



DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE DE VERIFICAÇÃO DE PERFIS LAMINADOS E SOLDADOS

Marcus Vinícius Romeiro Clemente

MSc. José Francisco Anunciação Pinto

Curso: Engenharia Civil Período: 10º Área de Pesquisa: Perfis Metálicos

Resumo: A implementação do uso de estruturas metálicas tem cada vez mais ganhado força, por ser um material eficiente, e possibilitando arquiteturas que seriam inviáveis através dos métodos tradicionais, porém, apresenta processo de cálculo bastando rígidos e sem espaço para erros. Esse trabalho tem o intuito de facilitar esse processo, baseando-se nas premissas da NBR 8800:2008, através do uso da programação, utilizando a plataforma *Visual Studio* assistido pela linguagem de programação Python, desenvolvendo um software capaz de executar essas verificações de forma rápida e confiável, reduzindo o tempo gasto na verificação e conservando as vantagens do uso do aço na construção civil. Proposto inicialmente a possibilidade de dimensionamento dos perfis Laminados do tipo I, H e U, e perfis Soldados das series CS, VS e CVS, de forma a complementar software desenvolvido previamente. Tal objetivo não foi alcançado, e, portanto, não apresentando resultados a serem discutidos. O programa, no entanto, ainda se mostra funcional, sendo possível a verificação dos perfis Laminados I e H, assim como perfis Soldados tipo CS, VS e CVS, apresentando uma interface mais intuitiva e eliminando erros presentes na versão anterior.

Palavras-chave: Python, Ferramenta Computacional, Perfis Metálicos, NBR 8800:2008, Dimensionamento.

Abstract: The implementation of the use of metallic structures has been gaining more and more strength, for being an efficient material, and making possible architectures that would be impracticable through the traditional methods, however, it presents a process of calculation that is rigid and without space for errors. This work aims to facilitate this process, based on the premises of NBR 8800:2008, through the use of programming, using the Visual Studio platform assisted by Python programming language, developing a software capable of performing these checks quickly and reliably, reducing the time spent on verification and preserving the advantages of using steel in civil construction. Initially I propose the possibility of sizing Rolled profiles type I, H and U, and Welded profiles of CS, VS and CVS series, in order to complement previously developed software. This objective has not been achieved, and therefore does not present results to be discussed. The program, however, still shows itself to be functional, being possible to check the rolled profiles I and H, as well as welded profiles type CS, VS and CVS, presenting a more intuitive interface and eliminating errors present in the previous version.

Keywords: Python, Computational Tool, Steel Profiles, NBR 8800:2008, Dimensioning.

SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO	4
2 – DESENVOLVIMENTO	5
2.1 – Referencial Teórico	5
2.1.1 – Estruturas Metálicas	5
2.1.2 – Propriedades do Aço	5
2.1.2.1 – Propriedades Mecânicas	5
2.1.2.2 – Coeficientes de ponderação das resistências	6
2.1.2.3 – Estados-Limites.....	6
2.1.3 – Propriedades dos perfis metálicos	6
2.1.3.1 – Quanto a Geometria das peças	6
2.1.3.2 – Esbeltez	7
2.1.3.3 – Comprimento de Flambagem	7
2.1.4 – Dimensionamento	8
2.1.4.1 – Força Axial de Compressão Resistente de Cálculo	8
2.1.4.2 – Momento Resistente de Cálculo	9
2.1.4.3 – Combinação de Esforços Solicitantes	9
2.1.5 – Aplicação da Linguagem Python	10
2.2 – Metodologia	10
2.2.1 – Foco da Pesquisa	10
2.2.2 – Objetivos	10
2.2.3 – Definições	10
2.2.4 – Limitações.....	11
2.2.5 – Apresentação do Software	11
2.2.5.1 – Tela de entrada	11
2.2.5.2 – Verificações.....	11
2.2.5.2 – Banco de dados	11
3 – DISCUSSÃO DE RESULTADOS	11
4 – CONCLUSÕES	12
5 – REFERÊNCIAS.....	13
6 – ANEXO.....	14

1 – INTRODUÇÃO

Dada a versatilidade e eficiência do uso do aço na construção civil, com estruturas mais esbeltas, com maiores vãos e aplicabilidade, não muito tempo atrás, cerca de 200 anos, ele começou a ser utilizado na Inglaterra e desde então seu uso proliferou-se pelo globo. No Brasil, no entanto, tal uso demorou um pouco mais para dar início, por volta do fim do século XIX e início do século XX através de peças importadas, e somente em 1946 iniciou-se a produção em âmbito nacional. E como marco mais recente para uso do aço no país, em 2002 foi criado o Centro Brasileiro da Construção em Aço (CBCA), com o intuito de difundir o uso do aço na construção civil, promovendo análises e pesquisas sobre o uso do aço, aperfeiçoando e criando novas normas a fim de explorar melhor fundo o seu potencial, assim como aumentar a segurança na sua utilização.

A utilização de softwares na engenharia civil pode ser considerada como um grande marco na história da construção civil. O que antes levava meses para ser elaborado com suas devidas análises e considerações acerca da segurança, o que poderia tornar tal método construtivo ou designs um tanto quanto inviável, hoje se tornou mais acessível, através da evolução no uso de softwares na construção, com projetos relativamente rápidos, dada a referência, e dados confiáveis. A capacidade de análises de dados por computadores cresceu absurdamente, acarretando em aumento de produtividade e também na redução do custo dos mesmos, o que por sua vez tornou a presença desses equipamentos na sociedade algo considerado como básico e essencial.

O uso dessas ferramentas atinge todas as áreas da construção civil, tornando mais dinâmicas tanto nas fases de elaboração de projetos quanto na execução, “as principais características de softwares são tornar o trabalho mais fácil e rápido de ser executado, mais preciso, menos oneroso, assim como reduzir o custo total, a carga de trabalho e mão de obra em comparação com o trabalho que é feito manualmente” (ASMAA G. SALIH1, 2014, p. 317), (tradução nossa)^[1].

E com esse intuito, esse trabalho propõe a elaboração de um software simples, intuitivo e de amplo uso, tanto na área acadêmica, quanto na área profissional na verificação dos principais perfis soldados e laminados de aço. Com foco em perfis simples do tipo I, H e U. Para isso serão tomadas como base as recomendações da NBR 8800 de 2008, que abrange estruturas de aço e estruturas mistas de aço e concreto, e como ferramenta principal de programação, será utilizada a linguagem Python, dentro da plataforma Visual Studio.

[1] “software’s general features make the work easier and faster to be performed, more accurate, time saving, as well as reducing the total cost, the workload and manpower compared to the work that is done manually.”

2 – DESENVOLVIMENTO

2.1 – Referencial Teórico

2.1.1 – Estruturas Metálicas

O primeiro material siderúrgico adotado na construção foi o ferro fundido, e sua utilização na construção civil deu-se na construção de pontes em arco e treliçadas nos elementos que estavam sujeitos à compressão. Aço forjado por sua vez era utilizado em elementos submetidos à tração (PFEIL; PFEIL, 2009).

De acordo com Pfeil e Pfeil (2009, p. 2), o aço, por sua vez, só começou a ser utilizado no século XIX, pois o método de produção do mesmo, na época, por ser ineficiente, o tornava inviável para utilização em grande escala. Tal realidade mudou com a invenção de um forno, por Henry Bessemer, o que permitiu a produção em larga escala, viabilizando a sua utilização. E com o tempo, novos processos mais eficientes vieram surgindo, ocasionando na gradual substituição do ferro fundido e forjado por aço.

A utilização do aço se mostra interessante pelas características do material, com resistências elevadas “As resistências à ruptura por tração ou compressão dos aços utilizados em estruturas são iguais, variando entre amplos limites, desde 300 MPa até valores acima de 1 200 Mpa” (PFEIL; PFEIL, 2009, p. 1) e peso reduzido, o tornando um material eficiente para se utilizar na construção civil. O fator segurança também é um ponto positivo, considerando que as peças seguem um padrão de produção rígido, com composição homogeneia e valores característicos bem definidos.

2.1.2 – Propriedades do Aço

2.1.2.1 – Propriedades Mecânicas

Não há somente um tipo de aço, mas sim uma vasta gama de variações, e cada uma delas com diferentes propriedades mecânicas, sabendo que aço é uma liga de ferro e carbono, e com variadas proporções dessa combinação, se dá variadas propriedades, “O aço e o ferro fundido são ligas de ferro e carbono, com outros elementos de dois tipos: elementos residuais decorrentes do processo de fabricação, como silício, manganês, fósforo e enxofre, e elementos adicionados com o intuito de melhorar as características físicas e mecânicas do material denominados elementos de liga.” (PFEIL; PFEIL, 2009, p. 1). E de forma a padronizar algumas dessas propriedades, a NBR 8800 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2008, p. 13) adotou alguns valores para constantes físicas do aço que é usado em estruturas, e os mesmos se encontra na versão de uma tabela em Estruturas de Aço, Pfeil e Pfeil.

QUADRO 1: Constantes físicas do aço

Constantes Físicas dos Aços (faixa normal de temperaturas atmosféricas)

Constante Física	Valor
Módulo de deformação longitudinal, E	200.000–210.000* MPa
Coefficiente de Poisson, ν	0,3
Coefficiente de dilatação térmica, β	12×10^{-6} por °C
Massa específica, ρ	7 850 kg/m ³

*Faixa de variação dos valores médios de E : valor adotado pela NBR8800 = 200.000MPa.

Fonte: (PFEIL; PFEIL, 2009, p. 307)

2.1.2.2 – Coeficientes de ponderação das resistências

No intuito de considerar a variação da resistência do aço, ocasionada por erros na construção, e/ou pelo fato das características e casos encontrados em análises de corpos de provas nem sempre são os mesmo presentes no uso real do aço, esses coeficientes visam remover esse fator de risco, sendo aplicados na obtenção da resistência de cálculo, minorando as resistências dessas peças, evitando que essas peças venham a ruir.

QUADRO 2: Valores dos coeficientes de ponderação das resistências γ_m

Combinações	Aço estrutural γ_a	
	Escoamento, flambagem e instabilidade γ_{a1}	Ruptura γ_{a2}
Normais	1,10	1,35
Especiais ou de Construção	1,10	1,35
Excepcionais	1,00	1,15

Fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR8800:2008, p. 23.

2.1.2.3 – Estados-Limites

Há dois tipos, Estados-Limites Últimos (ELU) e Estados-Limites de Serviço (ELS), definidos segundo a NBR 8800 da seguinte forma:

Os estados-limites últimos estão relacionados com a segurança da estrutura sujeita às combinações mais desfavoráveis de ações previstas em toda a vida útil, durante a construção ou quando atuar uma ação especial ou excepcional. Os estados-limites de serviço estão relacionados com o desempenho da estrutura sob condições normais de utilização. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 8800:2008, p. 14).

Sendo ELU o caso mais extremo de uma estrutura, e é nesse caso que os dimensionamentos são feitos, que caso as cargas atuantes na estrutura não sejam atendidas, a mesma pode vir a colapso.

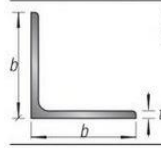
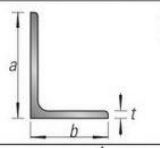
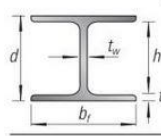
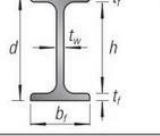
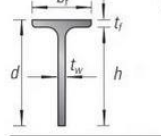
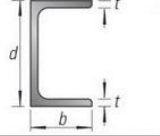
2.1.3 – Propriedades dos perfis metálicos

2.1.3.1 – Quanto a Geometria das peças

A geometria da peça é fator fundamental para o dimensionamento de uma estrutura, tendo em vista que as propriedades geométricas, utilizadas em cálculo, assim como as formulas, dependem da geometria da peça. E como utilizamos perfis com dimensões padronizadas, a única incógnita é a definição de qual perfil escolher, e esses se dividem por categorias, dependendo de seus formatos.

De forma intuitiva, suas classificações se baseiam no formato de suas seções transversais, sendo eles os perfis do tipo **I**, cantoneiras denominadas tipo **L**, perfis do tipo **H**, **U** e **T**.

QUADRO 3: tipos de perfis

	Cantoneira de abas iguais largura da aba: b espessura da aba: t		Cantoneira de abas desiguais largura da aba: a largura da aba: b espessura da aba: t
	Perfil H largura da mesa: b_f espessura da mesa: t_f espessura da alma: t_w altura da alma: h altura do perfil: d		Perfil I ou duplo Tê largura da mesa: b_f espessura da mesa: t_f espessura da alma: t_w altura da alma: h altura do perfil: d
	Perfil T largura da mesa: b_f espessura da mesa: t_f espessura da alma: t_w altura da alma: h altura do perfil: d		Perfil U, ou canal largura da aba: b espessura da aba: t altura do perfil: d

Fonte: PINHEIRO, 2005, p. 2.

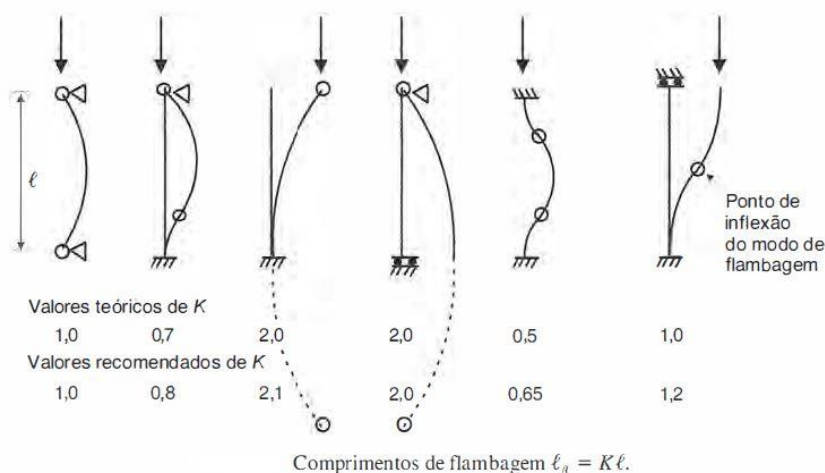
2.1.3.2 – Esbeltez

De acordo com a NBR 8800 (2008), pode ser definida como a relação entre largura e espessura (b/t) da seção transversal da peça. Representado no quadro 4 (VER ANEXO) estão os pontos a serem considerados para b e t em diferentes casos.

2.1.3.3 – Comprimento de Flambagem

É compreendido pela multiplicação do comprimento da peça (l) pelo coeficiente de flambagem (K), esse que varia de acordo com as condições de apoio, presentes no quadro 5. E segundo PFEIL e PFEIL (2009) o comprimento de flambagem se traduz na distância entre os pontos de momento nulo (pontos de inflexão) da haste comprimida, deformada lateralmente.

QUADRO5: coeficiente de flambagem



Fonte: PFEIL: PFEIL, 2009, p. 124.

2.1.4 – Dimensionamento

No processo de dimensionamento de perfis metálicos, é adotado como ideia inicial que os esforços resistentes necessitam ser superiores aos esforços solicitantes, para que a mesma não venha a colapsar, garantindo estabilidade e segurança à estrutura como um todo. E em um processo real de dimensionamento, já é sabido inicialmente os valores solicitantes, sendo necessário a correta análise e cálculos para ter como resultado um dimensionamento eficiente, atendendo às solicitantes.

2.1.4.1 – Força Axial de Compressão Resistente de Cálculo

De acordo com a NBR 8800 (2008), A força axial de compressão resistente de cálculo, representada por $N_{c,Rd}$, que é associada aos estados-limites últimos de instabilidade por flexão, por torção ou flexo-torção e de flambagem local, deve ser determinada pela expressão:

$$N_{c,Rd} = \frac{\chi Q A_g f_y}{\gamma_{a1}}$$

Onde:

χ é o fator de redução associado à resistência a compressão, calculado com base no índice de esbeltez reduzido (λ_0), dado pela formula:

$$\lambda_0 = \sqrt{\frac{Q A_g f_y}{N_e}}$$

Sendo N_e a força axial de flambagem elástica.

Retornando dois valores diferentes para χ , variando de acordo com o resultado:

$$\lambda_0 \leq 1,5: \chi = 0,658^{\lambda_0^2}$$

Ou

$$\lambda_0 > 1,5: \chi = \frac{0,877}{\lambda_0^2}$$

Q é o fator de redução total associado à flambagem local, obtido a partir da geometria da peça pelas equações dos elementos isolados AA (apoiado-apoiado) e elementos isolados AL (apoiado-livre).

A_g é a área bruta da seção transversal da barra.

f_y é a resistência ao escoamento do aço.

γ_{a1} é o coeficiente de ponderação relacionado ao escoamento, flambagem e instabilidade.

2.1.4.2 – Momento Resistente de Cálculo

Seguindo orientações da NBR 8800 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR8800;2008, p. 47), “Para assegurar a validade da análise elástica, o momento fletor resistente de cálculo não pode ser tomado maior que $(1,50W \cdot f_y)/\gamma_{a1}$, sendo **W** o módulo de resistência elástico mínimo da seção transversal da barra em relação ao eixo de flexão.

$$M_{Sd} \leq M_{Rd} \leq \frac{1,5 W \cdot f_y}{\gamma_{a1}}$$

Onde:

M_{Sd} é o momento solicitante de cálculo;

M_{Rd} é o momento resistente de cálculo.

São utilizados para o dimensionamento as dimensões da área de seção transversal em relação ao comprimento para a verificação da flambagem no elemento em questão. É então feita a análise em cada eixo de deflexão, sendo esses FLA (flambagem local da alma), FLM (flambagem local da mesa comprimida), FLT (flambagem local com torção). Após a verificação de cada item, é adotado o menor valor para determinação do momento fletor máximo suportado pela peça ao ser submetida à força axial de compressão, fazendo assim com que o menor valor seja um fator limitante.

2.1.4.3 – Combinação de Esforços Solicitantes

De acordo com a NBR 8800 (2008), para o cálculo da combinação dos esforços, certas limitações devem ser cumpridas, e essas são dadas pelas formulas:

$$\text{para } \frac{N_{Sd}}{N_{Rd}} \geq 0,2$$

$$\text{para } \frac{N_{Sd}}{N_{Rd}} < 0,2$$

$$\frac{N_{Sd}}{N_{Rd}} + \frac{8}{9} \left(\frac{M_{x,Sd}}{M_{x,Rd}} + \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,Rd}} \right) \leq 1,0 \quad \frac{N_{Sd}}{2 N_{Rd}} + \left(\frac{M_{x,Sd}}{M_{x,Rd}} + \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,Rd}} \right) \leq 1,0$$

Onde:

N_{Sd} é a força axial solicitante de cálculo de tração ou de compressão, a que for aplicável;

N_{Rd} é a força axial resistente de cálculo de tração ou de compressão, a que for aplicável;

M_{x,Sd} e **M_{y,Sd}** são os momentos fletores solicitantes de cálculo, respectivamente em relação aos eixos x e y da seção transversal;

M_{x,Rd} e **M_{y,Rd}** são os momentos fletores resistentes de cálculo, respectivamente em relação aos eixos x e y da seção transversal.

2.1.5 – Aplicação da Linguagem Python

Uma ferramenta pratica e acessível, como explica Coelho F.:

O Python é uma linguagem de programação dinâmica e orientada a objetos, que pode ser utilizada no desenvolvimento de qualquer tipo de aplicação, científica ou não. O Python oferece suporte à integração com outras linguagens e ferramentas, e é distribuído com uma vasta biblioteca padrão. Além disso, a linguagem possui uma sintaxe simples e clara, podendo ser aprendida em poucos dias. O uso do Python é frequentemente associado com grandes ganhos de produtividade e ainda, com a produção de programas de alta qualidade e de fácil manutenção. (COELHO, F. C., 2011, p. 2).

A utilização da mesma visa facilitar o processo de criação desse *software*, buscando os meios mais práticos e rápidos, de fácil aprendizado e aplicação.

Esse trabalho terá como base um artigo que compartilha dos mesmos objetivos, a de criação de um software para verificação de perfis metálicos, “O presente trabalho tem por definição o desenvolvimento de uma ferramenta computacional que seja capaz de verificar os estados limites últimos para compressão, flexão e flexo compressão...” (CORRÊA, T. M. D. M , 2017, p. 14)., de forma a complementar tal trabalho, expandindo a base de cálculo presente no mesmo.

2.2 – Metodologia

2.2.1 – Foco da Pesquisa

A idealização desse trabalho teve a premissa de que há atualmente formas de reduzir tempo desperdiçado em cálculos maçantes e desnecessários, seja no âmbito profissional ou acadêmico, para que esse tempo possa ser utilizado na parte criativa de todo o processo, mantendo segurança e confiabilidade dos resultados.

2.2.2 – Objetivos

Visou-se o desenvolvimento de uma ferramenta que pudesse realizar verificações de perfis, através de uma base teórica, com uma ferramenta já desenvolvida, porém defasada, aperfeiçoar a mesma com a ajuda da linguagem de programação Python.

2.2.3 – Definições

O trabalho tem por característica a elaboração de uma ferramenta através do uso da programação, que possa verificar os estados limites últimos para compressão, flexão e flexo compressão, nos quais serão analisados os modos de colapso para flambagem local da mesa, flambagem local da alma e flambagem lateral por torção de perfis metálicos.

2.2.4 – Limitações

Este trabalho traz como limitações os seguintes itens:

- Os perfis metálicos possuem seção constante e dupla simetria;
- Para este software, será possível verificar apenas perfis I, H e U;
- Verificações restritas a perfis soldados (CVS, VS, CS) e laminados.

2.2.5 – Apresentação do Software

O programa tem como justificativa a experiência maçante e repetitiva a de verificação de peças metálicas, fazendo-se interessante uma forma de facilitar e agilizar esse processo, com uma interface simples, intuitiva e confiável, tendo em vista que segue as premissas da NBR 8800:2008. Ver Figura 1 (VER ANEXO).

2.2.5.1 – Tela de entrada

Ao ser iniciado, o programa apresenta ao usuário 2 opções no centro da tela, sendo essas “Laminados” e “Soldados”, e dentro de cada uma delas o usuário poderá realizar os cálculos desejados. Para referência, ver Figura 1 (VER ANEXO).

2.2.5.2 – Verificações

Ao selecionar a área de verificações, independentemente do tipo de perfil, é requerido ao usuário a inserção de dados referentes à sua situação a ser calculada, assim como a seleção do tipo de perfil a ser utilizado, só então sendo possível dar início à análise, clicando no botão “Calcular!”, presente na Figura 2 (VER ANEXO).

2.2.5.2 – Banco de dados

Na opção “Biblioteca”, encontra-se o banco de dados dos perfis já cadastrados, visualizável na Figura 3 (VER ANEXO). É possibilitado ao usuário a adição e modificação do mesmo, ao final dessa alteração, pressionando o botão “Salvar!”, registrando assim o novo cadastro de peças.

3 – DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Foi acrescentado ao software novas peças, deixando o mesmo mais completo e usual, com alterações em layout. Apesar do mesmo continuar totalmente funcional, não foi possível alcançar o objetivo proposto por esse trabalho, tendo em vista que o intento era a adição de um novo tipo de perfil metálico. Isso se deu pela complexidade da elaboração do programa, necessitando de um maior tempo para sua execução, o que, durante a idealização desse trabalho, foi mensurado incorretamente.

Portanto, a apresentação e análise da confiabilidade dos resultados se faz desnecessária, pois os mesmos estão presentes no trabalho no qual esse tem como base, pois, apesar de ter sido realizada adição de novas peças, as mesmas pertencem aos mesmos grupos de perfis já presentes no banco de dados, consequentemente, utilizando da mesma base de cálculo já presente no programa.

4 – CONCLUSÕES

Em virtude do que foi exposto na discussão de resultados, esse trabalho não alcançou seu propósito, mas ainda se mostra relevante, tendo em vista que foram empregadas melhorias à versão anterior do programa, eliminando erros presentes na mesma, e se manteve simples e intuitivo, como aventado inicialmente.

O trabalho foi desenvolvido através do uso da linguagem de programação Python, e apesar de ser uma linguagem de fácil compreensão, o projeto se mostrou bastante complexo, vide a não conclusão do mesmo.

A elaboração deste continuará após publicação desse trabalho, visando alcançar os objetivos iniciais, passível à publicação futura.

Como sugestão para trabalhos futuros, tem-se a possibilidade de inserção de novos tipos de perfis, de modo a tornar o programa mais completo, e da mesma maneira, acrescentar novas funções e verificações para esses perfis.

5 – REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8800**: Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios. 2. ed. Rio de Janeiro: 2008. p. 1-237.

COELHO, F. C.. Computação Científica com Python. p. 1-5, fev./2011. Disponível em: <https://docplayer.com.br/3536774-Computacao-cientifica-com-python.html>. Acesso em: 10 out. 2020.

CORRÊA, T. M. D. M. Rotina Computacional para Verificação da Flexo-Compressão em Perfis Metálicos. **Pensar Acadêmico**, Manhauçu, p. 15-17, dez./2017.

INABA, Roberto; COELHO, C. M. C. S. A Evolução da Construção em Aço no Brasil. **ARQUITETURA&AÇO**, Rio de Janeiro/RJ, v. 42, n. 01, p. 58-59, jul./2015. Disponível em: <https://www.cbca-acobrasil.org.br/site/publicacoes-revistas.php?codDestaque=101339>. Acesso em: 8 set. 2020.

PFEIL, Walter; PFEIL, Michèle. **Estruturas de Aço**: Dimensionamento Prático. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009. p. 1-351.

PINHEIRO, A. C. D. F. B. **Estruturas Metálicas**: Cálculo, Detalhes, Exercícios e Projetos. 2. ed.: Blucher, 2005. p. 2-2.

SALIH, Asmaa G.; AHMED, Heba A.. THE EFFECTIVE CONTRIBUTION OF SOFTWARE APPLICATIONS IN VARIOUS DISCIPLINES OF CIVIL ENGINEERING. **International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET)**, Kurdistan-Iraq, v. 5, n. 12, p. 316-333, dez/2014. Disponível em: <http://bit.ly/aamaaahmed>. Acesso em: 4 set. 2020.

6 – ANEXO

Quadro 4:

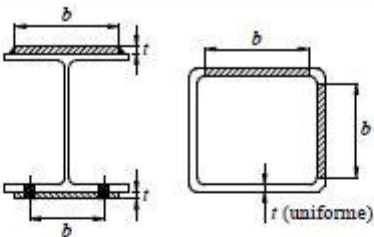
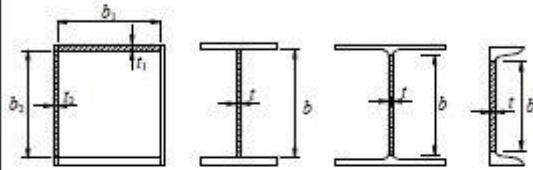
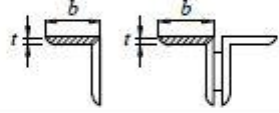
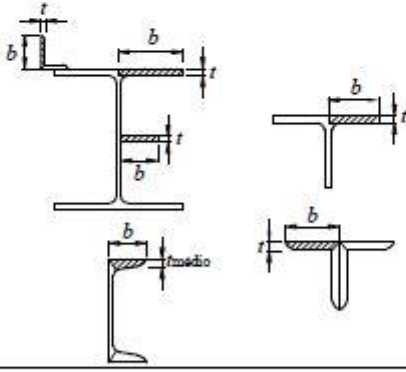
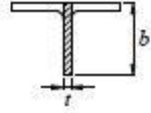
Alguns exemplos com indicação de b e t	
	
	
	
	
	
	

Figura 1:

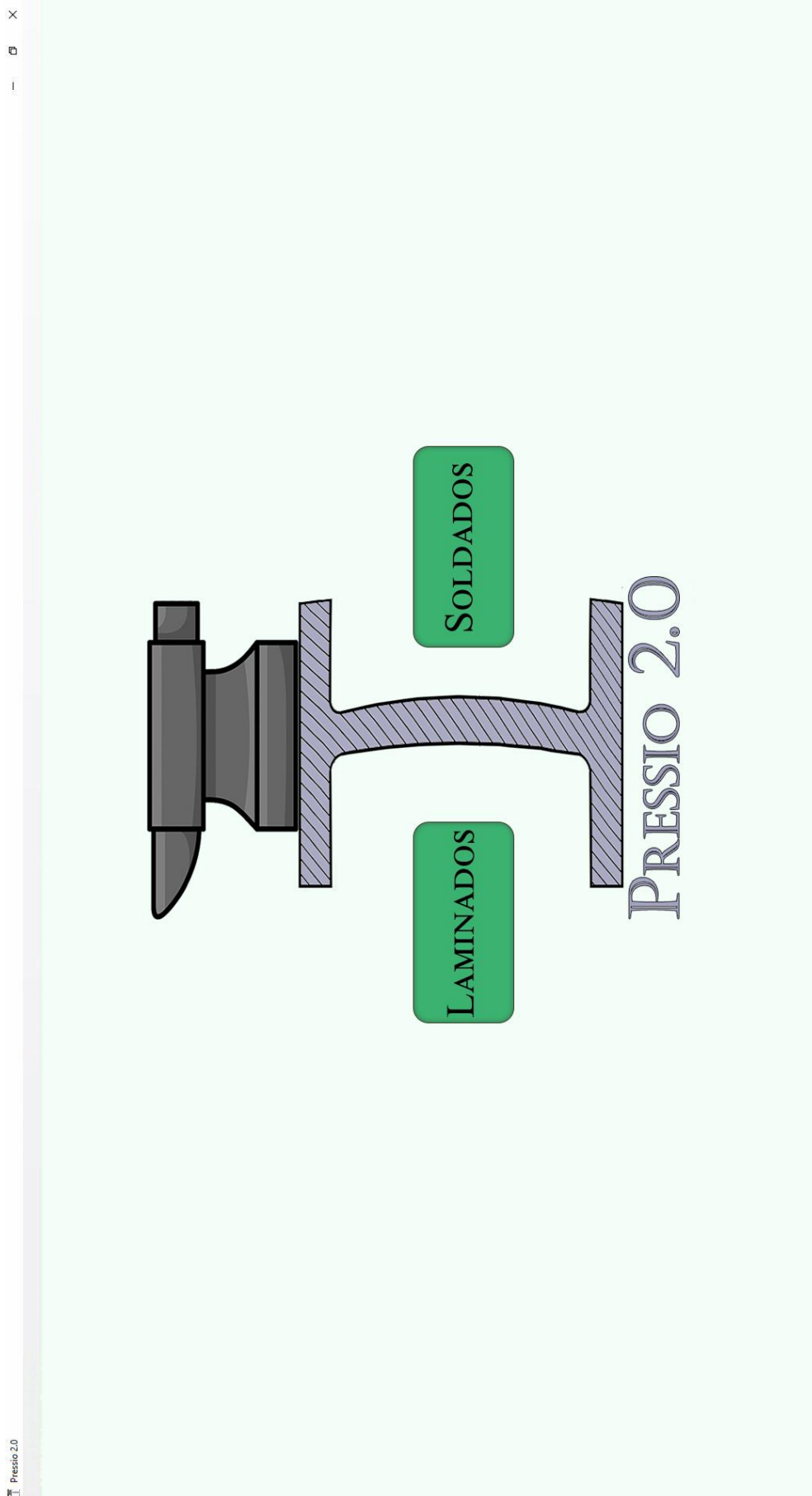


Figura 3:

Pressio 2.0

	BITOLA	h	bf	tf
124	VS550x88	518	250	16.0
118	CVS300x79	300	200	19.0
111	CS200x24	200	140	8.0
103	VS300x62	300	300	9.5
125	CVS450x116	450	300	16.0
123	CVS300x80	300	250	16.0
122	CVS300x66	300	250	12.5

PERIS SOLDADOS.csv

BITOLA	h	bf	tf	tw	d
ag	lx	Wx	rx	Zx	ly
Wy	ry	Zy	rt	lt	

SALVAR!