

ANÁLISE DE ESTRUTURAS UTILIZANDO O SOFTWARE EXCEL ATRAVÉS DO MÉTODO DA RIGIDEZ DIRETA

Rodrigo Marques Godoi (PIBIC/CNPq-UEM), Leandro Vanalli (Orientador),
Sílvia Sônia da Silva (Co-orientador), e-mail: rodrigo.romer@hotmail.com

Universidade Estadual de Maringá / Centro de Tecnologia/ Umuarama, PR.

Engenharia Civil – Estruturas – Mecânica das Estruturas

Palavras-chave: Estruturas Hiperestáticas, Análise Matricial, Excel.

Resumo

A determinação dos esforços é de extrema importância para a resolução de problemas de engenharia. Nos dias atuais, buscando uma representação dos esforços cada vez mais fiel à realidade, observamos que os cálculos vêm se tornando cada vez mais extensos fazendo com que a presença do computador seja constante para a resolução dos mesmos. Com o auxílio de modelos numéricos computacionais, podemos com facilidade desenvolver dimensionamentos mais precisos de forma rápida e fácil. No ensino das disciplinas de estruturas ainda é comum que os alunos aprendam inicialmente as metodologias de cálculo de forma manual para posteriormente utilizarem implementações computacionais. Nesse contexto o presente projeto de iniciação científica através do estudo do *método da rigidez direta*, que representa a transição dos métodos manuais de cálculo de esforços para as implementações computacionais, se insere na área de Engenharia de Estruturas buscando, com o auxílio do software Microsoft Excel®, desenvolver uma ferramenta para cálculo de estruturas hiperestáticas de modo rápido e simples, disponibilizando também outra ferramenta para o estudo da disciplina de estruturas. Com base nos resultados gerados, foi possível observar que a planilha desenvolvida está em funcionamento ótimo, dentro das limitações impostas durante seu desenvolvimento.

Introdução

A determinação dos esforços internos em estruturas é uma das principais etapas para o dimensionamento das mesmas. Na atualidade nos deparamos frequentemente com estruturas hiperestáticas (estruturas com alto grau de indeterminação) sendo um tipo que exige métodos mais modernos para sua resolução. Este tipo de estrutura compõe a maior parte das construções de hoje em dia (McCormac, 2009). No início do século passado eram necessários meses de estudo para se analisar uma viga com

precisão e de maneira adequada (Leet; Uang; Gilbert, 2009). Com o surgimento do computador e de modelos numéricos computacionais, as dificuldades já citadas foram superadas, sendo ainda corriqueiro o uso dos métodos manuais na vida profissional. Porém, o acesso a estes modelos exige de um alto investimento, se tornado inacessível para os alunos de graduação. Desta forma, pretende-se desenvolver uma planilha que possa resolver estruturas semelhantes e que seja de fácil acesso e manuseio de alunos da graduação.

Materiais e métodos

Para o desenvolvimento da ferramenta, foi utilizado o *método da rigidez direta* que representa a transição dos métodos manuais de cálculo de estruturas hiperestáticas para os métodos computacionais atualmente utilizados (Martha, 2010; Soriano, 2006), além do software Microsoft Excel®. A planilha é dividida em várias abas, onde são inseridos os dados de entrada, seguindo com os procedimentos de cálculo pelo método da rigidez direta, e por último os resultados. Os procedimentos de cálculo foram divididos em mais abas para que seja possível observar todas as etapas utilizadas no método adotado. Devido a limitações na programação do Excel, a planilha foi limitada ao estudo de no máximo 10 nós e 20 elementos, sendo cada nó uma ligação rígida. A planilha permite cargas pontuais nos nós e cargas distribuídas nos elementos, desde que essas cargas distribuídas sejam constantes e perpendiculares aos elementos.

Para comprovar a funcionalidade da planilha, foram calculadas estruturas e comparadas com o software Ftool®, um software já consolidado no cálculo de pórticos e vigas.

Resultados e Discussão

Foram realizadas a comparação de várias configurações de estruturas dentro dos limites impostos pela planilha. Será apresentado na Figura 1 a configuração de um dos exemplos resolvidos através do software Ftool®.

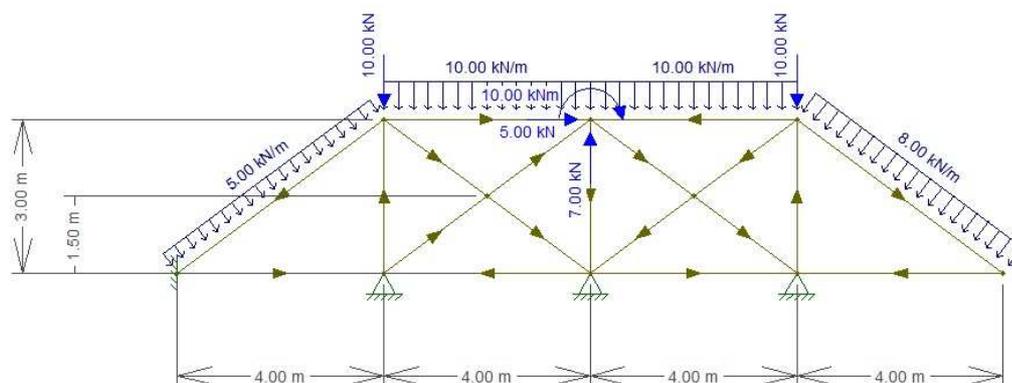


Figura 1 – Configuração de Pórtico para comparação dos resultados com a Planilha.

Podemos verificar a comparação dos resultados na Tabela 1 e na Figura 2. A Tabela 1 nos traz os resultados gerados pelo software Ftool® do modelo apresentado na Figura 1, enquanto a Figura 2 nos mostra os resultados gerados pela planilha para o mesmo modelo estrutural representado na Figura 1.

Tabela 1 – Resultados dados pelo Ftool®

	δx	δy	θ	H	R	M
Nó - 1	0	0	0	-4,76	11,98	10,41
Nó - 2	0,0380	-0,0784	-4,045e-5	0	0	0
Nó - 3	0	0	-1,056e-5	0,35	27,47	0
Nó - 4	0,0225	-0,0320	1,570e-5	0	0	0
Nó - 5	0,0475	-0,0660	-1,314e-5	0	0	0
Nó - 6	0	0	7,194e-6	-6,64	35,83	0
Nó - 7	0,0132	-0,0449	2,390e-5	0	0	0
Nó - 8	0,0801	-0,1622	-1,555e-4	0	0	0
Nó - 9	0	0	-9,576e-5	15,05	69,71	0
Nó - 10	-0,0978	-0,5439	6,457e-4	0	0	0

Os deslocamentos δx e δy são dados em mm, a inclinação θ é dada em radianos e as reações H, R e M são dadas em kN, kN e kNm respectivamente.

AI	AJ	AK	AL	AM				
Deslocamentos			Reações					
			H1	-4,76 kN	$\delta x8$	0,0801 mm		
			R1	11,98 kN	$\delta y8$	-0,1622 mm		
			M1	10,41 kN	$\theta8$	-1,555E-04 rad		
$\delta x2$	0,0380 mm						H9	15,05 kN
$\delta y2$	-0,0784 mm						R9	69,71 kN
$\theta2$	-4,045E-05 rad				$\theta9$	-9,576E-05 rad		
			H3	0,35 kN	$\delta x10$	-0,0978 mm		
			R3	27,47 kN	$\delta y10$	-0,5439 mm		
$\theta3$	-1,056E-05 rad				$\theta10$	6,457E-04 rad		
$\delta x4$	0,0225 mm							
$\delta y4$	-0,0320 mm							
$\theta4$	1,570E-05 rad							
$\delta x5$	0,0475 mm							
$\delta y5$	-0,0660 mm							
$\theta5$	-1,314E-04 rad							
			H6	-6,64 kN				
			R6	35,83 kN				
$\theta6$	7,194E-06 rad							
$\delta x7$	0,0132 mm							
$\delta y7$	-0,0449 mm							
$\theta7$	2,390E-05 rad							

Figura 2 – Resultados gerados pela planilha.

Podemos observar que os resultados são compatíveis quando comparados com o software Ftool®. Vale lembrar que, tanto no software quanto na

planilha, não é considerado a contribuição da cortante para os deslocamentos.

Conclusões

Com base na comparação dos resultados, é possível afirmar que a planilha está funcionando corretamente, dentro dos limites pré-estabelecidos. Ao longo do desenvolvimento da planilha, foi possível observar que a mesma também tem uma grande aplicação na graduação, mais precisamente no ensino do método da rigidez direta, já que ela apresenta todos os cálculos em etapas, sem a necessidade de impressão de relatórios para conferência. Como resultado, também pode-se trabalhar em variações da mesma, sejam elas modelos espaciais ou até estudos de materiais compósitos, podendo realizá-los em projetos futuros.

Agradecimentos

Os autores agradecem o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Universidade Estadual de Maringá pela concessão de bolsa PIBIC para o aluno Rodrigo Marques Godoi

Referências

LEET, Kenneth M.; UANG, Chia-Ming; GILBERT, Anne M. **Fundamentos da Análise Estrutural**. 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2014. 793 p.

MARTHA, Luiz F. **Análise de Estruturas: Conceitos e métodos básicos**. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda., 2010. 524 p.

SORIANO, Humberto L.; LIMA, Silvio. **Análise de Estruturas: Métodos das Forças e Método dos Deslocamentos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda., 2006. 308 p.

MCCORMAC, Jack C. **Análise Estrutural Usando Métodos Clássicos e Métodos Matriciais**. 4. ed. Belo Horizonte: LTC, 2009. 502 p.

FTOOL - Two-dimensional Frame Analysis Tool. Disponível em: <<https://www.alis-sol.com.br/Ftool/>> Acessado em: Jul. 2017.