

## **O PROGRAMA VISUALMETAL: VERIFICAÇÃO DE ELEMENTOS LAMINADOS E SOLDADOS CONFORME AS PRESCRIÇÕES DA NBR8800/1986**

**Zacarias M. Chamberlain Pravia, D.Sc.** – zacarias@upf.br

Universidade de Passo Fundo, Faculdade de Engenharia e Arquitetura, Curso de Engenharia Civil

Campus I Bairro São José, C.P. 617

99001-970 – Passo Fundo – Rio Grande do Sul

**Juliana Ana Chiarello** – julianaana@pop.com.br

Universidade de Passo Fundo, Faculdade de Engenharia e Arquitetura, Curso de Engenharia Civil

Campus I Bairro São José, C.P. 617

99001-970 – Passo Fundo – Rio Grande do Sul

**Gilnei Artur Drehmer** – gilnei@upf.br

Universidade de Passo Fundo, Faculdade de Engenharia e Arquitetura, Curso de Engenharia Civil

Campus I Bairro São José, C.P. 617

99001-970 – Passo Fundo – Rio Grande do Sul

**Resumo:** *Na linha de trabalho continuada do projeto Etools da UPF (<http://www.ertools.upf.br/>) foi implementado um programa para verificação de elementos de perfis laminados e soldados segundo as prescrições da NBR8800/1986. O objetivo principal do programa é servir de ferramenta computacional de apoio ao ensino de estruturas de aço na verificação de peças comuns na construção metálica. No contexto do programa apresentam-se tabelas sobre características necessárias para representar os aspectos necessários ao ensino e compreensão da NBR8800. Um aspecto positivo do programa é que poderá ser usado no desenvolvimento profissional de projeto de estruturas metálicas. O ambiente utilizado para programar o sistema VISUALMETAL é o DELPHI, permitindo que possa ser executado nos ambientes Windows 95 até Windows XP. Finalmente apresentam-se alguns comentários sobre o uso do programa nas disciplinas de estruturas metálicas nos cursos de Engenharia Civil, Engenharia mecânica e Arquitetura da Universidade de Passo Fundo. O programa em questão é de uso livre, um das metas principais do projeto Etools da UPF.*

**Palavras-chave:** *Software, Ensino, elementos de Estrutura Metálica*

*Sub-Tema: Novas tecnologias e Metodologias no Ensino de Engenharia.*

### **1. INTRODUÇÃO**

O presente artigo descreve o desenvolvimento de uma ferramenta computacional para o dimensionamento de perfis de aço laminados e soldados de seções transversal “I”, “L” e “U”.

Os procedimentos para desenvolvimento dos algoritmos de cálculo do programa são realizados com base nas exigências NBR8800/86.

A utilização desta ferramenta agiliza o processo manual de dimensionamento, que é complexo e demanda tempo, bem como proporciona aos alunos de graduação maior motivação para estudar e discutir conceitos e assuntos referentes às disciplinas de estruturas metálicas, ou até mesmo profissionais da construção metálica, que queiram se adequar às exigências da norma, podem fazer uso do mesmo.

## 2. A INTERFACE DO SISTEMA

Desenvolvido em linguagem de programação Delphi dentro do projeto Etools da UPF no LESE (Laboratório de Ensaios e Sistemas Estruturais – [www.lese.upf.br](http://www.lese.upf.br)), o programa VisualMetal, busca ser de fácil compreensão e de simples funcionamento, principalmente por ser um software que visa ser educativo e compreensivo.

Desta forma para tela principal do programa optou-se em empregar um sistema de menus para as propriedades gerais a todos os tipos de perfil e utilizar-se de botões para abrir as telas principais de dimensionamento das diferentes seções. A estrutura da interface principal pode ser visualizada na Figura 1.

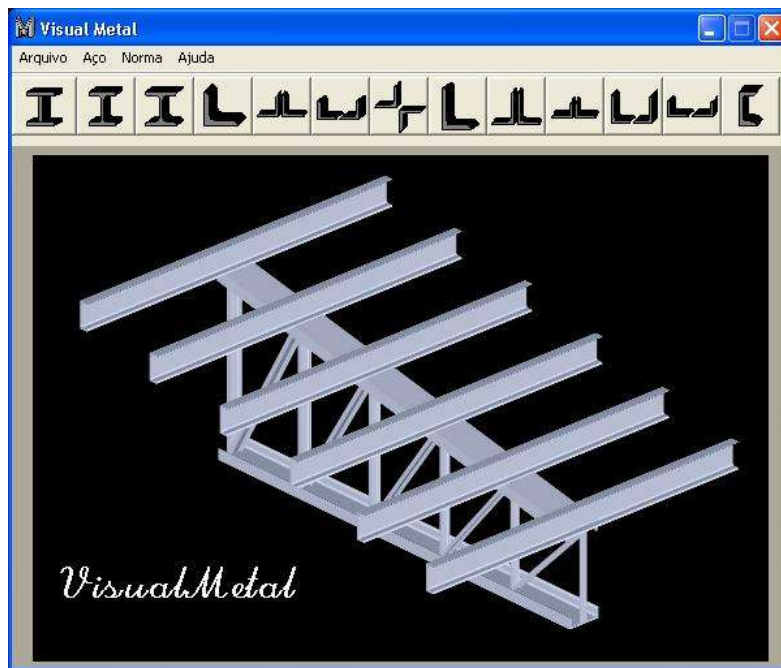


Figura 1 – Tela de interface principal do programa VISUALMETAL

Assim como a interface principal, todas as demais telas do programa, foram desenvolvidas de forma tal que o usuário possa ler e compreender os dados a serem cadastrados bem como os resultados gerados.

Ao falar de cadastramento de dados está se referindo, então, ao uso de tecnologia de banco de dados, que embora seja importante para o desenvolvimento do sistema, é totalmente transparente e o usuário não precisa entender do assunto. Estes dados são facilmente manipulados por botões do navegador, podendo ser alterados, adicionados ou excluídos. Um exemplo da utilização deste processo pode-se verificar no item “Aço” do menu do programa, onde a tela acionada permite ao usuário especificar o tipo de aço a ser utilizado (Vide figura 2).

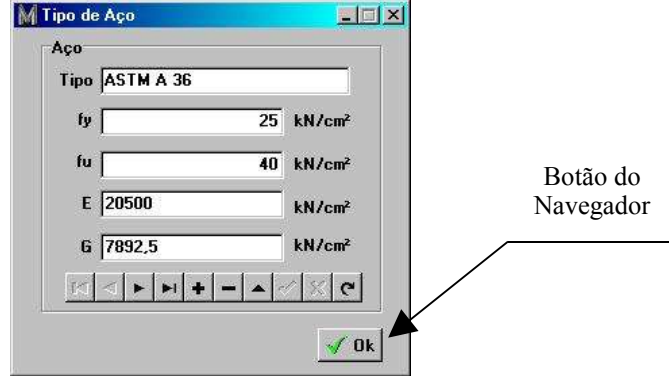


Figura 2 – Tipos de Aços

Esse tipo de mecanismo repete-se para todas as demais telas de interface onde há a necessidade de utilização de um grande número de dados.

### 3. A VERIFICAÇÃO DOS ELEMENTOS

Um exemplo de aplicação dos procedimentos de cálculo para verificação de dimensionamentos pode ser visualizado na figura 3. O primeiro passo seria a determinação da série (de acordo com as normas), posteriormente com a ajuda do botão navegador selecionar um perfil para análise, determinar-se os comprimentos do elemento e as tensões que atuarão no mesmo. Clica-se no botão “Calcular” e verificar se o resultado está “Ok!” ou “Não Ok!”, caso seja “Não Ok!” é necessário adotar-se outro perfil, se “Ok!”, o significa que o perfil suporta ao esforço solicitado. No exemplo pode-se visualizar que algumas solicitações conferem, porém outras não, deste modo sabe-se que tal perfil não pode ser aplicado como um elemento estrutural se submetido a essa solicitações.

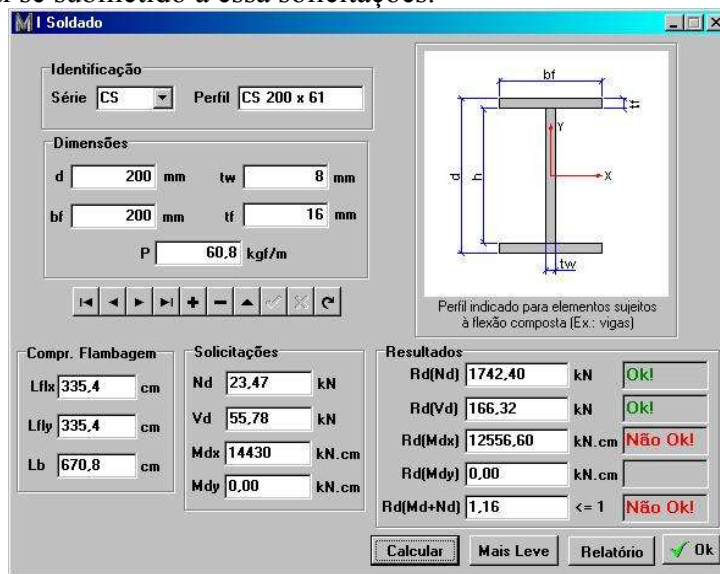


Figura 3 – Dimensionamento de perfil “I” soldado

Outra opção de uso seria o de encontrar o perfil mais leve e que suporte a tal carga, para esta opção basta clicar no botão “Mais Leve” e então o programa procurará na tabela correspondente a série, selecionado o perfil que se enquadre nestes parâmetros.

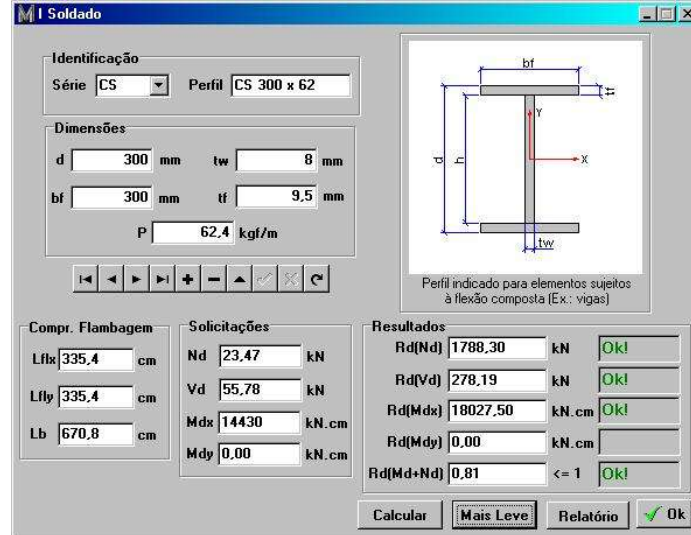


Figura 4 – Dimensionamento de perfil “I” soldado (Mais Leve)

Esse procedimento é aplicado a todos os demais perfis. Veja outro modelo apresentado na Figura 5, com a utilização de uma cantoneira de abas desiguais. Como na prática este elemento é aplicado em elementos que sejam submetidos à força normal, pois normalmente são menos resistentes a flexão que por exemplo um perfil “I”, então o programa permite ao usuário essa opção de cálculo. Neste caso cadastram-se os dados de comprimento e solicitação e através da procura de perfil mais leve adota-se o perfil encontrado como elemento estrutural.

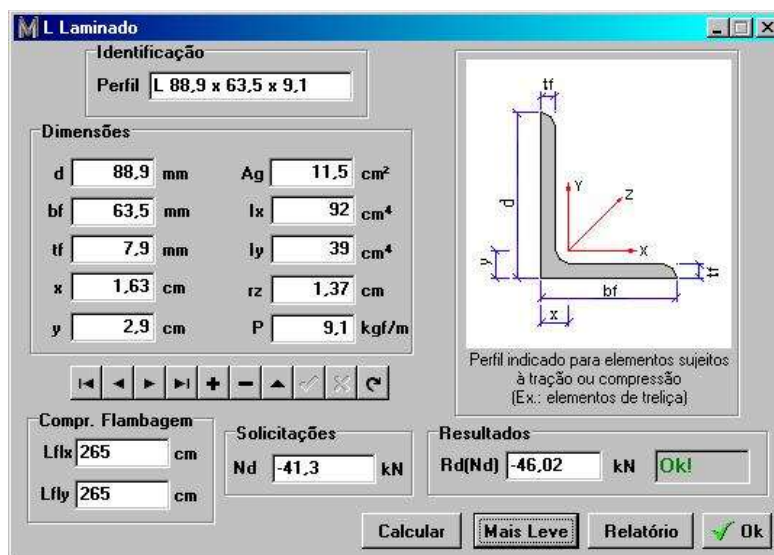


Figura 5 – Dimensionamento de perfil “L” laminado (Mais Leve)

Um diferencial do programa para os demais existentes no mercado é a possibilidade de visualização dos métodos adotados para a conclusão dos resultados, esses são expressos quando o usuário clica no botão “Relatório” e permite que sejam visualizados todos os procedimentos de cálculo detalhados tal qual fossem feitos manualmente. Se escolhermos dimensionar uma cantoneira de abas iguais, seleciona-se essa opção de botão na tela principal de entrada, quando esta é aberta digitamos os dados referentes ao comprimento e solicitação, e através do botão “Mais Leve” adota-se um perfil (Vide figura 6).

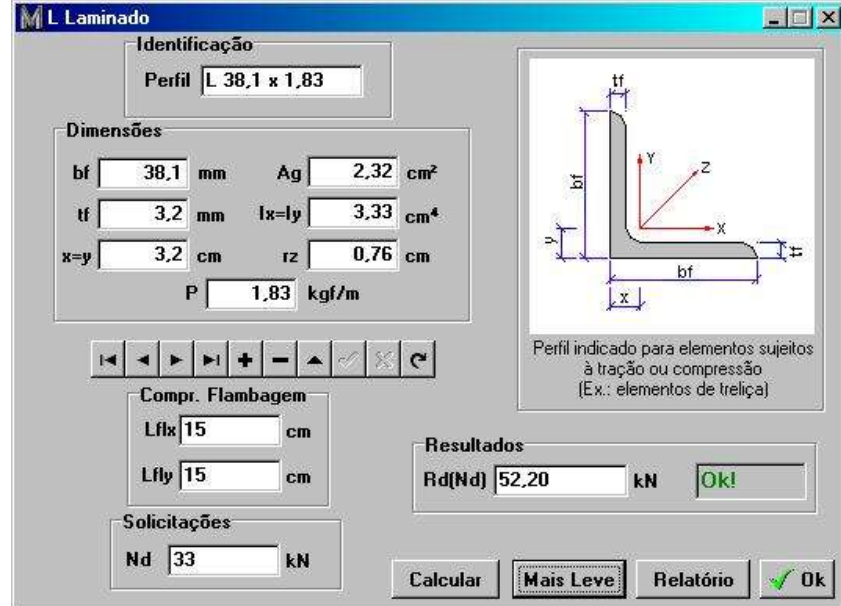


Figura 6 – Janela perfil L de abas iguais

Então clicamos em “Relatório” e o programa mostra uma tela (Figura 7) onde visualiza-se os cálculos para obtenção do esforço resistente da peça.

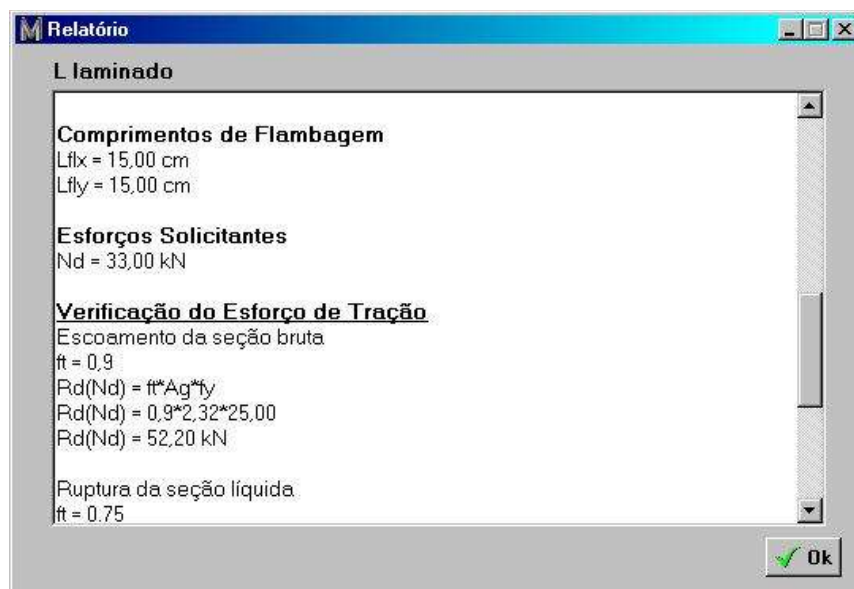


Figura 7 – Tela de relatório

Primeiro são listadas todas as propriedades do aço, escolhidas anteriormente na tela principal no menu em “Aço”, em seguida são mostradas as propriedades do perfil adotado, posteriormente os comprimento e esforços e finalmente os procedimento de cálculo, no caso do exemplo a verificação de força de tração.

Outra visualização dos procedimentos de cálculo pode ser feita no sistema de ajuda do programa, que apresenta os fluxogramas de cálculo, algumas informações contextuais, como as específicas no capítulo anterior, e exemplos aplicativos que auxiliam no entendimento do dimensionamento. Para o usuário acionar este conteúdo basta que na tela principal do programa ele clique no menu “Ajuda” para que todos esse algoritmos possam ser consultados.

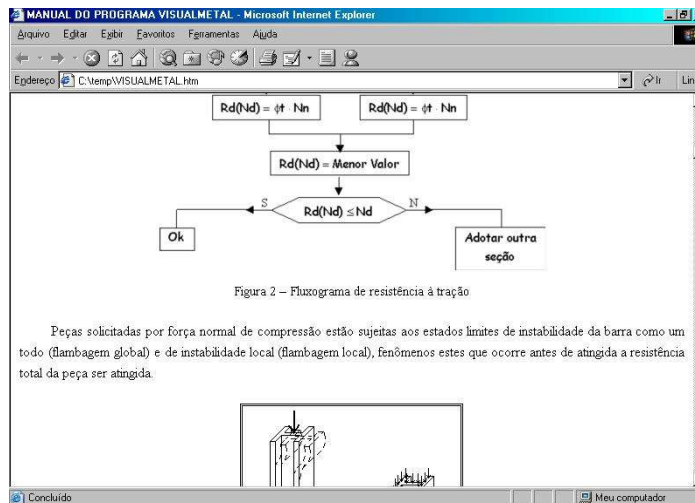
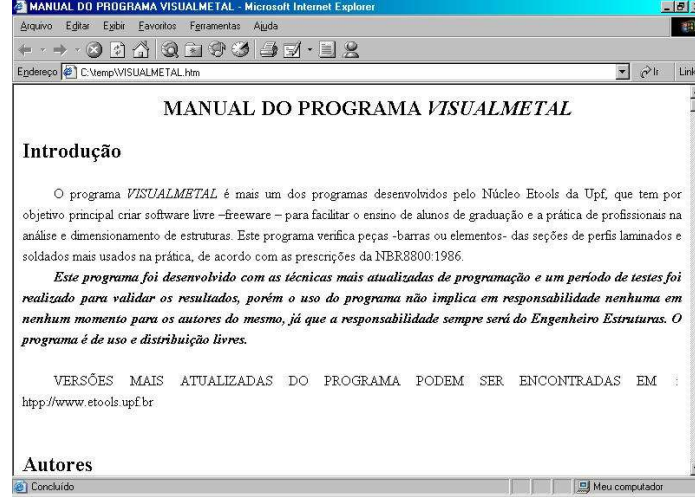


Figura 8 – Imagens da ajuda do sistema

É importante ressaltar que cada tela, das diferentes seções, apresenta recomendações relacionadas com ao uso mais freqüente para cada perfil. Esse dado demonstra de modo geral para quais solicitações o perfil é mais indicado, e em que elemento estrutural é comumente utilizado, possibilitando assim ao usuário a escolha de uma seção mais confiável.

Figura 9 – Perfil “U” laminado

#### 4. OUTRAS VERIFICAÇÕES FEITAS PELO PROGRAMA

A norma impõe certos limites de dimensões para as peças, a fim de evitar o comprometimento dos elementos estruturais. Essas verificações são feitas pelo sistema e são expressas em forma de mensagens de recomendações. Na figura 10 é possível visualizar uma mensagem emitida pelo programa no momento em que a esbeltez de um elemento comprimido é maior que a especificada pela norma, no caso um deve ser menor que 200, então se recomenda a seleção de outra seção, além de normalmente expressar qual item da norma reverencia tal situação.



Figura 10 – Limite de esbeltez

Mais um modelo de mensagem é a verificação da espessura dos espaçadores que neste caso não pode ser menor que a espessuras da abas das cantoneiras.

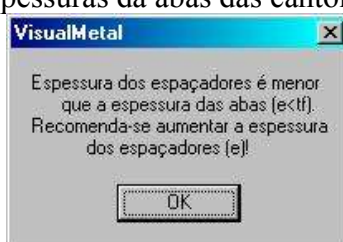


Figura 11 – Espessura do espaçador

Nas cantoneiras combinadas também é expresso a distância máxima dos espaçadores. Na figura abaixo este dado pode ser visualizado.

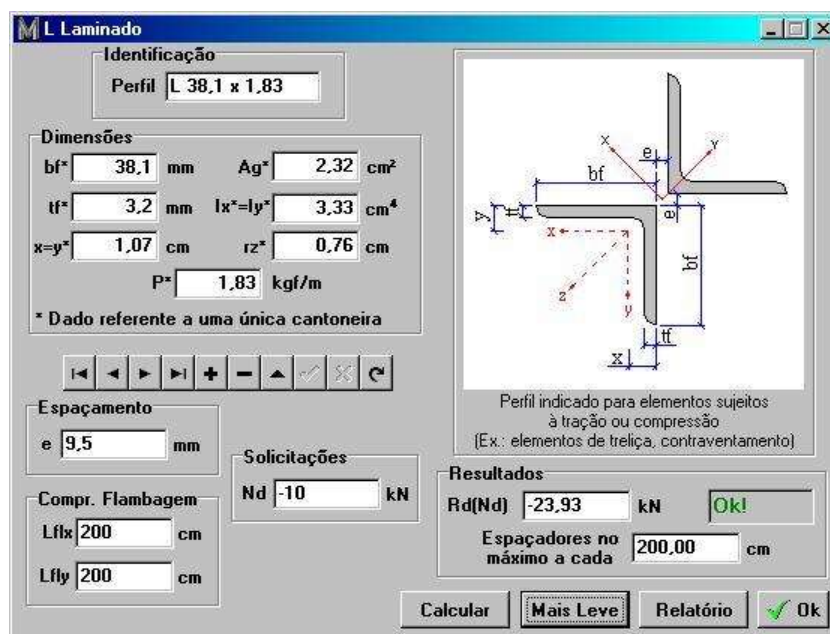


Figura 12 – Cantoneiras compostas

#### 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sistema computacional aqui proposto permite:

Que a aprendizagem dos acadêmicos para o dimensionamento de elementos de estrutura metálica seja simplificada e ao mesmo tempo permita verificar redução de peso no dimensionamento, atitude esta que permite reduzir os custos de maneira importante;

O uso profissional deste programa, permitiria que o dimensionamento de muitas estruturas seja feito de maneira correta, isto é, dentro das prescrições da Norma NBR8800/1986;

A dificuldade real apresentada na verificação de peças ou elementos, ao menos com as seções aqui apresentadas, fica minimizada com o uso do programa VisualMetal, principalmente porque o programa mostra os cálculos num relatório que se assemelha aos cálculos manuais, ou seja atinge os objetivos necessários a construção de um memorial de cálculo.

Por outro lado é correto ressaltar a importância de desenvolver programas para as mais diversas aplicações da engenharia, já que o conhecimento técnico necessário para o desempenho adequado dessas tarefas apenas é possuído pelos profissionais ou acadêmicos da própria área.

O sistema passou por centenas de testes nos últimos meses, e ainda continua sendo testado, porém está pronto para ser lançado na sua primeira versão junto com a publicação deste artigo no site Etools da UPF ([www.etoools.upf.br](http://www.etoools.upf.br)).

As primeiras avaliações de uso com os alunos estão ainda acontecendo, porém apresentam-se positivas, resultados mais completos serão publicados posteriormente.

Por último, os autores pedem para avaliar o programa, e se necessário enviar erros ou comentários para poder qualificar o uso de programas livres.

### ***Agradecimentos***

A Fundação de ajuda à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul pelas Bolsas concedidas de iniciação científica, a Fundação Universidade de Passo Fundo pelas horas destinadas para os projetos de pesquisa que envolvem o projeto Etools da Universidade de Passo Fundo.

### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS *NBR 5884: Perfil I de aço soldado por arco elétrico – Especificações*. Rio de Janeiro, 2000.

\_\_\_\_\_. *NBR 8800: Projeto e execução de estruturas de aço de edifícios*. Rio de Janeiro, 1986.

CHAMBERLAIN, Z. M. P.; GREHMER, G. A. *Estruturas de aço*. Passo Fundo, Agosto. 2002

PRAVIA, Z. M. C., CHIARELLO, J. A. *Automação da determinação de forças devido ao vento em edificações de planta retangular e cobertura a duas águas segundo a NBR 6123/1988*. Associação Brasileira da Construção Metálica. São Paulo: , v.61, p.38 - 41, 2003.

PFEIL, M.; PFEIL W. *Estruturas de aço dimensionamento prático*. 7. ed. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2000.

QEIROZ, Gilson. *Elementos das estruturas de aço*. Belo Horizonte, 1993.

**THE SOFTWARE VISUALMETAL: VERIFYING LAMINATED AND WELDED ELEMENTS ACCORDING WITH THE PRESCRIPTIONS OF BRAZILIAN STANDARD NBR8800/1986**



**Abstract:** *In the continued work of the project Etools of UPF ([http://www.ertools.upf.br /](http://www.ertools.upf.br/)) a program was implemented for verification of welded and laminated elements according to the prescriptions of NBR8800/1986. The main goal of the program is to serve as a computational tool to the teaching of structures of steel in the verification of common elements in the steel construction. In the context of the program they come with helps on necessary characteristics to the teaching and understanding of NBR8800. A positive aspect of the program is that can be used in the professional development of project of steel structures. The environment used to develop the system VISUALMETAL was DELPHI, allowing that can be executed even in several operational Windows from 95 to Windows XP. Finally some comments on the use of the program in the disciplines of steel structures in the courses of Civil Engineering, mechanical Engineering and Architecture of Passo Fundo University. The program in subject is free use software, one of the main goals of the project Etools of UPF.*

**Key-words:** *Software, teaching, Steel Structures Sections*