

ÍNDICE

1 - INTRODUÇÃO	1
1.1 - Tipo de análise	2
1.2 - Fundamentos do MEF	4
1.3 – Breve história do MEF	5
1.4 - Exemplo de aplicação do MEF	6
2 - TRANSFORMAÇÃO LINEAR DE COORDENADAS	13
2.1 - Simbologia	13
2.2 - Caso geral.....	14
2.3 - Caso particular com S e S' coincidentes.....	18
2.4 - Matriz de transformação de uma barra rectilínea no espaço.....	19
2.5 - Considerações finais	27
3 - MÉTODO DOS DESLOCAMENTOS EM TRELIÇAS E PÓRTICOS.....	29
3.1 - Simbologia	29
3.2 - Referenciais.....	31
3.3 - Graus de liberdade	32
3.4 - Matriz de transformação	34
3.5 - Matriz de rigidez e vector solicitação	35
3.6 - Assemblagem da matriz de rigidez global e do vector solicitação	37
3.7 - Introdução das condições de apoio	41
3.8 - Faseamento da análise de um pórtico 3D	44
3.9 - Matriz de rigidez de uma barra de treliça 3D no referencial local.....	45
3.10 - Matriz de rigidez de uma barra de pórtico 3D no referencial local	46
3.11 - Considerações finais	47
4 - ELEMENTOS FINITOS UNIDIMENSIONAIS	49
4.1 - Simbologia	49
4.2 - Funções interpoladoras ou funções de forma.....	50
4.3 - Campo de deformações.....	54

4.4 - Princípio dos trabalhos virtuais.....	56
4.5 - Matriz de rigidez e vector solitação	57
4.6 - Elemento finito unidimensional com três nós.....	60
4.7 - Elemento finito unidimensional com substituição de variável	64
4.8 - Considerações finais	70
5 - QUADRATURA DE GAUSS	73
5.1 - Simbologia	73
5.2 - Integração de uma função polinomial.....	73
5.3 - Integrais múltiplos	79
5.4 - Considerações finais	81
6 - ESTADO PLANO DE TENSÃO	83
6.1 - Simbologia	83
6.2 - Funções interpoladoras ou funções de forma.....	85
6.3 - Campo de deformações.....	90
6.4 - Princípio dos trabalhos virtuais.....	92
6.5 - Matriz de rigidez e vector solitação	92
6.5.1 - Cálculo de um elemento da matriz de rigidez.....	95
6.5.2 - Cálculo do vector solitação correspondente a uma carga distribuída	97
6.6 - Caso geral com substituição de variáveis	99
6.7 - Algoritmo de cálculo da matriz de rigidez de um elemento isoparamétrico	108
6.8 - Cálculo das tensões e deformações finais.....	112
6.9 - Considerações finais	113
7 - FUNÇÕES INTERPOLADORAS	115
7.1 - Simbologia.....	115
7.2 - Caso unidimensional.....	116
7.3 - Caso bidimensional.....	118
7.4 - Procedimento genérico para determinar as funções de forma	121
7.5 - Elementos bidimensionais: famílias Lagrangeana e <i>serendipity</i>	126
7.6 - Propriedades das funções interpoladoras	130
7.7 - Interpolação Hermitiana.....	132

7.8 - Considerações finais	142
8 - ASSEMBLAGEM DE ELEMENTOS FINITOS	145
8.1 - Simbologia	145
8.2 - Assemblagem da matriz de rigidez global e do vector solicitação	146
8.3 - Considerações finais	152
9 - FORÇAS NODAIS EQUIVALENTES.....	153
9.1 - Simbologia	153
9.2 - Expressões genéricas das forças nodais equivalentes	155
9.3 - Força concentrada num ponto interior	160
9.4 - Carga distribuída por unidade de comprimento.....	163
9.5 - Carga distribuída por unidade de superfície	170
9.6 - Carga distribuída por unidade de volume	170
9.7 - Considerações finais	172
10 - SÓLIDOS, ESTADO PLANO DE DEFORMAÇÃO E AXISSIMETRIA	175
10.1 - Simbologia	175
10.2 - Elementos sólidos tridimensionais (<i>bricks</i>)	176
10.3 - Estado plano de deformação	184
10.4 - Estado axissimétrico	187
10.5 - Considerações finais	192
11 - FLEXÃO DE VIGAS	193
11.1 - Simbologia	193
11.2 - Flexão composta plana.....	194
11.3 - Considerações finais	200
12 - VIGA DE EULER-BERNOULLI	203
12.1 - Simbologia	203
12.2 - Viga de dois nós sem substituição de variável.....	204
12.3 - Viga de três nós sem substituição de variável	212
12.4 - Viga de dois nós com substituição de variável	212

12.5 - Considerações finais	220
13 - VIGA DE TIMOSHENKO.....	223
13.1 - Simbologia.....	223
13.2 - Viga de dois nós com substituição de variável	224
13.3 - Considerações finais	237
ANEXO A - UTILIZAÇÃO DO PROGRAMA FEMIX 3.1	239
A.1 - Instalação	239
A.2 - Preparação dos dados.....	240
A.3 - Execução do programa.....	245
A.4 - Visualização gráfica.....	246
A.5 - Considerações finais	248