

1

Introdução

1.1

Objetivos

O uso de recursos computacionais é cada vez mais evidente no ramo da engenharia civil, tanto para o ensino quanto para projeto. Vale ressaltar, no entanto, que tais recursos não nos permitem prescindir da experiência do engenheiro, funcionando como uma ferramenta complementar, executando tarefas repetitivas e possibilitando que várias alternativas sejam testadas.

A proposta deste trabalho é desenvolver uma ferramenta gráfica interativa para o dimensionamento de vigas de concreto armado tanto à flexão quanto ao cisalhamento, incorporando-a ao programa FTOOL (FTOOLRC - *Two-dimensional Frame Analysis Tool – Reinforced Concrete*) para o ensino, pré-dimensionamento e verificação destas vigas. Este trabalho estende desenvolvimentos anteriores do FTOOL, em particular o de KAEFER [1].

O FTOOL (*Two-dimensional Frame Analysis Tool*) é um programa que se destina ao ensino do comportamento estrutural de pórticos planos, ocupando um espaço pouco explorado por programas educativos. Estes se preocupam mais com o ensino de técnicas numéricas de análise, enquanto o FTOOL tem como objetivo básico motivar o aluno a aprender o comportamento estrutural. A experiência de ensino nesta área tem mostrado que o processo de aprendizado dos métodos de análise de estruturas não é eficiente sem o conhecimento do comportamento estrutural. Além disso, o programa possui uma interface simples e com recursos para uma eficiente criação e manipulação do modelo.

Nesta nova versão do programa, as vigas são analisadas isoladamente ou em conjunto dentro de um modelo estrutural de pórtico plano. O dimensionamento é feito de uma forma automática, com a mesma simplicidade e eficiência que o FTOOL apresenta na sua versão original. Tendo em vista que a facilidade com que o dimensionamento é realizado é a chave para o ensino do projeto de vigas de concreto armado, o FTOOLRC permite que diversas alternativas e suas conseqüências sejam testadas em pouco tempo, permitindo um ganho muito rápido de sensibilidade de projeto. Além do ensino, o programa

pode ser um grande aliado na etapa de pré-dimensionamento e verificação nos projetos estruturais, de maneira simples e eficiente.

1.2

Revisão Bibliográfica

Atualmente, existem vários programas de cálculo estrutural disponíveis no mercado. São programas bastante sofisticados, que geralmente necessitam de uma certa experiência para serem utilizados e manipulados.

O CYPECAD é um moderno e poderoso software de cálculo de edifícios de concreto, possuindo alto nível de automatização. Além do projeto completo de estruturas de concreto, o programa faz uma análise estrutural por elementos finitos de toda a estrutura, dimensionamento e detalhamento.

Os sistemas CAD/TQS são modeladores estruturais que fazem o cálculo de solicitações (processo convencional, grelha, pórtico espacial ou elementos finitos), da verificação de estabilidade, o dimensionamento e o detalhamento. O programa não depende de outros sistemas computacionais gráficos de editoração de desenhos. Ele conta com um editor gráfico próprio, totalmente incorporado aos sistemas CAD/TQS, ao contrário do CYPECAD.

O EBERICK é outro software que também se aplica ao cálculo de edificações de concreto armado, com um ou mais pavimentos. O lançamento da estrutura é feito de forma gráfica, em um ambiente de CAD próprio, com possibilidade de visualização tridimensional da estrutura sendo modelada. Os esforços nos elementos são obtidos através de uma análise via pórtico espacial, sendo que, a partir disso, cada elemento pode ser dimensionado e detalhado.

Todos estes programas comerciais citados anteriormente são muito utilizados em escritórios de cálculo. Porém eles não são tão práticos a ponto de se fazer algum tipo de verificação rápida, principalmente na etapa de pré-dimensionamento.

O FTOOLRC (*Two-Dimensional Frame Analysis Tool – Reinforced Concrete*) é uma extensão do trabalho de KAEFER [1], que desenvolveu uma ferramenta gráfica, também incorporada ao programa FTOOL, para a modelagem e dimensionamento de pórticos planos de concreto armado. KAEFER [1], na nova versão do programa, incorporou ferramentas para inserção de múltiplos casos de carga, múltiplas combinações de carregamento e integração com o programa comercial ADINA (*Automatic Dynamic Incremental*

Non-Linear Analysis), permitindo uma análise não linear. O FTOOLRC, além de ser um programa voltado para o ensino, é uma ferramenta direcionada para o projeto e dimensionamento de vigas de edifícios de concreto armado, incluindo decalagem e ancoragem da armadura.

1.3

Descrição Global / Escopo

Como ponto de partida para o desenvolvimento deste trabalho, o capítulo dois é dedicado a uma visão geral do dimensionamento de vigas de concreto armado. São apresentados os métodos e as rotinas utilizados para o dimensionamento de acordo com os procedimentos propostos por SILVA Jr.[2] e respeitando as prescrições da norma ABNT NBR 6118, 2003 [3].

O capítulo três apresenta os principais aspectos da implementação computacional dos procedimentos descritos no capítulo anterior, bem como as modificações feitas na estrutura de dados e na interface gráfica do FTOOL. Foram descritos alguns elementos gráficos necessários para o completo entendimento das implementações.

No capítulo quatro são apresentados alguns exemplos de validação constituídos pelo dimensionamento de vigas de edifícios de concreto armado. O objetivo principal do capítulo é verificar a aplicabilidade e validade do programa através de comparações feitas com os resultados obtidos na referência de cada exemplo.

A parte final deste trabalho, capítulo cinco, é constituída por comentários finais e conclusões de todos os itens estudados nos capítulos anteriores, além de algumas sugestões para trabalhos futuros.

O anexo apresenta uma descrição completa do exemplo três, incluindo planta de forma, dimensões das vigas e pilares, cargas das lajes, transmissão de cargas para as vigas.