

CAPÍTULO 1

1 - INTRODUÇÃO

Neste manual é descrito o modo de utilização do programa de cálculo automático com o nome genérico de **FEMIX**, que é composto pelos módulos *prefemix*, *femix* e *posfemix*. O único ficheiro de dados necessário à execução destes três módulos tem a extensão *_gl.dat* e a sua estruturação é detalhadamente explicada neste manual. Os programas e ficheiros relacionados com a preparação de malhas e visualização de resultados são descritos noutros manuais.

O método dos deslocamentos e a discretização em elementos finitos fundamentaram a elaboração do programa **FEMIX**, que permite analisar em regime estático e linear estruturas constituídas por materiais homogéneos e isotrópicos.

O programa está preparado para proceder à análise dos seguintes tipos de estruturas (problemas):

- 1- Estruturas submetidas a estado plano de tensão;
- 2- Estruturas submetidas a estado plano de deformação;
- 3- Estruturas submetidas a estado axissimétrico de tensão e deformação;
- 4- Estruturas tridimensionais discretizadas por elementos de volume (*bricks*);
- 5- Lajes (formulação de *Mindlin*);
- 6- Cascas espessas (formulação de *Ahmad*);
- 7- Estruturas reticuladas tridimensionais (pórticos);
- 8- Estruturas articuladas tridimensionais (treliças);
- 9- Cascas planas (formulação de *Mindlin*)

No Quadro 1.1 apresenta-se as condições em que foi formulado cada tipo de problema.

Na presente versão do programa, as estruturas só podem ser discretizadas com um único tipo de elemento. Para clarificar esta questão indica-se, como exemplo, que não é permitido proceder a uma análise em que figurem simultaneamente elementos de casca e elementos de barra tridimensional, ou qualquer outra combinação de elementos de diferentes tipos.

Quadro 1.1 - Condições de formulação de cada tipo de problema.

Tipo de problema	Condições
1	Estrutura com uma superfície média plana (x_1, x_2) ; espessura segundo x_3 pequena em relação às restantes dimensões e eventualmente variável; tensão desprezável na direcção x_3 ; forças e deslocamentos não dependem da coordenada x_3 e são paralelos ao plano médio da estrutura (Ex: viga parede).
2	Estrutura cilíndrica com as duas bases do cilindro impedidas de se deslocarem na direcção da geratriz (x_3) ou com a altura do cilindro grande em relação às suas dimensões transversais (x_1, x_2) ; deformação desprezável na direcção perpendicular ao plano médio (x_1, x_2) ; forças e deslocamentos não dependem da coordenada x_3 e são paralelos ao plano médio; dados e resultados relativos a um cilindro de altura unitária (Xe: barragem gravidade).
3	Estrutura e acções simétricas em relação a um eixo (obrigatoriamente o eixo x_2); as coordenadas x_1 são distâncias ao eixo de simetria e têm de ser todas positivas (Xe: chaminé de secção variável sujeita ao peso próprio).
4	Estrutura e acções tridimensionais sem qualquer restrição.
5	Estrutura com uma superfície média plana (x_1, x_2) ; espessura segundo x_3 compreendida entre 1/10 e 1/100 das restantes dimensões e eventualmente variável; tensão desprezável na direcção x_3 ; não são consideradas as forças e deslocamentos contidos no plano da estrutura, i.e., o funcionamento como membrana não é incluído na formulação; as forças e deslocamentos são perpendiculares ao plano médio; os momentos e as rotações estão contidos em planos perpendiculares ao plano médio; as deformações por flexão e corte são consideradas (Ex: laje fungiforme).
6	Estrutura laminar (casca) com uma superfície média qualquer e eventualmente com arestas (<i>kinks</i>) onde podem convergir mais do que duas superfícies; espessura eventualmente variável; na formulação não é considerada a rotação contida no plano tangente à superfície média; são também desprezadas as componentes de tensão e deformação normais à superfície média; as deformações de membrana, flexão e corte são consideradas (Ex: ponte em viga caixão com consolas laterais).
7	Estrutura reticulada tridimensional com continuidade de deslocamentos e rotações; barras prismáticas de secção constante; centro de corte coincidente com o centro de gravidade em cada secção transversal; são consideradas as deformação axiais e de flexão; não é considerada a deformação por corte (Ex: pórtico tridimensional de betão armado).
8	Situação igual à do tipo de estrutura anterior com a excepção de as barras serem consideradas biarticuladas (Ex: cobertura metálica tridimensional construída com perfis tubulares).
9	Estrutura com uma superfície média plana (x_1, x_2) ; espessura segundo x_3 compreendida entre 1/10 e 1/100 das restantes dimensões e eventualmente variável; tensão desprezável na direcção x_3 ; são consideradas quer as forças e os deslocamentos contidos no plano médio da estrutura, quer as forças e os deslocamentos ortogonais a este plano; os momentos e as rotações estão contidos em planos perpendiculares ao plano médio; as deformações por membrana, flexão e corte são consideradas (Ex: laje pré-esforçada).

As estruturas podem ser submetidas a diversos casos de carga. As respectivas combinações são efectuadas posteriormente, recorrendo à leitura dos ficheiros que contêm os resultados relativos aos diversos casos de carga e a um ficheiro que define a matriz das combinações e os factores associados a cada caso de carga.

Como foi já referido, neste manual são descritos os módulos *prefemix*, *femix* e *posfemix*, que são programas independentes que realizam as seguintes tarefas (ver também o Anexo D):

- O programa *prefemix* lê um ficheiro de dados formatado (extensão *_gl.dat*), verifica a informação nele contida e escreve os dados num ficheiro não formatado (extensão *_gl.bin*).
- Em seguida, o programa *femix* lê o ficheiro não formatado com os dados e calcula os deslocamentos e reacções para cada caso de carga. Estes valores ficam guardados em dois ficheiros não formatados, um com os deslocamentos (extensão *_di.bin*) e outro com as reacções (extensão *_re.bin*). Durante a execução do programa *femix* são gravados ficheiros temporários com a extensão *.tmp* que não serão apagados se a execução for interrompida.
- O programa *posfemix* destina-se ao posprocessamento dos dados e resultados. A partir da leitura dos ficheiros não formatados com os dados, deslocamentos e reacções e de acordo com as selecções efectuadas por menus, podem ser obtidos ficheiros com resultados sob a forma numérica e ficheiros específicos para tratamento gráfico com outros programas. As combinações de casos de carga são opcionalmente efectuadas pelo módulo *posfemix*.

As dimensões das unidades a utilizar no programa deverão estar de acordo com a convenção do sistema internacional (SI) referida no Quadro 1.2.

Quadro 1.2 - Unidades do sistema internacional (SI).

Unidade de comprimento	[L]
Unidade de força	[F]
Unidade de massa	[M]
Unidade de tempo	[T]
Unidade de temperatura	[°C]

Ao longo do presente texto serão indicadas as dimensões relativas a cada grandeza.

Embora possa ser utilizado um qualquer conjunto de unidades coerente é no entanto aconselhável a escolha de umas unidades tais que a geometria da estrutura seja caracterizada por números entre 0.1 e

100.0 e os deslocamentos e rotações tenham ordens de grandeza semelhantes e valores absolutos máximos entre 0.001 e 1.0. Este requisito destina-se a assegurar que a matriz de rigidez global seja bem condicionada, que não surjam erros exagerados na resolução do sistema de equações, que a representação de números com um número fixo de casas decimais apresente algarismos significativos suficientes e que certas tolerâncias fixas não percam o significado.