



SOFTWARE E ENSINO DE ESTRUTURAS METÁLICAS: UM PROBLEMA OU UMA REALIDADE? ⁽¹⁾

Gustavo de Souza Veríssimo, M.Sc. ⁽²⁾
José Luiz Rangel Paes, M.Sc. ⁽³⁾

Resumo

O crescimento do uso de construções metálicas demanda uma resposta do mercado para o desenvolvimento de projetos e a formação de profissionais especializados. Hoje, diversas escolas de engenharia já oferecem disciplinas obrigatórias e eletivas na área de estruturas metálicas. Entretanto, no momento atual, um outro desafio se apresenta: a associação da informática ao ensino.

O objetivo deste trabalho é apresentar alguns aspectos de uma experiência que envolve a utilização da informática como ferramenta didática complementar ao ensino de estruturas metálicas, que vem sendo desenvolvida no Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Viçosa (UFV).

Palavras-chaves: aço, estruturas, software, engenharia, ensino

Abstract

The increase in steel structure usage demands a response from the market to the development of projects and preparation of professionals able to meet such a demand. Nowadays several engineering schools offer mandatory and optional courses on steel structures. However, in the present scene, another challenge arises: the association of IT to professional education.

The objective of this paper is to present a study on the association of IT to the teaching of steel structures design, based on the experience at the Federal University of Viçosa (UFV).

Keys words: steel, structures, software, engineering, teaching

⁽¹⁾ Contribuição Técnica a ser apresentada no III Seminário Internacional *O Uso de Estruturas Metálicas na Construção Civil* - setembro de 2000 - Belo Horizonte, MG, Brasil.

⁽²⁾ Prof. do Departamento de Engenharia Civil - UFV - Viçosa, MG, Brasil.

⁽³⁾ Prof. do Departamento de Engenharia Civil - UFV - Viçosa, MG, Brasil. (doutorando em Engenharia de Estruturas pela Universidade Politècnica da Catalunya – Espanha)



1. INTRODUÇÃO

O crescimento do uso de construções metálicas pressupõe que o mercado também disponha de profissionais que possam desenvolver projetos que atendam aos requisitos de segurança e economia, além de considerar a evolução do processo construtivo. Para isso, é indispensável formar engenheiros com um perfil adequado para absorver essa demanda.

Até pouco tempo atrás, no currículo de boa parte das escolas de engenharia constava apenas uma disciplina de estruturas metálicas, que em geral, era ministrada em conjunto com estruturas de madeira. A dinâmica da academia, atenta à realidade de mercado, fez com que hoje em dia, em diversas escolas de engenharia brasileiras, se tenha disciplinas obrigatórias e eletivas na área de estruturas metálicas.

Com a queda dos preços dos computadores, os recursos computacionais estão cada vez mais acessíveis a um número maior de pessoas. Com isso, um número crescente de engenheiros e mesmo estudantes de fim de curso, têm adquirido programas de análise e dimensionamento de estruturas e começam a utilizar esses programas muitas vezes de maneira equivocada, seja por deficiência de formação, seja por falta de informação por parte do construtor do *software*.

O conjunto de mudanças tecnológicas que ocorreram em um curto espaço de tempo no campo das estruturas metálicas e da informática, torna imprescindível que a academia também reavalie o conteúdo de disciplinas e forma de preparar os seus estudantes para essa área de conhecimento.

Atento a essas mudanças, ao longo dos anos, a área de estruturas do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Viçosa, vem desenvolvendo uma série de trabalhos de cunho didático e profissional, que se constituem em ferramentas auxiliares ao ensino de estruturas metálicas.

2. ALGUNS ASPECTOS RELACIONADOS AO ATUAL CONTEXTO DO PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

No que diz respeito ao projeto e dimensionamento de estruturas metálicas, muitos aspectos se modificaram na última década. Pode-se dizer que, a nível mundial, houve uma mudança conceitual, com a adoção de normas baseadas no Método dos Estados Limites (M.E.L.). A simplicidade dos cálculos baseados no Método das Tensões Admissíveis (M.T.A.) foi substituída pelo extenso volume de cálculos baseados no Método dos Estados Limites.

No Brasil, tendo em vista a introdução da NBR 8800 (ABNT 1986) a partir do final da década de 80, houve uma grande resistência dos profissionais em adotarem uma nova metodologia de projeto, baseada no Método dos Estados Limites. Essa resistência só veio a ser quebrada de fato com a difusão da NBR 8800 (ABNT 1986) no meio acadêmico e profissional nos anos 90. Desde os primeiros contatos com esta norma, tinha-se a clara sensação que a mesma deveria ser apoiada por ferramentas computacionais que permitissem o cálculo com a precisão e a velocidade adequadas. Somente desta forma é que os profissionais, habituados a fazer cálculos com normas baseadas no M.T.A., entendiam que conseguiriam preservar a "sensibilidade" que haviam desenvolvido ao longo de suas vidas.

Também nos últimos anos, as estruturas de perfis formados a frio vêm se tornando cada vez mais importantes. Independente da normalização utilizada para verificação da segurança, o projeto desses elementos estruturais exige um exaustivo trabalho de cálculo, que se torna ainda mais ineficiente quando realizado manualmente.



Além da tendência mundial irreversível de tratar normas e trabalhos de pesquisa segundo os conceitos do Método dos Estados Limites, a própria competitividade de mercado passou a determinar algumas tendências.

O mercado seletivo e competitivo quase sempre impõe ao calculista a busca da opção estrutural de menor peso. Isso implica no cálculo sucessivo de diversas alternativas, até a obtenção da solução que atenda os condicionantes de segurança e economia. Por outro lado, a oportunidade de remuneração do capital do empreendedor cresce com a diminuição do tempo que vai da concepção da obra até a entrega da estrutura montada. Quase sempre o projeto estrutural fica exprimido entre o prazo necessário à fabricação e montagem e prazo determinado pela arquitetura, visto que a data de conclusão está fixada pelo empreendedor.

3. ALGUMAS REFLEXÕES SOBRE A ASSOCIAÇÃO DA INFORMÁTICA AO ENSINO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

A necessidade de projetos estruturais seguros, econômicos e desenvolvidos em curtos espaços de tempo, encontrou na informática a parceria ideal. Pode-se dizer que a utilização de programas computacionais para o projeto de estruturas metálicas é uma prática antiga, que se incrementou muito com a disseminação do uso dos computadores pessoais nos últimos anos.

Os anos 90 foram marcados por uma sucessiva redução de custos dos equipamentos pessoais e pelo surgimento de máquinas de grande capacidade de processamento numérico. O aumento da capacidade de processamento e a disponibilidade de dispositivos periféricos de grande precisão abriu as portas da computação gráfica.

Junto com esta realidade veio o grande avanço no mercado de programas computacionais na área de estruturas. Tanto no Brasil quanto no exterior, o mercado oferece programas de análise, dimensionamento e detalhamento de elementos estruturais. De uma forma geral, os programas atualmente disponíveis nesta área abrangem desde o tratamento de elementos estruturais isolados, até o projeto integrado de uma estrutura, que envolve a análise, dimensionamento e detalhamento de estruturas de edifícios como um todo.

Essas constatações poderiam criar a sensação de que tudo está muito bem resolvido e que, a partir de agora, os engenheiros deveriam ser meros usuários de programas. E nesta prática está exatamente o perigo da má interpretação dos fatos.

A princípio, a utilização de recursos computacionais possibilita ao engenheiro uma grande redução de tempo na elaboração de um projeto, entretanto, os benefícios podem ser muito mais abrangentes. Um bom programa oferece tantos recursos e as máquinas possuem capacidade de processamento tal, que é possível simular diversas alternativas estruturais para um mesmo projeto, o que permite uma racionalização, tanto a nível das respostas estruturais, quanto a nível de custos.

Por outro lado, dadas às condições do próprio mercado atual, o tempo de permanência de um projeto em um escritório de cálculo é muito pequeno, o que muitas vezes prejudica o que se pode chamar de "sentimento estrutural". Em outras épocas, quando os projetos estruturais eram feitos manualmente, havia um tempo muito maior para um "amadurecimento" das soluções. Assim, é importante explorar a capacidade dos programas e das máquinas na avaliação de soluções estruturais.

Embora o uso da informática seja uma tendência irreversível e até, um fator de competitividade, é preciso considerar que a concepção das estruturas, ou seja, a idealização dos arranjos estruturais, dificilmente será uma etapa substituída por um programa. Certamente, uma boa formação acadêmica e a experiência adquirida ao longo de uma vida



profissional sempre influenciarão muito a qualidade das soluções estruturais empregadas. Além disso, como impresso em boa parte dos manuais dos programas de engenharia, nunca pode-se perder de vista que a interpretação dos resultados é de exclusiva responsabilidade dos engenheiros que os utilizam.

Tendo em vista esses aspectos, muitas escolas de engenharia vêm discutindo essas tendências e se nota que é consenso que o papel do ensino vai muito além de formar somente usuários de produtos prontos. Por outro lado, não há como negar que existe uma revolução tecnológica e que isso ao menos exige com que se repense o conteúdo das disciplinas e a forma de preparar os estudantes.

Ainda nos cursos de graduação, os estudantes que estão atentos às tendências de mercado, já sentem uma forte demanda pela racionalização e pela produtividade. Assim, as atenções se voltam, quase que completamente, para os *software* integrados. Alguns desses *software* são verdadeiras "caixas pretas", mesmo para a grande maioria dos profissionais. A própria reflexão sobre o desconhecimento dos fundamentos e a falta de domínio sobre esses produtos também leva a muitos desses estudantes e profissionais a se preocuparem com a utilização dos mesmos.

Com relação à área de estruturas metálicas, no Brasil ainda é bastante recente a disponibilidade dos primeiros programas que permitem um projeto integrado. Os programas disponíveis no mercado internacional estão, em grande parte, fora do alcance de um profissional recém formado e de um pequeno escritório de engenharia.

Entende-se que a apresentação de um *software* integrado no ambiente acadêmico tem um caráter informativo e pode até mesmo ser objeto de determinados cursos específicos de extensão universitária.

Em alguns cursos de engenharia no Brasil já tem sido comum na área de estruturas se apresentar os conceitos de concepção, análise, dimensionamento e detalhamento de estruturas de forma clássica, e fazer com que os estudantes tenham algum contato com programas disponíveis no mercado. Isto pode se dar como complemento de disciplinas formais ou através de cursos de extensão universitária.

É importante considerar que os *software* utilizados como ferramentas didáticas complementares devem ser desenvolvidos com algumas características mínimas. Dentre essas características, deve ser possível fazer uma avaliação dos resultados parciais gerados pelo programa, ter uma clara indicação da metodologia utilizada e permitir que se faça análises paramétricas.

De acordo com este enfoque, pretende-se, sobretudo, proporcionar um forte embasamento teórico, sem, contudo, negar a informatização como ferramenta inevitável no projeto de estruturas, procurando, no mínimo, colocar o futuro profissional em sintonia com a tecnologia disponível no mercado.

4. ABORDAGEM DO TRABALHO REALIZADO NA UFV

4.1 Considerações Gerais

Diante da própria dinâmica do mercado e das mudanças tecnológicas, iniciou-se a discussão sobre o que se deveria esperar de um Engenheiro Civil com relação ao projeto de estruturas metálicas ao terminar o seu curso de graduação.

O Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Viçosa conta atualmente com uma disciplina obrigatória de Estruturas Metálicas e uma disciplina optativa de Edifícios



Industriais em Estruturas Metálicas. Em linhas gerais, na disciplina obrigatória se introduzem conceitos básicos sobre estruturas metálicas e aborda-se o dimensionamento de elementos e ligações. Na disciplina optativa são apresentados diversos tópicos relacionados ao projeto de estruturas metálicas de edifícios industriais e o estudante deve desenvolver todo o projeto de um edifício industrial que contenha ao menos uma ponte rolante.

Após muitas reflexões, estava claro que o embasamento teórico sobre conceitos relacionados ao dimensionamento de estruturas metálicas era essencial. Embora a disciplina obrigatória de estruturas metálicas esteja calcada na NBR 8800 (ABNT 1986), em cada tópico relacionado ao dimensionamento sempre se procurou primeiro abordar os fenômenos envolvidos, antes de apresentar as considerações da norma. Entretanto, também era necessário considerar como o mercado onde o estudante iria inserir-se no futuro tratava o projeto e dimensionamento de estruturas metálicas.

Em meados da década de 90, decidiu-se investir em uma linha de pesquisa e desenvolvimento de sistemas computacionais aplicados ao projeto e dimensionamento de estruturas metálicas, que também tinha por objetivo considerar os aspectos didáticos dos programas gerados. Este trabalho se iniciou com a estruturação de fluxogramas de procedimentos de cálculo baseados na NBR 8800 (ABNT 1986).

Estes fluxogramas passaram a ser disponibilizados para os estudantes, com o objetivo de possibilitar que aqueles que tivessem maior afinidade e interesse, pudessem implementá-los como simples rotinas ou programas mais elaborados.

Possivelmente, dada à própria necessidade de aprofundamento em linguagens, ambientes de programação e ao tempo requerido para o projeto conceitual, desenvolvimento, validação e maturação de um software, boa parte dos estudantes de graduação que encaravam o desafio de desenvolver algum programa, se via obrigado a interromper a tarefa por conta de outras exigências do próprio curso ou conseguia, no máximo, implementar algumas rotinas para calculadoras programáveis.

A partir dessas constatações, decidiu-se sistematizar o desenvolvimento de uma série de programas destinados ao dimensionamento de elementos estruturais e ligações usuais com uma sucessão de trabalhos de iniciação científica e tecnológica, que contou com o apoio de bolsas do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq e do Programa de Reestruturação do Ensino de Engenharia - REENGE (Barros 1996, Assis 1997, Assis & Ribeiro 1998).

Já há algum tempo, o desenvolvimento de programas integrados é uma das metas mais perseguidas pelos desenvolvedores de programas para engenharia de estruturas. Isso faz muito sentido, à medida que a transferência manual de dados entre as etapas de projeto quebra o procedimento automático e torna-o mais susceptível a erros.

O desenvolvimento de software integrados também segue sendo objeto de interesse da UFV no campo da pesquisa e desenvolvimento tecnológico. Entretanto, como ferramentas de apoio ao ensino, tomou-se a decisão pelo uso coordenado de *software* isolados, a fim de proporcionar a discussão sobre o encadeamento das etapas de projeto e a avaliação da conduta que deve ser adotada a partir da interpretação dos resultados de cada fase.

Nos últimos anos, à medida que passou-se a ter esses programas disponíveis, as metodologias de dimensionamento de elementos e ligações continuam sendo apresentadas de forma clássica na disciplina básica de estruturas metálicas, porém, ao final de cada tópico são apresentados alguns exemplos referentes ao mesmo assunto com auxílio desses programas computacionais, procurando-se contrastar resultados obtidos manual e automaticamente. Na disciplina específica de projeto de estruturas metálicas, o próprio estudante tem acesso a estas ferramentas computacionais, de forma que, desde a sua graduação, ele tenha a oportunidade



de utilizar a informática de maneira supervisionada e coordenada no desenvolvimento de um projeto estrutural.

Ao longo da própria disciplina obrigatória, os próprios estudantes já despertavam para o fato que, profissionalmente, seria praticamente inevitável tratar o dimensionamento de elementos estruturais e ligações com auxílio de programas computacionais. Isso decorre da observação do rigor técnico exigido em um projeto e da quantidade de elementos de uma estrutura metálica.

Motivados pela área de trabalho, à medida que os estudantes de fim de curso faziam a disciplina optativa de Edifícios Industriais e tinham que conceber e calcular uma obra, a necessidade de ferramentas computacionais se tornava ainda mais evidente. Com o desenvolvimento dos projetos, o próprio estudante também passava a enxergar que dificilmente encontraria no mercado profissional, em curto espaço de tempo e a investimento compatível, um programa que fosse suficientemente abrangente para suportar tantas tipologias estruturais.

Com uma formação sólida e o adequado uso de um programa de análise, um conjunto de ferramentas para o dimensionamento e a customização de um programa de computação gráfica, era possível avaliar diversas alternativas de projeto em curtos espaços de tempo. Aquele mesmo conjunto de ferramentas ali utilizadas poderia ser aplicada aos mais diversos tipos de estruturas metálicas.

4.2 Características Gerais dos Programas Desenvolvidos

Programas computacionais modernos na área de engenharia devem prezar pela facilidade de uso e a capacidade de representação gráfica oferecida pelas máquinas. Na área de estruturas metálicas, os programas computacionais devem considerar que existe uma forte padronização de produtos utilizados, o que se constitui em uma base de dados indispensável para o projeto. A tendência dos programas destinados ao dimensionamento de elementos é trabalhar com consulta automática a catálogos eletrônicos de produtos, possibilitando a pesquisa de peças ótimas, através de testes sucessivos com informações disponíveis num banco de dados.

4.2.1 Gerenciador de Catálogos Automáticos de Produtos para Construção Metálica

Diante da possibilidade de desenvolver aplicativos na área de construção metálica, pensou-se em desenvolver primeiramente um software capaz de gerenciar uma base de dados a ser utilizada por outros programas de dimensionamento. Assim, foi desenvolvido um gerenciador de catálogos de produtos para construção metálica denominado **AutoPerfil** (Figura 1).

Durante o projeto e o cálculo de estruturas metálicas, o engenheiro lida com vários catálogos de produtos diversos, desde perfis, chapas e parafusos até telhas metálicas, painéis de fechamento, etc. A partir desses catálogos, geralmente impressos, são obtidas as propriedades e características dos produtos envolvidos no projeto.

Esse trabalho de consulta a catálogos, normalmente está associado à utilização de software de análise, dimensionamento e detalhamento. Com o **AutoPerfil**, os catálogos passam a ficar no computador, juntamente com outros programas de projeto, análise e dimensionamento, permitindo que as informações necessárias sejam consultadas facilmente.

O **AutoPerfil** oferece recursos, tais como: dimensões dos produtos, fabricante/fornecedor, limites de resistência; cálculo automático de propriedades físicas e geométricas; *help online* para cada produto com formulação para o cálculo de propriedades, instruções especiais sobre os materiais e sua utilização; catálogos atualizáveis pelo usuário, que permitem a inserção, alteração e eliminação de informações; permite que o usuário crie seus próprios catálogos, a



partir de outros catálogos existentes ou não; manipula catálogos de perfis soldados, de perfis laminados, de perfis de chapa dobrada a frio, de perfis tubulares, de eletrodos de solda, de tipos de aço, de *stud bolts*, de *steel decks*, etc.

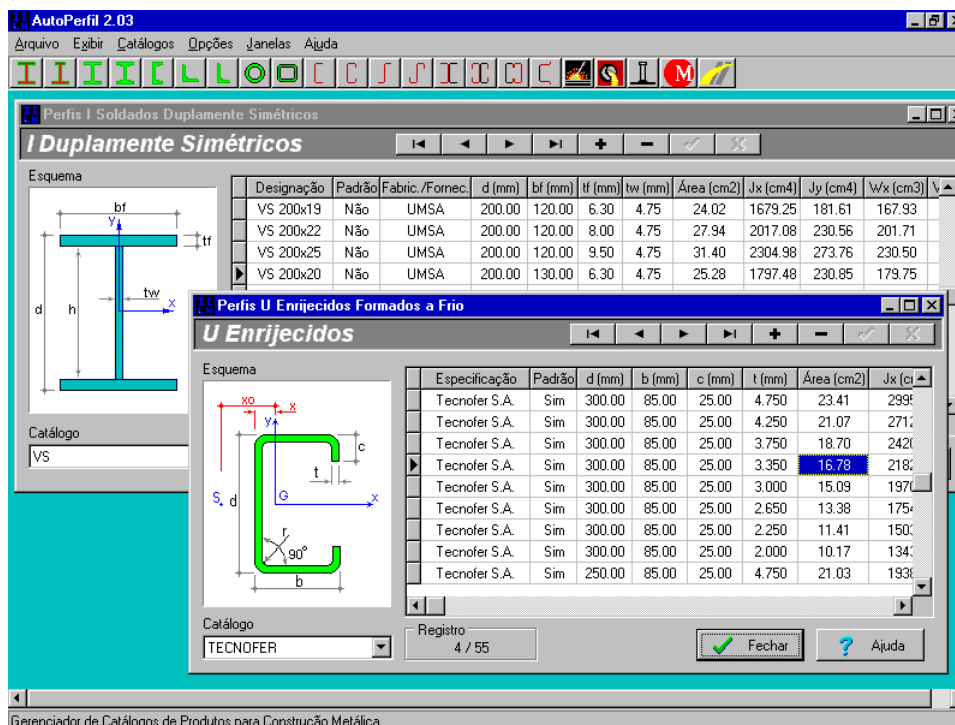


Figura 1 - Aspecto da interface do **AutoPerfil**

4.2.2 Programa para Dimensionamento de Elementos Estruturais Metálicos

Também foi desenvolvido um aplicativo para dimensionamento de elementos estruturais metálicos, com base no Método dos Estados Limites, segundo a NBR 8800, denominado **Desmet** (Figura 2). Foram implementados vários módulos correspondentes a 34 casos de dimensionamento.

Utilizando os catálogos de produtos gerenciados pelo **AutoPerfil**, o processo de dimensionamento de elementos estruturais torna-se rápido e automático. Uma vez escolhido um tipo de seção, dados os esforços solicitantes e as condições de contorno do elemento, o **Desmet** pode calcular em tempo real a resistência de qualquer perfil constante do catálogo ativo. O usuário pode fazer verificações individuais, perfil a perfil, ou solicitar que o próprio software identifique o perfil ótimo que atende às condições impostas.

Tomou-se o cuidado de disponibilizar na interface os resultados referentes às verificações de resistência e estabilidade associadas a cada estado limite aplicável. Dessa forma o usuário pode verificar o estado limite que governa o dimensionamento e acompanhar as mudanças no comportamento estrutural da peça, à medida que altera o perfil ou os parâmetros de cálculo. Além disso, toda a formulação utilizada no programa é disponibilizada através de um help online sensível ao contexto, permitindo que o usuário acompanhe o procedimento de cálculo programado, se necessário.

Para facilitar a manipulação dos resultados calculados, o **Desmet** pode gerar um relatório com



as respostas do dimensionamento, que pode se tornar parte do memorial de cálculo. O relatório pode, inclusive, ser editado pelo usuário e gravado em formato compatível com os editores de texto usuais, como por exemplo, o Word da Microsoft.

A interface do **Desmet** permite o acesso simultâneo a mais de uma janela, o que permite trabalhar com o módulo de cálculo e editar o relatório simultaneamente (Figura 2).

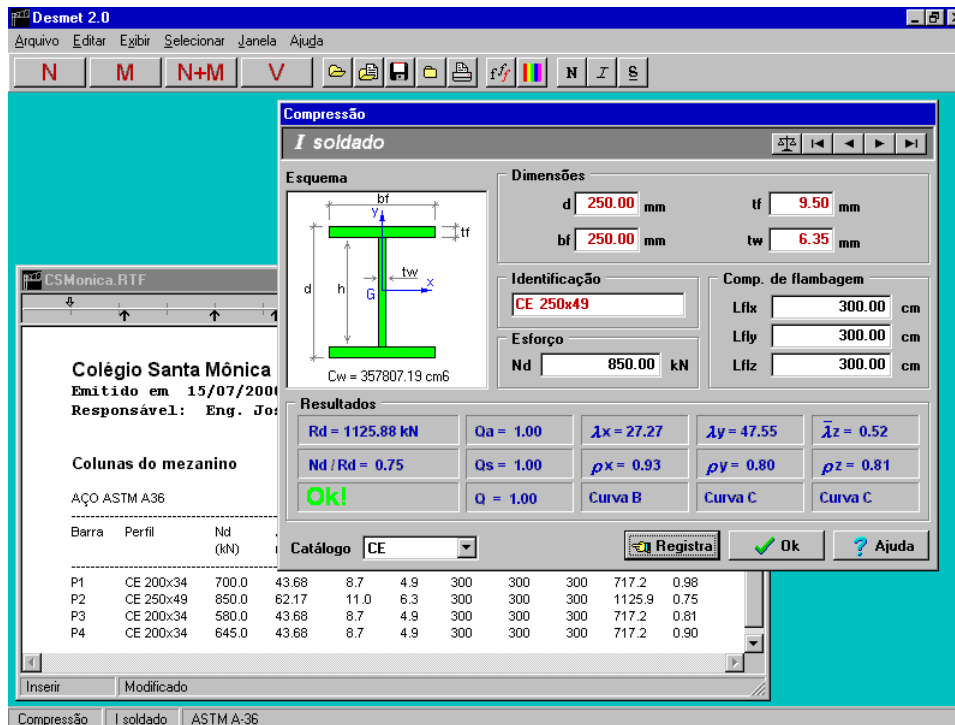


Figura 2 - Aspecto da interface do **Desmet**.

4.2.3 Programa para Dimensionamento Paramétrico de Ligações em Estruturas de Aço

Muitos fabricantes de estruturas metálicas, numa busca de simplificação dos procedimentos de produção, têm procurado trabalhar com um conjunto de tipos de ligações padronizadas que possibilite a solução dos mais variados casos de projeto. A tendência dos programas destinados ao projeto de ligações é trabalhar com ligações típicas e possibilitar o projeto paramétrico das mesmas.

Se o dimensionamento de elementos já exige uma quantidade de informações razoável sobre a peça a dimensionar, nas ligações esse problema é ainda maior pois, geralmente, tem-se vários produtos envolvidos, incluindo perfis, chapas, parafusos e soldas, cujos dados são necessários às verificações de cálculo. O fato de esses dados já estarem disponíveis para o software, armazenados numa memória, contribui muito para o aumento da produtividade do projetista.

De posse de um banco de dados de todos os possíveis perfis, aços, eletrodos de solda e parafusos que podem fazer parte das ligações, como o processo de dimensionamento se dá por meio de tentativas, pode-se alterar repetidamente outros parâmetros tais como espaçamentos dos conectores, cargas, número de conectores, espessuras e bitolas, com o objetivo de ajustar a



melhor ligação possível, equalizando bem a relação custo-benefício.

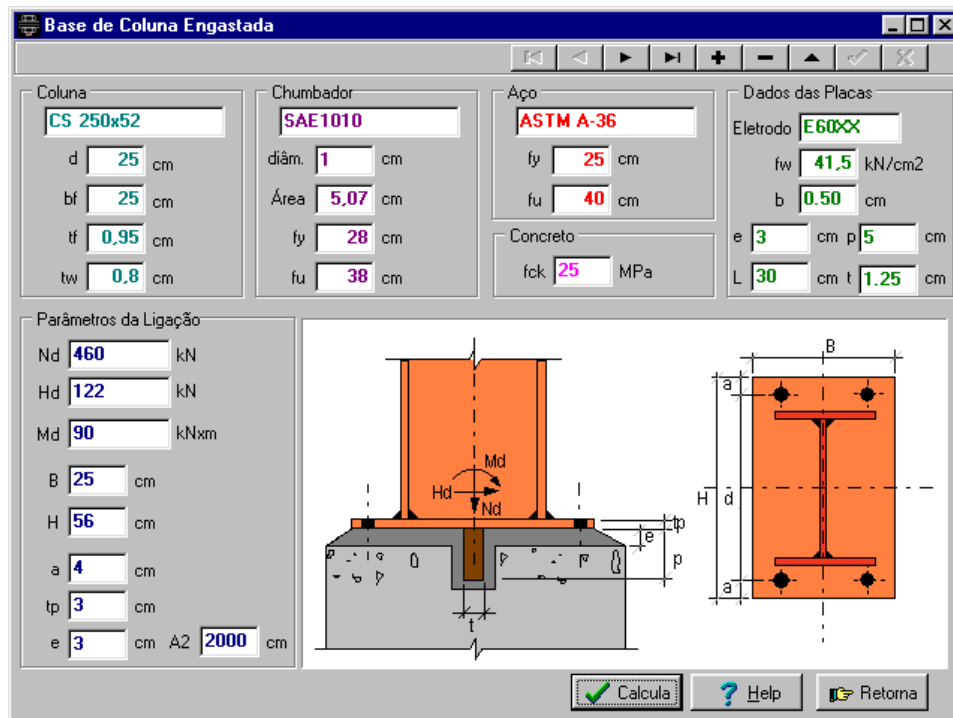


Figura 3 - Módulo para dimensionamento de base rígida de coluna.

Dentro dessa ótica foi desenvolvido um protótipo de um aplicativo para a projeto paramétrico de ligações, denominado **Conect** (Figura 3).

A partir de uma revisão bibliográfica, da análise de memoriais de cálculo disponíveis, de visitas a obras e contatos com fabricantes de estruturas metálicas, procurou-se definir um conjunto de ligações típicas empregadas em estruturas metálicas correntes.

5. CONCLUSÕES

Embora a informática proporcione um aumento da velocidade de cálculo, a concepção e a interpretação dos resultados continuará exigindo profissionais muito bem preparados. As mudanças impostas pelo mercado, que estabelece prazos cada vez menores para o projeto estrutural, e a análise de viabilidade econômica, que impõe a utilização de estruturas cada vez mais leves, são parâmetros que devem ser realçados desde a formação do engenheiro. O profissional formado segundo essas premissas, dificilmente propagará a idéia que um *software* pode substituir o trabalho de um engenheiro.

A associação da informática ao ensino é um assunto complexo, abrangente e controvertido, que precisa ser discutido em diversos fóruns, para que seja possível conhecer outras experiências e estabelecer alguns critérios mínimos com relação a este assunto, sem perder a oportunidade oferecida pela tecnologia e, tão pouco, sem comprometer a formação sólida do engenheiro, baseado no ufanismo do uso da informática.



A experiência relatada continua em processo de desenvolvimento e amadurecimento, e sobretudo, profunda observação das limitações que tem e dos impactos positivos que vem causando.

Esta espécie de desmistificação do cálculo de estruturas metálicas para estudantes de Engenharia Civil na UFV, associada à expectativa de mercado de trabalho, tem gerado um crescente interesse pela área durante o próprio curso de graduação. Por outro lado, já são vários os estudantes que prosseguem os seus estudos em programas de pós-graduação na área de estruturas metálicas, assim como são muitos os que procuram se inserir neste segmento de mercado.

Estas constatações permitem com que se entenda que, baseado em critérios claramente avaliados, software e ensino de estruturas metálicas podem conviver em harmonia, como fruto de uma realidade a ser enfrentada no mundo atual.

6. REFERÊNCIAS

- NBR 8800 (1986). Projeto e Execução de Edifícios em Estrutura de Aço. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro.
- Barros JR., P.P. (1996). Algoritmos para o Projeto de Elementos e Ligações de Estruturas Metálicas Segundo a NBR-8800. Viçosa: UFV. (Relatório final de atividades de bolsa de iniciação científica).
- Assis, V. M. (1997). Representação e Animação Gráfica Tridimensional para o Ensino de Estruturas das Construções. Viçosa: UFV. (Relatório final de atividades de bolsa de iniciação científica).
- Assis, V. M. & Ribeiro, J. C. L. (1998). Ferramentas Computacionais para o Dimensionamento de Elementos e Ligações Usuais de Estruturas Metálicas – Uma Associação da Informática ao Ensino. Prêmio Sociedade Mineira de Engenheiros, modalidade Engenharia Civil. Belo Horizonte.
- Paes, J. L.R. (1999). A Informatização na Engenharia Estrutural. **CADesign** 50: 24-26.
- Vasconcelos, A. C. (2000). Engenheiro de Estruturas, uma Profissão em Vias de Extinção no Brasil. **Revista PINI** 2723: 22-23.