed slender bars. Euler critical load and critical stress. Buckling length. Secant formula. Steel and Aluminium column design.
6. Hyperestatic trusses. Finite element traction bar. Elementary stiffness matrix. Coordinate transformation matrix. Global equilibrium equation. Determination of the displacements, internal forces and support reactions.
7. Indeterminate beams. Beam finite element. Elementary stiffness matrix. Load equivalent vector. Global equilibrium equation. Determination of displacements and internal forces. Quick drawing of moments and shear forces diagrams.

---

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

This course belongs to a branch of a Mechanical Engineering Degree, whose background subjects in the field of solid mechanics are still elementary. Thus the objectives outlined are the complete subjects in the field of strength of materials and required to make structural analysis, particularly in the case of trusses and statically indeterminate beams. Dominating these two cases structural analysis, the analysis of plane frames is intuitive for students. From a thoughtful syllabus reading it can be verified that it meets the idealized objectives for this course.

---

### Teaching methodologies (including evaluation)

The Theoretical lectures are expository and make use of properly illustrated slides. In Theoretical-Practical lectures there are solved exercises that illustrate the theoretical matter. It can be introduced more particular theoretical concepts. In the Tutorial classes the students solve problems by itself. Doubts of homework are also clarified. In the case of hiperstatic trusses and beams the theoretical solution is compared against those achieved by Ftool program.

Continuous Assessment consists of a written test (TE) and four sets of problems (FP). Final Classification:  $0.75x(TE) + 0.25xFP$ .

Examination Assessment consists of a written examination (EX) and four sets of problems (FP). Final Classification:  $0.75x(EX) + 0.25xFP$ .

All items TE, FP and EX are evaluated on the scale from 0 to 20 with a minimum score of 8 points each item.

The student is approved with a Final Classification equal to or higher than 10.

---

### Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes

The theoretical concepts are of low complexity and can be illustrated by slides or using the blackboard when necessary. Solving exercises of the first three chapters easy and fast.

It is therefore possible that after presenting an example by the teacher, the student can perform alone another similar problem.

In remain chapters, due to the extension of solving some problems, student should complete them at home.

---

### Main Bibliography

Mechanics of Materials - Beer and Johnston

Mechanics of Materials - Gere and Timoshenko, Volumes 1 and 2

Structural Analysis - A. Ghali, A. M. and T. Neville G. Brown

Calculation of structures by el finite element method, Eugenio Oñate Navarra, CIMNE

Slides and teaching tables.