

1

Introdução

1.1. Objetivo

Para o dimensionamento de estruturas submetidas a cargas móveis, tais como pontes rodoviárias, ferroviárias e pórticos industriais, é essencialmente necessário o conhecimento dos esforços limites, mínimos e máximos, atuantes nas seções das estruturas. Esses esforços são geralmente dispostos em um diagrama denominado de envoltória de esforços.

O traçado de envoltórias de esforços é um processo muito trabalhoso. Ele se baseia na determinação de linhas de influência (consideração de efeitos de cargas unitárias) do esforço em questão para cada seção da estrutura e no posicionamento da carga móvel em relação à linha de influência. Esse posicionamento é feito em várias tentativas, pois, em geral, não é óbvia a posição da carga móvel que provoca um valor extremo do esforço em uma seção.

O objetivo deste trabalho é desenvolver, dentro do programa FTOOL (*Two-dimensional Frame Analysis Tool*), uma ferramenta para determinar envoltórias de esforços a partir das posições de atuação do trem-tipo (carga móvel) que causam os esforços limites.

O FTOOL é um programa educacional de análise estrutural de pórticos planos. Ao contrário de muitos programas educativos que se preocupam em ensinar técnicas de análise numérica, o objetivo básico do FTOOL (MARTHA, 1999) é motivar os alunos a aprender o comportamento estrutural. Para tanto, possui uma interface amigável que permite fácil criação e manipulação dos modelos.

São poucos os programas que possuem ferramentas para traçado de envoltórias de esforços e, dos que possuem, muitos o fazem de maneira incorreta ou incompleta. A idéia natural que surge para explicar o traçado de envoltórias é movimentar a carga móvel ao longo da estrutura calculando o valor do esforço em seções pré-estabelecidas da estrutura para cada posição da carga móvel e, após percorrer toda estrutura, determinar os valores extremos do

esforço em cada seção. Isso é feito, por exemplo, pelo programa Dr. Beam (Dr. SOFTWARE, 2005). Entretanto, esse processo não considera todas as particularidades dos trens-tipo, como a existência da carga de multidão. Outros programas, como o STRAP (ATIR, 2005), embora considerem esse tipo de carga, percorrem toda estrutura com a carga móvel por passos de tamanho pré-estabelecidos para determinar os esforços limites e, sendo assim, não verificam todas as posições possíveis.

As dificuldades no processo do traçado de envoltórias de esforços muitas vezes limitam a percepção dos alunos ao comportamento das estruturas submetidas a cargas móveis. Este trabalho busca não só traçar envoltórias de esforços provocados por cargas móveis de forma correta como também oferecer uma ferramenta educativa eficiente para o ensino do traçado. A implementação da envoltória de esforços enriquece ainda mais a característica educacional do FTOOL, pois além da obtenção da envoltória propriamente dita, o aluno pode analisar para uma seção da estrutura as posições críticas do trem-tipo. Além disso, pode-se testar diferentes alternativas de trens-tipo, adquirindo sensibilidade ao comportamento estrutural.

1.2.

Organização do Trabalho

O capítulo dois mostra como se pode obter o esforço em uma seção da estrutura devido à ação de uma carga móvel a partir da sua linha de influência.

Alguns métodos de otimização são apresentados no capítulo três, onde é dado uma maior ênfase a Computação Evolucionária, que é uma família de métodos probabilísticos de otimização a qual pertence a Estratégia Evolutiva, que foi utilizada neste trabalho.

No capítulo quatro descreve-se a implementação computacional, incluindo as modificações na estrutura de dados e na interface gráfica do FTOOL para a criação dos trens-tipo e o traçado das envoltórias de esforços.

Os detalhes da implementação dos algoritmos utilizados para a determinação dos esforços limites estão no capítulo cinco.

Para a validação da ferramenta desenvolvida, o capítulo seis mostra exemplos e comparações dos resultados obtidos.

As conclusões finais e comentários foram feitos no capítulo sete, onde também se ressaltam as características dos resultados obtidos através de cada método.