RELATÓRIO FINAL - IFSP

PROGRAMA ON-LINE PARA CÁLCULO E ESTUDO DE PROPRIEDADES GEOMÉTRICAS DE SEÇÕES TRANSVERSAIS “I” E “T”

Thayana Soares da Silva, (17)98103-6499,
thayana.soares@aluno.ifsp.edu.br

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo-IFSP
Av. Jerônimo Figueira da Costa,3014 – Votuporanga- São Paulo - SP
CEP: 15503-110
Telefone: 17-3426-6990
e-mail: prp@ifsp.edu.br

Gustavo Cabrelli Nirschl, (17) 99153-2855, nirschl@ifsp.edu.br

RESUMO

A tecnologia trouxe grandes avanços no campo da engenharia civil, sendo que, atualmente estudantes e profissionais podem contar com apoio de *softwares* que auxiliam desde projetos e detalhamentos até em diferentes procedimentos de cálculos. Dessa forma, existem programas que resolvem área, momento de inercia e outras propriedades geométricas de seções transversais com facilidade, porém apresentando somente os resultados, o que dificulta o total compreendimento dos estudantes. Empregando linguagens de programação *web* (HTML/ *JavaScript*), criou-se um programa capaz de ler as dimensões apresentadas pelo usuário e não apenas exibir características, mas principalmente apresentar um relatório em formato pdf *(portable document format)* contendo como foram realizados os cálculos e a base teórica que os envolve. Além disso, o programa apresenta desenhos em escala das características das seções transversais em “I” e “T”, bem como é disponibilizado *on-line* esperando contribuir com profissionais e estudantes.

APRESENTAÇÃO (INTRODUÇÃO E OBJETIVOS)

Introdução:

O conhecimento das propriedades geométricas é extremamente importante para a engenharia civil. Sem essas informações, não seria possível dimensionar peças estruturais nem verificar estabilidades individuais e globais perante a estrutura em análise. Beer e Johnston (1995) cita que o dimensionamento e a verificação da capacidade resistente de barras, como de qualquer elemento estrutural, dependem de grandezas chamadas tensões, as quais se distribuem ao longo das seções transversais de um corpo. Daí vem a necessidade de se conhecer claramente as características ou propriedades das figuras geométricas que formam essas seções transversais.

Para o exemplo do projeto de uma viga, Beer e Johnston (1995) expõe que devemos escolher o material (os mais comuns exemplificados pelo autor são concreto armado, madeira e perfis de aço) e as dimensões da seção transversal de modo que ela não venha a falhar devido a um dado carregamento (dimensionamento). Como análise estrutural, o autor mostra a determinação dos maiores valores dos esforços de momento fletor (M) e força cortante (V). O dimensionamento, neste exemplo, é feito, entre outras considerações, de modo que a tensão normal (σ) e a tensão cisalhante (τ) atuantes sejam menores que tensões admissíveis do material, advindas de ensaios e normas técnicas. No caso de uma viga prismática (viga reta com seção transversal uniforme) submetida a ação de carregamento transversal (flexão simples reta - FSR), as tensões são dadas pelo autor como:

$$\sigma_{FSR} = \frac{M}{I} * y \qquad (1)$$

$$\tau_{FSR} = \frac{V*Ms}{I*b} \qquad (2)$$

Em que:

- I é o momento de inércia da área da seção transversal com relação à linha neutra
- y é a distância a partir do eixo neutro, na seção transversal
- Ms é o momento estático da área localizada acima ou abaixo da linha neutra, na seção transversal
- b é a largura da seção transversal na linha neutra

No exemplo das equações 1 e 2, aparecem algumas propriedades geométricas das seções transversais e muitas outras são necessárias no dimensionamento dos mais variados sistemas estruturais e possibilidades de material, conforme, por exemplo, exemplos apresentados no livro de Sales (2005). Os autores Beer e Johnston (1995) apresentam com mais detalhes as fórmulas e conceitos para o cálculo de propriedades diversas das seções transversais, variando desde conceitos mais simples como o cálculo de área até os mais complexos como momento de inércia polar. As propriedades consideradas neste projeto estão nos itens a seguir:

1. PROPRIEDADES

1.1 ÁREA

Dependendo da forma da seção transversal pode-se calcular sua área total subdividindo-a em retângulos ou círculos, cujas áreas são classicamente determinadas.

Como exemplo, conforme Beer e Johnston (1995), num elemento estrutural linear submetido a ação axial, a área da seção transversal é aplicada no cálculo da tensão normal atuante, dada pela equação 1.

$$\sigma_A = \frac{F}{A} \quad (3)$$

Em que:

- F é a força axial atuante.

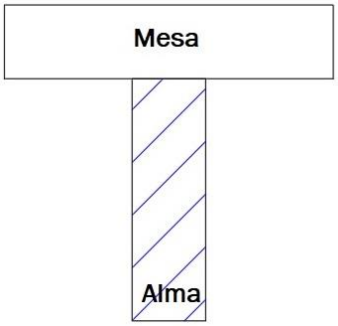
Sendo assim, quanto maior a área da seção transversal, menor a tensão atuante no caso de ação axial.

As seções transversais em “T” e “I” são consideradas figuras compostas, ou seja, que podem ser divididas em outras figuras geométricas comuns, como por exemplo em retângulos. Segundo Dolce e Pompeo (2005) a área de uma seção transversal retangular é dada por:

$Aret = base \times altura$(4)

Isso implica que podemos representar as seções em retângulos para calcular sua área, como mostra a Figura1, onde o retângulo sem hachura é chamado de mesa e o hachurado de alma da seção.

Figura 1 – Área da seção transversal em “T”



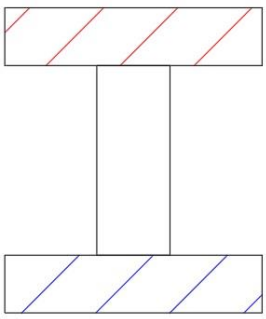
Fonte: O próprio autor (2022)

A fórmula que o algoritmo usou para poder calcular se resume na soma da área da mesa com a área da alma.

$At =$
$[(largura\ da\ mesa\ x\ altura\ da\ mesa)(espessura\ da\ alma\ x\ altura\ da\ alma)]$
(5)

Para a seção em “I” o processo é o mesmo, mas divide-se a figura em 3 retângulos como mostra a figura 2.

Figura 2 – Área da seção transversal em “I”



Fonte: O próprio autor (2022)

1.2 CENTRÓIDE

Segundo CESAD (2021), o centroide é o ponto no interior de uma forma geométrica que define seu centro geométrico. É importante definir ainda outros parâmetros que podem se relacionar com o centróide: o centro de massa é o ponto onde pode ser pensado que toda a massa do corpo está concentrada para o cálculo de vários efeitos. O centróide, o centro de gravidade e o centro de massa coincidem quando a estrutura tem peso específico e espessura constante, ou seja, quando é constituída de um só material homogêneo.

Conforme Beer e Johnston (2008), a fórmula para centroide, no caso de uma seção transversal composta de vários retângulos, para a direção x (considerar fgura do relatório), é representada por:

$$A\sum S = \sum yS \quad (6)$$

onde:

A = centroide em relação a y

S = área de cada retângulo

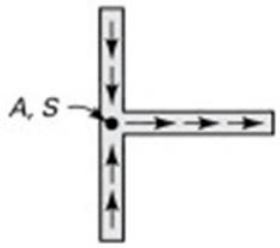
y = centro de cada retângulo em relação ao referencial adotado

1.3 CENTRO DE TORÇÃO

O centro de torção (ou centro de cisalhamento ou centro de cortante) é tal que, segundo Beer, Johnston e Eisenberg (2011), qualquer esforço cortante que passe por ele não produzirá momento torçor na seção transversal. Para seções transversais simétricas, coincide com o centro de gravidade, como por exemplo a seção transversal em I.

Ugural e Fenster(2019) cita que a determinação do Momento em torno do eixo x (Mx) é simplifcada pela seleção propícia do ponto A, como na fgura abaixo. Lá, o momento Mx das forças de cisalhamento em relação a A é zero; o ponto A é também o centro de cisalhamento. Para todas as seções que consistem em dois elementos retangulares que se cruzam, existe a mesma situação, como é o caso da seção em T.

Figura 3 – Área da seção transversal em “I”



Fonte: Ugural e Fenster(2019)

1.4 MOMENTO DE INÉRCIA

O momento de inércia (também chamado de momento de inércia axial) é uma característica geométrica da seção transversal que contribui para se medir a resistência ao tombamento (ou à deformação) em relação a um eixo de uma barra e aparece, por exemplo, conforme Beer e Johnston (1995), na equação 1. Portanto, quanto maior o momento de inércia, menor a tensão atuante no caso de flexão simples reta.

Para Hibbeler (2010) é mais comum utilizar o Teorema dos Eixos Paralelos, pois é possível aplicar em figuras mais complexas e compostas, como é o caso das seções em “I” e “T”. O Teorema necessita do centroide, área e momento de inercia desta área em relação a um eixo qualquer, sendo:

Inercia do eixo desejado = Inercia eixo centroidal parelelo + $S.d^2$ (7)

Em que:

d = distância entre o eixo da fgura e o eixo em que se deseja calcular, ou seja, para Ix, d é medido em y e vice-versa.

A = área da figura em questão.

1.5 EIXOS PRINCIPAIS DE INÉRCIA

Beer, Johnston e Eisenberg (2011) definem eixos principais de inércia como dois eixos mutuamente perpendiculares em relação aos quais os momentos de inércia têm valores máximo e mínimo.

1.6 MOMENTO POLAR DE INÉRCIA

Também chamado de momento de inércia à torção, é, segundo Beer, Johnston e Eisenberg (2011), uma caraterística importante nos problemas relativos à torção. Beer e Johnston (1995) exemplificam, no problema da torção pura numa barra circular, o cálculo da tensão cisalhante atuante como:

$$\tau_{TOR} = \frac{T}{J}\rho \quad (8)$$

Em que:
T é a o momento torçor atuante na seção transversal;
r é a distância a partir do eixo da barra, na seção transversal
J é o momento polar de inércia.

Analisando-se a equação 8, quanto maior o momento polar de inércia, menor a tensão cisalhante atuante no caso de torção pura numa seção circular.

Beer, Johnston et al.(2012) cita que o momento polar de inércia de uma seção transversal é dado pela seguinte equação:

J = Ix + Iy (9)

Em que:
J = o momento polar de inércia.
Ix = Momento de Inércia em torno do eixo x
Iy = Momento de Inércia em torno do eixo y

1.7 COEFICIENTES DE TORÇÃO PARA SEÇÕES NÃO-CIRCULARES

Beer e Johnston (1995) afirmam que os cálculos de tensões cisalhantes de torção em seções transversais não circulares são complexos e dependem da teoria da elasticidade. Os autores apresentam a equação 10 como exemplo do cálculo da tensão de cisalhamento máxima para o caso de uma seção transversal retangular.

$$\tau_{máx,tor,ret} = \frac{T}{c_1 ab^2} \quad (10)$$

Em que:

c_1 é um coeficiente de torção dado por uma tabela apresentada por Beer e Johnston (1995);

a: maior dimensão da seção transversal;

b: menor dimensão da seção transversal.

1.8 PRODUTO DE INÉRCIA

Conforme Beer, Johnston e Eisenberg (2011), o produto de inércia mede a anti-simetria da distribuição de massa de um corpo em relação a um par de eixos e em relação ao seu baricentro.

Scremin(2009) cita que se uma figura tem ao menos um eixo de simetria, por exemplo y, então o produto de inércia é nulo Por isso, para seção I e T, o produto de inércia é nulo.

1.9 MOMENTO ESTÁTICO

O momento estático (Ms) aparece, por exemplo, em exemplos Beer e Johnston (1995) sobre o cálculo da tensão cisalhante atuante no caso da flexão simples reta. Assim, fisicamente, quanto maior a simetria de uma seção, menor o momento estático e, por consequência, menor a tensão tangencial atuante.

Segundo Gaspar (2005) o Momento estático é representado pela equação abaixo:

$$Msx = y_{CG} \times S \quad e \; Msy = x_{CG} \times S \tag{11}$$

Em que:

S= área;

d= distância entre o CG da parte da seção e o CG da seção como um todo

Assim como para calcular o Momento de Inércia a seção transversal de uma peça composta, como T e I, deve ser dividida em partes.

1.10 RAIO DE GIRAÇÃO

Também conhecido como raio de inércia, conforme Beer, Johnston e Eisenberg (2011) retrata a distância da faixa concentrada hipotética da área da seção, estreita e paralela a um eixo, obtida de modo que esta faixa tenha o

mesmo momento de inércia em relação ao eixo. Como exemplo, Beer e Johnston (1995) apresentam a equação 12 para o cálculo da tensão crítica de flambagem numa barra, que se utiliza do raio de giração (equação 13).

$$\sigma_{CF} = \frac{\pi^2 E}{(L_{FL}/r)^2} \quad (12)$$

$$r = \sqrt{\frac{I}{S}} \quad (13)$$

Em que:
E é o módulo de elasticidade do material da estrutura;
L_{FL} é o comprimento de flambagem da peça;
r é o raio de giração da seção transversal da peça;

Analisando-se a equação 6, nota-se que, quanto maior o raio de giração, maior a tensão crítica de flambagem, que é a tensão que, se atingida pela tensão atuante, leva à flambagem da peça. Então, o aumento do raio de giração é favorável ao dimensionamento quanto à flambagem. A equação 7 leva ao comentário de que, quanto maior a relação do momento de inércia sobre a área da seção, maior o raio de giração.

1.11. MÓDULO RESISTENTE

Beer e Johnston (1995) chamam de módulo resistente ou módulo da seção ou módulo resistente elástico da seção transversal a divisão de “I/y”, mas tomando como y a coordenada máxima ($y_{máx}$) em relação ao centróide:

$$W = \frac{I}{y_{máx}} \quad (14)$$

Onde:
I= Momento de Inércia;
ymax= coordenada maxima em relação ao centróide.

1.12 MÓDULO RESISTENTE PLÁSTICO

O módulo resistente plástico ou módulo de resistência plástico ou módulo resistente da seção plastificada, conforme Beer e Johnston (1995), é dada pela equação 15.

$$Z = \frac{M_p}{\sigma_e} \quad (15)$$

Em que:
M_p é o momento de plastificação do material da estrutura, em determinada seção transversal;
s_e é a tensão de escoamento do material da estrutura, em determinada seção transversal.

O valor de Z pode ser usado, por exemplo, conforme Beer e Johnston (1995), para calcular o momento de plastificação (momento atuante a partir do qual a seção entra no regime plástico), invertendo a equação 15, conhecida a tensão de escoamento do material da estrutura, em determinada seção transversal.

1.13 FATOR DE FORMA

O fator de forma, segundo Beer e Johnston (1995), é a relação dada pela equação 16.

$$k = \frac{Z}{W} \quad (16)$$

1.14 CONSTANTE DE EMPENAMENTO

Guanabara (2010) mostra que o coeficiente de empenamento é uma propriedade geométrica dos perfis relacionada à rigidez ao empenamento transversal. O autor dá um exemplo de parâmetros para seções “I” com dois eixos de simetria fletidos em relação ao eixo de maior momento de inércia, em que mostra o cálculo do momento fletor de flambagem elástica (momento fletor máximo a partir do qual ocorre flambagem), o qual depende do coeficiente de

empenamento. Neste exemplo específico, o coeficiente de empenamento é dado na equação (17).

$$C_w = \frac{I_y(d-t_f)^2}{4} \quad (17)$$

Em que:

I_y é o momento de inércia em relação ao eixo y;

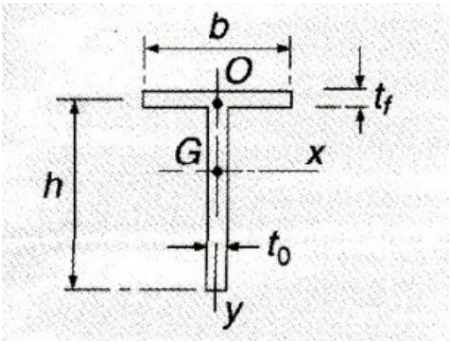
d é a altura da seção transversal “I”;

t_f é a espessura da mesa da seção transversal “I”.

PFEIL(2009) apresenta como constante de empenamento para seções transversais T a seguinte equação :

$$Cw = \frac{1}{36}.\left(\frac{b^3 tf^3}{4} + h^3 + to^3\right) \quad (18)$$

Figura 4 – Área da seção transversal em “I”



Fonte: PFEIL(2009)

Objetivo:

Criação de um módulo de programa on-line que mostra os cálculos e desenhos das propriedades geométricas de seções transversais em forma de “T” e “I” de elementos estruturais, como área, momento de inércia, centro de gravidade e os outros citados na introdução, bem como gera um relatório no formato pdf (*portable document format*) com todos os procedimentos de cálculos e teoria, para que tanto alunos e profissionais da Engenharia Civil possam utilizá-lo como material de estudo e elemento auxiliador na metodologia de ensino-aprendizagem.

PROGRAMAS DE COMPUTADOR PARA PROPRIEDADES DE SEÇÕES TRANSVERSAIS

Quanto ao estudo de seções transversais, existem inúmeros programas de computador por exemplo, os listados na Tabela 1.

Tabela 1: programas já existentes para cálculo de propriedades geométricas de seções transversais.

FONTE	CARACTERÍSTICAS GERAIS	CARACTERÍSTICAS INEXISTENTES QUE SE PRETENDEM COLOCAR NO PROGRAMA DESTE PROJETO
https://engiobra.com/calculadoras/	*On-line.* Faz os cálculos, para várias seções, de momentos de inércia, momento polar de inércia, Centroide, módulo de resistência, raio de giração e área. Apresenta explicações gerais somente sobre os momentos de inércia.	Não desenha em escala a seção cujos dados foram digitados. Na explicação sobre momentos de inércia, não apresenta exemplo de aplicação na engenharia. Não traz explicação sobre os parâmetros, exceto os momentos de inércia.
https://www.tqs.com.br/apps/propgeo/okd328a	calcula propriedades geométricas de seções arbitrárias abertas com paredes delgadas, com ou sem eixos de simetria (desde que construído por segmentos retos). Calcula centroide, centro de cisalhamento, raios de giração, momentos de inércia, módulos elásticos e plásticos, dentre outros.	Não é on-line e necessita de cadastro e login para poder ser baixado. Necessita do programa “Java” instalado no computador. Não desenha em escala a seção cujos dados foram digitados. Não traz explicação sobre os parâmetros nem exemplo de aplicação na engenharia.
https://skyciv.com/pt/free-moment-of-inertia-calculator/	*On-line,* mas com plano gratuito e pago. Somente no plano pago é citado que o programa detalha os cálculos (apresenta as fórmulas). Calcula os parâmetros de várias seções transversais.	No plano gratuito, não traz explicação sobre os parâmetros nem exemplo de aplicação na engenharia. Somente a entrada de dados aparece parcialmente em português. Os resultados são em inglês.

https://optimalbeam.com/section-properties.php	*On-line*. Calcula os parâmetros de várias seções transversais.	Não desenha em escala a seção cujos dados foram digitados. Não traz explicação sobre os parâmetros nem exemplo de aplicação na engenharia. Totalmente em inglês.
https://ameswebb.info/section/moment-of-inertia-rectangle.aspx	*On-line*. Calcula os parâmetros de várias seções transversais. Apresenta todas as fórmulas utilizadas nos cálculos dos parâmetros e uma descrição de seus significados geométricos.	Não desenha em escala a seção cujos dados foram digitados. Não traz exemplos de aplicação dos parâmetros na engenharia. Totalmente em inglês.
https://www.engineersedge.com/material_science/section_modulus_12893.htm	*On-line*. Calcula os parâmetros (apenas área, momento de inércia, raio de giração e centroide) de várias seções transversais. Apresenta todas as fórmulas utilizadas nos cálculos dos parâmetros.	Somente para seção retangular permite acesso sem *login premium.* No acesso sem *login premium*, não desenha em escala a seção cujos dados foram digitados e não traz exemplos de aplicação dos parâmetros na engenharia. Totalmente em inglês.
http://cdasap.com/quick-calculators/section-properties-calculator/	*On-line*. Calcula os parâmetros (apenas área, momento de inércia, produto de inércia, raio de giração e centroide) de qualquer seção desenhada por coordenadas dos pontos de suas retas. Apresenta todas as fórmulas utilizadas nos cálculos dos parâmetros.	A entrada de dados somente por coordenadas é trabalhosa para o caso de seções mais simples. Não traz exemplos de aplicação dos parâmetros na engenharia. Totalmente em inglês.

Fonte: indicadas. Acesso a todas as fontes em: 09/11/2021.

Desenvolvimento, Metodologia e Análise:

A maioria dos programas existentes (exemplos na tabela 1) mostram somente os resultados finais ou alguns passos, deixando uma carência de conteúdo. Pensando nisso, um grupo de pesquisa do qual esse trabalho faz parte, já cadastrado no CNPq tem desenvolvido programas que não só fazem cálculos, mas que demonstram todo o procedimento realizado em relatórios gerados no formato pdf *(portable document format)* que podem auxiliar professores e alunos.

Dessa forma, por meio das linguagens de programação web (HTML/*JavaScript*), mostra-se aqui o primeiro relatório sobre a criação de um programa de computador disponível *on-line* chamado IFSEÇÃO que mostra o desenho em escala, os cálculos e a teoria das propriedades geométricas de seções transversais de elementos estruturais apresentados anteriormente. O programa é dividido em módulos, sendo possível a resolução de uma ou mais seções transversais por projeto. Neste projeto, foram desenvolvidas as seções "I" e "T").

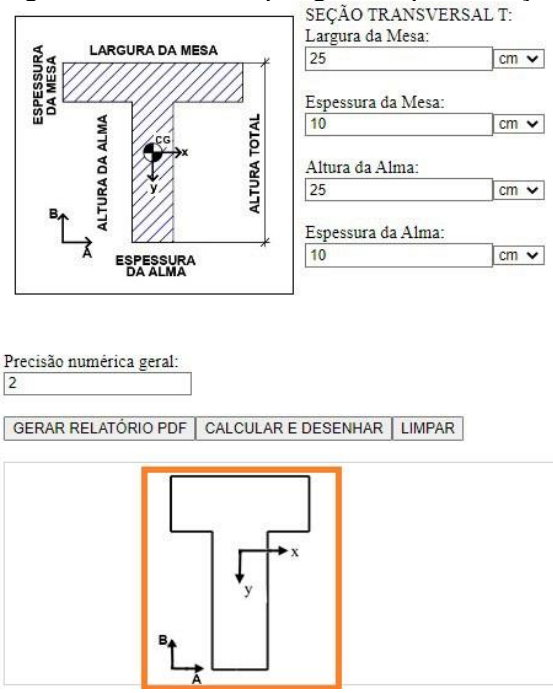
O programa foi dividido de acordo com a escolha da seção transversal, como mostra a figura abaixo:

Figura 5 – Seleção de Seções transversais

Fonte: próprio autor

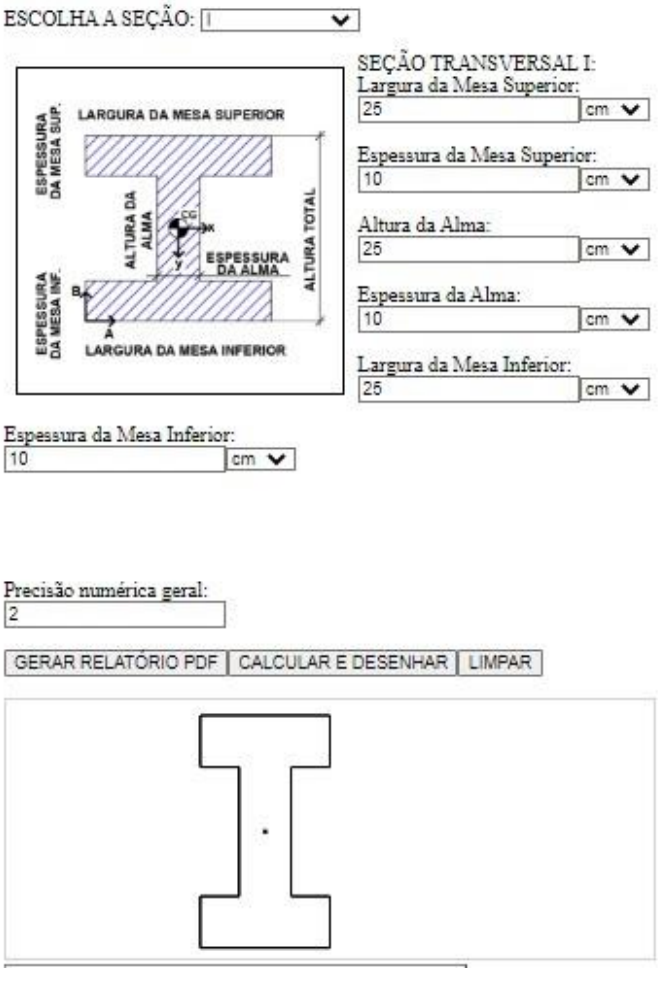
Ao escolher a seção transversal em "T", aparece a tela como na figura 6, caso escolha a a seção transversal em "I", aparece como na figura 7 . Para obter os cálculos, é necessário digitar nos campos as dimensões da peça em análise. A figura também mostra esses campos nomeando-os como espessura da alma, altura da alma, espessura da mesa e altura mesa. Além disso, é possível usar de apoio uma imagem ilustrativa que fica ao lado dos campos interativos já mencionados.

Figura 6 – Tela do programa para seção transversal T



Fonte : Próprio autor

Figura 7: Tabela para seção transversal I



Fonte : Próprio autor

Dentre as unidades de medida, a que aparece na figura é o centímetro (cm), mas essa também é uma propriedade variável, podendo ser trocada por metro (m) ou milímetro (mm).

Após informar os valores e suas unidades de medida e clicar no botão gerar desenho, o programa gera um desenho em escala da seção transversal já com seu centro de gravidade representado por um pequeno círculo, como mostra a parte destacada em laranja na figura acima.

Logo abaixo do desenho é gerada uma tabela com as informações da seção transversal informada pelo usuário. A tabela é uma solução rápida para as propriedades mais utilizadas, mas se o usuário preferir informações mais detalhadas junto a outras propriedades basta clicar no botão “gerar PDF” também apresentado nas figura 6 e 7 .

Figura 8 – Tabela de resultados para seção em T

Propriedades	Resultado	Unidades
Área	500.00	cm2
A Centro de Gravidade	12.50	cm
B Centro de Gravidade	21.25	cm
A Centro de Torção	12.50	cm
B Centro de Torção	30.00	cm
Momento de Inércia X	53385.42	cm4
Momento de Inércia Y	15104.17	cm4
Momento de Inércia Polar	68489.58	cm4
Produto de Inércia	0	cm4
Raio de Giração em X	10.33	cm
Raio de Giração em Y	5.50	cm
Módulo Resistente X	3050.60	cm3
Módulo Resistente Y	1208.33	cm3
Constante de Empenamento Y	858506.94	cm9

Fonte: Proprio autor

Figura 9 – Tabela de resultados para seção em I

Propriedades	Resultado	Unidades
Área	750.00	cm2
A Centro de Gravidade	12.50	cm
B Centro de Gravidade	22.50	cm
A Centro de Torção	12.50	cm
B Centro de Torção	22.50	cm
Momento de Inércia X	170312.50	cm4
Momento de Inércia Y	28125.00	cm4
Momento de Inércia Polar	198437.50	cm4
Produto de Inércia	0	cm4
Raio de Giração em X	15.07	cm
Raio de Giração em Y	6.12	cm
Módulo Resistente X	7569.44	cm3
Módulo Resistente Y	2250.00	cm3
Constante de Empenamento Y	8613281.25	cm9

Fonte: Próprio autor

Por fim, o programa apresenta o relatório PDF como nas figuras 10 e 11:

Figura 10 – Parte do PDF gerado pelo programa para seção em I

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA SÃO PAULO Campus Hortolândia

NEV: Núcleo de Engenharia Virtual
Título: PROGRAMA ON-LINE PARA CÁLCULO E ESTUDO DE PROPRIEDADES GEOMÉTRICAS DE SEÇÕES TRANSVERSAIS "I" E "T".
Autor: Thayana Soares da Silva
Orientador: Prof. Gustavo Cabrelli Nirschl
Tipo: Iniciação Científica com Bolsa Institucional
Curso: Engenharia Civil
Data da versão original: 30/11/2022
Data da última atualização: 30/11/2022
Data da geração do relatório: 30/11/2022

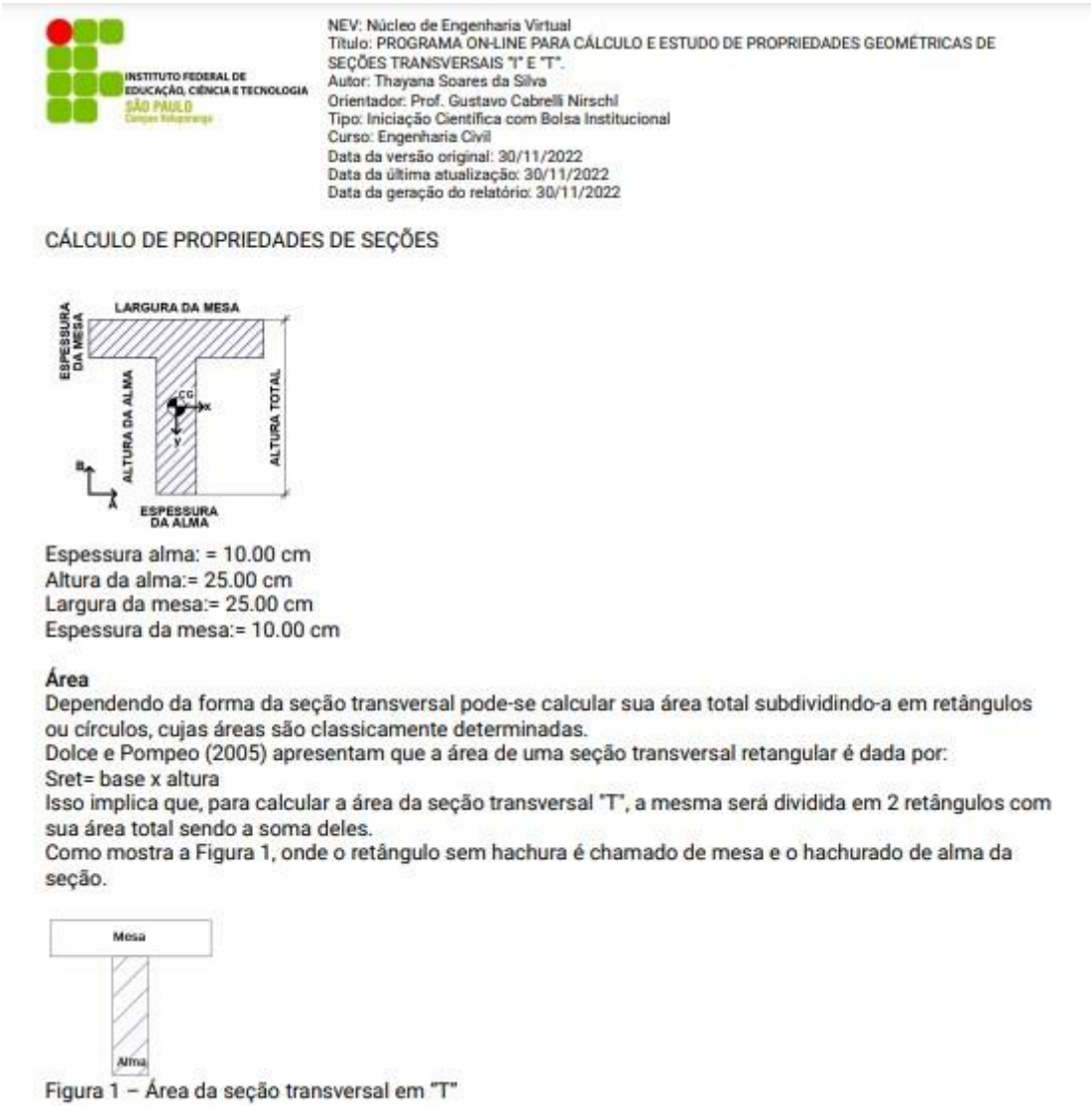
CÁLCULO DE PROPRIEDADES DE SEÇÕES

Espessura alma= 10.00 cm
Altura da alma= 25.00 cm
Largura da mesa superior= 25.00 cm
Espessura da mesa superior= 10.00 cm
Largura da mesa inferior= 25.00 cm
Espessura da mesa inferior:= 10.00 cm

Área
Dependendo da forma da seção transversal, pode-se calcular sua área total subdividindo-a em retângulos ou círculos, cujas áreas são classicamente determinadas.
Dolce e Pompeo (2005) apresentam que a área de uma seção transversal retangular é dada por:
Sret= base x altura
Isso implica que para calcular a área da seção transversal "I", a mesma será dividida em 3 retângulos com sua área total sendo a soma deles.
Como mostra a figura 1, o retângulo sem hachura é chamado de alma e os hachurados de mesas da seção.

Fonte: Próprio autor

Figura 11 – Parte do PDF gerado pelo programa para seção em T



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA SÃO PAULO

NEV: Núcleo de Engenharia Virtual
Título: PROGRAMA ON-LINE PARA CÁLCULO E ESTUDO DE PROPRIEDADES GEOMÉTRICAS DE SEÇÕES TRANSVERSAIS "I" E "T".
Autor: Thayana Soares da Silva
Orientador: Prof. Gustavo Cabrelli Nirschl
Tipo: Iniciação Científica com Bolsa Institucional
Curso: Engenharia Civil
Data da versão original: 30/11/2022
Data da última atualização: 30/11/2022
Data da geração do relatório: 30/11/2022

CÁLCULO DE PROPRIEDADES DE SEÇÕES

Espessura alma: = 10.00 cm
Altura da alma:= 25.00 cm
Largura da mesa:= 25.00 cm
Espessura da mesa:= 10.00 cm

Área
Dependendo da forma da seção transversal pode-se calcular sua área total subdividindo-a em retângulos ou círculos, cujas áreas são classicamente determinadas.
Dolce e Pompeo (2005) apresentam que a área de uma seção transversal retangular é dada por:
Sret= base x altura
Isso implica que, para calcular a área da seção transversal "T", a mesma será dividida em 2 retângulos com sua área total sendo a soma deles.
Como mostra a Figura 1, onde o retângulo sem hachura é chamado de mesa e o hachurado de alma da seção.

Figura 1 – Área da seção transversal em "T"

Fonte: Próprio autor

CONCLUSÃO (RESULTADOS DA PESQUISA)

Posto que *softwares* auxiliares são cada vez mais necessários na engenharia civil e contribuem para otimizar o tempo, o programa *on-line* IFSEÇÃO cumpre com seu objetivo de agregar para o cálculo de propriedades geométricas de seções transversais em “T” e “I”, principalmente com o relatório gerado em pdf para maior compreensão de estudantes e profissionais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEER, F.P.; JOHNSTON, E.R.Jr. **Resistência dos materiais.** 3.ed. Makron Books. São Paulo, 1995.

BEER, F. P., JOHNSTON, E. R., EISENBERG, E. R. **Mecânica vetorial para engenheiros** - Estática. 9 ª ed. McGraw Hill. São Paulo, 2011.

CESAD. CENTRO DE EDUCAÇÃO SUPERIOR A DISTÂNCIA (ed.). **Centróide, centro gravidade e centro de massa de um corpo.** *In*: **CENTRO DE EDUCAÇÃO SUPERIOR A DISTÂNCIA**. [*S. l.*], 8 jan. 2021. Disponível em: https://cesad.ufs.br/ORBI/public/uploadCatalago/15254715102012Instrumentacao_para_o_Ensino_de_Fisica_I_Aula_2.pdf. Acesso em: 8 nov. 2021.

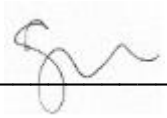
DOLCE, Oswaldo e POMPEO, Jose Nicolau. Fundamentos de Matemática Elementar: Geometria Plana. Volume 9. 8ª ed. São Paulo, Atual Editora, 2005.

SCREMIN Adriano. Estática [PDF de apoio à disciplina de Estática, lecionada na UFPR – Universidade Federal do Paraná],2009.

GUANABARA, Matheus Kerkhoff. **DIMENSIONAMENTO DE ESTRUTURAS METÁLICAS: ROTINA COMPUTACIONAL PARA SELEÇÃO DE PERFIS METÁLICOS**. 2010. Trabalho de Diplomação (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2010. Disponível em: https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/28583/000769204.pdf. Acesso em: 12 maio 2022.

SALES, José Jairo de. *et. al.***Sistemas Estruturais** – Departamento de Engenharia de Estruturas – EESC-USP. São Carlos, 2005.

UGURAL, A. C. e FENSTER, S. K. Advanced Mechanics of Materials and Applied Elasticity. 6ª ed. Editora Person, 2019.

Assinatura do orientador: 

Assinatura do bolsista: Thayana Soares da Silva