

O ENSINO DE ESTRUTURAS DE AÇO NO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA PUC-RIO

Sebastião Arthur Lopes de Andrade¹
Pedro Colmar Gonçalves da Silva Vellasco²
Luciano Rodrigues Ornelas de Lima³
José Guilherme Santos da Silva⁴

RESUMO

A incorporação de novos recursos às metodologias e técnicas de ensino, como o uso de programas gráficos e a realização de testes em laboratório para suporte à teoria, utilizadas nos programas tradicionais de ensino de engenharia e, em particular, o programa de ensino de estruturas de aço, vem sofrendo uma resistência diferenciada de acordo com a capacidade do corpo docente e discente em absorver mudanças na forma de ensino. Dessa forma, o presente trabalho aborda os principais aspectos relacionados com o ensino de Estruturas de Aço na PUC-Rio, nos cursos de graduação e de pós-graduação. Dentre esses aspectos, podem-se citar o desenvolvimento de programas gráficos pelos alunos de pós-graduação e a realização de testes em laboratório de estruturas com o objetivo de permitir uma melhor visualização e compreensão dos fenômenos relacionados com a análise estrutural e, em particular, o comportamento de estruturas de aço e mistas.

Palavras-chave: Ensino de engenharia, softwares educacionais, estruturas de aço.

ABSTRACT

The incorporation of new resources to learning methodologies and techniques, used in the traditional engineering programs, particularly in the steel structures training program, have been faced by both staff and student, with variable resistance according to their capacity of absorbing these changes. This paper presents some of the main initiatives implemented in the steel structures undergraduate and postgraduate courses at PUC-Rio, Brazil. These aspects included the development of a graphics design software by postgraduate students and the construction of prototype tests in the laboratory to enlighten the comprehension of the structural analysis phenomena and, in particular, the steel and composite structures behaviour.

Key-words: Engineering education, educational software and steel structures.

INTRODUÇÃO

A engenharia nacional vem passando por um processo de modernização, visto que a dinâmica atual de evolução científica e de inovações tecnológicas, além da globalização da produção e dos mercados, impôs mudanças na formação dos novos engenheiros que estarão cada vez mais em atividades interdisciplinares. A incorporação destas novas metodologias e técnicas de ensino vem sofrendo uma resistência diferenciada de acordo com a capacidade latente dos setores envolvidos de absorver novos paradigmas. Dentro desta filosofia se encaixam os

Programas Tradicionais de Ensino de Engenharia hoje vigentes e, em particular, o Programa de Ensino de Estruturas de Aço da PUC-Rio.

Os objetivos fundamentais de qualquer formação profissional na área de estruturas devem contemplar, entre outros fatores, um estudo da viabilidade econômica da utilização de estruturas de aço na construção civil. O desenvolvimento do projeto estrutural aliado a técnicas construtivas é uma consequência lógica deste objetivo, o qual só será possível com um melhor entendimento do comportamento das diversas partes que compõem a estrutura global. Pretende-se, portanto, dinamizar a forma-

¹ Professor Associado, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, PUC-Rio, Departamento de Engenharia Civil, Rua Marquês de São Vicente, N° 524, Bloco A, Sala 5016-A, CEP: 20559-900, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, E-mail: andrade@civ.puc-rio.br

² Professor Adjunto, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, UERJ, Faculdade de Engenharia, FEN, Departamento de Estruturas e Fundações, ESTR, Rua São Francisco Xavier, N° 524, Bloco A, Sala 5016-A, CEP: 20559-900, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, E-mail: vellasco@uerj.br

³ Professor Visitante, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, UERJ, Faculdade de Engenharia, FEN, Departamento de Estruturas e Fundações, ESTR, Rua São Francisco Xavier, N° 524, Bloco A, Sala 5016-A, CEP: 20559-900, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, E-mail: luciano@eng.uerj.br

⁴ Professor Adjunto, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, UERJ, Faculdade de Engenharia, FEN, Departamento de Engenharia Mecânica, MECAN, Rua São Francisco Xavier, N° 524, Bloco A, Sala 5016-A, CEP: 20559-900, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, E-mail: jgss@uerj.br

ção de uma nova geração de engenheiros, mestres e doutores familiarizados com o seu comportamento, dimensionamento e utilização racional. Dessa forma, o presente trabalho estará centrado em duas vertentes básicas: o ensino de estruturas de aço na graduação e na pós-graduação. Estes dois aspectos serão abordados em detalhe nas seções a seguir.

ENSINO DE ESTRUTURAS DE AÇO NA GRADUAÇÃO

Nota-se que a procura de candidatos pelas áreas tradicionais de engenharia tem sofrido uma redução constante tanto no Brasil como no exterior. Nesse contexto, tem-se observado uma tendência contrastante de aumento contínuo da procura por áreas sociais e de gerenciamento. Há uma aparente contradição nesses comportamentos, visto que a qualidade social, econômica e administrativa de uma sociedade depende fortemente da formação de seus engenheiros. Essa aparente contradição é, entretanto, um alerta para a necessidade de uma nova formação em engenharia, que acompanhe as mudanças que estão ocorrendo na indústria.

Dentro desse contexto podem ser definidas as características do engenheiro de acordo com a atual demanda do mercado, bastante distintas daquelas fornecidas ao atual corpo discente:

- capacidade de resolver problemas e de aprender por conta própria;
- larga base científica e cultural;
- facilidade de expressão;
- comportamento ético;
- visão de mercado;
- atitude empreendedora e liderança;
- visão integrada dos processos produtivos;
- conhecimento da tecnologia da informação.

A formação de um engenheiro voltado para o projeto de estruturas de aço e mistas deve objetivar uma série de aspectos, dentre os quais se destaca a utilização de novas tecnologias em construções, principalmente em habitações populares. Entre outros fatores deve-se centrar em fundamentos da construção mista aço/concreto no contexto da realidade brasileira.

Outro aspecto fundamental da formação está relacionado com o estudo e avaliação do comportamento dinâmico de sistemas estruturais correntes em engenharia civil (aço, concreto e mistos), tais como pisos de edificações, pontes rodoviárias, passarelas de pedestres, torres de telecomunicações e de transmissão de energia etc.

Essa formação também deve contemplar o projeto de pórticos industriais em seus aspectos estruturais e construtivos. Dentro desse âmbito, o estudo de ligações semi-rígidas também se enquadra como um dos principais fatores para o melhor aproveitamento do aço.

Naturalmente, diversos objetivos alternativos podem ser citados para a formação completa de um engenheiro familiarizado com o comportamento e projeto de estruturas de aço, contudo, devido a limitações de forma deste trabalho não serão aqui enfocadas, podendo vir a ser objeto de estudo em outro trabalho. A participação de docentes envolvidos diretamente com pesquisa em atividades de ensino na graduação constitui importante etapa para despertar o interesse de novos engenheiros com vocação para pesquisa de ponta na área de engenharia e, em particular, na área de estruturas de aço. Baseado nesta premissa idealizou-se a disciplina de Estruturas de Aço I, com carga horária total de 60 horas, como formação básica obrigatória para o curso de Engenharia Civil. O programa básico desta disciplina. (Tabela 1), visa englobar os aspectos fundamentais relativos ao comportamento e projeto de estruturas de aço, fornecendo os elementos indispensáveis para formação global do engenheiro civil.

Tabela 1. Objetivo e ementa da disciplina Estruturas de Aço I.

CIV1141 - Estruturas de Aço I - 4 créditos	
Objetivo:	Fornecer os conceitos básicos para o projeto e construção de edificações em aço. Estudar os principais sistemas construtivos e projetar elementos e ligações.
Ementa:	Projeto nos estados limites. Sistemas construtivos e materiais estruturais. Ligações parafusadas e soldadas, detalhes construtivos. Dimensionamento de membros tracionados. Membros comprimidos. Flambagem local de placas. Vigas retas de alma cheia: flambagem local da mesa (FLM), flambagem local da alma (FLA), flambagem lateral por torção (FLT), resistência ao cisalhamento. Emendas de vigas e colunas. Vigas-coluna. Análise e projeto com inclusão de efeitos de segunda ordem. Dados para projetos de edificações industriais e residenciais. Projeto de uma estrutura simples. Ações de vento.

De forma a fomentar ainda mais esta vocação, oferecem-se duas disciplinas eletivas adicionais que tratam dos tópicos mais avançados do comportamento e projeto de estruturas de aço especiais (Estruturas de Aço II e III), as quais foram concebidas para os alunos do último ano do curso de Engenharia Civil. Os programas dessas disciplinas estão presentes na Tabela 2 e na Tabela 3 com um enfoque mais aprofundado em construção mista, projeto de ligações e projeto de elementos de chapa dobrada.

Tabela 2. Objetivo e ementa da disciplina Estruturas de Aço II.

CIV1142 - Estruturas de Aço II - 4 créditos	
Objetivo:	Capacitar o aluno a projetar e construir estruturas mistas de aço e concreto. Complementar os conhecimentos sobre sistemas estruturais em aço e suas ligações.
Ementa:	Crterios de projeto de estruturas de aço. Sistemas mistos de vigamento de piso: vigas-mistas, "joists", treliças mistas, vigas "stub-girder". Colunas mistas. Lajes mistas. Vigas de alma esbelta. Ligações rígidas e flexíveis, placas de base, emendas. Crterios de verificação em serviço: vibração e fadiga. Travamentos e contraventamentos. Projeto completo de uma edificação.

Tabela 3. Objetivo e ementa da disciplina Estruturas de Aço III.

CIV1143 - Estruturas de Aço III - 4 créditos	
Objetivo:	Projeto, detalhamento e execução de estruturas de aço com emprego de perfis leves de chapa dobrada
Ementa:	Conceitos básicos do projeto de estruturas de chapa dobrada. Projeto de elementos fletidos. Elementos comprimidos: flambagem por flexão, flambagem por torção e flexo-torção. Vigas-coluna. Ligações soldadas e parafusadas. Efeito diafragma. Deck metálico para lajes, tapamentos e coberturas. Projeto completo de uma edificação com estrutura de chapa dobrada.

Todas estas disciplinas, além de avaliações formais escritas e individuais, também contemplam a execução de projetos práticos, executados em grupo. Esses trabalhos, bastante apreciados pelos alunos de graduação, servem para expandir e aplicar os conceitos de projeto e dimensionamento que são ensinados nos cursos.

A experiência do corpo docente no ensino possibilitou identificar que os alunos dos cursos de graduação têm uma certa dificuldade de entendimento de alguns dos principais aspectos do comportamento estrutural. Isso motivou o início de um trabalho de geração de programas gráficos educacionais e interativos para o ensino de comportamento e projeto de estruturas de aço, através de trabalhos de iniciação científica e de projeto final de curso. Esses *softwares* educacionais envolvem os mais diversos tópicos, tais como entendimento do fenômeno de flambagem de colunas nas duas direções principais, sistematização do processo de avaliação dos carregamentos devido à ação do vento em sistemas estruturais de engenharia civil, desenvolvimento de projetos de engenharia assistidos por computador e do comportamento dinâmico de estruturas de aço. Maiores detalhes sobre este desenvolvimento estão presentes em Vellasco et al. (2003).

Uma outra iniciativa que vem gerando um grande entusiasmo nos alunos de graduação consistiu em desenvolver modelos de estruturas em escala reduzida para serem ensaiadas no laboratório. Um desses exemplos está presente na Figura 1(a) e (b) onde uma treliça é ensaiada de forma a explorar conceitos como o comprimento de flambagem dos banzos superiores de uma treliça formados por cantoneiras duplas. Nesta figura nota-se claramente o fenômeno de flambagem elástica por flexão ocorrendo nos banzos onde chapas intermediárias de ligação, chamadas correntemente de “presilhas”, não são utilizadas, como mostra a Figura 2 (a) e (b).

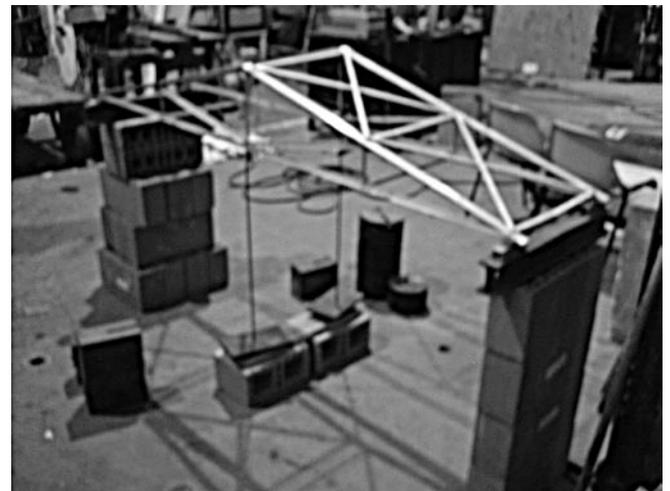
ENSINO DE ESTRUTURAS DE AÇO NA PÓS-GRADUAÇÃO

A indústria da construção, para poder competir em nível internacional, requer uma inovação geral

de seus processos à luz de sistemas computacionais integrados. Em particular, o processo de projeto requer a mudança para o paradigma do construtor, onde a prototipagem virtual (construção de um modelo virtual tridimensional da construção) atende às necessidades construtivas e determina as soluções estruturais. Por outro lado, a maioria dos problemas que interferem no processo produtivo da Indústria da Construção Civil tem suas raízes na falta de integração entre as fases de projeto, planejamento e execução.



(a)



(b)

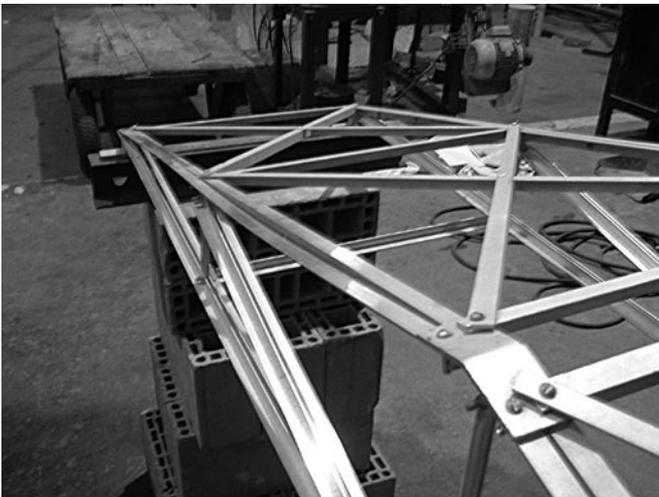
Figura 1. Ensaio de uma treliça em laboratório.

Dessa forma, os alunos de pós-graduação devem estar preparados para desenvolver e aperfeiçoar Sistemas Integrados de Construção. Esses sistemas envolvem todas as fases relativas aos projetos: arquitetônico, estrutural, de instalações e serviços em suas etapas (básico e executivo), assim como o levantamento de quantidades, orçamentos, planejamento e montagem de uma edificação. A perfeita integração de todas as etapas descritas anteriormente, para que o sistema desenvolvido tenha o maior grau de qualidade, eficiência e eficácia possível, requer técnicas especiais de computação. Essa

integração deve, portanto, envolver a utilização de técnicas de inteligência computacional, tais como redes neurais, algoritmos genéticos, lógica nebulosa, sistemas especialistas, entre outras. Além das técnicas descritas acima, destacam-se os Sistemas de Projeto Integrado. Estes sistemas envolvem a manipulação e o processamento de informações dos seguintes tipos: desenhos bidimensionais (arquitetura, estrutura, fundações, instalações), desenhos e maquetes tridimensionais, quantidades, relatórios de andamento, planejamento físico, planejamento financeiro, custos, seqüências de construção e montagem, ordens de compra e pagamento, fluxo financeiro e mensagens/memorandos entre os diversos setores envolvidos.



(a)



(b)

Figura 2. Flambagem dos banzos superiores da treliça em estudo.

Um outro aspecto que deve ser contemplado nos cursos de pós-graduação diz respeito à formação básica necessária para o desenvolvimento de um sistema para projeto/dimensionamento automático de estruturas de aço. Esse sistema deve utilizar conceitos da computação gráfica, de inteligência artificial, além do uso de sistemas especialistas de forma

a possibilitar uma maior flexibilidade na solução de um projeto. Um dos resultados mais significativos consistiu no desenvolvimento de um módulo de projeto automático de ligações. Este sistema gera um levantamento automático de quantidades com vistas à integração com os processos de planejamento e com sistemas CAM (manufatura assistida por computador) com o uso de redes neurais e algoritmos Genéticos com excelentes resultados.

Uma das principais ferramentas utilizadas pelos estudantes de pós-graduação consiste na simulação numérica do comportamento de estruturas através do uso do método dos elementos finitos. O método é bastante adequado para este tipo de simulação, pois incorpora com facilidade diversos aspectos, como as não-linearidades geométricas e do material. Uma calibração desses métodos numéricos deve ser executada de forma a possibilitar uma maior confiabilidade dos resultados. Essa calibração pode ser feita através da comparação com resultados teóricos já conhecidos e, também, com resultados experimentais presentes na literatura.

Exemplos dessas simulações numéricas incluem uma análise paramétrica com o uso do Programa Ansys (1998) para avaliação econômica do uso de ligações semi-rígidas em edificações populares, a qual comprovou que o uso de ligações semi-rígidas nessas edificações conduz a uma economia significativa quando comparada com as soluções de projeto tradicionais (VELLASCO et al., 2006; ANDRADE et al., 2006). Um outro trabalho foi desenvolvido com o objetivo de se avaliar o comportamento estrutural de pisos de edificações submetidos a excitações dinâmicas induzidas por seres humanos. A partir deste trabalho foi comprovada a importância da consideração dos efeitos dinâmicos para a adequação dos sistemas estruturais a critérios de conforto humano e aos estados limites de utilização relacionados a vibrações excessivas, (MELLO et al., 2006).

A formação ao nível de pós-graduação também deve contemplar o comportamento dinâmico de sistemas estruturais correntes em engenharia civil, tais como pisos de edificações, pontes rodoviárias, passarelas de pedestres, torres metálicas de telecomunicações e de transmissão de energia, pórticos semi-rígidos em aço. Dentre os principais aspectos que definirão a análise do comportamento estrutural dos sistemas estruturais mencionados anteriormente, submetidos a solicitações dinâmicas, pode-se destacar a escolha correta de modelos para os carregamentos dinâmicos atuantes, de forma a reproduzir suas características preponderantes com base em funções simples e conhecidas.

O curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, com ênfase em Estruturas, no Departamento de Engenharia Civil da PUC-Rio, DEC/CIV/PUC-Rio,

possui duas disciplinas específicas na área de aço: Comportamento e Projeto de Estruturas de Aço I e Comportamento e Projeto de Estruturas de Aço II. O programa dessas disciplinas está contido na Tabela 4 e na Tabela 5, respectivamente.

Tabela 4. Objetivo e ementa da disciplina Comportamento e Projeto de Estruturas de Aço I.

CIV2124 - Comportamento e Projeto de Estruturas de Aço I - 3 créditos	
Objetivo:	Fornecer os elementos fundamentais para o entendimento do comportamento e projeto de estruturas de aço.
Ementa:	Introdução ao projeto nos estados limites. Equação diferencial do comportamento no plano. Flambagem de placas. Princípios de dimensionamentos de perfis de chapa dobrada. Torção uniforme e torção não-uniforme. Interação torção e flexão. Empenamento. Comportamento e projeto de vigas, colunas e vigas colunas. Princípios de comportamento de ligações. Dimensionamento de soldas e para-fusos. Ligações excêntricas. Efeito de alavanca.

Deve-se mencionar que o programa original dos cursos partiu de um trabalho conjunto com o Prof. D. J. L. Kennedy da Universidade de Alberta, Canadá, a partir do qual foram incorporados diversos outros tópicos, principalmente na área de ligações estruturais, e a utilização de ferramentas computacionais.

Tabela 5. Objetivo e ementa da disciplina Comportamento e Projeto de Estruturas de Aço II.

CIV2125 - Comportamento e Projeto de Estruturas de Aço I - 3 créditos	
Objetivo:	Fornecer os elementos complementares para o entendimento pleno do comportamento e projeto de estruturas de aço.
Ementa:	Critérios de projeto de estruturas de aço nos estados limites: segurança estrutural, procedimentos para especificação de coeficientes de ponderação de ações e de coeficientes de resistência. Comportamento fora do plano com inclusão de efeitos de segunda ordem. Construção mista: vigas-mistas, joists, treliças mistas, vigas stub-girder, colunas mistas, lajes mistas, decks-metálicos. Avaliação de flechas e níveis aceitáveis de vibração em sistemas de pisos. Sistemas de travamento de vigas, colunas e de estabilidade global de edificações. Vigas de alma esbelta: flambagem vertical, flambagem por cisalhamento, campo de tração, dimensionamento de enrijecedores de apoio e intermediários. Vigas com abertura na alma. Cálculo plástico: teoremas do limite inferior e superior, teorema da unicidade. Cargas Concentradas em Vigas. Comportamento e projeto de ligações estruturais: tradicionais e ligações semi-rígidas. Projetos de sistemas estruturais com elementos de chapa dobrada. Comportamento, análise e projeto de estruturas espaciais.

O objetivo da primeira disciplina consiste em fornecer os fundamentos básicos necessários para o entendimento do comportamento e projeto de estruturas de aço para estudantes independentemente do seu nível de formação em nível de graduação em aço. Já a segunda disciplina abrange aspectos mais avançados, que complementam a formação inicial e servem de estímulo e base teórica para o

desenvolvimento de trabalhos de pesquisa em nível de mestrado e doutorado nas áreas de estruturas de aço e mistas.

Esses cursos possuem, além de instrumentos de avaliação individuais escritos, uma série de trabalhos onde os conceitos fundamentais são explorados e aplicados de forma minuciosa para exemplificar e consolidar o aprendizado. Alguns exemplos desses trabalhos possibilitam a utilização de ferramentas computacionais, como o programa MAPLE (2001), para avaliação do comprimento efetivo de perfis de chapa dobrada (Figuras 3 e 4), e também a utilização de programas baseados em DELPHI. (SANTOS & REIS, 2001), para dimensionamento de perfis de aço (Figura 5), e até mesmo o dimensionamento e detalhamento de ligações estruturais (Figura 6).

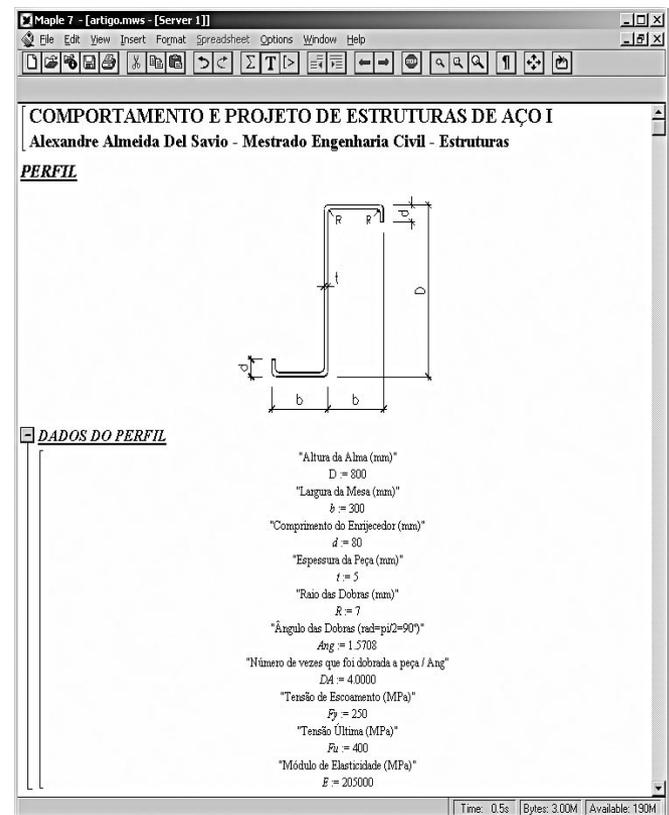


Figura 3 - Introdução de dados associados ao dimensionamento de perfis de chapa dobrada.

Assim como na graduação, utiliza-se o Laboratório de Estruturas e Materiais para demonstração prática de alguns procedimentos, como execução de soldas e até mesmo para consolidação de conceitos como a flambagem por cisalhamento de perfis esbeltos (Figura 7). Mais uma vez, o interesse dos alunos foi significativo e vem possibilitando a ampliação desses ensaios e demonstrações práticas.

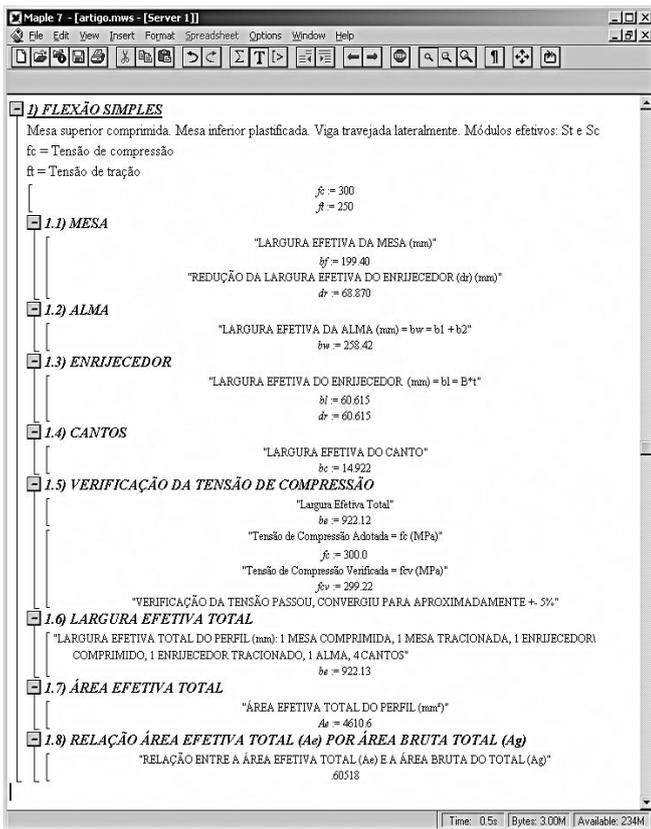


Figura 4. Resultados correspondentes ao dimensionamento de perfis de chapa dobrada.

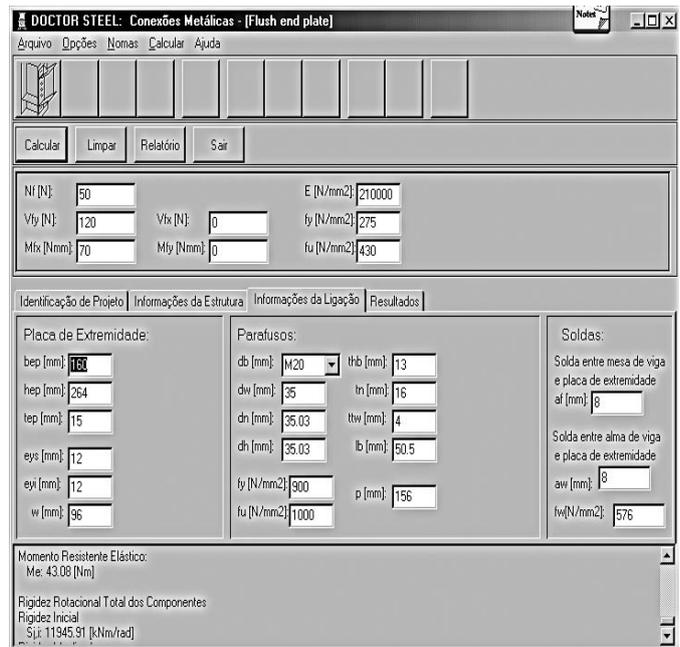


Figura 6. Dimensionamento de ligações.



Figura 7 - Teste experimental de uma viga em laboratório (flambagem por cisalhamento), chamado campo de tração.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo apresentar os principais conceitos e ferramentas utilizadas nos cursos de Estruturas de Aço na PUC-Rio em nível de graduação e pós-graduação. A incorporação destes novos recursos às metodologias e técnicas de ensino aos Programas Tradicionais de Ensino de Engenharia hoje vigentes e, em particular, ao Programa de Ensino de Estruturas de Aço, mostra-se de fundamental importância para motivação do corpo discente e sua preparação para os novos desafios do mercado de trabalho atual nessa área de conhecimento, o qual vem sofrendo uma constante evolução.

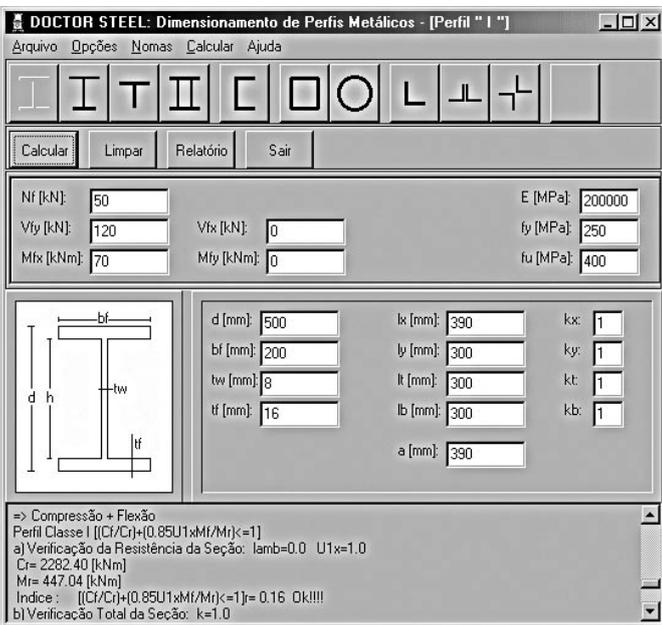


Figura 5. Dimensionamento de perfis de aço.

AGRADECIMENTOS

Os autores deste trabalho agradecem ao grupo ICAD/TecgraF da PUC-RIO, à FINEP e ao Laboratório de Estruturas e Materiais da PUC-RIO. Agradecem também aos alunos Fernando Busato Ramires e Alexandre Almeida Del Sávio pela elaboração dos programas educacionais e pela realização dos ensaios dos protótipos em laboratório.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, S. A. L. de. Semi-Rigid Composite Frames with Perfobond and T-rib Connectors - Part 2: Design Models Assessment. *Journal of Constructional Steel Research*, Estados Unidos, v. 63, n. 1, p. 14-30, 2006.
- ANSYS - Basic Analysis Procedures Guide. 3rd Edition, Release 5.5, 1998.
- MAPLE 6 - Learning Guide, Maplesoft, 2001.
- MELLO, A. V. de A. et al. Dynamical Modelling of Steel Deck Composite Slabs with Geometric Orthotropy. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTATIONAL STRUCTURES TECHNOLOGY, 8th. *Proceedings...* Las Palmas de Gran Canaria : Civil-Comp Press, 2006. v. 1. p. 1-23.
- SANTOS, L. N. L.; REIS, R. Programação de computadores. Linguagem DELPHI. Diretoria de Informática, DINFO, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1998.
- VELLASCO, P. C. G. da S. et al. A parametric analysis of steel and composite portal frames with semi-rigid connections. *Engineering Structures*, Londres, v. 28, n. 4, p. 543-556, 2006.
- _____. Semi-Rigid composite frames with perfobond and T-rib Connectors - Part 1: Full Scale Tests. *Journal of Constructional Steel Research*, Estados Unidos, v. 63, n. 10, p. 1-13, 2006.
- _____. Novos paradigmas para o ensino de estruturas de aço. Disponível em: www.acobrasilis.org.br, n. 2, jul. 2003.

DADOS BIOGRÁFICOS DOS AUTORES



Sebastião Arthur Lopes de Andrade

Graduação em Engenharia Civil, pela Universidade Federal do Paraná; Ano de obtenção: (1973); Mestrado em Engenharia Civil, pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (1977); Doutorado em Engenharia Civil, pela University of Manchester, Inglaterra; (1983). Professor Adjunto Departamento de Estruturas e Fundações da Faculdade de Engenharia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro e Professor Associado, Departamento de Engenharia Civil, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Áreas de atuação profissional: Estruturas Metálicas e Mecânica das Estruturas. Áreas da educação em engenharia: Educação em Engenharia e Desenvolvimento de Softwares Educacionais



Pedro Colmar Gonçalves da Silva Vellasco

Graduação em Engenharia Civil, Eng. Civil na Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, (1984); Mestrado em Engenharia Civil na Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro; (1987); Philosophy Doctor, Ph.D. pelo Imperial College of Science and Technology, (1992). Professor Adjunto/Procientista Departamento de Estruturas e Fundações da Faculdade de Engenharia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Áreas de atuação profissional: Estruturas Metálicas e Mistas, Mecânica das Estruturas e Inteligência Computacional. Áreas da educação em engenharia: Educação em Engenharia e Desenvolvimento de Softwares Educacionais

**Luciano Rodrigues Ornelas de Lima**

Graduação em Engenharia Civil, pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro, (1996); Mestrado em Engenharia Civil, pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (1999); Doutorado em Engenharia Civil, pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro; (2003). Professor Visitante do Departamento de Estruturas e Fundações da Faculdade de Engenharia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Áreas de atuação profissional: Mecânica das Estruturas, Estruturas Metálicas e Inteligência Computacional; Áreas da educação em engenharia: Educação em Engenharia e Desenvolvimento de Softwares Educacionais

**José Guilherme Santos da Silva**

Graduação em Engenharia Civil, pela Universidade Federal do Pará, (1988).

Mestrado em Engenharia Civil, pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro; (1991).

Doutorado em Engenharia Civil, pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, (1996). Professor Adjunto/Procientista do Departamento de Engenharia Mecânica da Faculdade de Engenharia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Áreas de atuação profissional: Mecânica das Estruturas, Mecânica dos Sólidos, e Estruturas Metálicas. Áreas da educação em engenharia: Educação em Engenharia e Desenvolvimento de Softwares Educacionais