

ENG 1204 – ANÁLISE DE ESTRUTURAS II – 1º Semestre – 2017

Revisão do programa: revisão 03

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

Homepage do curso na internet:

<http://www.tecgraf.puc-rio.br/~lfm/analestrut2-171>

Horários e sala de aula: 2ª feira: 9:00-11:00 hs; 4ª feira: 9:00-11:00 hs, sala L776.

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/Detalhe-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.

Datas das provas:

Prova P1 – 1ª Questão:	10 / Abr. (2ª feira) 09-11 hs – SALA L776
Prova P1 – 2ª Questão:	12 / Abr. (4ª feira) 09-11 hs – SALA L776
Prova P2 – 1ª Questão:	29 / Mai. (2ª feira) 09-11 hs – SALA L776
Prova P2 – 2ª Questão:	31 / Mai. (4ª feira) 09-11 hs – SALA L776
Prova P3:	28 / Jun. (4ª feira) 08-11 hs – SALA L776
Prova Final PF:	03 / Jul. (2ª feira) 08-11 hs – SALA L776

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:

Interpretação de dados de entrada e resultados de um programa de computador para análise de pórticos planos que utiliza o Método da Rigidez Direta (formalização do Método dos Deslocamentos para implementação computacional); Método da distribuição de momentos para estruturas indeslocáveis (Processo de Cross). 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.

$$2. \text{ Se } \begin{cases} P1 \geq 5,0 \\ P2 \geq 5,0 \\ P3 \geq 5,0 \end{cases} \quad \text{ou} \quad \text{se} \quad \frac{P1+P2+P3}{3} \geq 6,0$$

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	08/Mar	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	13/Mar	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	15/Mar	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	20/Mar	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
5	22/Mar	4ª f	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.	3.1-3.2; 3.6; 3.7-3.7.6; 8.4.1
6	27/Mar	2ª 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. Soluções de pórticos planos hiperestáticos pelo método das forças.	3.1; 3.3; 3.7.7; 8.5-8.7
7	29/Mar	4ª 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	03/Abr	2ª f	Solução de exemplo de pórtico hiperestático com variação de temperatura. Solução de exemplo com um pórtico hiperestático submetido a um recalque de apoio.	7.3.2-7.3.3; 8.8-8.10
9	05/Abr	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
10	10/Abr	2ª f	PRIMEIRA PROVA - 1ª Questão: Método das Forças para cargas aplicadas	
11	12/Abr	4ª f	PRIMEIRA PROVA - 2ª Questão: Método das Forças para variação de temperatura e recalque de apoio	
12	17/Abr	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
13	19/Abr	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
14	24/Abr	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
15	26/Abr	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

Aula			Assunto	Seções do livro
16	03/Mai	4ª 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
17	08/Mai	2ª f	Exemplo de solução com barras inextensíveis e articulação, considerando a articulação de três maneiras distintas.	11.3.1
18	10/Mai	4ª f	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. Exemplo de solução de pórtico com barras inextensíveis e articulações internas.	11.4-11.4.4
19	15/Mai	2ª f	Consideração de barras infinitamente rígidas. Solução de exemplos de pórticos com um e dois pavimentos rígidos.	11.5-11.5.1; 11-6
20	17/Mai	4ª f	Consideração de barras inextensíveis e barras infinitamente rígidas que sofrem giro. Solução pelo método dos deslocamentos de pórtico com barras inextensíveis e barra infinitamente rígida que sofre giro.	11.5.2- 11.5.3; 11.6
21	22/Mai	2ª f	Solução de exercício sobre análise de grelhas hiperestáticas pelo método das forças.	8.12-8.13
22	24/Mai	4ª f	Aula de revisão antes da segunda prova. Solução de exercícios sobre análise de pórticos planos pelo método dos deslocamentos.	11.6; 11.9
23	29/Mai	2ª f	SEGUNDA PROVA - 1ª Questão: Método dos Deslocamentos	
24	31/Mai	4ª f	SEGUNDA PROVA - 2ª Questão: Método das Forças - grelhas	
25	05/Jun	2ª f	Introdução ao processo de Cross. Demonstração do programa e-Cross. Definição de coeficiente de distribuição de momentos e de coeficientes de transmissão de momentos. Solução de pórtico com uma deslocabilidade interna e de vigas contínuas pelo processo de Cross.	12-12.4
26	07/Jun	4ª f	Revisão do Processo de Cross para vigas contínuas. Aplicação do processo de Cross a pórticos planos com várias deslocabilidades internas.	12-12.5
27	12/Jun	2ª 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
28	14/Jun	4ª f	Linhas de influência para viga biapoiada com balanço: traçado baseado em solução analítica; exemplo de obtenção de envoltórias de esforços cortantes mínimos e máximos e de momentos fletores mínimos e máximos em viga biapoiada com balanços.	14-14.3
29	19/Jun	2ª f	Revisão de determinação de linhas de influência e 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
30	21/Jun	4ª f	Exemplo de determinação de envoltórias de momento fletor baseado nos aspectos das linhas de influência e com solução utilizando o processo de Cross. Dados de entrada típicos para um programa de computador para análise de pórticos planos que utiliza o método da rigidez direta; interpretação de resultados de um programa de computador.	14.4-14.5 13-13.4
31	26/Jun	2ª f	Solução de exercícios sobre cargas acidentais e móveis, linhas de influência, envoltórias, processo de Cross e de interpretação de resultados de um programa de computador.	12.8; 13-13.4; 14.12
32	28/Jun	4ª f	TERCEIRA PROVA – 8-11 hs	
33	03/Jul	2ª f	PROVA FINAL – 8-11 hs	