

**UNIVERSIDADE EM TRANSFORMAÇÃO:
INTEGRALIZANDO SABERES E EXPERIÊNCIAS**

2 A 6 DE SETEMBRO/2019



Marque a opção do tipo de trabalho que está inscrevendo:

Resumo **Relato de Experiência** **Relato de Caso**

**DESENVOLVIMENTO DE FERRAMENTA COMPUTACIONAL PARA O
DIMENSIONAMENTO DE PERFIS DE AÇO FORMADOS A FRIO**

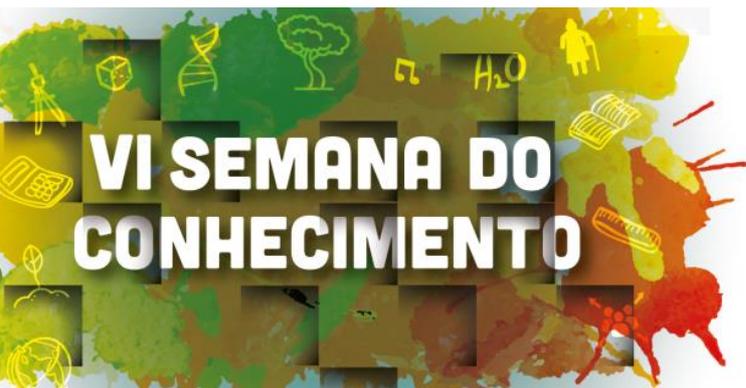
AUTOR PRINCIPAL: Felipe Castelli Sasso

ORIENTADOR: Fernando Busato Ramires

UNIVERSIDADE: Universidade de Passo Fundo

INTRODUÇÃO

As estruturas de aço permitem uma maior velocidade de execução e menores desperdícios de materiais quando comparadas as estruturas de concreto armado. Entre elas, hodiernamente, os perfis formados a frio (PFF) têm sido empregados em larga escala na construção civil, pois propiciam diversas vantagens como flexibilidade nas aplicações e baixo custo de fabricação se comparados aos perfis laminados. Além das vantagens, de acordo com Silva et al. (2014), os PFFs são utilizados de forma eficiente em galpões de pequeno e médio porte, coberturas, mezaninos, casas populares e edifícios de pequeno porte. Para o dimensionamento dos mesmos, são necessários diversos cálculos iterativos de suas propriedades geométricas para a obtenção das resistências de projeto. Desta forma, o presente trabalho tem por objetivo o desenvolvimento de uma ferramenta computacional baseada na norma brasileira ABNT NBR 14762:2012, para o dimensionamento e/ou verificação de perfis de aço formados a frio.



UNIVERSIDADE EM TRANSFORMAÇÃO: INTEGRALIZANDO SABERES E EXPERIÊNCIAS

2 A 6 DE SETEMBRO/2019



DESENVOLVIMENTO:

A metodologia foi dividida em três fases, sendo elas a elaboração de um fluxograma para o método de automatização, o desenvolvimento de rotinas de cálculo automatizadas no software SMath Studio Desktop e, o desenvolvimento de uma ferramenta computacional para implementação das rotinas, etapa em que o projeto se encontra atualmente.

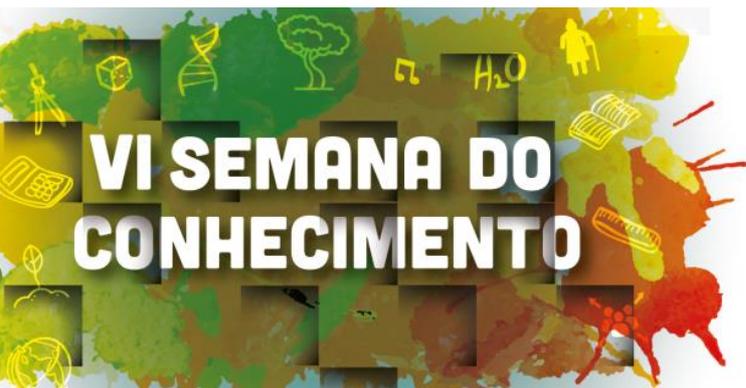
As rotinas foram desenvolvidas para os perfis U simples, U enrijecido, Z enrijecido à 90° e Z enrijecido à 45°, os quais são padronizados pela norma ABNT NBR 6335 - Perfis estruturais de aço formados a frio — Padronização (2012). Nelas, calculou-se as propriedades geométricas e a capacidade de trabalho de cada perfil quando submetidos à tração, à compressão, à flexão simples e, as verificações quanto ao momento fletor e força cortante combinados, à flexo-compressão e quanto ao limite de deslocamento.

As propriedades geométricas dos perfis foram determinadas de acordo com a norma ABNT NBR 6355:2012, a qual fornece expressões obtidas pelo emprego do Método Linear, que consiste em concentrar a massa do perfil na sua linha média, dividindo o perfil em elementos como linhas e arcos, obtendo-se as propriedades dos elementos e, multiplicando os valores determinados pela espessura, de maneira a alcançar a característica geométrica desejada.

A capacidade de trabalho dos perfis foi determinada conforme a norma ABNT NBR 14762 - Dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio (2012). Tais capacidades podem ser calculadas por três métodos, o Método da Largura Efetiva (MLE), o Método da Seção Efetiva (MSE) e o Método da Resistência Direta (MRD). O presente trabalho adotou o MSE para a determinação das capacidades dos perfis. Segundo Carvalho et al. (2014), o processo de dimensionamento sugerido por este método é uma parametrização do MRD, que parte da determinação de esforços resistentes de uma força axial ou um momento fletor, os quais são obtidos considerando limites de comportamento elástico da seção de aço.

O software SMath Studio Desktop, utilizado para a automatização das rotinas, é uma ferramenta computacional matemática, a qual fornece simples funções de programação, viabilizando o método de automatização utilizado nas rotinas.

As rotinas automatizadas foram validadas (tabelas 1 e 2) aplicando-as aos exemplos contidos na obra de Silva et al. (2014). Para a utilização das mesmas, deve-se fornecer dados de entrada, como o modelo estrutural, carregamento, comprimento do elemento, comprimentos e coeficientes de flambagem, propriedades mecânicas do material e dimensões do perfil. Inseridos os dados de entrada, obtêm-se



UNIVERSIDADE EM TRANSFORMAÇÃO: INTEGRALIZANDO SABERES E EXPERIÊNCIAS

2 A 6 DE SETEMBRO/2019



automaticamente os valores das propriedades geométricas, esforços solicitantes, força axial resistente à tração, força axial resistente à compressão, momento fletor resistente à flexão, força cortante resistente à flexão e, as verificações quanto ao momento fletor e força cortante combinados, flexo-compressão e deslocamento máximo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS:

Com as rotinas de cálculo validadas, o método de automatização utilizado nas mesmas, será também utilizado na ferramenta computacional a ser desenvolvida. A linguagem de programação e a plataforma nas quais o software será desenvolvido, são os objetos de estudo no momento. Estão em análise duas possibilidades, o desenvolvimento do software para a plataforma Windows utilizando a linguagem Python, ou para a plataforma Android utilizando a linguagem Java.

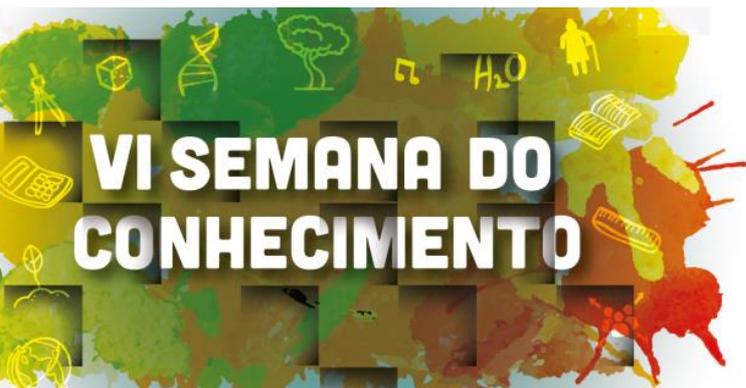
REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6355**: Perfis estruturais de aço formados a frio – Padronização. Rio de Janeiro, 2012.

_____. **NBR 14762**: Dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio. Rio de Janeiro, 2012.

CARVALHO, P. R. M. de; GRIGOLETTI, G.; BARBOSA, G. D. **Curso básico de perfis de aço formados a frio**. 3. ed. Porto Alegre: [s. n.], 2014.

SILVA, E. L.; PIERIN, I.; SILVA, V. P. e. **Estruturas compostas por perfis formados a frio**: dimensionamento pelo método das larguras efetivas e aplicação conforme ABNT NBR 14762:2010 e ABNT NBR 6355:2012. Rio de Janeiro: Instituto Aço Brasil / CBCA, 2014.



UNIVERSIDADE EM TRANSFORMAÇÃO: INTEGRALIZANDO SABERES E EXPERIÊNCIAS

2 A 6 DE SETEMBRO/2019



ANEXOS

Tabela 1 – Validação das rotinas automatizadas para barra submetida à compressão

BARRA SUBMETIDA À COMPRESSÃO								
	N_{ex} (kN)	N_{ey} (kN)	N_{ez} (kN)	N_{exz} (kN)	N_e (kN)	χ	A_{ef} (cm ²)	$N_{c,Rd}$ (kN)
Exemplo 04 (SILVA et al., 2014)	54,47	12,49	10,55	9,57	9,57	0,124	2,71	7,0
Rotina automatizada	54,47	12,48	10,55	9,58	9,58	0,124	2,71	7,0

Fonte: (O autor, 2019)

Tabela 2 – Validação das rotinas automatizadas para barra submetida à flexão simples

BARRA SUBMETIDA À FLEXÃO SIMPLES									
	W_{ef} (cm ³)	$M_{Rd,ef}$ (kN.cm)	M_e (kN.cm)	λ_0	χ_{FLT}	W_{ef} (cm ³)	$M_{Rd,fit}$ (kN.cm)	M_{Rd} (kN.cm)	V_{Rd} (kN)
Exemplo 07 e 09 (SILVA et al., 2014)	8,6	195,45	71,1	1,762	0,322	8,83	64,6	64,6	13,45
Rotina automatizada	8,6	195,35	71,05	1,763	0,322	8,83	64,6	64,6	13,45

Fonte: (O autor, 2019)