

MODELAGEM E ANÁLISE DE ESTRUTURAS RETICULADAS: UTILIZAÇÃO DE FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS PARA AUXÍLIO NO ENSINO

Gabriel Emídio Lage – gabriellage20@gmail.com

Januário Pellegrino Neto – jneto@maua.br

Paula Meirelles Bolelli – paula.bolelli@maua.br

Instituto Mauá de Tecnologia - IMT

Praça Mauá, 1

CEP 09580-900 – São Caetano do Sul – São Paulo

Resumo: Com o objetivo de desenvolver ferramentas computacionais para análise de estruturas reticuladas, foi criado um programa utilizando o software MATLAB®. O aplicativo visa auxiliar no entendimento e no ensino da Análise Matricial de Estruturas (AME), visto que essa é uma metodologia aplicada à resolução de problemas de Engenharia, a qual pode ser implementada no computador de forma mais simples quando comparada a outras metodologias, como as que são abordadas no campo da Mecânica dos Materiais, por exemplo. Dessa forma, o programa possibilita que o usuário faça o processamento e pós-processamento de dados de uma maneira visual, através da interface gráfica construída, tendo um caráter didático. Por meio da AME, estudam-se elementos como treliças, vigas contínuas, pórticos e grelhas, obtendo-se deslocamentos e os esforços internos solicitantes nas estruturas ocasionados por esforços externos aplicados a elas. Conforme a complexidade dessas estruturas aumenta, o cálculo manual desses resultados se torna inviável. É nesse momento que surge a necessidade de ferramentas computacionais capazes de resolver cálculos complexos para a análise de estruturas reticuladas. Nesse contexto é abordada a implementação da aprendizagem ativa de forma a potencializar o aprendizado do aluno em relação aos conceitos que lhe serão transmitidos com o auxílio do programa criado.

Palavras-chave: Análise Matricial de Estruturas. MATLAB®. Estruturas Reticuladas. Aprendizagem Ativa.

1 INTRODUÇÃO

Cotidianamente, a população se depara com diversos tipos de estruturas: pontes, edifícios, passarelas, portos, entre outros. Dessa forma, é essencial que engenheiros civis aprendam ao longo do ensino superior diferentes métodos para se realizar a análise estrutural. Essa é a fase do projeto estrutural em que se determinam os esforços internos e externos às estruturas e as tensões correspondentes, além de seus deslocamentos e deformações, segundo Martha (1993). Essa análise deve ser realizada para que haja um modelo estrutural que considere os carregamentos sob os quais a estrutura será submetida e seja possível observar como ela irá se comportar.

A fim de realizar tal análise, são utilizadas teorias e hipóteses fundamentadas no estudo das estruturas como um todo, dos materiais que as compõem, das ligações entre os próprios elementos da estrutura ou dela com outros sistemas – solo e vento, por exemplo – apoiando-se

em seus modelos matemáticos. Neste modelo, leva-se em consideração condições de equilíbrio, equações de compatibilidade de deslocamentos e relações entre tensões e deformações.

De acordo com Hibbeler (2010), as hipóteses simplificadoras clássicas que são adotadas por alguns métodos envolvidos na análise estrutural são:

- Os materiais têm comportamento elástico-linear, o que implica no uso da Lei de Hooke, em que a tensão é proporcional ao produto da deformação pelo módulo de elasticidade do material;
- As seções transversais, que são planas e perpendiculares ao eixo longitudinal do elemento que está se deformando, permanecerão planas e perpendiculares ao eixo após a deformação (Hipótese de Navier);
- A distribuição de tensões pode ser considerada equivalente entre diferentes modos de carregamentos numa seção suficientemente distante do ponto de aplicação desses carregamentos (princípio de Saint-Venant);
- Trabalha-se com pequenas deformações e pequenos deslocamentos.

É de extrema importância que o modelo adotado esteja de acordo com o comportamento real ao qual a estrutura será submetida, pois é a partir dele que os elementos estruturais serão dimensionados, sejam eles barras, apoios, articulações, entre outros.

Estruturas reticuladas são estruturas constituídas por elementos estruturais lineares denominados barras, sendo que a união de tais elementos é feita por nós. Barras são elementos que apresentam dimensão axial muito maior quando comparada às dimensões transversais. Nós, como já apresentado, são os pontos de encontro das barras e podem ser articulados ou rígidos, o que depende da ausência ou não de restrição de rotação entre as extremidades das barras, respectivamente. Esse modelo estrutural é comumente utilizado em estruturas metálicas, como em coberturas, por exemplo. Todavia, mesmo elementos estruturais de concreto armado, como vigas e pilares, podem ser analisados por meio de um modelo de barras, a fim de se ter uma noção prévia do comportamento da estrutura.

Os Esforços Internos Solicitantes são esforços que atuam no interior das estruturas devido a carregamentos externos aplicados de forma a estabelecer o equilíbrio estrutural. Podem ser esforços normais, cortante, momento fletor e momento torçor. Dentre eles, o foco principal do presente trabalho está nos esforços normais, visto que o programa desenvolvido soluciona a princípio problemas envolvendo treliças bidimensionais, cujos elementos estão sujeitos apenas a tração e compressão.

Ao longo dos tempos, com o desenvolvimento tecnológico das respectivas épocas, fora possível um grande avanço na construção civil em comparação com séculos anteriores. Da mesma maneira, a demanda por estruturas mais complexas segue aumentando, o que exige formas mais rápidas de encontrar soluções para os problemas que vem à tona. Sendo assim, é necessário a utilização de ferramentas computacionais capazes de solucionar tais problemas com um alto nível de confiabilidade e que levariam muito mais tempo para serem solucionados manualmente por um ser humano.

Dessa forma, o objetivo central do presente trabalho é o desenvolvimento de um software didático capaz de auxiliar na fase de análise de estruturas reticuladas, propiciando um entendimento de todo o processo de resolução. Logo, o intuito é que o software não apenas dê os resultados finais da análise, mas que ainda consiga demonstrar todos os procedimentos necessários para a obtenção de tais resultados, visando uma compreensão da AME de forma simples e interativa.

Este trabalho teve início em um projeto de Iniciação Científica e será utilizado na disciplina de graduação Teoria das Estruturas do Instituto Mauá de Tecnologia, a fim de atender a seu propósito base de auxiliar na aprendizagem dos estudantes de Engenharia Civil. Isto será feito

em aulas específicas, com o suporte dos professores e do aluno monitor da disciplina, o qual é um dos autores desse trabalho e criador do programa.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 MATLAB®

O MATLAB® (*Matrix Laboratory*) é um software especializado e otimizado para cálculos científicos e de engenharia (CHAPMAN, 2003), reconhecido mundialmente. Como o próprio nome sugere, ele é ideal para a resolução de problemas que envolvam matrizes, sendo também muito utilizado para plotagem de gráficos bidimensionais e tridimensionais, devido à facilidade que sua linguagem de programação apresenta. Dessa maneira, se tornou um software viável para a produção de um programa que utilizasse a Análise Matricial e fornecesse resultados gráficos. Além disso, o MATLAB® contém ambientes destinados à produção de interfaces gráficas para os usuários, conhecidos por GUIDE (*Graphical User Interface Development Environment*) e o mais recente, App Designer. Porém, nesse projeto, optou-se por utilizar o GUIDE.

Essas interfaces gráficas proporcionam uma interação mais dinâmica entre o computador e o usuário através de botões, caixas de texto, alertas e outros, de forma que o desenvolvedor do programa consiga arrastar esses elementos gráficos para uma posição específica na tela que será exibida ao usuário, excluindo a obrigação do usuário saber como programar na linguagem em questão e facilitando a análise dos dados (PEASLEY, 2017).

2.2 Método dos Deslocamentos e Análise Matricial

A Análise Matricial de Estruturas se baseia no Método dos Deslocamentos, também conhecido por Método da Rigidez, que visa a determinação de deslocamentos, reações e forças internas dos elementos estruturais reticulados a partir das forças externas aplicadas à estrutura, levando em consideração a sua rigidez. Difere-se do Método dos Esforços, pois parte do pressuposto de que os deslocamentos são as incógnitas fundamentais, ao contrário deste último em que se utilizam esforços (forças e momentos) como incógnitas. Sendo assim, a princípio são calculados os deslocamentos nodais da estrutura e, posteriormente, os esforços. É aplicável a estruturas reticuladas como treliças, vigas, pórticos, placas e cascas (ALMEIDA NETO, 2017).

Este método forma um sistema de equações relacionando forças, rigidez e deslocamentos sob um enfoque matricial, considerando a deformação elástico-linear das estruturas, baseando-se na Lei de Hooke. A equação fundamental do método está representada pela Equação (1).

$$\{F\} = [K] \cdot \{U\} \quad (1)$$

Sendo que: $\{F\}$ é o vetor de forças; $[K]$ é a matriz de rigidez da estrutura; $\{U\}$ é o vetor de deslocamentos.

A incógnita é denominada por Grau de Liberdade, sendo que este corresponde à movimentação de um nó numa determinada direção, havendo a possibilidade de ser um deslocamento - no caso de uma translação - ou uma rotação em relação a um eixo. Deste modo, o maior número possível de graus de liberdade de um nó é igual a seis, considerando três possíveis translações e três possíveis rotações ao longo dos eixos cartesianos x , y e z , porém isso ocorre apenas num estudo tridimensional. Analisando a estrutura num plano bidimensional, o nó terá no máximo três graus de liberdade (translações nos eixos x e y mais uma rotação no eixo z). No caso do nó ser uma articulação, por permitir a livre rotação entre seus elementos, ele tem apenas dois graus de liberdade, os quais equivalem a translações. O número de graus

de liberdade de uma estrutura será equivalente a soma dos graus de liberdade de todos os seus nós.

A Equação (1) pode ser manipulada a fim de segmentá-la entre graus de liberdade livres e bloqueados. Sabe-se que os deslocamentos dos graus de liberdade bloqueados são nulos, pois representam apoios, logo servem como condições de contorno para o problema. As forças nos graus de liberdade bloqueados serão as reações de apoio e as forças aplicadas à estrutura estão representadas nos graus de liberdade livres. Essa separação entre graus de liberdade livres – subscrito “L” – e bloqueados – subscrito “B” – pode ser representada pela Equação (2).

$$\begin{Bmatrix} F_L \\ F_B \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} K_{LL} & K_{LB} \\ K_{BL} & K_{BB} \end{bmatrix} \cdot \begin{Bmatrix} U_L \\ U_B \end{Bmatrix} \quad (2)$$

Do desenvolvimento da Equação (2) e da aplicação do conceito de matriz inversa, obtêm-se as Equações (3) e (4).

$$\{F_L\} = [K_{LL}] \cdot \{U_L\} + [K_{LB}] \cdot \overset{0}{\cancel{\{U_B\}}} \rightarrow \{U_L\} = [K_{LL}]^{-1} \cdot \{F_L\} \quad (3)$$

$$\{F_B\} = [K_{BL}] \cdot \{U_L\} + [K_{BB}] \cdot \overset{0}{\cancel{\{U_B\}}} \rightarrow \{F_B\} = [K_{BL}] \cdot \{U_L\} \quad (4)$$

Para resolver um problema através da Análise Matricial, deve-se primeiramente determinar quais são os graus de liberdade da estrutura e numerá-los. Em seguida, determinar para cada elemento quais são seus nós inicial e final para definir sua incidência, ou seja, quais graus de liberdade são afetados por esse elemento. Tendo essa informação em mãos, pode-se calcular a matriz de rigidez do elemento em coordenadas locais, posteriormente em coordenadas globais e, na sequência, adicionar a influência deste elemento na matriz de rigidez da estrutura. Com o vetor de forças externas aplicadas à estrutura e sua matriz de rigidez, é possível calcular os deslocamentos nodais a partir da Equação (3). Por fim, calculam-se as reações de apoio através da Equação (4).

2.3 Sobre o programa criado

Para estruturas mais simples, com poucos elementos de barras, a análise feita a mão ainda pode ser conveniente. Porém, em se tratando de estruturas mais complexas com mais elementos e, conseqüentemente, mais equações a serem resolvidas, se torna muito complexa a análise manual. Logo, tem-se como auxílio ferramentas computacionais capazes de solucionar tais problemas em questão de segundos, sendo que os mesmos problemas poderiam demandar horas de trabalho de um engenheiro experiente, inclusive. Por conta disso, se torna essencial o bom aprendizado dos métodos de resolução e análise que são empregados pelas máquinas.

É nesse contexto em que são utilizados softwares didáticos como o *Ftool*. Esta ferramenta foi desenvolvida pelo professor Dr. Luiz Fernando Martha e é utilizada para a análise bidimensional de estruturas reticuladas. Apresenta grande facilidade para o usuário desenhar o modelo da estrutura, inserir seus dados e obter resultados tanto gráficos quanto numéricos. Em conjunto com *LESM* (aplicativo também desenvolvido por Martha em plataforma MATLAB®), estas foram as principais referências utilizadas como base para o desenvolvimento do programa.

Esta ferramenta não visa substituir outras já existentes, e sim complementá-las. Seu foco é, justamente, facilitar o aprendizado do método que é utilizado como base por diversos programas de análise estrutural, dando uma visão ao estudante do que está por trás desses softwares, em conjunto com o que já é ensinado em sala de aula ao longo da graduação em Engenharia Civil.

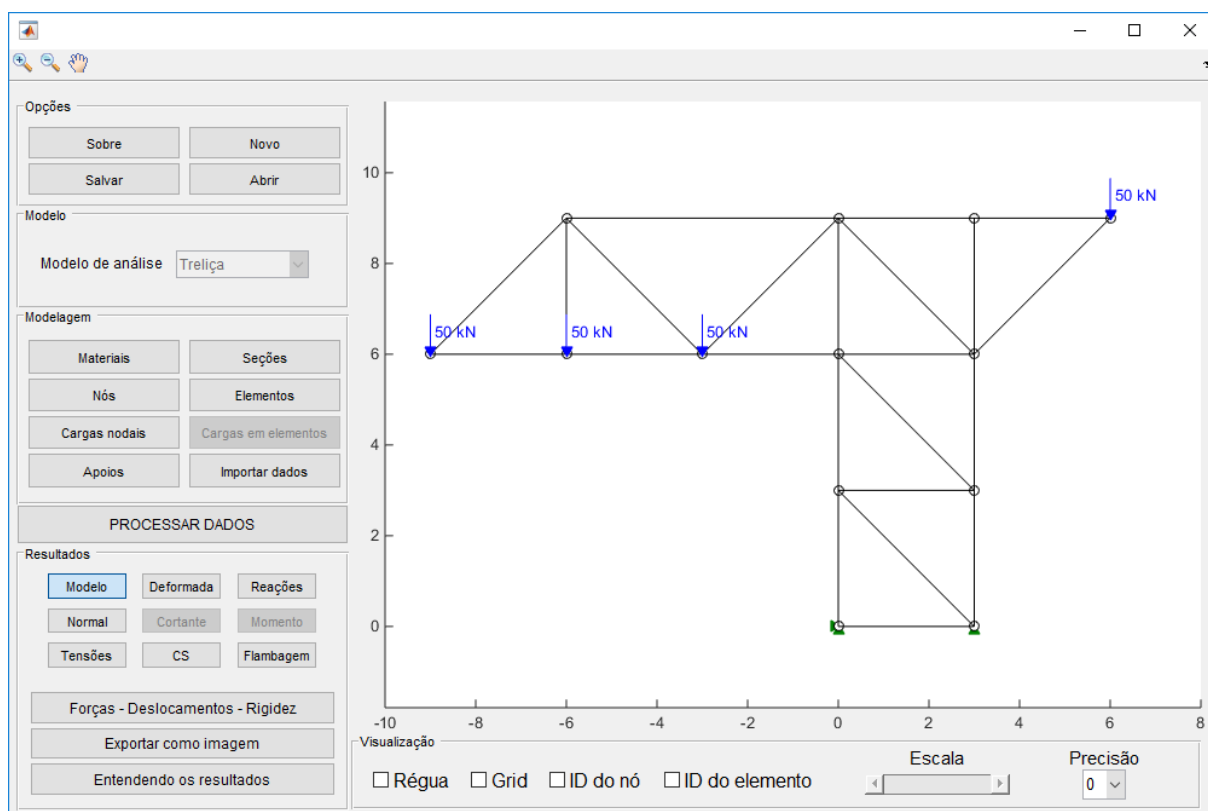
Há, inclusive, uma opção no programa criado para importar dados do *Ftool*, visto que este software já é utilizado em nível educacional e profissional, possibilitando que a modelagem da estrutura seja feita nele e o aluno apenas importe estes dados para o programa criado, com a finalidade de entender o procedimento de cálculo.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A ferramenta desenvolvida é capaz de solucionar os problemas de estruturas reticuladas cujos dados são inseridos pelo usuário. A princípio, está programada para resolução de treliças, contudo, espera-se que o trabalho tenha continuidade e que sejam implementados os modelos de análise para vigas e pórticos, além de outras funcionalidades futuras.

Observa-se a interface gráfica da janela principal do software através da Figura 1.

Figura 1 – Interface do programa com exibição de um modelo de treliça de treze nós e vinte e três elementos.



Fonte: Os autores.

Em relação à interface exibida, é possível salvar e importar dados de arquivos, modelar a estrutura e obter resultados gráficos e numéricos do modelo em estudo. Para modelar a estrutura, o usuário determina as características geométricas das barras (área e momento de inércia), as características dos materiais (módulo de elasticidade e tensão de escoamento), as coordenadas dos nós, cria as barras a partir dos nós iniciais e finais, define as cargas externas aplicadas à estrutura e, por fim, define as condições de suporte da estrutura (apoios).

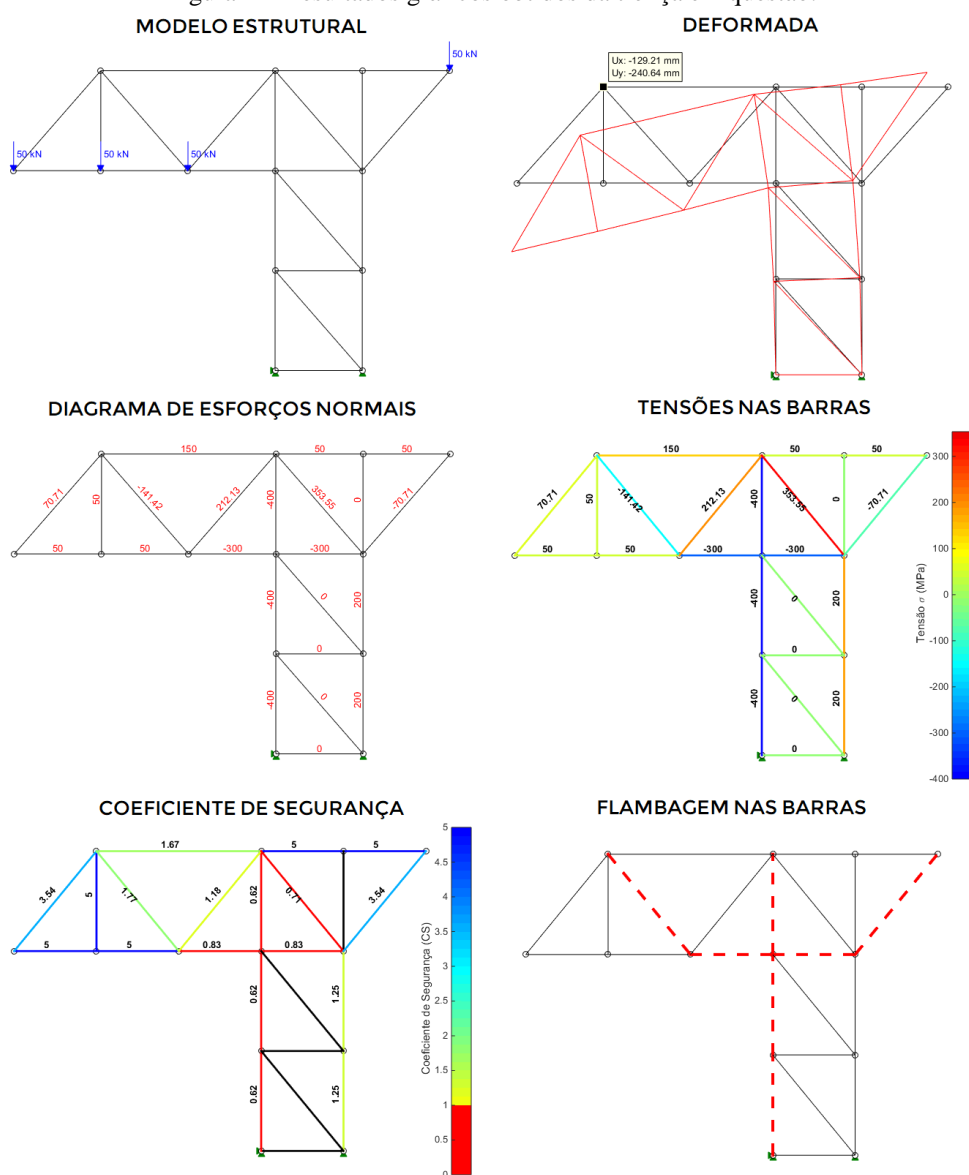
Como resultados gráficos, o usuário pode visualizar o modelo da estrutura cujos dados foram inseridos, deformada da estrutura (ao clicar em um nó, obtêm-se seus deslocamentos no plano), reações de apoio, diagrama de esforços normais nas barras, diagrama de tensões nas

barras numa escala de cores (facilitando o entendimento de barras que sofrem tração ou compressão), coeficientes de segurança das barras numa escala de cores (estabelecendo uma relação entre a tensão atuante e tensão limite das barras) e verificar o fenômeno de flambagem das barras.

Ainda, em “Forças – Deslocamentos – Rigidez” existe a opção de visualizar em tabelas as forças internas nas barras, deslocamentos nodais e matrizes de rigidez da estrutura e das barras, havendo a viabilidade de separar estes resultados por graus de liberdade da estrutura. Ao clicar em “Entendendo os resultados”, o programa gera um relatório da estrutura com os dados fornecidos pelo usuário, resultados encontrados e procedimentos de cálculo adotados, além de uma breve explicação teórica.

Para demonstrar os possíveis resultados a serem obtidos com o programa, o que pode ser visualizado na Figura 2, será utilizada como exemplo a treliça exibida na Figura 1.

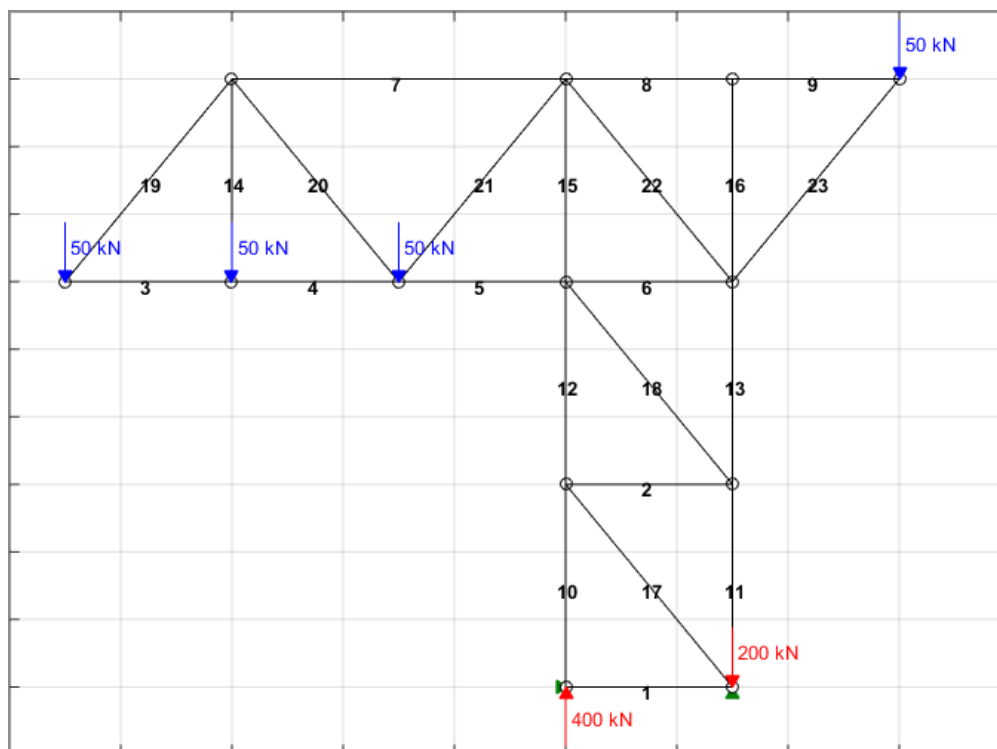
Figura 2 – Resultados gráficos obtidos da treliça em questão.



Fonte: Os autores.

Na seção de “Visualização”, pode-se ativar opções que facilitem a identificação de elementos da estrutura e resultados obtidos, o que pode ser encontrado na Figura 3.

Figura 3 – Modelo da treliça com identificação dos elementos, reações de apoio e grid ativados.



Fonte: Os autores.

3.1 Entendendo os resultados

Uma das principais vantagens do programa é a função “Entendendo os resultados”. Esta funcionalidade gera um arquivo no formato .PDF com o intuito de aprimorar o ensino didático da Análise Matricial de Estruturas, o qual é objetivo central do trabalho. O arquivo gerado é uma espécie de relatório completo da estrutura inserida pelo usuário, contendo os dados introduzidos por ele, explicações sobre como o software armazena e trata estes dados, explicações teóricas sobre o método de resolução, além de demonstrar como os cálculos foram realizados, passo a passo, antes de exibir os resultados gráficos. Este tipo de função é extremamente relevante para o ensino de engenharia, visto que, com a automatização de diversos processos de cálculos da vida prática através de softwares observada nas últimas décadas, há uma abstração de conceitos que estão embutidos nestes softwares, porém não explícitos ao usuário de forma direta, ou seja, não evidentes ao longo do uso do programa, o que pode gerar dúvidas sobre quais as hipóteses e critérios que foram utilizados na elaboração do software. Desta maneira, este acaba sendo um grande diferencial do presente trabalho em relação a outros softwares didáticos.

Em adição ao arquivo gerado, para obter resultados numéricos de maneira mais rápida, há o botão “Forças – Deslocamentos - Rigidez”, em que é possível visualizar forças por grau de liberdade da estrutura ou forças internas nas barras, deslocamentos por grau de liberdade ou de cada nó individualmente e as matrizes de rigidez, tanto das barras individualmente, quanto da estrutura como um todo, sendo que ainda pode-se subdividir a matriz de rigidez da estrutura em graus de liberdade livres e bloqueados.

Portanto, o usuário é capaz de compreender como a metodologia em questão é aplicada à análise de estruturas reticuladas, comparar os resultados obtidos com cálculos realizados

manualmente e assimilar a facilidade de implementação computacional da metodologia utilizada, o que abre margem para o desenvolvimento de trabalhos futuros que se baseiam nos mesmos princípios de análise.

3.2 Implementação da aprendizagem ativa

Diversos estudos são realizados em âmbito global sobre diferentes metodologias de ensino que possibilitem a potencialização do aprendizado do aluno, rompendo com o arquétipo convencional de aula, em que apenas o professor transmite seu conhecimento ao aluno que o ouve. Portanto, espera-se que o aluno se porte de maneira pró-ativa e vá atrás das informações que são necessárias para o seu entendimento de determinado assunto.

Nesse contexto, espera-se estimular os alunos que iniciarão seus estudos no tema “Análise Matricial de Estruturas” a se engajarem ativamente na busca do entendimento de conceitos primordiais para a Análise Estrutural, o que será feito na disciplina de Teoria das Estruturas do Instituto Mauá de Tecnologia com base no software criado. As atividades serão realizadas em aulas específicas de exercícios, em laboratórios com computadores adequados, contando com o auxílio do monitor de disciplina, o qual é autor do presente trabalho e criador do programa utilizado.

Esta fase de aprendizagem ativa será realizada em quatro etapas:

Etapa 1

Na aula de teoria, o professor dará uma breve introdução teórica sobre a Análise Matricial para estruturas reticuladas.

Etapa 2

Serão disponibilizados no ambiente virtual de aprendizagem da disciplina materiais complementares de estudo ao conteúdo em questão. Dentre estes materiais, está incluso um arquivo PDF gerado pelo programa com base numa estrutura de exemplo, apresentação de slides no PowerPoint e apostilas sobre o tema.

Etapa 3

No ambiente virtual de aprendizagem, serão disponibilizados exercícios de treliças para serem solucionados à mão por análise matricial.

Etapa 4

O professor apresentará aos alunos o programa desenvolvido em MATLAB®, com o auxílio do monitor de disciplina. Esta aula de exercícios será realizada em grupos, em laboratórios com computadores, dedicados para atividades de aprendizagem ativa. Os alunos resolverão os exercícios propostos anteriormente utilizando a ferramenta computacional, a fim de comparar os resultados.

Por fim, pretende-se realizar uma pesquisa com o intuito de analisar a opinião, tanto dos alunos quanto dos docentes, em relação à abordagem adotada do conteúdo, quais seus aspectos positivos e negativos, formas de melhoria e parecer sobre o programa utilizado.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os resultados obtidos, é perceptível que a Análise Matricial de fato torna o processo de análise estrutural mais sistêmico e é facilmente implementável no computador. O

MATLAB® se mostrou uma ferramenta poderosa, com alta velocidade de processamento de dados e de fácil criação de interfaces gráficas, assim como esperado.

Para validação do modelo de resolução adotado pelo programa, utilizou-se um exemplo de treliça com três nós e três elementos apenas para efeitos comparativos entre a Análise Matricial e o Teorema de Castigliano, o qual leva em consideração a energia de deformação da estrutura para o cálculo de esforços e deslocamentos (CAMPANARI, 1985), sendo este outro método utilizado na área de Teoria das Estruturas. Considerando que os resultados obtidos, tanto de esforços normais quanto de deslocamentos nodais, por ambos os métodos foram equivalentes, é coerente dizer que o software criado apresenta informações condizentes com o que é esperado. A validação do mesmo não se deu apenas por este único exemplo, e sim por diversos outros modelos de treliças. Além de uma análise por cálculos manuais, fora realizada uma comparação com outros softwares, como o *Ftool*.

O programa desenvolvido é capaz de solucionar diversos problemas envolvendo treliças e tem cunho didático, visando facilitar o ensino da AME. Ele não está finalizado por completo, pois ainda há diversas funcionalidades que podem ser implementadas, como resolução de outras estruturas como vigas e pórticos, por exemplo, podendo evoluir em diversos aspectos. Imagina-se que será dada continuidade a este trabalho com o intuito de aprimorá-lo e, desta maneira, será possível que o software se torne uma ferramenta acessível a um público muito maior.

Em relação ao método de aprendizagem ativa que será aplicado aos alunos, as aulas de exercícios ocorrerão no período do segundo semestre deste ano, conforme prazo estipulado no Plano de Ensino da disciplina para o conteúdo de AME.

Vale ressaltar que mesmo que o programa gere informações válidas sobre um dado problema em estudo, cabe ao usuário interpretar os resultados e garantir sua confiabilidade. Para a utilização de softwares, principalmente na área da engenharia, é de extrema importância o conhecimento dos conceitos envolvidos por trás dos resultados gerados pelos programas, visto que a base conceitual é o que dará sentido ao que for apresentado. Se o engenheiro não sabe modelar o problema sem ter o computador, ele não deve fazê-lo tendo o computador (ALVES FILHO, 2002). A utilização de ferramentas computacionais deve ser feita para auxiliar o profissional, o qual é capaz de raciocinar sobre o que a tela do computador exhibe e correlacionar isso com o mundo real. Este profissional tem a responsabilidade de representar computacionalmente seu modelo de forma fidedigna à realidade e verificar se os resultados obtidos pela máquina estão de acordo com o que era esperado.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA NETO, Edgard. S.; COSTA, Henrique de Britto. **Análise Matricial de Estruturas – 1D**. Escola Politécnica da USP, 2017.

ALVES FILHO, Avelino. **Elementos Finitos – A Base da Tecnologia CAE**. 6ª edição. São Paulo: Érica, 2000.

CAMPANARI, Flavio Antonio. **Teoria das Estruturas – Volume 2**. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1985.

CHAPMAN, Stephen J. **Programação em MATLAB® para Engenheiros**. 2ª edição. São Paulo: Pioneira Thompson Learning, 2003.

HIBBELER, Russell C. **Resistência dos Materiais**. 7ª edição. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

MARTHA, Luiz Fernando. **O Método da Rigidez Direta sob um Enfoque Matricial**. Departamento de Engenharia Civil da PUC-RIO, 1993.

PEASLEY, Eric. **Introduction to MATLAB Interactive Graphics**. Department of Engineering Science, University of Oxford, 2017.

MODELING AND ANALYSIS OF FRAME STRUCTURES: THE USE OF COMPUTATIONAL TOOLS TO AID IN LEARNING

Abstract: *With the objective of creating computational tools for the analysis of frame structures, it was created a program using MATLAB® software. It aims to assist with understanding and learning of the Matrix Analysis of Structures, since it is a methodology applied to solve Civil Engineering problems, which can be implemented on computers in a simpler way compared to other methodologies, such as those that are approached in the field of Mechanics of Materials, for example. In this way, the program allows the user to perform the processing and post-processing of data in a visual way, through the built-in graphical interface, having a didactic character. Through Matrix Analysis, elements such as trusses, continuous beams, frames and grids can be studied, obtaining the displacements and internal efforts in the structures caused by actions external to them. As the complexity increases, manual calculation becomes unfeasible. It is the moment that the need arises for a computational system capable of solving complex calculus for the analysis of frame structures. Another aspect approached is an implementation of the active learning in order to empower the student learning in relation to the concepts that will be transmitted by the current program.*

Key-words: Matrix Analysis. MATLAB®. Frame Structures. Active Learning.