

SITE PARA CÁLCULO DE ESFORÇOS EM ESTRUTURAS ISOSTÁTICAS

ALEX J. F. LOPES¹, GUSTAVO C. NIRSCHL²

¹ Graduando em Engenharia Civil, Bolsista PIBIFSP, IFSP, CâmpusVotuporanga, alex.junior_13@hotmail.com

² Professor MSc. da área de Edificações, IFSP, CâmpusVotuporanga, nirschl@gmail.com

Área de conhecimento (Tabela CNPq): Mecânica das Estruturas - 3.01.02.04-9

Apresentado no
8º Congresso de Inovação, Ciência e Tecnologia do IFSP
06 a 09 de novembro de 2017 - Cubatão-SP, Brasil

RESUMO: Existem programas de computador que realizam quase todos os cálculos de engenharia civil. Normalmente, tais programas mostram somente os resultados finais ou alguns passos para se chegar até eles. Buscando dar ao usuário a possibilidade de visualizar todos os cálculos envolvidos, foi criado um *site* que contém programas de cálculo *on-line* que geram relatórios detalhados. Um dos programas é específico para cálculo de estruturas lineares planas de engenharia civil, sendo que aqui está apresentado um de seus módulos, que realiza os cálculos de diagramas de esforços.

PALAVRAS-CHAVE: Programa *on-line*; diagramas de esforços; relatório em pdf.

WEBSITE FOR CALCULATION OF INTERNAL REACTIONS IN ISOSTATIC STRUCTURES

ABSTRACT: There are softwares that perform almost all civil engineering calculations. Typically, such programs show only the final results or a few steps to get to them. Seeking to give the user the ability to view all the calculations involved, a website has been created that contains online calculation programs that generate detailed reports. One of the programs is specific to the calculation of linear civil engineering flat structures, and here is one of its modules, which performs the calculation of internal reactions diagrams.

KEYWORDS: Software on-line; internal reactions diagrams; pdf report.

INTRODUÇÃO

Sabe-se que muitos programas de computador na área de engenharia civil apresentam apenas alguns passos dos cálculos efetuados ou simplesmente mostram os resultados finais. Pode-se citar como exemplo o FTOOL (2017), um programa de análise estrutural.

Neste contexto, será apresentado um módulo de *software on-line* para obtenção de diagramas de esforços de estruturas isostáticas planas abertas (momento fletor, normal e cortante), seguindo a linha de pesquisa de um grupo cadastrado no CNPQ focado em programas de computador voltados principalmente para o cálculo de estruturas com geração de relatório detalhado em pdf. Este módulo faz parte de um ambiente CAD criado em pesquisas de iniciação científica anteriores.

Com este módulo, o usuário pode também visualizar o grau de hiperestaticidade da estrutura, verificando se ela é isostática, hiperestática ou hipostática e visualizando os valores de reações nos apoios, tudo dentro do relatório pdf gerado.

MATERIAL E MÉTODOS

A teoria utilizada para os cálculos dos resultados exibidos pelo módulo é a teoria clássica de resolução de estruturas isostáticas, ou seja, o Método das Seções, encontrada, por exemplo, em Beer (2011). Para tanto, o primeiro passo é verificar se a estrutura é isostática, calculando-se seu grau de hiperestaticidade. No caso de estruturas lineares abertas sem rótula, este valor é dado pelo número de reações de apoio menos três, resultando em zero caso a estrutura seja isostática.

Em seguida, o método consiste em calcular valores de reações de apoio, esforço normal, esforço cortante e momento fletor em várias seções da estrutura, compondo-se um diagrama ao final. Esses valores são obtidos a partir das três equações de equilíbrio:

$$\sum \text{Forças Verticais} = 0 \quad (1)$$

$$\sum \text{Forças Horizontais} = 0 \quad (2)$$

$$\sum \text{Momentos fletores} = 0 \quad (3)$$

O programa é disponibilizado como um módulo de um *software on-line*. A disponibilização *on-line* se deve ao fato de uma maior facilidade de acesso. A linguagem de programação escolhida foi a HTML/Javascript devido ao fato de já ser utilizada por todos os outros membros do grupo de pesquisa. O relatório pdf foi criado com o auxílio da biblioteca PDFMAKE (2017).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O *software* criado está apresentado nas Figuras 1, 2 e 3.

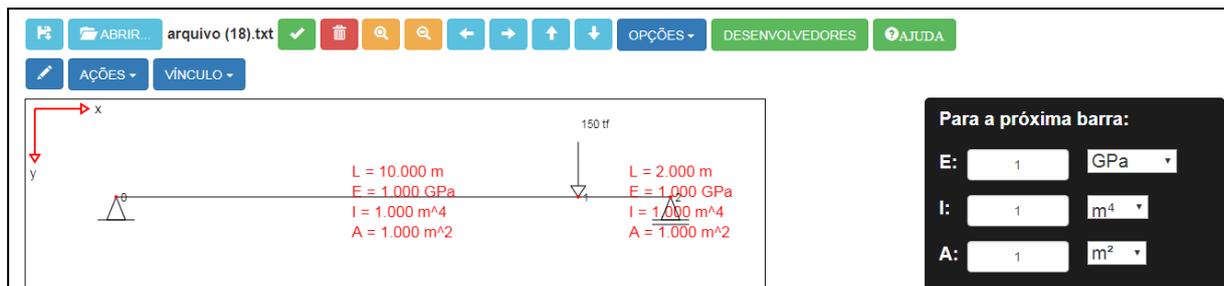


FIGURA 1: Exemplo de uma viga desenhada no programa.

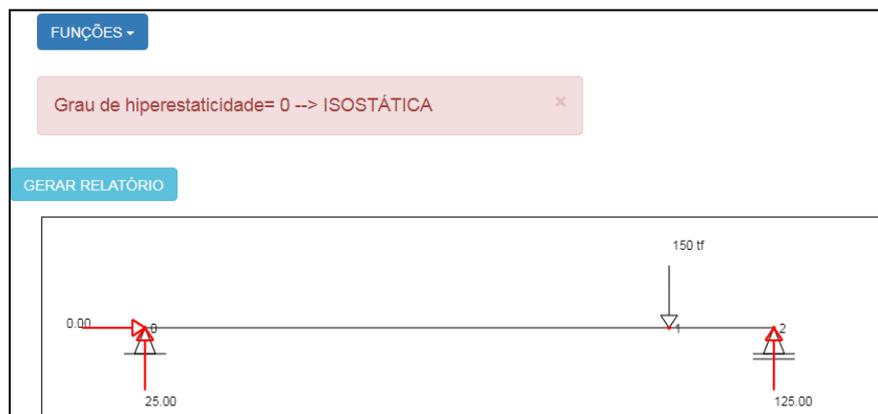


FIGURA 2: Resultado das reações de apoio da viga apresentada na Figura 1.

Quantidade de apoios móveis: 1 (1 reação para cada um)
 Quantidade de apoios fixos: 1 (2 reações para cada um)
 Quantidade de engastes: 0 (3 reações para cada um)
 Grau de hiperestaticidade = gh = número total de reações - 3:

Grau de hiperestaticidade: 0

2. Cálculo das reações nos apoios

Temos uma estrutura biapoiada com um apoio fixo e um móvel, onde o nó 0 será dado como ponto de referência para o somatório dos momentos.

Para fins didáticos será adotado sentido das reações dos apoios verticais para cima e horizontais para a direita.

Como convenção adota-se o sinal do momento como giro horário positivo e anti-horário negativo, tendo como eixo desse giro, o apoio fixo

2.2. Levantamento dos momentos para cargas concentradas:

O primeiro passo a ser feito é calcular os valores de momento (horário positivo e anti-horário negativo) devido as cargas concentradas (caso houver). Chamaremos de Momentox os valores referente as cargas em "x" ou decorrente da decomposição para o eixo "x" e Momentoy para o eixo "y". Nessa barra temos a presença de 1 carga (s) concentrada (s), cujo (s) valor (es) e coordenada (s) é (são) descrito (s) abaixo:

Carga concentrada de 150 com angulo de inclinação igual a 90 graus, e de acordo com o nó 0 (referência) possui giro horário.

Momento = (sinal horário ou anti-horário)*(Módulo da carga)*(cosseno do angulo de inclinação para cargas no eixo "x" e seno do angulo de inclinação para as cargas no eixo "y")*(Módulo da distância perpendicular entre a carga e o ponto de referência utilizado (apoi fixo))

-> Momentox = (1)*(150)*(0.00)*|6.32-6.32| = 0.00

-> Momentoy = (1)*(150)*(1.00)*|11.96-1.96| = 1500.00

-> Somatório dos Momentox devido a (s) carga (s) concentrada (s) = 0.00

-> Somatório dos Momentoy devido a (s) carga (s) concentrada (s) = 1500.00

2.3. Cálculo das reações:

Para calcular os valores das reações verticais devemos fazer a princípio um equacionamento total dos momentos. O somatório dos momentos em um ponto adotado como referência (apoi fixo) é sempre igual a zero. Dessa forma $\Sigma M_0 = \text{Momentos devido as cargas} + V_2 * \text{distância perpendicular entre os apoios} = 0$

A distância entre os apoios é de 12 metros.

-> $V_2 = 1((0.00)+(1500.00)+(0.00)+(0.00)+(0.00))/12 = 125.00$

O somatório das forças em "y" (verticais) é igual a zero. Dessa forma $\Sigma F_v = 0 = V_2 + V_0 + \text{Somatório das cargas concentradas em "y"} + \text{Somatório das cargas distribuídas em "y"}$.

Temos que o somatório das cargas concentradas em "y" é igual a 150.00.

Temos que o somatório das cargas concentradas equivalentes em "y" devido à decomposição das cargas distribuídas em "x" é igual a 0.00.

-> $V_0 = (150.00) + (0.00) - (125.00) = 25.00$.

Para calcular os valores das reações horizontais, temos que o somatório das forças em "x" (horizontais) é igual a zero. Dessa forma $\Sigma F_h = H_0 + \text{Somatório das cargas concentradas em "x"} + \text{Somatório das cargas concentradas equivalentes a distribuídas em "x"}$.

Temos que o somatório das cargas concentradas em "x" é igual a -0.00

-> $H_0 = -((-0.00) + (0.00)) = 0.00$.

FIGURA 3: Partes do relatório pdf gerado.

Como pode ser visto, o relatório PDF gerado se mostra de maneira detalhada, o que pode facilitar a interpretação pelo usuário. O uso do programa se mostrará viável ao passo que a velocidade dos cálculos será feita mais rapidamente, e com maior clareza de dados e parâmetros utilizados.

CONCLUSÕES

O *software on-line* tem recebido avaliações positivas, principalmente entre os alunos que buscam melhorar o aprendizado dos conteúdos das disciplinas de estruturas. Foi constatado que os relatórios pdf auxiliam no entendimento de exercícios propostos em sala de aula.

Como projetos de pesquisa futuros, podem ser criados módulos para a resolução de estruturas hiperestáticas utilizando vários métodos disponíveis na bibliografia, como Método das Forças, Método dos Deslocamentos, Método de Cross e Métodos dos Elementos Finitos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao IFSP pela bolsa PIBIFSP e ao meu orientador por toda ajuda e atenção.

REFERÊNCIAS

BEER, F.P.; JOHNSTON, E.R.Jr. Resistência dos materiais. 3.ed. São Paulo: Makron Books, 2011.

FTOOL. Ftool para Windows, versão 4.00. PUC-Rio, 2017. Disponível em <<https://www.alis-sol.com.br/Ftool/>>. Acesso em 25 de junho de 2017.

PDFMAKE. MIT, 2017. Disponível em <<http://pdfmake.org/#/>>. Acesso em 25 de junho de 2017.