

ENG 1204 – ANÁLISE DE ESTRUTURAS II – 1º Semestre – 2019

Revisão do programa: versão 05

Prof.: Luiz Fernando Martha (e-mail: lfm@tecgraf.puc-rio.br)

Homepage do curso na internet:

<http://www.tecgraf.puc-rio.br/~lfm/analestrut2-191>

Homepage do curso no Ambiente de Aprendizagem Online da PUC-Rio:

<https://ead.puc-rio.br/login/index.php>

Horários e sala de aula: 2ª feira: 9:00-11:00 hs, 4ª feira: 9:00-11:00 hs, sala L238.

Referências:

1. Martha, L.F., *Análise de Estruturas: Conceitos e Métodos Básicos*, 2ª Edição, Editora Elsevier, ISBN 978-85-352-8625-0, 2017. Disponível no site da editora:
<https://www.loja.elsevier.com.br/analise-de-estruturas-9788535286250.html>.
2. Süsskind, J.C., *Curso de Análise Estrutural – Vol. 2: Deformações em Estruturas, Método das Forças – Vol. 3: Método das Deformações, Processo de Cross*, Editora Globo, 1977.
3. Soriano, H.L. e Lima, S.S., *Análise de Estruturas v. 1. Métodos das Forças e Métodos dos deslocamentos*; Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2006
4. White, R.N., Gergely, P. e Sexsmith, R.G., *Structural Engineering – Combined Edition – Vol. 1: Introduction to Design Concepts and Analysis – Vol. 2: Indeterminate Structures*, John Wiley, New York, 1976.

Trabalhos individuais:

Serão propostos três trabalhos individuais durante o curso (T1, T2 e T3). Cada trabalho será parte integrante de um dos graus (G1, G2 ou G3).

Ementa:

Grau G1:

Conceitos básicos de análise estrutural. Modelos estruturais, equilíbrio e compatibilidade. Princípio da superposição de efeitos e comportamento linear. Princípio dos trabalhos virtuais. Cálculo de deslocamentos em estruturas. Método das Forças: pórticos. Consideração de cargas aplicadas, variação de temperatura e recalques de apoio.

Grau G2:

Método das Forças: grelhas. Método dos Deslocamentos: Conceitos básicos. Coeficientes de rigidez. Quadros com barras extensíveis. Aplicação do método para quadros com barras inextensíveis. Estruturas deslocáveis e indeslocáveis. Consideração de barras com rigidez infinita à flexão.

Grau G3:

Consideração de cargas acidentais e móveis na análise de estruturas: linhas de influência e envoltórias de esforços para estruturas isostáticas e hiperestáticas.

Datas das questões dos graus e da prova final

Grau G1 – 1ª Questão (1,0 ponto):	entrega 20/Mar (4ª feira)
Grau G1 – 2ª Questão (1,0 ponto):	20/Mar (4ª feira)
Grau G1 – 3ª Questão (5,0 pontos):	03/Abr (4ª feira)
Grau G1 – 4ª Questão (3,0 pontos):	24/Abr (4ª feira)
Grau G2 – 1ª Questão (3,5 pontos):	06/Mai (2ª feira)
Grau G2 – 2ª Questão (1,0 ponto):	entrega 20/Mai (2ª feira)
Grau G2 – 3ª Questão (5,5 pontos):	10/Jun (2ª feira)
Grau G3 – 1ª Questão (1,0 ponto):	entrega 19/Jun (4ª feira)
Grau G3 – 2ª Questão (2,5 pontos):	19/Jun (4ª feira)
Grau G3 – 3ª Questão (6,5 pontos):	26/Jun (4ª feira)
Prova Final PF:	01/Jul (2ª feira) 09-11 hs

Critério de Aprovação

1. As questões dos graus G1, G2 e G3 não têm segunda chamada. Para efeito de aprovação e cálculo do Grau Final (GF), caso o aluno não tenha feito, independentemente do motivo, uma ou mais das questões dos graus G1, G2 ou G3, a nota correspondente da questão será zero. A segunda chamada em caso de falta à Prova Final (PF) segue a regulamentação da Universidade para este caso em específico.

2. Se $\begin{cases} G1 \geq 5,0 \\ G2 \geq 5,0 \\ G3 \geq 5,0 \end{cases}$ ou se $\frac{G1+G2+G3}{3} \geq 6,0$

então o aluno será considerado **aprovado** com $GF = \frac{G1+G2+G3}{3}$.

Caso contrário, a nota da prova final PF será usada, de acordo com o item 3 abaixo.

3. O aluno que não se enquadrar nos casos do item 2 deverá realizar, necessariamente, a prova final PF. Sendo G_m e G_n as duas maiores notas dos graus G1, G2 e G3, o grau final GF será calculado conforme os dois casos a seguir:

(a) se $PF \geq 3,0$, então $GF = \frac{G_m + G_n + PF}{3}$ e o aluno será considerado **aprovado** se $GF \geq 5,0$.

Caso contrário estará **reprovado**.

(b) se $PF < 3,0$, então $GF = \frac{G1 + G2 + G3 + 3PF}{6}$, e o aluno estará **reprovado**.

4. A nota da prova final PF poderá ser utilizada para melhorar o GF de qualquer aluno que tenha sido aprovado nos casos do item 2, desde que isso seja solicitado pelo próprio aluno. Neste caso, $GF = \frac{G_m + G_n + PF}{3}$ se $GF \geq 5,0$, ou mantém o GF do item 2.

ROTEIRO DAS AULAS

Aula			Assunto	Seções do livro
1	11/Mar	2ª f	Introdução à análise estrutural; modelo estrutural; consideração sobre equilíbrio e compatibilidade. Introdução ao Método das Forças. Apresentação do Ftool. Enunciado do primeiro trabalho sobre simulação computacional do método das forças utilizando o Ftool (entrega 20/Mar): G1 – Questão 1 (1,0 ponto)	1.1-1.3; 4.1-4.2; 8.1
2	13/Mar	4ª f	Metodologia de análise de uma estrutura hiperestática pelo método das forças. Definição de hiperestáticos. Definição de sistema principal. Simulação computacional do método das forças utilizando o Ftool. Classificação dos tipos de condições de compatibilidade.	2.1-2.2; 3.8; 4.1.2; 8.1-8.2
3	18/Mar	2ª f	Escolha do sistema principal para o método das forças. Solução conceitual de viga contínua pelo método das forças com liberação de vínculos externos de apoio e com liberação de continuidade de rotação para criação do sistema principal. Caracterização dos tipos de liberação de vínculo na criação do sistema principal. Análise dos tipos de hiperestáticos, termos de carga e coeficientes de flexibilidade de acordo com a solução adotada para o sistema principal. Resumo do princípio das forças virtuais (PFV) para o cálculo de deslocamentos e rotações em estruturas, particularizado para estruturas isostáticas.	2.1-2.2; 7.1-7.3.1; 8.4
4	20/Mar	4ª f	G1 – Questão 2 (1,0 ponto): Interpretação física dos termos de carga e coeficientes de flexibilidade Determinação dos termos de carga e coeficientes de flexibilidade pelo PFV. Solução do exemplo de viga contínua com três vãos.	7.1-7.3.1; 8.3-8.4.1
5	25/Mar	2ª f	Revisão sobre traçado de diagramas de esforços internos em vigas e pórticos isostáticos. Solução completa do exemplo de viga contínua com três vãos para o sistema principal em que são retirados os vínculos dos apoios interiores e para o sistema principal com introdução de rótulas nas seções dos apoios interiores.	3.1-3.2; 3.6; 3.7-3.7.6; 8.4.1
6	27/Mar	4ª f	Revisão de decomposição de vigas Gerber isostáticas e decomposição de pórticos compostos isostáticos. Revisão de solução de pórticos isostáticos compostos. Preocupações que se deve ter na escolha do sistema principal para pórticos hiperestáticos. Exemplos de determinação de sistema principal.	3.1; 3.3; 3.7.7; 8.5-8.6
7	01/Abr	2ª f	Soluções de pórticos planos hiperestáticos pelo método das forças.	8.7
	03/Abr	4ª f	G1 – Questão 3 (5,0 pontos): Método das Forças para cargas aplicadas em pórtico	
8	08/Abr	2ª f	Análise de estruturas hiperestáticas pelo método das forças para efeitos de temperatura e recalques de apoio. Diferença de comportamento entre modelos estruturais isostáticos e hiperestáticos. Exemplos simples para efeitos isolados de temperatura e recalque de apoio. Generalização do princípio das forças virtuais (PFV) para cálculo de deslocamentos em estruturas isostáticas para cargas aplicadas (revisão), para variação de temperatura e para recalques de apoio.	4.5; 7.3.1-7.3.3; 8.8-8.9
9	10/Abr	4ª f	Solução de exemplo de pórtico hiperestático com cargas aplicadas, variação de temperatura e recalque de apoio.	8.8-8.10
10	15/Abr	2ª f	Análise estrutural de grelhas. Definição do modelo estrutural de grelhas. Comparação do modelo de grelha com o modelo de pórtico plano no diz respeito às componentes de deslocamentos, rotações, forças, momentos e esforços internos.	2.4; 3.5; 8.12
11	17/Abr	4ª f	Exemplo de solução de grelha isostática.	3.7.9
	22/Abr	2ª f	RECESSO FERIADO (São Jorge)	
	24/Abr	4ª f	G1 – Questão 4 (3,0 pontos): Método das Forças para cargas aplicadas, variação de temperatura e recalque de apoio em pórtico	
12	29/Abr	2ª f	Aplicação do método das forças à análise de grelhas hiperestáticas. Resumo do princípio das forças virtuais (PFV) para determinação de deslocamentos em grelhas isostáticas solicitadas por cargas aplicadas. Exemplos de solução de grelhas hiperestáticas pelo método das forças.	3.8.4; 7.3; 8.12-8.13
	01/Mai	4ª f	FERIADO (Dia do Trabalho)	
	06/Mai	2ª f	G2 – Questão 1 (3,5 pontos): Método das Forças para cargas aplicadas em grelha	
13	08/Mai	4ª f	Introdução ao método dos deslocamentos; considerações sobre compatibilidade e equilíbrio no método dos deslocamentos; definição de deslocabilidades; definição de sistema hipergeométrico. Simulação computacional do método dos deslocamentos utilizando o Ftool. Enunciado do segundo trabalho sobre simulação computacional do método dos deslocamentos utilizando o Ftool (entrega 20/Mai): G2 – Questão 2 (1,0 ponto).	5.9; 10.1-10.2

Aula			Assunto	Seções do livro
14	13/Mai	2ª f	Coeficientes de rigidez e termos de carga no método dos deslocamentos. Convenção de sinais para esforços internos no método dos deslocamentos. Solução de viga contínua pelo método dos deslocamentos. Solução de pórtico simples com 3 deslocabilidades pelo método dos deslocamentos.	9.1-9.3; 10.3-10.5 10.6.1
	15/Mai	4ª f	AULA CANCELADA	
15	20/Mai	2ª f	Solução de pórtico simples com 6 deslocabilidades e articulação interna. Solução de pórtico com barra inclinada (em vídeo apenas). Dedução dos coeficientes de rigidez local de barra (em vídeo apenas). Comportamento linear e superposição de efeitos (em vídeo apenas). Não linearidade geométrica (em vídeo apenas). Método dos deslocamentos com redução de deslocabilidades. Classificação das simplificações adotadas para reduzir o número de deslocabilidades.	10.6.2; 10.6.3; 9.2-9.2.8; 4.3; 4.4; 11-11.2
16	22/Mai	4ª f	Consideração de barras inextensíveis. Classificação de deslocabilidades externas (translações) e deslocabilidade internas (rotações). Conceito de contraventamento de pórticos. Demonstração de exemplos no Ftool. Regras para determinação de deslocabilidades externas. Exemplo de solução de pórtico com barra inextensíveis com articulação na viga.	5.11-5.12; 11.3
17	27/Mai	2ª f	Simplificação para desconsiderar no método dos deslocamentos deslocabilidades do tipo rotação para nós completamente articulados. Exemplo de solução com barras inextensíveis e articulação, considerando a articulação de três maneiras distintas. Procedimento para desconsiderar deslocabilidade interna (rotação) de nó de apoio do segundo gênero no qual só converge uma barra. Regras para determinação de deslocabilidades internas. Exemplos de solução de pórticos com barras inextensíveis.	11.4-11.4.4; 11.6
18	29/Mai	4ª f	Consideração de barras infinitamente rígidas. Consideração de barras inextensíveis e barras infinitamente rígidas que sofrem translação. Solução de exemplos de pórticos com um e dois pavimentos rígidos.	11.5-11.5.1; 11.6
19	03/Jun	2ª f	Solução pelo método dos deslocamentos de pórtico com barras inextensíveis e barra infinitamente rígida que sofre giro. Soluções de exemplos com barras que sofrem giro	11.5.2; 11.6
20	05/Jun	4ª f	Aula de revisão sobre Método dos Deslocamentos com barras inextensíveis e infinitamente rígidas.	11.6; 11.9
	10/Jun	2ª f	G2 – Questão 3 (5,5 pontos): Método dos Deslocamentos com barras inextensíveis e infinitamente rígidas	
21	12/Jun	4ª f	Introdução à consideração de cargas acidentais e móveis na análise de estruturas. Classificação das cargas atuantes em uma estrutura de acordo com a posição e a atuação temporal: cargas permanentes; cargas acidentais e cargas móveis. Introdução à consideração de cargas móveis e acidentais em estruturas. Conceito de envoltórias de mínimos e máximos efeitos para cargas acidentais e móveis. Demonstração de envoltórias no Ftool. Enunciado do terceiro trabalho para obtenção de envoltórias de mínimos e máximos de esforços cortantes e momentos fletores utilizando o Ftool (entrega 19/Jun): G3 – Questão 1 (1,0 ponto).	14; 14-11
22	17/Jun	2ª f	Introdução a linhas de influência. Uso de linhas de influência para determinar posições críticas de carga acidental e móvel que minimizam ou maximizam um determinado efeito. Linhas de influência para viga biapoiada com balanço: traçado baseado em solução analítica.	14.1-14.2
23	19/Jun	4ª f	Determinação de envoltórias de esforços cortantes mínimos e máximos e de momentos fletores mínimos e máximos em viga biapoiada com balanços. G3 – Questão 2 (2,5 pontos): Cargas acidentais e móveis: conceito de linhas de influência	14.3
24	24/Jun	2ª f	Método cinemático para o traçado de linhas de influência (princípio de Müller-Breslau). Linhas de influência para vigas Gerber isostáticas e vigas contínuas.	14.4
	26/Jun	4ª f	G3 – Questão (6,5 pontos): Linhas de influência e consideração de cargas acidentais e móveis	
	01/Jul	2ª f	PROVA FINAL – 9-11 hs	