

1 Introdução

O projeto e o dimensionamento de uma estrutura têm por objetivo garantir a segurança da estrutura quanto ao colapso, mantendo ao mesmo tempo suas condições de funcionalidade para cargas de serviço. As crescentes exigências de avaliação, tão correta quanto possível, da segurança e do comportamento das estruturas têm levado ao desenvolvimento de novos métodos de análise, dimensionamento e verificação estrutural.

Este trabalho trata de uma metodologia para a determinação da carga de colapso em vigas de concreto armado, que utiliza a análise limite e o modelo da treliça de Morsch, assim como do dimensionamento ótimo de vigas de concreto armado. A consideração do material como sendo rígido-plástico permite formular o problema em termos dos teoremas limites da plasticidade. A partir de um critério de resistência adotado para o material estrutural, é possível determinar uma superfície de escoamento em termos de esforços internos resistentes últimos. A condição de resistência representada pela superfície de escoamento constitui, juntamente com as equações de equilíbrio e compatibilidade, as principais restrições do problema de programação matemática.

A diferença da abordagem adotada neste trabalho em relação a outros trabalhos que tratam do dimensionamento de vigas é o fato de se fazer um dimensionamento ótimo a partir da carga de colapso da estrutura, minimizando assim o custo de armadura para barras longitudinais e estribos. Para encontrar esta carga de colapso utiliza-se o modelo de treliça de Morsch, juntamente com a análise plástica. Uma vantagem do enfoque adotado é que ao utilizar a hipótese de comportamento rígido-plástico o problema da determinação da carga de colapso pode ser formulado alternativamente somente em termos de variáveis estáticas ou somente em termos de variáveis cinemáticas. Ele permite ainda detectar os diferentes modos de colapso em vigas como o escoamento das armaduras longitudinais, dos estribos e o esmagamento das bielas ou dos banzos

comprimidos o que não é possível, por exemplo, com mecanismos de rótulas plásticas.

O modelo idealizado é uma estrutura de treliça que concentra todas as forças em barras comprimidas e tracionadas que são ligadas através dos nós. A partir de um modelo adequado para um determinado elemento estrutural, as forças nas bielas e tirantes, estaticamente admissíveis, devem satisfazer o equilíbrio com as cargas aplicadas e os critérios de resistência. Segundo o teorema do limite inferior, o fator de colapso é igual ao fator de carga máximo consistente com as forças internas estaticamente admissíveis.

A partir da determinação do fator de colapso e do modo de colapso da viga é possível então proceder o dimensionamento ótimo da mesma. Utilizando-se o mesmo modelo da treliça de Mörsch, trata-se agora de obter as armaduras longitudinais e de estribos, que minimizam o custo da viga e que atendam aos critérios de resistência e às equações de equilíbrio entre as forças resistentes e as forças externas. Considera-se nesse caso como fator de carga de projeto, a carga de colapso calculada previamente, minorada por um coeficiente de segurança indicado pelas normas em vigor.

Deve-se ressaltar que o dimensionamento feito conforme descrito acima, garante a segurança pré-estabelecida em relação ao colapso, o que não acontece no dimensionamento convencional. Por outro lado, não é possível avaliar o comportamento da viga dimensionada desta forma em relação ao seu comportamento em serviço, o que teria que ser feito numa análise convencional.

O capítulo 2 consiste na revisão bibliográfica da Treliça de Mörsch, abordando desde o seu surgimento como a clássica “analogia da treliça” introduzida por Ritter e Mörsch, os fundamentos do modelo e o dimensionamento dos elementos da treliça.

O capítulo 3 apresenta os fundamentos da análise limite e a aplicação para o cálculo da carga de colapso.

O capítulo 4 aborda os fundamentos de programação matemática e a formulação do método Simplex, que é utilizado para a resolução de problemas de programação linear.

O capítulo 5 apresenta a formulação matemática em termos das relações de equilíbrio e critérios de resistência. A partir do teorema do limite inferior da plasticidade, o problema é expresso na forma de programação linear.

O capítulo 6 descreve o procedimento das etapas realizadas para obtenção da carga de colapso e para o dimensionamento ótimo.

O capítulo 7 mostra alguns exemplos de aplicação e, finalmente, no capítulo 8 são apresentadas as conclusões do trabalho bem como sugestões para trabalhos futuros nesta linha de pesquisa.