



## Plano de Ensino para o Ano Letivo de 2021

IDENTIFICAÇÃO		
Disciplina: Mecânica das Estruturas		Código da Disciplina: EMC103
Course: Structural Mechanics		
Materia: Mecánica estructural		
Periodicidade: Anual	Carga horária total: 160	Carga horária semanal: 02 - 00 - 02
Curso/Habilitação/Ênfase:	Série:	Período:
Engenharia Mecânica	3	Diurno
Engenharia Mecânica	3	Noturno
Engenharia Mecânica	3	Noturno
Professor Responsável:	Titulação - Graduação	Pós-Graduação
Marcelo Otavio dos Santos	Engenheiro Mecânico	Doutor
Professores:	Titulação - Graduação	Pós-Graduação
Konstantinos Dimitriou Stavropoulos	Engenheiro Mecânico	Doutor
Marcelo Otavio dos Santos	Engenheiro Mecânico	Doutor
MODALIDADE DE ENSINO		
Presencial: 80%		
Mediada por tecnologia: 20%		
* Em qualquer modalidade a entrega de atividades e trabalhos deve ser realizada segundo orientações do professor da disciplina.		
ATIVIDADES DE EXTENSÃO		
A DISCIPLINA NÃO CONTEMPLA ATIVIDADES DE EXTENSÃO.		
EMENTA		
<p>Análise de estruturas isostáticas e hiperestáticas planas e espaciais utilizando o método das forças e o método dos deslocamentos. Deflexões em estruturas utilizando métodos de energia. Estado triplo de tensões. Critérios de resistência. Estado duplo de deformações. Extensometria elétrica. Análise experimental de estruturas. Esforço cortante corrente em perfis de parede fina. Deformações térmicas em vigas com gradiente de temperatura. Tensões em tubulações. Dimensionamento de vasos de pressão de acordo com a norma ASME-Seção VIII - Divisão I. Método dos deslocamentos ; análise matricial de estruturas. Introdução ao Método dos Elementos Finitos. Implementação de cálculos estruturais através do método dos deslocamentos utilizando programas gerais como Matlab e Octave. Introdução ao uso de software profissional de elementos finitos.</p>		



## SYLLABUS

Analysis of plane and spatial isostatic and statically indeterminate structures using the force method and the displacement method. Deflections in structures using energy methods. 3D stress state. Generalized Hooke's Law. Strength criteria. Plane strain analysis. Extensometry techniques. Experimental analysis of structures. Shear flow in thin-walled profiles. Thermal deformations in beams due to temperature gradient. Tensions in pipes. Pressure vessels stress analysis according to ASME-Section VIII - Division I. Displacement method - matrix analysis of structures. Introduction to the Finite Element Method. Implementation of structural calculations using the displacement method using general programs such as Matlab and Octave. Introduction to the use of professional finite element software.

## TEMARIO

Análisis de estructuras planas y espaciales isostáticas e estáticamente indeterminadas mediante el método de fuerza y el método de desplazamiento. Deflexiones en estructuras mediante métodos energéticos. Estado triple de tensiones. Criterios de resistencia. Estado plano de deformaciones. Extensometría eléctrica. Análisis experimental de estructuras. Flujo cortante en perfiles de paredes delgadas. Deformaciones térmicas en vigas con gradiente de temperatura. Análisis de las tensiones en las tuberías. Análisis de las tensiones en vasos de presión de acuerdo con la norma ASME Sección VIII - División I. Método de desplazamiento - Análisis matricial de estructuras. Introducción al método de los elementos finitos. Implementación de cálculos estructurales mediante el método de desplazamiento utilizando programas generales como Matlab y Octave. Introducción al uso de software profesional de elementos finitos.

## CONHECIMENTOS PRÉVIOS NECESSÁRIOS PARA O ACOMPANHAMENTO DA DISCIPLINA

Resistência dos Materiais:

- todos os conhecimentos da disciplina ETM101, com especial ênfase ao traçado de diagrama de esforços internos solicitantes, cálculo das tensões para os esforços típicos e estudo do estado duplo de tensões.

Algebra Linear:

- operações com matrizes, solução de sistemas de equações, conceito de autovalores e autovetores.

Mecânica Geral:

- Estática (sistema de esforços equivalentes, polígonos de forças, equações de equilíbrio no plano e no espaço, cálculo de reações de apoio, equilíbrio em corpos formados por vários componentes, cálculo de momentos de inércia).

Cálculo:

- Gráficos de funções.

Desenho:

- Desenho esquemático de componentes. Perspectivas elementares.



### COMPETÊNCIAS DESENVOLVIDAS NA DISCIPLINA

#### COMPETÊNCIA 1:

1. Analisar e compreender os fenômenos estruturais por meio de modelos matemáticos, computacionais ou físicos, validados por experimentação. 2. Dominar o ciclo completo de investigação dos aspectos analítico, numérico e experimental de um mesmo comportamento estrutural, aprendendo a conciliar as diferenças encontradas no conhecimento interdisciplinar coordenado entre as disciplinas da área de mecânica dos sólidos.

### OBJETIVOS - Conhecimentos, Habilidades, e Atitudes

#### Conhecimentos:

- C1 - Aplicação de Métodos de Energia para o cálculo de estruturas.
- C2 - Métodos para o cálculo de estruturas hiperestáticas.
- C3 - Estado plano de deformações.
- C4 - Estado triplo de tensões e critérios de resistência.
- C5 - Método dos elementos finitos.
- C5 - Distribuição de esforço cortante corrente em perfis de parede fina.
- C6 - Tubulações.
- C7 - Dimensionamento de vasos de pressão.

#### Habilidades:

- H1 - Calcular deslocamentos lineares e angulares em estruturas isostáticas e hiperestáticas.
- H2 - Resolver estruturas hiperestáticas planas e no espaço.
- H3 - Compreender o método de cálculo de estruturas utilizados em programas de computador.
- H4 - Compreender comportamento de perfis de chapa fina sujeitos a força cortante.
- H5 - Calcular tensões térmicas em tubulações.
- H6 - Dimensionar Vasos de Pressão de acordo com a norma ASME-Seção VIII - Divisão I.

#### Atitudes:

- A1 - Incorporar o conceito de que as estruturas estão sujeitas a tensões e se deformam sob a ação de cargas, podendo sofrer colapso.
- A2 - Ter consciência de que há incertezas quanto ao carregamento e à resistência do material e de que os modelos adotados são aproximações da realidade.

### ESTRATÉGIAS ATIVAS PARA APRENDIZAGEM - EAA

Aulas de Teoria - Sim

Aulas de Laboratório - Sim



### LISTA DE ESTRATÉGIAS ATIVAS PARA APRENDIZAGEM

- Peer Instruction (Ensino por pares)
- Ensino Híbrido
- Sala de aula invertida
- Project Based Learning
- Problem Based Learning

### METODOLOGIA DIDÁTICA

Aulas expositivas.  
 Aulas de exercícios.  
 Apresentação de projetos e seminários.  
 Demonstrações com modelos didáticos.  
 Demonstrações sobre o Método dos Elementos Finitos utilizando programação em Matlab/Octave e software profissional LISA.  
 Realização de experimentos no Laboratório de Mecânica dos Sólidos.  
 Uso de metodologias ativas de aprendizagem.

### INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO

NENHUM INSTRUMENTO DE AVALIACAO FOI ADICIONADA.

### AVALIAÇÃO (conforme Resolução RN CEPE 16/2014) e CRITÉRIOS DE APROVAÇÃO

Disciplina anual, com trabalhos e provas (duas e uma substitutiva).

Pesos dos trabalhos:

$k_1: 1,0$     $k_2: 1,0$

Peso de MP( $k_p$ ): 0,6

Peso de MT( $k_T$ ): 0,4

### INFORMAÇÕES SOBRE INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO

### CONTRIBUIÇÃO DA DISCIPLINA

A Mecânica das Estruturas é uma continuação da Resistência dos Materiais. O programa de Resistência dos Materiais é bastante padronizado nas Escolas de Engenharia, cabendo à Mecânica das Estruturas complementar o conhecimento dentro

da extensa área de Análise Estrutural, selecionando tópicos que serão de interesse para a formação do engenheiro mecânico.

São apresentados conceitos que serão utilizados nas disciplinas que fazem dimensionamento de máquinas e componentes, caldeiras e vasos de pressão, permitindo o cálculo de deslocamentos, traçado de diagrama de esforços internos solicitantes em estruturas isostáticas e hiperestáticas, bem como o dimensionamento de seções com esforços combinados. Também são apresentados conceitos que podem ser utilizados nas disciplinas que estudam a conformação dos metais.



São apresentados fundamentos que posteriormente permitirão a utilização de programas de cálculo por meio de Elementos Finitos e a análise de resultados obtidos por meio de Análise Experimental de Tensões.

### BIBLIOGRAFIA

#### Bibliografia Básica:

BEER, Ferdinand P. et al. Mecânica dos materiais. RUBERT, José Benaque (Trad.). 7. ed. Porto Alegre: AMGH, 2015. 858 p. ISBN 9788580554981.

DALLY, James W; RILEY, William F. Experimental stress analysis. 3. ed. New York: McGraw-Hill, 1991. 639 p. ISBN 0-07-015218-7.

HIBBELER, Russell Charles. Structural analysis. 4. ed. New Jersey: Prentice Hall, 1999. 600 p. ISBN 0-13-081309-5.

KIM, Nam-Ho; SANKAR, Bhavani V. Introdução à análise e ao projeto em elementos finitos. KURBAN, Amir Elias Abdalla (Trad.). Rio de Janeiro, RJ: LTC, 2011. 353 p. ISBN 9788521617884.

#### Bibliografia Complementar:

ALVES FILHO, Avelino. Elementos finitos: a base da tecnologia CAE. 5. ed. São Paulo, SP: Érica, 2007. 292 p. ISBN 9788571947412.

CAMPANARI, Flávio Antonio. Teoria das estruturas. Rio de Janeiro, RJ: Guanabara Dois, 1985. v. 1.

PEREIRA, Celso Pinto Moraes. Mecânica dos materiais avançada. Rio de Janeiro: Interciência, c2013. 418 p. ISBN 9788571933347.

PHILPOT, Timothy A. Mecânica dos materiais: um sistema integrado de ensino. [Mechanics of materials : an integrated learning, 2nd. ed.]. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, c2013. 709 p. ISBN 97885216638

POPOV, Egor P. Introdução à mecânica dos sólidos. Trad. de Mauro Ormeu Cardoso Amorelli; rev. téc. de Arno Blass. São Paulo, SP: Edgard Blücher, 1978. 534 p.

RICARDO, Octávio Gaspar de Souza. Teoria das estruturas. São Caetano do Sul, SP: CEUN-EEM, 1976. v. 5.

### SOFTWARES NECESSÁRIOS PARA A DISCIPLINA

- Pacote Office
- Ftool
- MDSolids
- Matlab/Octave



- LISA FEA
- ANSYS Mechanical

### INFORMAÇÕES SOBRE PROVAS E TRABALHOS

As notas de Trabalho poderão ser compostas pelas seguintes atividades:

- Exercícios no Open LMS
- Atividades Virtuais e/ou Presenciais
- Realização de Experimentos (no Laboratório de Mecânica dos Sólidos ou virtuais)
- Desenvolvimento de Programas Computacionais
- Projetos

**OUTRAS INFORMAÇÕES**

Como a disciplina é ministrada em vários dias da semana e o calendário escolar apresenta alguns dias não letivos em função de feriados, o cronograma a seguir se refere a um dia de semana típico com um feriado durante o ano.



## APROVAÇÕES

Prof.(a) Marcelo Otavio dos Santos  
Responsável pela Disciplina

Prof.(a) Susana Marraccini Giampietri Lebrao  
Coordenadora do Curso de Engenharia Mecânica

Núcleo Docente Estruturante (NDE)

Data de Aprovação:





PROGRAMA DA DISCIPLINA		
Nº da semana	Conteúdo	EAA
1 L	Estado Triplo de Tensões. Teoria.	1% a 10%
1 T	Apresentação da disciplina. Métodos de Energia. Teorema de Castigliano. Deslocamentos em Estruturas Isostáticas.	1% a 10%
2 L	Estado Triplo de Tensões. Exercícios.	11% a 40%
2 T	Deslocamentos em Estruturas Isostáticas. Método das Forças. Exercícios.	11% a 40%
3 T	Deslocamentos em Estruturas Isostáticas. Tabelas de Kurt-Beyer. Exercícios.	11% a 40%
3 L	Estado Triplo de Tensões. Exercícios.	41% a 60%
4 T	Deslocamentos em Estruturas Isostáticas. Tabelas de Kurt-Beyer. Exercícios.	11% a 40%
4 L	Lei de Hooke Generalizada. Teoria.	11% a 40%
5 L	Lei de Hooke Generalizada. Exercícios.	11% a 40%
5 T	Deslocamentos em Estruturas Isostáticas. Tabelas de Kurt-Beyer. Exercícios.	11% a 40%
6 L	Critérios de Resistência. Teoria.	1% a 10%
6 T	Deslocamentos em Estruturas Isostáticas. Tabelas de Kurt-Beyer. Exercícios.	11% a 40%
7 L	Critérios de Resistência. Exercícios.	11% a 40%
7 T	Deslocamentos em Estruturas Isostáticas. Tabelas de Kurt-Beyer. Exercícios.	11% a 40%
8 T	Prova P1	0
8 L	Prova P1	0
9 L	Introdução. Estado Plano de Deformações (EPD).	1% a 10%
9 T	Estruturas Hiperestáticas. Teoria. Exercícios.	1% a 10%
10 T	Estruturas Hiperestáticas. Exercícios.	11% a 40%
10 L	Estado plano de Deformações. Rotação de Eixos. Exercícios.	11% a 40%
11 T	Estruturas Hiperestáticas. Exercícios.	11% a 40%
11 L	Estado plano de deformações. Círculo de Mohr. Exercícios.	11% a 40%
12 T	Estruturas Hiperestáticas. Exercícios.	11% a 40%
12 L	Estado Plano de Deformações. Extensômetros e Rosetas. Exercícios.	11% a 40%
13 T	Estruturas Hiperestáticas. Exercícios.	11% a 40%
13 L	Estado Plano de Deformações. Extensômetros e Rosetas. Exercícios.	11% a 40%
14 L	Estado Plano de Deformações. Extensômetros e Rosetas. Exercícios.	11% a 40%
14 T	Estruturas Hiperestáticas. Exercícios.	11% a 40%
15 T	Efeito da Temperatura nas estruturas Hiperestáticas. Teoria. Exercício.	11% a 40%
15 L	Experimento 1	61% a 90%
16 T	Apresentação dos fundamentos estruturais utilizados pelo Código ASME , Seção VIII , Divisão I para o dimensionamento de vasos de pressão.	11% a 40%
16 L	Experimento 2	61% a 90%
17 L	Prova P2	0
17 T	Prova P2	0



18 L	Prova P2	0
18 T	Prova P2	0
19 T	Atendimento	0
19 L	Atendimento	0
20 L	Prova PS1	0
20 T	Prova PS1	0
21 T	Cisalhamento em perfis de parede fina. Teoria.	1% a 10%
21 L	Método dos Deslocamentos - Elemento de Mola. Exercícios.	1% a 10%
22 T	Cisalhamento em perfis de parede fina. Exercícios.	11% a 40%
22 L	Método dos Deslocamentos - Elementos de Treliças.	11% a 40%
23 T	Cisalhamento em perfis de parede fina com rebites. Exercícios.	11% a 40%
23 L	Método dos Deslocamentos - Exercícios com Estruturas Formadas por Treliças.	11% a 40%
24 T	Cisalhamento em perfis de parede fina com soldas. Exercícios.	11% a 40%
24 L	Método dos deslocamentos. Estruturas de Molas e Treliças. Programação no Octave/Matlab	61% a 90%
25 T	Cisalhamento em perfis de parede fina. Exercícios.	11% a 40%
25 L	Método dos deslocamentos. Estruturas de Molas e Treliças. Programação no Octave/Matlab	61% a 90%
26 T	Cisalhamento em perfis de parede fina. Flexão oblíqua. Exercício.	11% a 40%
26 L	Método dos deslocamentos. Elementos de vigas.	11% a 40%
27 T	Cisalhamento em perfis de parede fina. Flexão oblíqua. Exercício.	11% a 40%
27 L	Método dos deslocamentos. Elementos de vigas. Programação no Octave/Matlab	61% a 90%
28 T	Prova P3	0
28 L	Prova P3	0
29 T	Método dos Deslocamentos - Exercícios com estruturas formadas estruturas 3D.	11% a 40%
29 L	Método dos Deslocamentos - Exercícios com estruturas formadas por pórticos.	11% a 40%
30 T	Método dos Deslocamentos - Exercícios com estruturas formadas por treliça 3D.	41% a 60%
30 L	Método dos Deslocamentos - Exercícios com estruturas formadas por pórticos. Programação no Octave/Matlab	61% a 90%
31 T	Método dos Deslocamentos - Exercícios com estruturas formadas por treliça 3D. Programação no Octave/Matlab	61% a 90%
31 L	Método dos Deslocamentos - Exercícios com estruturas formadas por pórticos. Programação no Octave/Matlab	61% a 90%
32 T	Método dos Deslocamentos - Exercícios com estruturas formadas por pórtico 3D. Programação no Octave/Matlab	61% a 90%
32 L	Simulação usando o software LISA FEA	61% a 90%
33 T	Método dos Deslocamentos - Exercícios com estruturas formadas por pórtico 3D. Programação no Octave/Matlab	61% a 90%
33 L	Simulação usando o software LISA FEA	61% a 90%
34 T	Método dos Deslocamentos - Exercícios com estruturas formadas por pórtico 3D. Programação no Octave/Matlab	61% a 90%
34 L	Apresentação do Trabalho	91% a 100%



35 T	Prova P4	0
35 L	Prova P4	0
36 T	Prova P4	0
36 L	Prova P4	0
37 T	Atendimento	0
37 L	Atendimento	0
38 T	Atendimento	0
38 L	Atendimento	0
39 T	Atendimento	0
39 L	Atendimento	0
40 T	Prova PS2	0
40 L	Prova PS2	0
41 T	Atendimento	0
41 L	Atendimento	0
Legenda: T = Teoria, E = Exercício, L = Laboratório		