

INSTITUTO POLITÉCNICO DE TOMAR  
ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA DE TOMAR

<b>CURSO</b>	Licenciatura em Engenharia Civil	<b>ANO LECTIVO</b>	2014/2015
--------------	----------------------------------	--------------------	-----------

UNIDADE CURRICULAR	ANO	SEM	ECTS	HORAS TOTAIS	HORAS CONTACTO
Estruturas I	2.º	2.º	6	162	30 T + 30 PL + 15 OT

<b>DOCENTES</b>	Carlos Jorge Trindade Silva Rente
-----------------	-----------------------------------

### OBJETIVOS E COMPETÊNCIAS A DESENVOLVER

Formulação e aplicação de métodos sistemáticos de análise do comportamento de estruturas reticuladas em regime linear (análise estática, linearidade material e linearidade geométrica), nomeadamente para a determinação de reacções de apoio, esforços e deslocamentos em estruturas estaticamente indeterminadas através dos métodos das forças, deslocamentos e de Cross. Sensibilização para os factores que condicionam o comportamento das estruturas no contexto do projecto estrutural.

Trata-se de uma unidade curricular na qual se pretende que o aluno compreenda, modele e calcule estruturas reticuladas hiperestáticas, de acordo com as seguintes competências:

- A. Compreender os princípios fundamentais do comportamento estático das estruturas reticuladas em regime de linearidade elástica.
- B. Desenvolver modelos de cálculo adaptados a situações correntes de funcionamento de sistemas estruturais.
- C. Analisar e resolver estruturas hiperestáticas com base nos Métodos das Forças, Deslocamentos e Cross.
- D. Utilizar os Teoremas Energéticos como forma expedita de cálculo estrutural.
- E. Compreender e utilizar a teoria das Linhas de Influência na determinação de componentes de reacção de apoio, esforços e deslocamentos em estruturas
- F. Utilizar programas de cálculo de estruturas reticuladas planas como ferramenta de suporte à verificação dos resultados obtidos analiticamente e à sensibilização para os factores que condicionam o seu comportamento no contexto do projecto estrutural.

### CONTEÚDOS PROGRAMÁTICOS

- 1. Princípios gerais do equilíbrio elástico dos corpos sólidos.**  
Revisões da estática. Estruturas em equilíbrio estático. Estruturas de um só corpo e de vários corpos.
- 2. Introdução à análise de estruturas.**  
Tipos de estruturas. Tipos de solicitações. Problema estrutural. Deslocamentos e deformações. Estado de tensão. Relações entre tensões e deformações. Relações de equilíbrio. Princípio da sobreposição dos efeitos elásticos.
- 3. Teorema dos trabalhos virtuais.**  
Deformação virtual. Princípio dos trabalhos virtuais. Trabalho das forças exteriores. Trabalho de deformação interno. Determinação da energia de deformação interna em peças lineares por acção do esforço axial, do esforço transversal, do momento flector e do momento torsor. Teorema dos trabalhos virtuais. Determinação de deslocamentos em estruturas reticuladas.

#### 4. Análise de estruturas pelo Método das Forças.

Indeterminação estática das estruturas reticuladas. Conceito de compatibilidade de deslocamentos elásticos. Descrição do método das forças. Matriz de flexibilidade e vector dos termos independentes para várias solicitações. Sistematização da aplicação do método das forças. Influência de variações de temperatura, do pré-esforço, de assentamento de apoios ou de apoios elásticos. Estruturas articuladas, contínuas ou mistas. Simplificações de simetria. Cálculo de deslocamentos em estruturas hiperestáticas.

#### 5. Métodos energéticos no cálculo de estruturas.

Teorema de Clapeyron. Teoremas de Betti e Maxwell. Teorema da reciprocidade das forças. Teorema de Castigliano. Teorema de Menabrea. Aplicação dos Teoremas Energéticos ao cálculo de deslocamentos e esforços.

#### 6. Análise de estruturas pelo Método dos Deslocamentos.

Princípios básicos do método dos deslocamentos. Indeterminação cinemática. Descrição do método. Matriz de rigidez e vector solicitação. Equações de equilíbrio de forças. Formulação directa e formulação matricial. Sistematização da aplicação do método dos deslocamentos.

#### 7. Método de Cross

Estruturas de nós fixos e de nós móveis. Factor de rigidez e coeficiente de transmissão. Coeficiente de distribuição de momentos. Momentos iniciais. Procedimento de resolução para estruturas de nós fixos (processo directo de Cross) e de nós móveis (processo indirecto de Cross).

#### 8. Linhas de influência

Conceito e campo de aplicação das linhas de influência à determinação de esforços e deslocamentos em estruturas reticuladas.

### BIBLIOGRAFIA

1. A. Ghali and A. M. Neville.  
*Structural Analysis. A unified classical and matrix approach.*  
E & FN Spon, 4th edition, 1997.
2. J. A. Teixeira de Freitas.  
*Análise de estruturas I.*  
IST, 1986.
3. Raimundo Delgado.  
*Teoria de Estruturas. Acetatos de apoio às aulas teóricas.*  
FEUP, 2003. (<http://civil.fe.up.pt/pub/apoio/ano3/te/index.htm>)  
Disponíveis no website da disciplina.
4. R. C. Hibbeler.  
*Structural Analysis.*  
Prentice Hall, 5th edition, 2001.
5. W. McGuire, R. H. Gallagher, and R. D. Ziemian.  
*Matrix structural analysis.*  
John Wiley & Sons, Inc., 2nd edition, 2000.

### MÉTODOS DE AVALIAÇÃO

Avaliação contínua de carácter informativo sobre os conhecimentos adquiridos realizada pela resolução de exercícios propostos.

A classificação final corresponde à classificação obtida em frequência ou exame.



(Carlos Jorge Trindade Silva Rente, Professor Adjunto)