

# ENG 1204 – ANÁLISE DE ESTRUTURAS II – 2º Semestre – 2016

## Revisão do programa: 02

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

### Homepage do curso na internet:

<http://www.tecgraf.puc-rio.br/~lfm/analestrut2-162>

**Horários e sala de aula:** 2ª feira: 9:00-11:00 hs; 4ª feira: 9:00-11:00 hs, sala L154.

### Referências:

1. Martha, L.F., *Análise de Estruturas: Conceitos e Métodos Básicos*, Editora Campus/Elsevier, ISBN 978-85-352-3455-8, 2010. Disponível no site da editora:  
<http://www.elsevier.com.br/site/produtos/Detailhe-Produto.aspx?tid=57922&tit=AN%C3%81LISE%20DE%20ESTRUTURAS>.
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. 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.
4. West, H.H., *Analysis of Structures: An Integration of Classical and Modern Methods*, Segunda Edição, John Wiley, New York, 1989.
5. McGuire, W., Gallagher, R.H. e Ziemian, R.D., *Matrix Structural Analysis*, Segunda Edição, John Wiley., New York, 2000.
6. Schodek, D.L., *Structures*, Terceira Edição, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J., 1997.
7. Felton, L.P. e Nelson, R.B., *Matrix Structural Analysis*, John Wiley, New York, 1997.

<b>Datas das provas:</b>	Prova P1 – 1ª Questão:	03 / Out. (2ª feira) 09-11 hs – SALA L154
	Prova P1 – 2ª Questão:	05 / Out. (4ª feira) 09-11 hs – SALA L154
	Prova P2 – 1ª Questão:	23 / Nov. (4ª feira) 09-11 hs – SALA L154
	Prova P2 – 2ª Questão:	28 / Nov. (2ª feira) 09-11 hs – SALA L154
	Prova P3:	14 / Dez. (4ª feira) 08-11 hs – SALA L154
	Prova Final PF:	21 / Dez. (4ª feira) 08-11 hs – SALA L154

**Critério de aprovação:** Vide próxima página.

### Trabalhos individuais:

Serão propostos três trabalhos individuais durante o curso (T1, T2 e T3). Cada trabalho será parte integrante de uma das provas (P1, P2 ou P3) de maneira a ser divulgada.

### Ementa:

Primeira Prova:

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: quadros e treliças.

Segunda Prova:

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.

Terceira Prova:

Formalização do Método dos Deslocamentos para implementação computacional (Método da Rigidez Direta. Linhas de Influência e envoltórias de esforços para estruturas isostáticas e hiperestáticas.

## Critério de Aprovação

1. As provas P1, P2 e P3 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 provas P1, P2 ou P3, o grau correspondente 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 
$$\begin{cases} P1 \geq 5,0 \\ P2 \geq 5,0 \\ P3 \geq 5,0 \end{cases} \quad \text{ou} \quad \text{se} \quad \frac{P1+P2+P3}{3} \geq 6,0$$

então o aluno será considerado **aprovado** com  $GF = \frac{P1+P2+P3}{3}$ .

Caso contrário, o grau da prova final PF será usado, 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 Pm e Pn os dois maiores graus das provas P1, P2 e P3, o grau final GF será calculado conforme os dois casos a seguir:

(a) se  $PF \geq 3,0$ , então seu grau final será  $GF = \frac{Pm+Pn+PF}{3}$  e o aluno será considerado

**aprovado** se  $GF \geq 5,0$ . Caso contrário estará **reprovado**.

(b) se  $PF < 3,0$ , então seu grau final será  $GF = \frac{P1+P2+P3+3PF}{6}$ , e o aluno estará **reprovado**.

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

## ROTEIRO DAS AULAS

Aula			Assunto	Seções do livro
1	24/Ago	4ª f	Introdução à análise estrutural; modelo estrutural; consideração sobre equilíbrio e compatibilidade. Introdução ao Método das Forças. Apresentação do Ftool. Entrega do primeiro trabalho sobre simulação computacional do método das forças utilizando o Ftool.	1.1-1.3; 4.1-4.2; 8.1
2	29/Ago	2ª 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	31/Ago	4ª 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.	2.1-2.2; 8.4
4	05/Set	2ª f	Resumo do princípio das forças virtuais (PFV) para o cálculo de deslocamentos e rotações em estruturas, particularizado para estruturas isostáticas. Solução completa do exemplo de viga contínua com três vãos para o sistema principal com introdução de rótulas, incluindo os cálculos dos termos de carga e coeficientes de flexibilidade pelo PFV.	7.1-7.3.1; 8.3-8.4.2
	07/Set	4ª f	FERIADO – Dia da Independência	
5	12/Set	2ª f	Revisão de decomposição de vigas Gerber isostáticas e decomposição de pórticos compostos isostáticos. Revisão sobre traçado de diagramas de esforços internos em vigas e pórticos isostáticos. Indicação da solução do exemplo da viga contínua para o sistema principal em que são retirados os vínculos dos apoios do meio.	3.1-3.7.6; 8.4.1
6	14/Set	4ª f	Preocupações que se deve ter na escolha do sistema principal para pórticos hiperestáticos. Exemplos de determinação de sistema principal. Soluções de pórticos planos hiperestáticos pelo método das forças. Revisão de solução de pórticos isostáticos compostos.	3.7.7; 8.5-8.7
7	19/Set	2ª f	Análise de estruturas hiperestáticas pelo método das forças para efeitos de temperatura e recalques de apoio. 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.	7.3.1-7.3.3; 8.8-8.9
8	21/Set	4ª f	Solução de exemplo de pórtico hiperestático com variação de temperatura.	7.3.2; 8.8
9	26/Set	2ª f	Solução de exemplo com um pórtico hiperestático submetido a um recalque de apoio. Solução de viga hiperestática submetida a cargas aplicadas, variação de temperatura e recalque de apoio.	7.3.2-7.3.3; 8.8-8.10
10	28/Set	4ª f	Aula de revisão antes da primeira prova. Solução de exercícios sobre Método das Forças aplicado a pórticos planos com solicitações de cargas aplicadas, variação de temperatura e recalque de apoio.	8.13
11	03/Out	2ª f	PRIMEIRA PROVA - 1ª Questão	
12	05/Out	4ª f	PRIMEIRA PROVA - 2ª Questão	
	10/Out	2ª f	RECESSO PARA VESTIBULAR	
	12/Out	4ª f	FERIADO – N. Sra. Aparecida	
13	17/Out	2ª f	Aplicação do método das forças à análise de grelhas hiperestáticas. 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. Resumo do princípio das forças virtuais (PFV) para determinação de deslocamentos em grelhas isostáticas solicitadas por cargas aplicadas. Exemplo de solução de grelha hiperestática pelo método das forças.	2.4; 3.5; 3.7.9; 3.8.4; 8.12
14	19/Out	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. Entrega do segundo trabalho sobre simulação computacional do método dos deslocamentos utilizando o Ftool.	5.9; 10.1-10.2
15	24/Out	2ª f	Coefficientes 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.	9.1-9.3; 10.3-10.5

Aula			Assunto	Seções do livro
16	26/Out	4ª f	Solução de pórtico simples com 3 deslocabilidades pelo método dos deslocamentos. Solução de pórtico simples com 6 deslocabilidades e articulação interna. Conceito de contraventamento de pórticos. Demonstração em modelo físico reduzido. Demonstração de exemplos no Ftool.	10.6-10.6.2 5.12
17	31/Out	2ª f	Método dos deslocamentos com redução de deslocabilidades. Classificação das simplificações adotadas para reduzir o número de deslocabilidades. Consideração de barras inextensíveis. Classificação de deslocabilidades externas (translações) e deslocabilidade internas (rotações). Exemplo de solução com barras inextensíveis e articulação. Regras para determinação de deslocabilidades externas.	5.11-5.12; 11.1-11.2; 11.3-11.3.2
	02/Nov	4ª f	FERIADO – Finados	
18	07/Nov	2ª f	Exemplo de solução com barras inextensíveis e articulação, considerando a articulação de três maneiras distintas. Simplificação para desconsiderar no método dos deslocamentos deslocabilidades do tipo rotação para nós completamente articulados. 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.	11.4-11.4.3
19	09/Nov	4ª f	Exemplo de solução de pórtico com barras inextensíveis e articulações internas.	11.4.4
	14/Nov	2ª f	RECESSO ESCOLAR – Proclamação da República (15/Nov)	
20	16/Nov	4ª f	Consideração de barras infinitamente rígidas. Solução de exemplos de pórticos com um pavimento rígido.	11.5
21	17/Nov	5ª f	AULA EXTRA: Solução pelo método dos deslocamentos de pórtico com barras inextensíveis e barra infinitamente rígida que sofre giro.	11.5.1- 11.5.3; 11-6
22	21/Nov	2ª f	Aula de revisão antes da segunda prova. Solução de exercícios sobre análise de grelhas hiperestáticas pelo método das forças e de análise de pórticos planos pelo método dos deslocamentos.	8.12-8.13; 11.6; 11.9
23	23/Nov	4ª f	SEGUNDA PROVA - 1ª Questão: método dos deslocamentos	
24	28/Nov	2ª f	SEGUNDA PROVA - 2ª Questão: método das forças - grelhas	
25	30/Nov	4ª f	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. Entrega do terceiro trabalho para obtenção de envoltórias de mínimos e máximos de esforços cortantes e momentos fletores utilizando o Ftool. Introdução a linhas de influência.	14-14.2
26	05/Dez	2ª f	Definição de linhas de influência. Linhas de influência de reações de apoio, esforços cortantes e momentos fletores para viga biapoiada com balanço: traçado baseado em solução analítica. Determinação de valores mínimos e máximos de efeitos para cargas móveis com base em linhas de influência. reações de apoio para cargas móveis.	14-14.2
27	07/Dez	4ª f	Exemplo de obtenção de envoltórias de esforços cortantes mínimos e máximos e de momentos fletores mínimos e máximos em viga biapoiada com balanços. Método cinemático para o traçado de linhas de influência (princípio de Müller-Breslau). Linhas de influência para vigas Gerber isostáticas e vigas contínuas.	14.3-14.4
28	12/Dez	2ª f	Aula de revisão antes da terceira prova. Solução de exercícios sobre linhas de influência, determinação de efeitos mínimos e máximos para cargas móveis, método cinemático para o traçado de linhas de influência e envoltórias de mínimos e máximos para cargas móveis.	14-14.4; 14.11
29	14/Dez	4ª f	TERCEIRA PROVA – 8-11 hs	
30	19/Dez	2ª f	Aula de revisão antes da prova final	
31	21/Dez	4ª f	PROVA FINAL – 8-11 hs	