

Software para a simulação do comportamento de barras de aço sujeita a esforços

Márcia Veloso de Menezes

Professora Adjunta, Universidade Federal de Ouro Preto - UFOP
E-mail: marcia@em.ufop.br

Resumo

Observa-se que atualmente o dimensionamento de barras de aço sujeitas à ação de esforços é feito, na maioria das vezes, utilizando-se programas computacionais ou uma seqüência de fórmulas, sem que ocorra um entendimento do comportamento da estrutura. O não entendimento desse comportamento dificulta a aplicação do formulário ou dos softwares em problemas novos e menos comuns. Será apresentado, nesse trabalho, um programa computacional que simula o comportamento de peças de aço submetidas a esforços. Nesse programa é mostrado, através de animações gráficas 3D, o comportamento de peças tracionadas, comprimidas, fletidas, sujeitas a tensões combinadas e vigas mistas.

Será apresentado, também, um software que monitora o dimensionamento de peças de aço submetidas a esforços. O programa possui um banco de dados com as fórmulas e tabelas necessárias para efetuar os cálculos. O usuário deverá trazer essas fórmulas para o seu ambiente de trabalho, que é a página em que está trabalhando, e, posteriormente, especificar os valores adotados para cada um dos seus parâmetros. O programa monitora o cálculo e aponta os erros cometidos. O software permite que o calculista utilize a seqüência de fórmulas que desejar e monitora a resolução de um grande número de problemas.

Palavras-chave: Estruturas de aço, educação.

Abstract

We observed that actually the dimension of steel bars submits to efforts action is done, most of time, using computer programs or a sequence of formulas without happening an understanding of the structure behaviour. The no understanding of this behaviour difficults the application of the formulary or of the softwares in new and less common problems. It will be introduced, in this work, a computer program that simulates the behavior of steel pieces submitted to efforts. It will be showed, through animations, the behaviour of tensioned bars, compressed bars, beams, bars subject to combined tensions and mixed beams.

We intend to introduce, also, a software that monitors the dimension of steel bars submitted to efforts. The program has a data bank with the formulas and necessary tables. The calculist should bring this formulas to his work surroundings, that's the page in wich he is working, and later specify the values adopted for each one of his parameters. The program controls and points out the mistakes that has been done. The software allows the calculist to use the sequence of formulas that he wants and monitors the resolution of a big number of problems.

Keywords: Steel structures, education.

1. Introdução

Verifica-se que, muitas vezes, o dimensionamento das estruturas de aço é feito de forma mecânica, através da utilização de programas computacionais, ou formulários, e sem que ocorra um entendimento do comportamento das diversas peças que compõem o edifício. Isto ocorre por algumas razões:

- A ruptura de uma peça comprimida ocorre em nível microscópico e em curtos intervalos de tempo. Mesmo em laboratório não é possível observar claramente o fenômeno. Entretanto a compreensão dos processos de ruptura é extremamente importante para um adequado dimensionamento. O que se propõe, nesse trabalho, é apresentar um software que simule o comportamento das estruturas de aço sujeitas a solicitações.
- Durante a sua formação acadêmica, muitas vezes, o aluno não é estimulado a entender o comportamento das estruturas e o dimensionamento é feito através do uso de uma série de fórmulas indicadas como se fossem um receituário. O aluno aprende a aplicar as fórmulas segundo uma determinada ordem e não compreende os conceitos que estão por trás das mesmas.

Tendo em vista essas questões, foram elaborados os dois cd-roms que serão apresentados a seguir.

2. Os CD-ROMS propostos

Os dois cd-roms têm como objetivo simular o comportamento das estruturas de aço sujeitas a solicitações e monitorar o dimensionamento das mesmas. Os assuntos abordados em cada cd são os seguintes:

- O primeiro volume apresenta, de maneira sistematizada, os processos de cálculo de barras de aço sujeitas a solicitações. Nesse volume existem informações relativas ao conteúdo, fórmulas, tabelas e várias animações simulando o comportamento das estruturas.

- O segundo volume é composto de um software que permite o monitoramento do dimensionamento de barras.

No primeiro volume, os vários assuntos são apresentados e existe um grande número de caminhos para a navegação. Assim o usuário poderá escolher qual seguirá de acordo com as suas necessidades e avançará de acordo com o seu próprio ritmo. Os temas abordados são:

a) Histórico do aço - nessa parte é apresentada uma síntese sobre a evolução do uso do aço e outros materiais metálicos ao longo dos anos, desde a pré-história até os dias atuais.

b) Materiais - são apresentadas tabelas que contêm os vários tipos de aço disponíveis no mercado, suas propriedades físicas e mecânicas, e tabelas fornecidas por alguns fabricantes de perfis metálicos. Os seguintes assuntos, também, são apresentados:

- Soldagem - são fornecidas informações sobre processos de soldagem.
- Corrosão - são apresentadas informações relativas aos cuidados que se deve tomar nas etapas de projeto, fabricação e montagem para evitar a corrosão.
- Pintura - são mostrados os vários tipos de pintura, as etapas de execução e alguns detalhes importantes.
- Resistência ao fogo - são fornecidas informações gerais sobre o assunto.

c) Ações nas estruturas - nessa parte é mostrado como determinar o efeito do peso próprio, da sobrecarga e do vento nos edifícios que possuem a estrutura em aço. Os processos utilizados, para a determinação dos valores a serem considerados, são os apresentados nas normas específicas da ABNT.

d) Dimensionamento - nessa parte são apresentadas fórmulas de cálculo e tabelas necessárias ao dimensionamento de peças tracionadas, comprimidas, fletidas, submetidas a tensões combinadas e vigas mistas. Estão disponíveis, também, as animações que simulam o comportamento das estruturas.

A Figura 1 mostra como os conteúdos são apresentados no cd-rom. A estrutura de cada página é a seguinte:

a) Na margem superior é apresentado um resumo do caminho que está sendo percorrido pelo usuário, evitando que se perca no meio de um grande número de fórmulas, que são necessárias para o cálculo de estruturas de aço. “Clicando” nos ícones da margem superior, é possível acessar páginas anteriormente visitadas. Na Figura 1a, observa-se uma página do cd-rom que explica como é feita a determinação da resistência de barras comprimidas e na parte superior da página estão indicadas as páginas anteriormente visitadas: compressão-introdução e dimensionamento.

b) Na margem lateral direita são apresentados ícones que permitem o acesso a página anterior, posterior e a última visitada pelo usuário.

c) Na região central são apresentados os diversos assuntos que fazem parte do cd-rom. As letras azuis indicam “links” para outras páginas e “clicando” sobre as palavras “video” é possível visualizar as animações gráficas que simulam o comportamento das estruturas. Na Figura 1a “clicando” em ρ é possível acessar a página da Figura 1b. Na Figura 1b “clicando” em “caso II-video” é possível assistir à animação da Figura 1c.

d) Na margem inferior são apresentados os significados dos vários parâmetros componentes das fórmulas mostradas na página. Para visualizar a definição de um parâmetro, basta colocar o “mouse” sobre o mesmo.

As páginas que contêm as animações apresentam na margem inferior um alto-falante. Acionando esse botão é possível ouvir informações sobre as simulações disponíveis. As simulações disponíveis são apresentadas em forma de figuras na margem lateral direita. Deve-se “clicar” sobre aquela simulação que se deseja observar. A Figura 1c apresenta as simulações relacionadas ao parâmetro ρ .

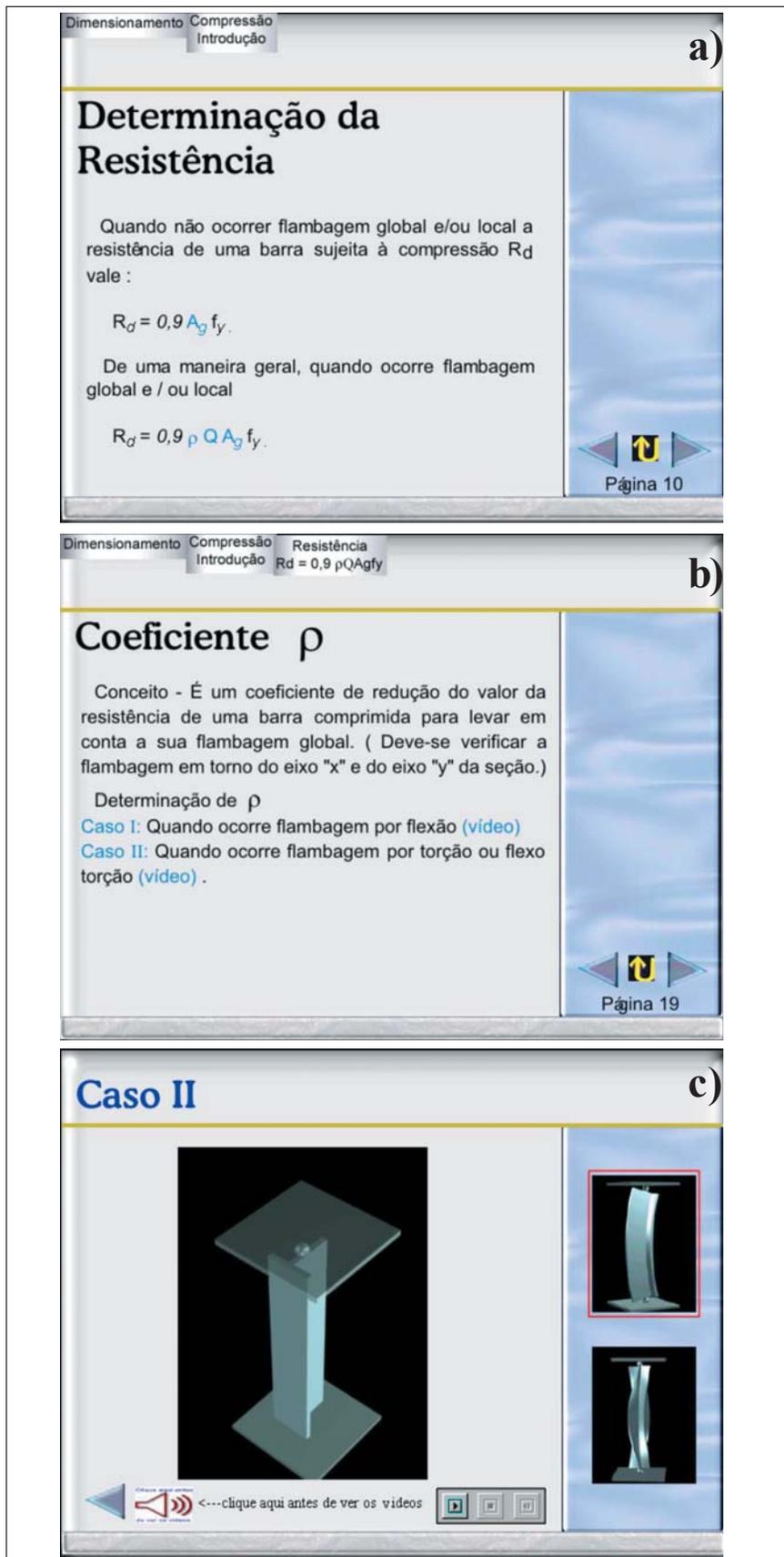


Figura 1 - Algumas páginas do CD-ROM volume 1.

É importante salientar que o cd-rom contém um total de 48 animações gráficas diferentes apresentadas juntamente com textos explicativos dos vários assuntos abordados. As Figuras 2 e 3 mostram detalhadamente algumas dessas simulações.

O cd-rom foi desenvolvido utilizando o software Director, da Macromedia, as animações utilizando o software 3Dmax e necessita para rodar de equipamentos com a seguinte configuração mínima: processador Pentium 200Mhz, 32 Mb de RAM, placa de vídeo de 4 Mb.

A finalidade do trabalho é acadêmica e para o desenvolvimento do cd-rom foram feitos estudos relacionados à educação utilizando recursos multimídia. Aspectos como modo de transmissão do conhecimento, quantidade de informação, cores e outros detalhes foram analisados. Posteriormente um grupo de especialistas composto por 3 professores e 2 engenheiros da área de estruturas de aço e 2 professores da área de educação testaram o produto e deram sugestões visando a sua melhoria. Finalmente um grupo de estudantes utilizou o cd-rom, sendo que o trabalho deles foi monitorado e avaliado. A partir de todos esses dados foi elaborada a versão final do trabalho.

Utilizando o segundo volume é possível dimensionar barras de aço sujeitas a solicitações (peças tracionadas, comprimidas, fletidas, sujeitas a tensões combinadas e vigas mistas). O software monitora os cálculos. Durante a elaboração do programa computacional, a grande preocupação foi a de não se fornecer ao usuário apenas um conjunto de fórmulas, convenientemente organizadas, de maneira que ele necessitasse de especificar apenas os valores correspondentes a cada um dos parâmetros dessas fórmulas. No software, o que existe é um banco de dados com todas as fórmulas e tabelas necessárias para o cálculo das estruturas metálicas. O usuário deverá trazer as fórmulas do banco de dados, na ordem que desejar, para o seu ambiente de trabalho, que é a página em que se resolve o exercício, e, posteriormente,

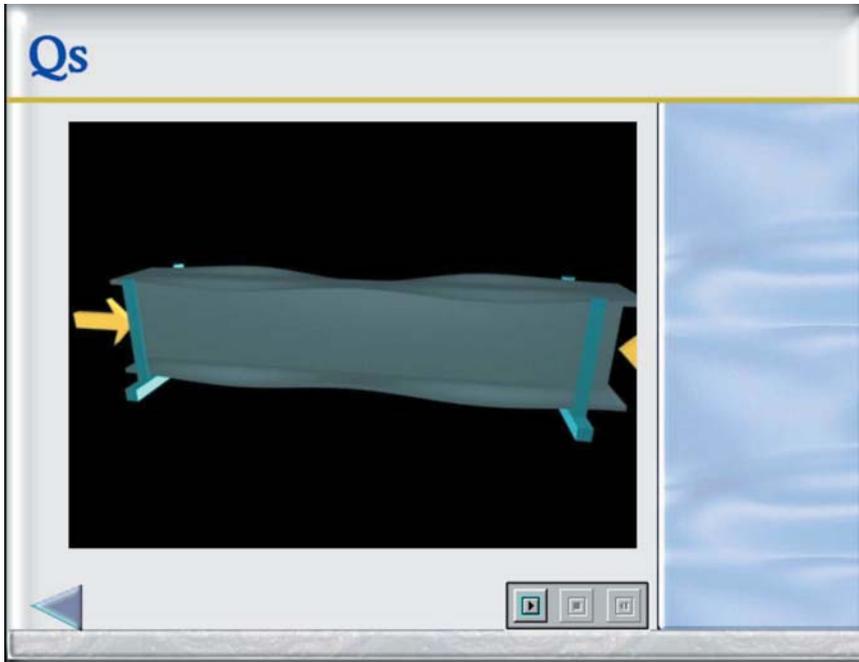


Figura 2 - Flambagem da mesa em barras comprimidas.

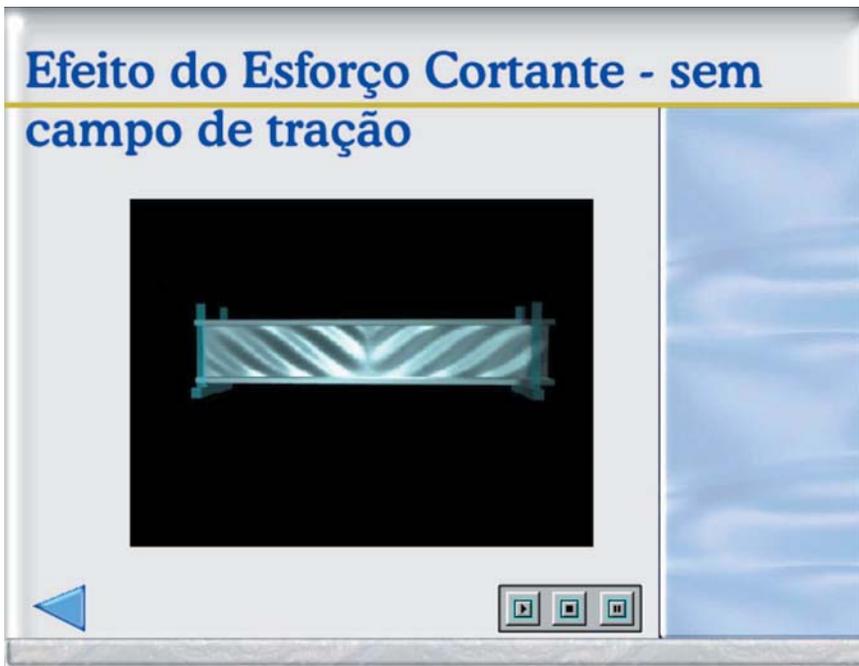


Figura 3 - Efeito do esforço cortante, sem considerar o campo de tração, em um perfil I sujeito à flexão.

especificar os valores adotados para cada um dos parâmetro dessas fórmulas. O programa monitora e aponta os erros cometidos. Acredita-se que a inovação do software está no fato de que o usuário poderá escolher a seqüência das fórmulas a ser utilizada, sendo permitida, assim, uma maior flexibilidade de tra-

balho. A Figura 4 mostra a página inicial do software. O processo para a utilização do segundo cd-rom é o seguinte:

a) O usuário entra no programa e abre um novo arquivo. A Figura 4 mostra a tela inicial do programa de dimensionamento de barras fletidas.

b) Após a abertura do programa, o usuário deverá entrar com os dados do seu problema na caixa “Entrada de Dados”, que aparecerá na tela. A Figura 4 apresenta os dados necessários para o dimensionamento de barras fletidas.

c) Surgirá na lateral esquerda da tela um quadro onde estão listados todos os formulários disponíveis. No caso da Figura 4, os formulários disponíveis são: formulário para cálculo de resistência a momento fletor, tabelas para determinação de λ , λ_p e λ_r para vigas não esbeltas e esbeltas, formulário para cálculo de resistência a esforço cortante.

d) O usuário deverá “clique” em um dos formulários disponíveis, que, imediatamente, aparecerá na tela do seu computador.

e) Posteriormente deverá selecionar a fórmula a ser utilizada, que, também, aparecerá na tela do computador em um quadro específico. Nesse quadro, o usuário deverá preencher os valores dos diversos parâmetros componentes da fórmula.

f) O software fará os cálculos necessários e o monitoramento do dimensionamento.

3. Conclusão

Conforme exposto anteriormente, os dois cd-roms foram testados inicialmente por um grupo de especialistas em construções de aço e em educação e posteriormente foram utilizados em sala de aula por alunos do Curso de Engenharia Civil da UFOP.

Os especialistas fizeram várias sugestões visando a um aprimoramento do trabalho e alguns comentários destacando-se o seguinte:

a) A importância do entendimento do comportamento das estruturas para o seu posterior dimensionamento.

b) O fato de não existirem outras ferramentas computacionais que simulem o comportamento das estruturas metálicas.

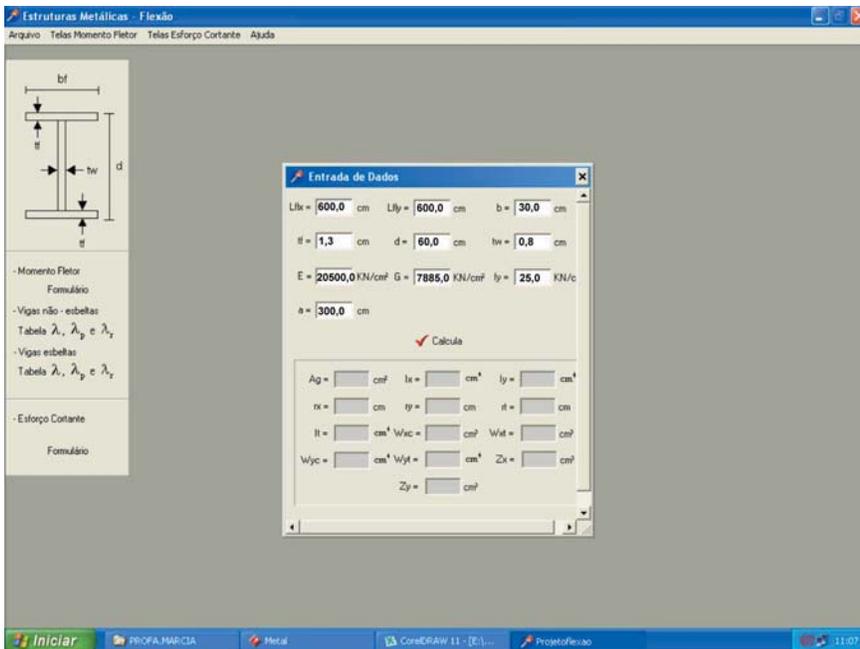


Figura 4 - Página inicial do software de monitoramento do dimensionamento de barras comprimidas.

e) A importância do software, para o monitoramento do dimensionamento de barras de aço sujeitas à solicitações, como ferramenta didática.

4. Agradecimentos

À Usiminas pelo patrocínio e publicação do trabalho.

5. Referências Bibliográficas

- 1- ANDRADE, P. B. *Curso básico de estruturas de aço*. Belo Horizonte: IEA, 1999. 192p.
- 2- FAINHOLK, B. *Nuevas tecnologías de la información y la comunicación en la enseñanza*. Argentina: Aique grupo editor, 1997. 156p.
- 3- NBR6123. *Forças devidas ao vento em edificações*. Brasil: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1998.
- 4- NBR8800. *Projeto e execução de estruturas de aço de edifícios*. Brasil: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1986.
- 5- QUEIROZ, G. *Elementos das estruturas de aço*. Belo Horizonte: Imprensa Universitária, 1986. 455p.
- 6- VIGOTSKY, L.S. *Mind in society: the development of lugher psychological processes*. Cambridge: Harvard University Press. 85p.
- 7- ZAYAS, C.M. *La escuela en la vida*. Habana: Editorial Pueblo e Educación, 1999. 92p.

Artigo recebido em 12/03/2003 e aprovado em 03/11/2004.

REM - Revista Escola de Minas
68 anos divulgando CIÊNCIA.

www.rem.com.br

www.scielo.br