

AMBIENTE INTERATIVO DE DIMENSIONAMENTO DE PERFIS CONFORMADOS A FRIO

Walnório Graça Ferreira, DSc - walgraf@npd.ufes.br
Universidade Federal do Espírito Santo. Centro Tecnológico
Departamento de Estruturas e Edificações
Av. Fernando Ferrari, s/n, Goiabeiras
CEP 29060-900-Vitória-E.S

Marcela Scalco Freitas Perim - marcelascalco@terra.com.br

Fernando Musso - musso@npd.ufes.br

José Humberto de Paula - jhdepaula@terra.com.br

Universidade de Brasília
Brasília - DF

Resumo: Os perfis conformados a frio vêm ganhando o mercado da construção civil em relação aos perfis de aço laminados e soldados, porém eles comportam-se estruturalmente diferente destes. Esta diferença se deve não somente ao fato do tipo de conformação a que eles se submetem, mas principalmente, ao fato de serem compostos de chapas de espessuras bem reduzidas, possuindo acentuado comportamento pós-crítico e cálculo de resistência baseado no conceito da largura efetiva associada à flambagem local das paredes finas que compõem os perfis. Deve-se considerar ainda que um elemento estrutural longo formado por chapas esbeltas, além de estar sujeito à flambagem local da chapa e de distorção, está sujeito à flambagem nos modos globais de flexão e de torção. O presente trabalho cria um ambiente interativo de dimensionamento de perfis conformados a frio desenvolvido em Excel[®] avançado, suportando VisualBasic para o dimensionamento à compressão e flexão, com definição de vãos, cargas e perfis. Os perfis podem ser tanto comerciais quanto definidos pelo usuário. Em um ambiente multicolorido e agradável o usuário terá à sua frente todas as verificações da NBR 14.762 (Dimensionamento de Estruturas de Aço Constituídas por Perfis Formados a Frio) e interessantes informações como largura efetiva, flechas, esforços resistentes, esforços de cálculo (resultante da combinação de ações), importantes para o perfeito entendimento do comportamento dessas estruturas.

Palavras-Chave: Estruturas Metálicas, Perfis Conformados à Frio, Ensino, Interatividade.

1 INTRODUÇÃO

O sucesso do franco crescimento dos perfis conformados à frio no mercado brasileiro, se deve às suas vantagens quando comparados aos perfis laminados e soldados. Entre estas vantagens se destacam a leveza final da estrutura, a diversificação de perfis, e a facilidade de fabricação e montagem das estruturas. Eles apresentam ainda a vantagem quanto à escolha da seção transversal, que pode ser fabricada segundo geometrias variadas (Figura 1), com equipamentos de baixo custo quando comparado com aqueles voltados para perfis laminados.



Figura 1 - Exemplos da variedade dos tipos de perfis formados a frio.

Devido à alta esbelteza das chapas que compõem os perfis conformados à frio, existem nuances pertinentes ao seu comportamento às solicitações de uso, tais como compressão e flexão, onde o cálculo destes perfis é abordado pela *NBR 14.762* através do conceito de largura efetiva associada à flambagem local das paredes finas que compõem o perfil. Os dimensionamentos segundo esta abordagem envolvem elaborados e trabalhosos cálculos através de sucessivas aproximações, tornando-se uma tarefa árdua para quem pretende fazê-los e não dispõe de recursos computacionais de cálculo.

2 DEFINIÇÕES

A Figura 2 apresenta as definições associadas aos perfis conformados a frio. *Elemento* é a parte constituinte de um perfil conformado a frio (mesa, alma, enrijecedor, etc); *elemento com bordas vinculadas (elemento AA)* é o elemento plano com as bordas vinculadas a outros elementos na direção longitudinal do perfil; *elemento com borda livre (elemento AL)* é o elemento plano vinculado a outro elemento em apenas uma borda na direção longitudinal do perfil; *enrijecedor de borda simples* é o elemento de borda constituído por um único elemento plano; *elemento com enrijecedor intermediário* é elemento enrijecido entre as bordas longitudinais por meio de enrijecedor(es) intermediário(s) paralelo(s) à direção longitudinal do perfil e *subelemento* é a parte compreendida entre enrijecedores intermediários adjacentes, ou entre a borda e o enrijecedor intermediário adjacente.

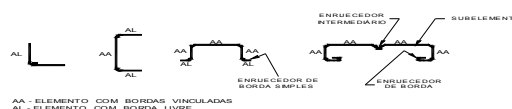


Figura 2- Ilustração dos tipos de elementos componentes de perfis formados a frio

3 LARGURA EFETIVA

Os perfis conformados a frio por serem constituídos de elementos muito esbeltos possuem acentuado comportamento pós-crítico, sendo o cálculo da resistência baseado no conceito de largura efetiva associada à flambagem local daqueles elementos.

A Figura 3 ilustra este conceito. Antes da flambagem a distribuição das tensões de compressão é uniforme (Figura 3a). Após a flambagem da placa, a distribuição é não uniforme com tensão σ_{\max} nas bordas (Figura 3b), com a placa apresentando resistência pós-flambagem. Para levar em conta a redução da capacidade de carga devido à perda de rigidez, provocada pela flambagem, é usado o conceito de largura efetiva, que consiste em substituir a distribuição não uniforme das tensões por uma distribuição uniforme atuando em uma largura fictícia, chamada de largura efetiva (b_{ef}), menor do que b , calculada de modo que a resultante das tensões seja a mesma (“Figura 3c”).

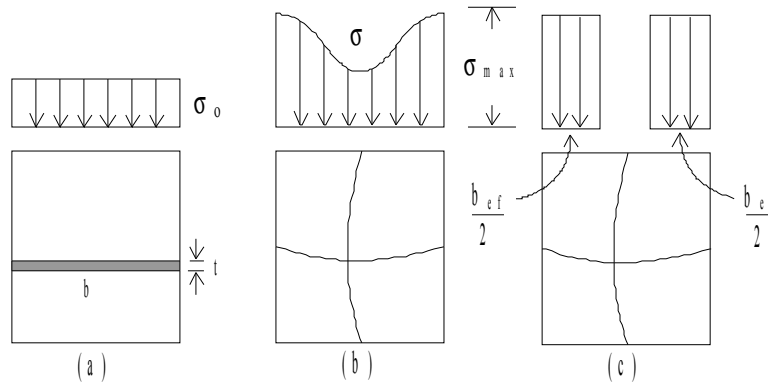


Figura 3 Placa sob compressão

Esse procedimento foi proposto por von Karmann, existindo hoje várias fórmulas para b_{ef} . A norma brasileira adota a seguinte fórmula: $b_{ef} = b(1 - 0,22/\lambda_p) / \lambda_p$.

4 RESISTÊNCIA DE BARRAS SUBMETIDAS À COMPRESSÃO CENTRADA

4.1 Flambagem da barra por flexão, por torção ou por flexo-torção

A força normal de compressão resistente de cálculo $N_{c,Rd}$ deve ser calculada por:

$$N_{c,Rd} = \rho A_{ef} f_y / \gamma \quad (\gamma = 1,1)$$

onde ρ é o fator de redução associado à flambagem, calculado por:

$$\rho = \frac{1}{\beta + (\beta^2 - \lambda_0^2)^{0,5}} \leq 1,0$$

$$\beta = 0,5[1 + \alpha(\lambda_0 - 0,2) + \lambda_0^2]$$

α é o fator de imperfeição inicial. Nos casos de flambagem por flexão, os valores de α variam de acordo com o tipo de seção e eixo de flambagem, conforme Tabela 7 da norma. λ_0 é o índice de esbeltez reduzido para barras comprimidas, dado por:

$$\lambda_0 = \left[\frac{A_{ef} f_y}{N_e} \right]^{0,5}$$

onde A_{ef} é a área efetiva da seção transversal da barra, calculada com base nas larguras efetivas dos elementos, conforme 7.2 (NBR 14762), adotando $\sigma = \rho f_y$. Nesse caso ρ pode ser determinado de forma aproximada, tomando-se diretamente $A_{ef} = A$ para o cálculo de λ_0 , dispensando processo iterativo. N_e é a força normal de flambagem elástica da barra, obtida da menor raiz da equação abaixo:

$$r_0^2(N_e - N_{ex})(N_e - N_{ey})(N_e - N_{et}) - N_e^2(N_e - N_{ey})x_0^2 - N_e^2(N_e - N_{ex})y_0^2 = 0$$

onde N_{ex} ; N_{ey} ; N_{et} ; x_0 ; y_0 ; r_0 são, respectivamente, a carga elástica de flambagem segundo o eixo x , a carga elástica de flambagem segundo o eixo y , a carga elástica de flambagem por

torção, coordenadas do centro de torção e raio de giração polar da seção bruta em relação ao centro de torção.

4.2 Flambagem por distorção da seção transversal

Para as barras com seção transversal aberta sujeitas à flambagem por distorção, a força normal de compressão resistente de cálculo $N_{c,Rd}$ deve ser calculada pelas expressões seguintes:

para $\lambda_{dist} < 1,414$ $N_{c,Rd} = Af_y (1 - 0,25\lambda_{dist}^2) / \gamma$	para $1,414 \leq \lambda_{dist} \leq 3,6$ $N_{c,Rd} = Af_y \{0,055[\lambda_{dist} - 3,6]^2 + 0,237\} / \gamma$
--	---

onde $\gamma = 1,1$; A é área bruta da seção transversal da barra; λ_{dist} é o índice de esbeltez reduzido referente à flambagem por distorção, dado por:

$$\lambda_{dist} = (f_y / \sigma_{dist})^{0,5}$$

sendo σ_{dist} a tensão convencional de flambagem elástica por distorção, calculada pela teoria da estabilidade elástica .

5 RESISTÊNCIA DE BARRAS SUBMETIDAS À FLEXÃO SIMPLES

5.1 Resistência ao momento fletor

O momento fletor resistente de cálculo M_{Rd} deve ser tomado como o menor valor calculado abaixo, onde aplicável:

Início de escoamento da seção efetiva

$$M_{Rd} = W_{ef} f_y / \gamma \quad (\gamma = 1,1)$$

onde W_{ef} é o módulo de resistência elástico da seção efetiva calculado com base nas larguras efetivas dos elementos, com σ calculada para o estado limite último de escoamento da seção;

Resistência à flambagem lateral com torção

O momento fletor resistente de cálculo referente à flambagem lateral com torção, tomando-se um trecho compreendido entre seções contidas lateralmente, deve ser calculado por:

$$M_{Rd} = [\rho_{FLT} W_{c,ef} f_y] / \gamma \quad (\gamma = 1,1)$$

onde $W_{c,ef}$ é o módulo de resistência elástico da seção efetiva em relação à fibra comprimida, calculado com base nas larguras efetivas dos elementos, adotando $\sigma = \rho_{FLT} f_y$; ρ_{FLT} é o fator de redução associado à flambagem lateral com torção, calculado por:

para $\lambda_0 \leq 0,6$: $\rho_{FLT} = 1,0$

para $0,6 < \lambda_0 < 1,336$: $\rho_{FLT} = 1,11(1 - 0,278\lambda_0^2)$	para $\lambda_0 \geq 1,336$: $\rho_{FLT} = 1/\lambda_0^2$
---	---

$$\lambda_0 = (W_c f_y / M_e)^{0,5}$$

onde W_c é o módulo de resistência elástico da seção bruta em relação à fibra comprimida; M_e é o momento fletor de flambagem lateral com torção, em regime elástico, que pode ser calculado pelas expressões fornecidas pela NBR 14762.

Flambagem por distorção da seção transversal

Para as barras com seção transversal aberta sujeitas à flambagem por distorção, o momento fletor resistente de cálculo deve ser calculado pela seguinte expressão:

$$M_{Rd} = M_{dist} / \gamma \quad (\gamma = 1,1)$$

onde M_{dist} é o momento fletor de flambagem por distorção, dado por:

para $\lambda_{dist} < 1,414$: $M_{dist} = W_c f_y (1 - 0,25 \lambda_{dist}^2)$	para $\lambda_{dist} \geq 1,414$: $M_{dist} = W_c f_y / \lambda_{dist}^2$
---	---

λ_{dist} é o índice de esbelteza reduzido referente à flambagem por distorção, dado por:

$$\lambda_{dist} = (f_y / \sigma_{dist})^{0,5}$$

σ_{dist} é a tensão convencional de flambagem elástica por distorção, calculada pela teoria da estabilidade elástica ou conforme anexo D (NBR 14762). Para as barras com a mesa tracionada conectada a um painel e a mesa comprimida livre (terças com telhas de aço parafusadas, por exemplo), o momento fletor resistente de cálculo, considerando o efeito da referida contenção lateral.

5.2 Resistência à força cortante

A força cortante resistente de cálculo V_{Rd} deve ser calculada por:

para $h/t \leq 1,08(Ek_v/f_y)^{0,5}$ $V_{Rd} = 0,6f_y h t / \gamma$	para $1,08(Ek_v/f_y)^{0,5} < h/t \leq 1,4(Ek_v/f_y)^{0,5}$ $V_{Rd} = 0,65t^2(k_v f_y E)^{0,5} / \gamma$	para $h/t > 1,4(Ek_v/f_y)^{0,5}$ $V_{Rd} = [0,905Ek_v t^3/h] / \gamma$
--	--	---

($\gamma = 1,1$)

onde t é a espessura da alma; h é a largura da alma (altura da parte plana da alma); k_v é o coeficiente de flambagem local por cisalhamento, fornecido pela NBR 14762.

5.3 Momento fletor e força cortante combinados

Para barras sem enrijecedores transversais de alma, o momento fletor solicitante de cálculo e a força cortante solicitante de cálculo na mesma seção, devem satisfazer à seguinte expressão de interação:

$$(M_{Sd} / M_{0,Rd})^2 + (V_{Sd} / V_{Rd})^2 \leq 1,0$$

Quando para barras com enrijecedores transversais de alma, tem-se $M_{Sd}/M_{0,Rd} > 0,5$ e $V_{Sd}/V_{Rd} > 0,7$, deve-se ainda atender a seguinte expressão de interação:

$$0,6(M_{Sd} / M_{0,Rd}) + (V_{Sd} / V_{Rd}) \leq 1,3$$

onde M_{Sd} é o momento fletor solicitante de cálculo; $M_{0,Rd}$ é o momento fletor resistente de cálculo; V_{Sd} é a força cortante solicitante de cálculo; V_{Rd} é a força cortante resistente de cálculo.

6 LARGURA EFETIVA SEGUNDO A NBR 14762

Para o cálculo da resistência de perfis formados por elementos esbeltos, deve ser considerada a redução de sua resistência, provocada pela flambagem local. Para isto, devem ser calculadas as larguras efetivas b_{ef} dos elementos da seção transversal que se encontrem total ou parcialmente submetidos a tensões normais de compressão e são descritos a seguir.

6.1 Elementos AA e AL

Para todos os elementos AA indicados em tabelas 4 da norma e os elementos AL indicados na tabela 5 da norma sem inversão no sinal da tensão ($\psi \geq 0$) tem-se,

$$b_{ef} = b(1 - 0,22/\lambda_p) / \lambda_p \leq b$$

Para elementos AL indicados na tabela 5 da norma com inversão no sinal da tensão ($\psi < 0$) tem-se,

$$b_{ef} = b_c(1 - 0,22/\lambda_p) / \lambda_p \leq b_c$$

onde b é a largura do elemento; b_c é a largura da região comprimida do elemento, calculada com base na seção efetiva; λ_p é o índice de esbeltez reduzido do elemento, definido como

$$\lambda_p = \frac{b / t}{0,95 (kE / \sigma)^{0,5}}$$

Para $\lambda_p \leq 0,673$ a largura efetiva é a própria largura do elemento;

onde t é a espessura do elemento; k é o coeficiente de flambagem local, a ser calculado de acordo com a tabela 4 da norma para elementos **AA**, ou de acordo com a tabela 5 da norma para elementos **AL**; σ é a tensão normal de compressão, definida conforme sua solicitação. Para *compressão* σ é a máxima tensão de compressão; para *flexão* $\sigma = \rho f_y$, sendo ρ o fator de redução associado à flambagem, ou $\sigma = \rho_{FLT} f_y$, sendo ρ_{FLT} o fator de redução associado à flambagem lateral com torção

6.2 Elementos uniformemente comprimidos com um enrijecedor intermediário ou com enrijecedor de borda

Nesta subseção os símbolos e seus respectivos significados são os seguintes:

$$\lambda_{p0} = \frac{b_0 / t}{1,9 (E / \sigma)^{0,5}} \quad \text{para elementos com enrijecedor intermediário}$$

$$\lambda_{p0} = \frac{b / t}{0,623 (E / \sigma)^{0,5}} \quad \text{para elementos com enrijecedor de borda}$$

σ é a tensão normal definida no cálculo de resistência; b_0 é a largura do elemento com enrijecedor intermediário; k é o coeficiente de flambagem local; D, b, d são as dimensões indicadas na “Figura 3”; d_{ef} é a largura efetiva do enrijecedor calculada conforme o cálculo de resistência; d_s é a largura efetiva reduzida do enrijecedor e adotada no cálculo das propriedades da seção efetiva do perfil; A_s é a área reduzida do enrijecedor calculada conforme indicado nesta seção, e adotada no cálculo das propriedades da seção efetiva do perfil. O centróide e os momentos de inércia do enrijecedor devem ser assumidos em relação à sua seção bruta; I_a é o momento de inércia de referência do enrijecedor intermediário ou de borda; I_s, A_{ef} são o momento de inércia da seção bruta do enrijecedor em relação ao seu eixo principal paralelo ao elemento a ser enrijecido e área efetiva do enrijecedor, respectivamente. Para enrijecedor de borda, a região das dobras entre o enrijecedor e o elemento a ser enrijecido não deve ser considerada como parte integrante do enrijecedor.

Elementos uniformemente comprimidos com um enrijecedor intermediário

Para o cálculo da resistência de perfis formados por elementos com um enrijecedor intermediário, deve ser considerada a redução de sua resistência, provocada pela flambagem local. Para isto, deve ser calculada a largura efetiva do elemento e a área efetiva do enrijecedor, conforme descrito a seguir:

Caso I: $\lambda_{p0} \leq 0,673$ ↩ Enrijecedor intermediário não é necessário $b_{ef} = b$ e $A_s = A_{ef}$.

<p>Caso II: $0,673 < \lambda_{p0} < 2,03$ $I_a = 50t^4[1,484\lambda_{p0} - 1]$ b_{ef} e A_{ef} devem ser calculadas com: $k = 3(I_s/I_a)^{0,5} + 1 \leq 4$ $A_s = A_{ef} (I_s / I_a) \leq A_{ef}$</p>	<p>Caso III: $\lambda_{p0} \geq 2,03$ $I_a = [190\lambda_{p0} - 285]t^4$ b_{ef} e A_{ef} devem ser calculadas com: $k = 3(I_s/I_a)^{0,33} + 1 \leq 4$ $A_s = A_{ef} (I_s / I_a) \leq A_{ef}$</p>
---	--

Elementos uniformemente comprimidos com enrijecedor de borda

Para o cálculo da resistência de perfis formados por elementos com enrijecedor de borda, deve ser considerada a redução de sua resistência, provocada pela flambagem local. Para isto, devem ser calculadas as larguras efetivas do elemento e do enrijecedor, conforme descrito a seguir:

Caso I: $\lambda_{p0} \leq 0,673$

enrijecedor de borda não é necessário

$$b_{ef} = b$$

$$d_s = d_{ef} \text{ (para enrijecedor de borda simples)}$$

$$A_s = A_{ef} \text{ (para outros tipos de enrijecedor)}$$

<p>Caso II: $0,673 < \lambda_{p0} < 2,03$ $I_a = 400t^4[0,49\lambda_{p0} - 0,33]^3$ $b_{ef,2} = (I_s/I_a)(b_{ef}/2) \leq (b_{ef}/2)$ $b_{ef,1} = b_{ef} - b_{ef,2}$ b_{ef} deve ser calculada com: $k = (I_s/I_a)^{1/2} (k_a - 0,43) + 0,43 \leq k_a$</p>	<p>Caso III: $\lambda_{p0} \geq 2,03$ $I_a = [56\lambda_{p0} + 5]t^4$ $k = (I_s/I_a)^{1/3} (k_a - 0,43) + 0,43 \leq k_a$</p>
--	---

$k_a = 5,25 - 5(D/b) \leq 4,0$ para enrijecedor de borda simples com $40^\circ \leq \theta \leq 140^\circ$ e $D/b \leq 0,8$, onde θ é indicado na figura 3

$$d_s = (I_s/I_a) d_{ef} \leq d_{ef}$$

$k_a = 4,0$ para outros tipos de enrijecedor

$$A_s = (I_s/I_a) A_{ef} \leq A_{ef}$$

6.3 Cálculo de deslocamentos

Deve ser adotado o mesmo procedimento estabelecido no cálculo de resistência, substituindo σ por σ_n , que é a tensão calculada considerando as combinações de ações para os estados limite de utilização (ver NBR 14762).

7 AMBIENTE INTERATIVO

As próximas seções apresentam a seqüência de *inputs* e *outputs* das planilhas de cálculo para os dimensionamentos à compressão e à flexão .

7.1 Dimensionamento pelas planilhas de compressão

A “Figura 4” a seguir apresenta a primeira parte da planilha, onde o aluno informa o tipo de perfil escolhido para a análise.

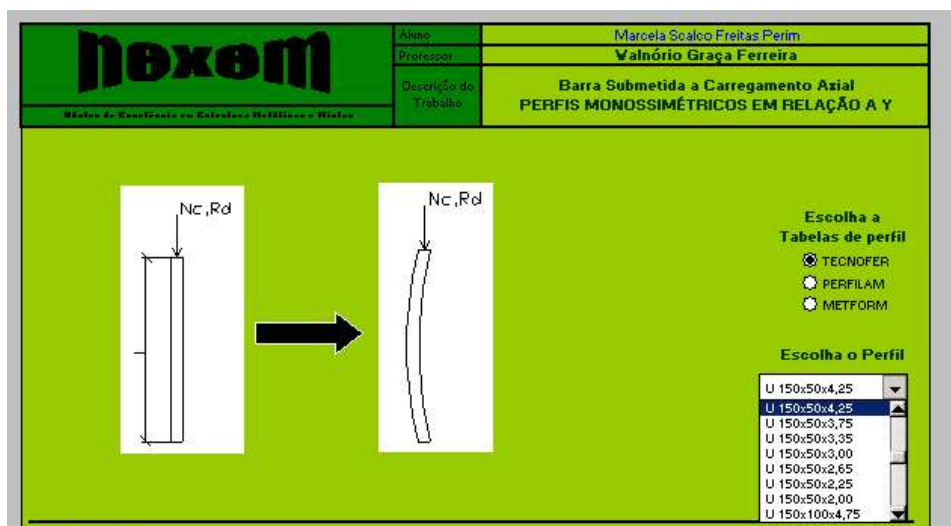


Figura 4 Escolha do perfil

A próxima figura (“Figura 5”) apresenta a parte final de entrada de dados onde o aluno informa os dados para o cálculo das solicitações impostas e da análise, podendo então já visualizar o resultado final.

Projeto Segundo NBR

Análise

Lx (cm)	300
Ly (cm)	300
Lt (cm)	300

kx	1,000
ky	1,000
kt	1,000

E (KN/cm ²)	2050000
G (KN/cm ²)	789250
Ix (cm ⁴)	313,6
Iy (cm ⁴)	21,6
fy (kgf/cm)	2500

Verificação

tente outro perfil

	Permanente	Permanente	Acidental	Acidental	Acidental
Carregamento	KN	KN	KN	KN	KN
No	1	1	1	1	1

Coefficientes de Majoração

	Coefficiente	Minoração
Permanente	1,4	
Permanente	1,3	
Acidental Principal	1,4	
Acidental Secundária	1,4	0,4
Acidental Secundária	1,3	0,3

Resultado: No,sd = 5,05

Figura 5 Entrada de dados da coluna

A sexta figura mostra a visualização dos resultados do cálculo.

Forças Normais de de Flambagem Elástica

Flexão em relação ao eixo y

$N_{ex} = 4855,85$

Flexão-Torção

$N_{ex} = 21766,21$

Modo de Flambagem Governate

Flexão em relação ao eixo y

$N_{ex} = 4855,85$

CURVA: b

Cálculo da Área Efetiva

$\lambda_{cr} = 0,000$

$\alpha = 0,34$

$\rho = 0,521$

Perfil Efetivo

Elemento	Comprimento	λ_p	λ_{p0}	b _{ef}
b1	6,99	0,08		6,99
b2	10,8			
b3	32,0	0,25	0,42	31,98
b4	131,98	0,23		0,00
b5	32,0	0,25	0,42	31,98

RESULTADOS

$N_{c,rd}$ (kgf)

1184

Figura 6 Resultados do cálculo

7.2 Dimensionamento pelas planilhas de flexão

A “Figura 7” a seguir apresenta a primeira parte da planilha onde o aluno informa o tipo de perfil escolhido para a análise à flexão.

Análise

l (m) 3000

Escolha a seção

- 254x203x82
- 254x203x82
- 203x152x52
- 152x127x37
- 127x114x29
- 127x114x27
- 102x102x23
- 102x44x7
- 89x89x19
- 76x76x13

150000
12020
3800

Tecnofer
 Perfilam
 Tecnofer

Projeto Segundo NBR

Coeficientes de Majoração	
Permanente	1,4
Acidental	1,4
Acidental Secundária	0,6
Acidental Secundária	0,7

Verificação		Aproveitamento
Cortante	Ok!	0,15
Momento	ok	0,16
Flecha	Ok!	0,01

Imprimir

Figura 7 Entrada de dados

A próxima figura (“Figura 8”) apresenta a parte final de entrada de dados e a visualização do resultado dos esforços solicitantes e larguras efetivas.

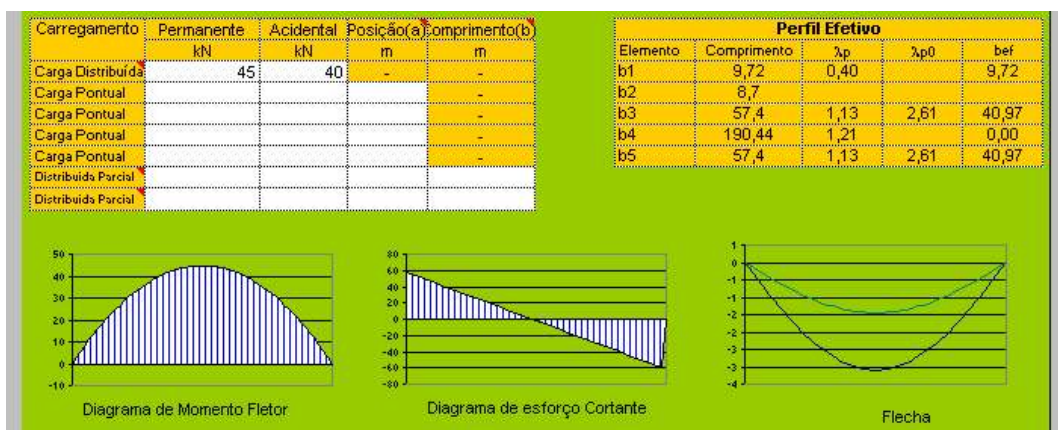


Figura 8 Resultado dos esforços solicitantes e larguras efetivas

A nona figura mostra a visualização dos resultados de cálculo.

RESULTADOS				
M max	F _v max	Flecha Máxima (mm)		
kNm	kN	Permanent	Carga	Total
44,83	-59,76	-1,45		-3,10

Módulo Resistente				
M max	F _v max	Flecha Máxima (mm)		
kNm	kN	Permanent	Carga	Total
44,83	-59,76	-1,45		-3,10

Figura 9 Resultados de cálculo

8 CONCLUSÕES

O ambiente proposto se mostra prático e eficiente, podendo ser firmado como ferramenta de ensino de Perfis Conformados a Frio uma vez que o software base escolhido é o *Excel*[®], ferramenta popularizada de fácil obtenção e de uso disseminado no Brasil.

Agradecimentos

Agradecimentos pelo apoio, suporte e fomento de pesquisas em Estruturas Metálicas ao NEXEM - Núcleo de Excelência em Estruturas Metálicas e Mistas, convênio entre a Universidade Federal do Espírito Santo e a Companhia Siderúrgica de Tubarão.

BIBLIOGRAFIA

- ABNT 14762, Associação Brasileira de Normas Técnicas, **Dimensionamento de Estruturas de Aço Constituídas por Perfis Formados a Frio**, Procedimento. Rio de Janeiro, 2001.
- CARVALHO, P.R.M.; TAMAGNA, A.; ITURRIOZ, I. **Curso Básico de Perfis Formados a Frio**, Porto Alegre: Unisinos, 2003
- FERREIRA, W.F.; FREITAS, A.M.S.; e CARVALHO, P.R.M. **Curso Básico de Perfis Conformados a Frio**, apostila, Departamento de Estruturas e Edificações-CT/Ufes, Vitória, 2002
- FERREIRA, W.F. **Dimensionamento de Elementos de Perfis de Aço Laminados e Soldados. Com Exemplos Numéricos**. Vitória: Editora Grafer, 2004
- FRAGA, S. **Programando com Excel 2000**. Visual Books, Abril 2001
- GHERSI, A.; LANDOLFO, R.; MAZZOLANI, F.M. **Design of Metallic Cold-Formed Thin-Walled Members**. Spon Press, 2002.
- HANCOCK, G.J.; MURRAY, M.M.; ELLIFRITT, D.S. **Cold-Formed Steel Structures to the AISI Specification**. New York: Marcel Dekker, 2001.
- RODRIGUES, F.C. **Perfis Estruturais Formados a Frio: Comportamento e Dimensionamento**, Departamento de Engenharia de Estruturas, Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Estruturas, UFMG, 2000.
- YU, W.W. **Cold-Formed Steel Design**. New York: John Wylie&Sons, 2000.

Interactive Environment of Cold-Formed Steel Design

Abstract: Cold-formed steel structures come gaining the civil construction in relation to the hot-rolled and welded steel sections, however they behave structurally different. First, cold-formed sections are thinner than hot-roller ones. Thin-walled sections are characterized by local instabilities that do not normally lead to failure, but are helped by postbuckling strength; hot-rolled sections rarely exhibit local buckling. The present work creates an interactive environment of cold-formed steel design developed in advanced Excel, supporting VisualBasic for the design to the traction, compression and bending, with definition of spans, loads and sections. The sections can be commercial or defined by the user. In a multicolor enjoyable environment the user will have all the NBR 14.762 verifications and interesting informations, important for the perfect understanding of the cold-formed steel structures behavior.

Key-words: Steel structures, Cold-formed steel structures, Education in engineering, Interactive.