

# ENG 1240 – ANÁLISE DE ESTRUTURAS III – 2º Semestre – 2016

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

## Homepage do curso na internet:

<http://www.tecgraf.puc-rio.br/~lfm/analestrut3-162>

## Bibliografia básica:

1. Martha, L.F., *Análise Matricial de Estruturas: Aplicada a modelos lineares - Desvendando o módulo de análise do Ftool*, livro em preparação, Editora Elsevier, 2016. Material disponível na homepage da disciplina.
2. Teixeira de Freitas, J.A. e Tiago Tavares Fernandes, C.M., *Análise Elástica de Estruturas Reticuladas*, Instituto Superior Técnico de Lisboa, apostila disponível pela internet, 2015: <http://www.civil.ist.utl.pt/~ctf/AEI/AEER.pdf>.
3. Martha, L.F., *O Método da Rigidez Direta sob um Enfoque Matricial*, apostila disponível pela internet, 1993: [http://www.tecgraf.puc-rio.br/ftp\\_public/lfm/LFMartha-CalculoMatricialEstruturas.pdf](http://www.tecgraf.puc-rio.br/ftp_public/lfm/LFMartha-CalculoMatricialEstruturas.pdf).
4. Martha, L.F., *Método dos Elementos Finitos*, apostila disponível pela internet, 1994: [http://www.tecgraf.puc-rio.br/ftp\\_public/lfm/ApostilaMEF-cap1-LFMartha.pdf](http://www.tecgraf.puc-rio.br/ftp_public/lfm/ApostilaMEF-cap1-LFMartha.pdf); [http://www.tecgraf.puc-rio.br/ftp\\_public/lfm/ApostilaMEF-cap2-LFMartha.pdf](http://www.tecgraf.puc-rio.br/ftp_public/lfm/ApostilaMEF-cap2-LFMartha.pdf); [http://www.tecgraf.puc-rio.br/ftp\\_public/lfm/ApostilaMEF-cap3-LFMartha.pdf](http://www.tecgraf.puc-rio.br/ftp_public/lfm/ApostilaMEF-cap3-LFMartha.pdf); [http://www.tecgraf.puc-rio.br/ftp\\_public/lfm/ApostilaMEF-cap4-LFMartha.pdf](http://www.tecgraf.puc-rio.br/ftp_public/lfm/ApostilaMEF-cap4-LFMartha.pdf); [http://www.tecgraf.puc-rio.br/ftp\\_public/lfm/ApostilaMEF-cap5-IvanMenezes.pdf](http://www.tecgraf.puc-rio.br/ftp_public/lfm/ApostilaMEF-cap5-IvanMenezes.pdf).
5. Martha, L.F., *Análise de Estruturas: Conceitos e Métodos Básicos*, Editora 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>.

## Bibliografia complementar:

6. Felippa, C.A., *Introduction to Finite Elements Methods (ASEN 5007) - Fall 2016*, Department of Aerospace Engineering Sciences, University of Colorado at Boulder, 2016: <http://www.colorado.edu/engineering/CAS/courses.d/IFEM.d/Home.html>.
7. Fish, J. and Belytschko, T., *A First Course in Finite Elements*, John Wiley & Sons, 2007.
8. McGuire, W.; Gallagher, R.H.; and Ziemian, R.D., *Matrix Structural Analysis*, Second Edition, John Wiley & Sons, 2000.
9. Cook, R.D.; Malkus, D.S.; Plesha, M.E.; and Witt, R.J., *Concepts and Applications of Finite Element Analysis*, Fourth Edition, John Wiley & Sons, 2001.

## Ementa:

*Revisão de conceitos básicos de análise estrutural:* Modelos estruturais, equilíbrio e compatibilidade. Princípio da superposição de efeitos e comportamento linear. Aplicação do Método dos Deslocamentos a estruturas simétricas.

*Método da Rigidez Direta (Método dos Deslocamentos com um enfoque matricial):* Aplicação a treliças planas. Aplicação a quadros com barras extensíveis. Aplicação a grelhas. Análise aproximada de estruturas reticuladas considerando não linearidade geométrica (grandes deslocamentos).

*Introdução ao Método dos Elementos Finitos:* Introdução a métodos energéticos. Elemento finito uniaxial. Elemento finito unidimensional para flexão de vigas. Elemento finito triangular de deformação constante. Formulação geral em deslocamentos e funções de forma. Elementos planos de continuidade  $C^0$ . Formulação isoparamétrica e integração numérica. Avaliação de tensões. Elementos finitos de placa. Considerações sobre Modelagem por Elementos Finitos.

*Programação em MATLAB utilizando conceitos de programação orientada a objetos.*

### Testes, prova e trabalhos:

A disciplina tem um caráter teórico e aplicado. Os trabalhos em aula e fora de aula são de programação em MATLAB e de uso de programas de computador. Os trabalhos de programação em MATLAB são feitos complementando um programa (LESM – *Linear Elements Structure Model*) para análise de estruturas reticuladas (treliças, pórticos e grelhas). Três programas existentes para análise de estruturas pelo método dos elementos finitos são utilizados: MTOOL-FEMOOP, (desenvolvido pelo Tecgraf/PUC-Rio), ROBOT (desenvolvido pela Autodesk) e STAAD (Desenvolvido pela Bentley). Além disso, estão previstos testes de avaliação e uma prova final. Os graus de avaliação  $G1$  e  $G2$  são compostos de notas de testes, trabalhos e prova final de maneira a ser divulgada.

### Critério de Aprovação

1. O Critério 1 da regulamentação da Universidade é adotado, com dois graus:  $G1$  (peso 2) e  $G2$  (peso 3).

2. Nota final:  $NF = \frac{G1 \cdot 2 + G2 \cdot 3}{5}$  ;

Se  $G2 < 3,0$  então a nota final será  $NF = \frac{G1 + G2 \cdot 2}{3}$  .

3. O aluno será considerado **aprovado** se  $NF \geq 5,0$  . Caso contrário estará **reprovado**.