

Unidade Curricular	Mecânica Computacional	Área Científica	Mecânica dos Sólidos e Estruturas
Mestrado em	Engenharia Industrial - Engenharia Mecânica	Escola	Escola Superior de Tecnologia e de Gestão de Bragança
Ano Letivo	2022/2023	Ano Curricular	1
Tipo	Semestral	Semestre	2
Horas totais de trabalho	162	Horas de Contacto	T 30 TP - PL 30 TC - S - E - OT - O -
Nível	2-1	Créditos ECTS	6.0
Código	9572-356-1203-00-22		

T - Ensino Teórico; TP - Teórico Prático; PL - Prático e Laboratorial; TC - Trabalho de Campo; S - Seminário; E - Estágio; OT - Orientação Tutoria; O - Outra

Nome(s) do(s) docente(s) Paulo Alexandre Gonçalves Piloto

### Resultados da aprendizagem e competências

No fim da unidade curricular o aluno deve ser capaz de:

1. Compreender e saber aplicar a formulação do método dos elementos finitos.
2. Saber formular elementos finitos de barra, viga, elasticidade bidimensional e tridimensional.
3. Compreender e aplicar a formulação de elementos finitos de placa e casca.
4. Compreender o método de elementos finitos e interpretar as soluções obtidas.
5. Compreender as etapas básicas de organização de um código de elementos finitos num programa simples.
6. Saber utilizar em aplicações de engenharia programas comerciais de elementos finitos.

### Pré-requisitos

Antes da unidade curricular o aluno deve ser capaz de:

1. Cálculo diferencial, integral, métodos numéricos, programação, mecânica dos materiais e dos sólidos.
2. Compreender o inglês a nível oral e escrito.

### Conteúdo da unidade curricular

Conceitos básicos do cálculo matricial de estruturas. Princípios variacionais. Formulação de elementos barra, viga, elasticidade 2D e 3D, placa e casca. Assemblagem de elementos, Formulação matricial e isoparamétrica, Integração numérica, Interpolação de deslocamentos, da geometria e do campo de deformações, Organização básica de um programa de elementos finitos, Requisitos de convergência e Tipos de erro na solução. Aplicações computacionais a problemas estruturais, térmicos e de fluidos.

### Conteúdo da unidade curricular (versão detalhada)

1. Capítulo 1 – Etapas do MEF. Elemento de barra
  - Introdução, vantagens e aplicações do método dos elementos finitos (MEF).
  - Conceitos básicos do cálculo matricial de estruturas. Tipos de análise.
  - Etapas fundamentais do MEF. Fases do método.
  - Formulação do modelo matemático.
  - Modelos matemáticos discretos. Formulação estacionária e dinâmica.
  - Assemblagem da matriz rigidez.
  - Modelos matemáticos contínuos. Princípios variacionais.
  - Formulação do elemento de barra.
  - Formulação matricial das equações do elemento.
  - Formulação isoparamétrica e integração numérica.
2. Capítulo 2 - Programa de elementos finitos
  - Organização básica num programa de elementos finitos.
  - Metodologia geral do MEF.
  - Funções de forma. Interpolação dos deslocamentos.
  - Campo de deslocamentos. Campo de deformações.
  - Campo de tensões. Leis constitutivas.
  - Equações de equilíbrio no MEF.
  - Requisitos de convergência e tipos de erro na solução de elementos finitos.
  - Pontos ótimos no cálculo de tensões.
3. Capítulo 3 - Elemento de viga
  - Elementos viga de Euler-Bernoulli. Elemento de dois nós.
  - Formulação de elementos finitos para a flexão de vigas Timoshenko.
  - Integração reduzida e alternativas para o problema do bloqueio da solução.
4. Capítulo 4 – Formulação 2D e 3D
  - Elementos finitos em elasticidade bidimensional e tridimensional.
  - Formulação de elementos finitos. Elementos Lagrangeanos e Serendipetos.
  - Integração numérica.
  - Aplicação de elementos finitos de placa e casca, Kirchoff e Reissner-Mindlin.
5. Capítulo 5 - Aplicações Computacionais em Engenharia
  - Problemas de engenharia estrutural, térmica e de fluidos (ANSYS)

### Bibliografia recomendada

1. Onate E. , Cálculo de estruturas por el Método de Elementos Finitos, Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería, Barcelona, 1995.
2. Moaveni, S. , Finite Element Analysis, Theory and Application with Ansys, 2nd Edition, Prentice Hall, 2003.
3. Zienkiewicz OC, Taylor RL. , The finite element method. Vols. 1, 2. Oxford: Butterworth, 2000.
4. Krishnamoorthy CS. , Finite Element Analysis—Theory and Programming, Tata McGrawHill, New Delhi, 1997.
5. Bathe K.J. , Finite Element Procedures. New Jersey: Prentice Hall, 1996.

### Métodos de ensino e de aprendizagem

Aulas teóricas com metodologias de resolução de problemas físicos. Aulas práticas para resolução de problemas físicos. Resolução de problemas e de trabalhos no período não presencial. As aulas podem ser complementadas por um curso da plataforma COURSEERA, promovido pela Universidade de Michigan, com título "Método dos Elementos Finitos aplicado aos Problemas de Física".

### Alternativas de avaliação

1. Época FINAL: Avaliação distribuída. - (Ordinário, Trabalhador) (Final, Recurso)

**Alternativas de avaliação**

- Trabalhos Práticos - 80% (3 trab. práticos com apresentação oral. Cada trabalho possui peso de 26. 6(6) %.)
- Exame Final Escrito - 20%
- 2. Época ESPECIAL - (Ordinário, Trabalhador) (Especial)
  - Exame Final Escrito - 100% (O Exame Final tem a duração de 2, 0 horas e avaliação em 100% da classificação final.)
- 3. FINAL: Avaliação por exame - (Trabalhador) (Final)
  - Exame Final Escrito - 100% (Os alunos com estatuto trabalhador poderão optar por avaliação por exame, duração de 2, 0 horas.)

**Língua em que é ministrada**

Português, com apoio em inglês para alunos estrangeiros

**Validação Eletrónica**

Paulo Alexandre Gonçalves Piloto	Luís Manuel Ribeiro Mesquita	José Alexandre de Carvalho Gonçalves	José Carlos Rufino Amaro
16-02-2023	17-02-2023	17-02-2023	04-03-2023