

## 6 Descrição do Programa

### 6.1. Introdução

Nos elementos estruturais de concreto armado submetidos a um carregamento, desenvolvem-se campos de tensões de tração, os tirantes, e campos de tensões de compressão, as bielas. Após a fissuração essa configuração é considerada uma treliça com banzo superior comprimido constituído pelo concreto, banzo inferior tracionado constituído pela armadura inferior; as diagonais tracionadas e as diagonais comprimidas constituídas pelo concreto.

A partir deste princípio, um dos objetivos deste trabalho é determinar a carga de colapso utilizando o modelo de bielas e tirantes para vigas testadas experimentalmente e vigas existentes na literatura. Com a carga faz-se um dimensionamento ótimo e compara-se o resultado obtido com as armaduras da viga utilizada.

### 6.2. Descrição do modelo

Para a modelagem da viga em estudo, divide-se o vão  $L$  da viga pela altura  $z$  do modelo, o inteiro mais próximo deste valor representa o número de divisões ( $n_e$ ). Então obtém-se o espaçamento dos tirantes e o ângulo de inclinação das bielas, como já foi mostrado anteriormente (*Fig. 5.1*).

Posteriormente aplica-se o carregamento na viga, que deve ser colocado nos nós. Quando uma carga cai fora do nó, deve ser distribuída entre os dois nós vizinhos.

### 6.3.

#### Metodologia para Carga de Colapso de uma Viga

O cálculo da carga de colapso  $I_L$  é feito em três etapas, sendo elas: geração de um arquivo com extensão .pos, leitura deste arquivo e geração de um novo arquivo com extensão .dat, e finalmente a obtenção da carga de colapso.

##### 6.3.1.

#### Geração do arquivo .pos

Para gerar o modelo geométrico foi utilizado um programa existente chamado Ftool, desenvolvido pelo grupo de trabalho de Luiz Fernando Martha, professor do Departamento de Engenharia Civil da PUC-Rio [20]. Neles são feitas as seguintes funções:

- Edição da geometria da estrutura bidimensional;
- Atribuição do material com suas respectivas propriedades;
- Atribuição das características da seção;
- Atribuição das condições de apoio nodais;
- Atribuição do carregamento da estrutura;
- Geração automática de um arquivo (.pos) com todas as características da estrutura;

##### 6.3.2.

#### Geração do arquivo .dat

Nesta etapa foi desenvolvido um programa na linguagem C, que gera as equações necessárias para o cálculo da carga de colapso.

Este programa faz a leitura da numeração dos nós e das barras, das coordenadas dos nós, da incidência nodal, das restrições e do carregamento do arquivo .pos gerado pelo Ftool.

Também é utilizado um arquivo de extensão .PAR com as características da seção da viga.

Baseado nesses dois arquivos (.POS e .PAR), este programa em C gera as equações de equilíbrio dos nós e os critérios de resistência das barras.

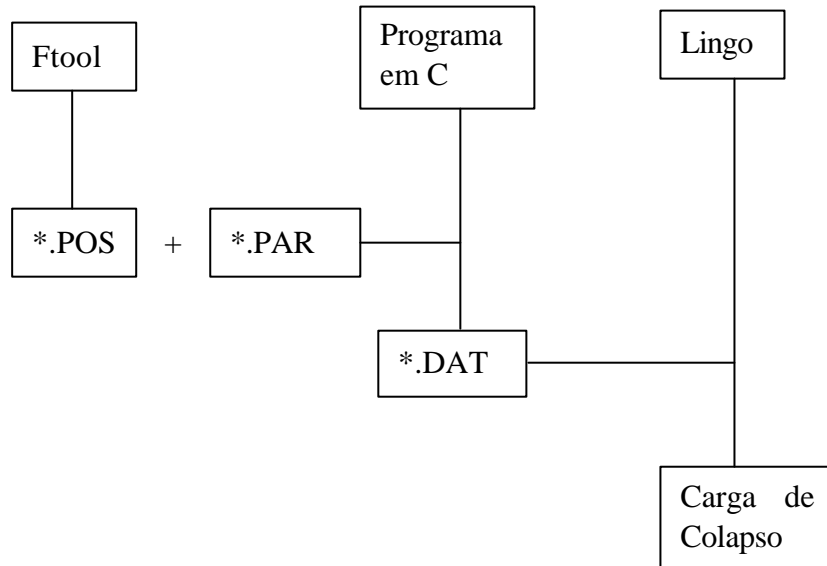
Para o cálculo destes limites de plasticidade é necessário avaliar as coordenadas das barras, para sabermos se elas são horizontais superiores,

horizontais inferiores, inclinadas ou verticais. Para cada uma destas barras temos dois limites: superior ( $N_i^u$ ) e inferior ( $N_i^l$ ), descritos no capítulo anterior.

**6.3.3. Obtenção da carga de colapso**

Nesta etapa foi utilizado um programa comercial existente chamado Lingo v.7.0 [21], que resolve o problema de programação linear resultante da formulação do problema de análise limite pelo teorema inferior.

**FLUXOGRAMA**



PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0115540/CA

**6.4. Metodologia para o Dimensionamento Ótimo de uma Viga**

No dimensionamento ótimo, o objetivo é minimizar o volume de armadura. Para isso é utilizado novamente o arquivo .dat e a carga de colapso obtida anteriormente no programa Lingo.

A partir do arquivo gerado pelo Ftool é conhecida a numeração dos nós e das barras. Pelo posicionamento das mesmas no modelo de treliça são acrescentadas novas equações de equilíbrio e novas restrições em função da

armadura, ou seja, as incógnitas passam a ser as armaduras e os esforços das barras.

O volume de armadura é:

$$\sum ((A_{s_i} \times a) + (A_{s_{wi}} \times z)) \quad (6.1)$$

Para os critérios de resistência agora são utilizados os valores da resistência de cálculo, e não os valores característicos. Além disto a carga de colapso  $P$  deve ser minorada de 1,4.