APLICAÇÃO DO CHATGPT NA AUTOMAÇÃO DE ANÁLISES ESTRUTURAIS EM COLUNAS DE AÇO VIA ABAQUS

Mariana Bueno de Souza (PIBIC/CNPq/FA/UEM), Felipe Piana Vendramell Ferreira (Orientador). E-mail: fpvferreira@uem.br

Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Engenharia Civil, Maringá, PR.

Área e subárea do conhecimento: Engenharias / Engenharia Civil / Estruturas.

Palavras-chave: Método dos Elementos Finitos; Flambagem; Estabilidade estrutural.

RESUMO

O avanço das ferramentas computacionais tem ampliado as possibilidades de análise estrutural, especialmente por meio do Método dos Elementos Finitos e de softwares como o ABAQUS. Este trabalho investigou a utilização do ChatGPT como ferramenta de apoio à automação e otimização de scripts em Python para análises estruturais de colunas de aço submetidas à carga axial. Inicialmente, foram desenvolvidos modelos paramétricos no ABAQUS, nos quais variáveis geométricas permitiram modificar as características das seções sem reconstrução manual dos modelos. Em seguida, o ChatGPT foi utilizado para reorganizar e otimizar os códigos, reduzir comandos repetitivos, substituir seleções por máscaras por estratégias baseadas em coordenadas e possibilitar a criação de diferentes modelos a partir de um único script. Na etapa de estudo paramétrico, foram analisados perfis da família W, variando-se o comprimento das colunas e as condições de contorno. As análises de flambagem linear forneceram autovalores, modos de instabilidade e cargas críticas, permitindo determinar o fator de comprimento efetivo K e compará-lo com a formulação clássica de Euler. Os resultados indicaram que o aumento da esbeltez reduziu a carga crítica e que as colunas biengastadas apresentaram maior rigidez e capacidade de carga que as biarticuladas. Os valores de K mostraram proximidade com os valores teóricos de 1,0 e 0,5, respectivamente. Conclui-se que a integração entre ChatGPT, Python e ABAQUS favoreceu a automação, a padronização e a eficiência dos estudos numéricos.

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de ferramentas computacionais tem proporcionado novas possibilidades para a análise estrutural na engenharia, permitindo representar problemas complexos por meio do Método dos Elementos Finitos (MEF). Nesse contexto, o ABAQUS destaca-se como uma ferramenta capaz de simular o comportamento de estruturas submetidas a diferentes condições de carregamento e vinculação. Entretanto, a elaboração manual de modelos e a realização de estudos

paramétricos podem demandar elevado tempo de processamento e estar sujeitas a erros de modelagem e programação.
A utilização de scripts em Python no ambiente ABAQUS permite automatizar etapas como criação da geometria, definição das propriedades do material, aplicação das condições de contorno, geração da malha e configuração das análises. A integração desse recurso com o ChatGPT possibilita auxiliar na interpretação, organização e otimização dos códigos, tornando os modelos mais parametrizados, reutilizáveis e adaptáveis.
Além da automação computacional, o trabalho foi direcionado à análise da estabilidade elástica de colunas de aço submetidas à compressão. A carga crítica de flambagem depende das características geométricas da seção, do comprimento do elemento e das condições de contorno, sendo o fator de comprimento efetivo K um parâmetro fundamental na formulação clássica de Euler. Assim, o objetivo foi avaliar a aplicação do ChatGPT na automação de modelos no ABAQUS e, posteriormente, utilizar os códigos desenvolvidos em estudos paramétricos de flambagem, determinando numericamente o fator K para diferentes condições de apoio.

MATERIAIS E MÉTODOS

O desenvolvimento dos modelos foi realizado no software ABAQUS, utilizando scripts em Python e o Método dos Elementos Finitos. A primeira etapa consistiu na aprendizagem da construção de modelos estruturais e na criação da geometria de uma seção assimétrica do tipo I. O arquivo JNL, correspondente ao registro das operações realizadas no ABAQUS, foi utilizado como base para a construção do script Python.
Para tornar a geometria parametrizada, foram introduzidas variáveis referentes às dimensões da seção transversal, como D (altura total), Bft (largura da mesa superior), Bfb (largura da mesa inferior), Tw (espessura da alma), Tft (espessura da mesa superior), Tfb (espessura da mesa inferior) e H (altura considerada a partir das espessuras das mesas). Os valores originalmente definidos por coordenadas numéricas foram substituídos por expressões paramétricas, permitindo alterar as dimensões do modelo sem reconstruir manualmente a geometria. A validação do código desenvolvido inicialmente foi realizada por meio de sua execução no ABAQUS, verificando-se a correta geração dos modelos estruturais a partir dos parâmetros geométricos definidos. Foram conferidas a representação da seção transversal, as dimensões das colunas, as propriedades dos materiais e a aplicação das condições de contorno e dos carregamentos. Também foi verificado se o código permitia gerar modelos com diferentes dimensões sem a necessidade de reconstrução manual da geometria. Após a confirmação do funcionamento do código, iniciou-se a etapa de otimização dos scripts.
A otimização dos scripts foi realizada por meio da reorganização dos comandos em Python, da centralização dos parâmetros geométricos e da substituição de seleções baseadas em máscaras por coordenadas espaciais. Também foram simplificados comandos repetitivos e padronizados os nomes de materiais, seções e condições de contorno, facilitando a compreensão e a manutenção do código. Essas modificações

permitiram gerar diferentes modelos a partir de um único script, alterando apenas as variáveis de entrada. Além disso, a automatização das etapas de modelagem contribuiu para reduzir o tempo de preparação dos modelos, embora essa redução não tenha sido quantificada por meio de comparações dos tempos de execução.
Após a otimização do código, foi realizado um estudo paramétrico com perfis da família W. Foram consideradas diferentes propriedades geométricas e comprimentos L, modificando-se o índice de esbeltez das colunas. A análise de estabilidade foi realizada por meio do procedimento Linear Buckling do ABAQUS, baseado na solução de um problema de autovalores. Os resultados forneceram fatores de carga, modos de flambagem e cargas críticas Pcr. A partir da expressão da carga crítica de Euler, os valores de K foram determinados para as condições biarticulada e biengastada e comparados aos valores teóricos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A otimização dos códigos apresentou resultados positivos para a automação das análises. A substituição das máscaras por coordenadas estratégicas tornou o script mais claro e adaptável, enquanto a parametrização das dimensões permitiu a criação de diferentes modelos a partir de um único código. A centralização dos parâmetros e a eliminação de comandos repetitivos também contribuíram para reduzir a extensão do script e facilitar sua reutilização em novos cenários.
Nas análises das colunas biarticuladas, observou-se que o aumento do comprimento L provocou redução da carga crítica de flambagem, comportamento compatível com a teoria clássica de Euler. Os modos de flambagem apresentaram deformada senoidal, com maior deslocamento aproximadamente na região central da coluna. A partir das cargas críticas obtidas, os valores de K apresentaram proximidade com o valor teórico K = 1,0, correspondente à condição articulada nas duas extremidades.
Para as colunas biengastadas, o aumento do comprimento também resultou em redução da carga crítica. Entretanto, essas colunas apresentaram valores de carga crítica superiores aos das colunas biarticuladas, devido à maior restrição das rotações e, consequentemente, à maior rigidez estrutural. Os modos de flambagem apresentaram menor curvatura nas extremidades e maiores deslocamentos na região central. Os valores de K obtidos numericamente mostraram proximidade com o valor teórico K = 0,5, associado à condição biengastada.
A Tabela 1 apresenta essa comparação para as condições de apoio biarticulada e biengastada para perfis do tipo W150x13, permitindo verificar a concordância entre os resultados numéricos e teóricos.

Tabela 1 – Comparação entre os fatores de comprimento efetivo numéricos e teóricos.

Condição de apoio	K numérico	K teórico
Biarticulada (L=200 cm)	1,08	1,00
Biarticulada (L=300 cm)	1,06	1,00
Biengastada (L=200 cm)	0,6	0,5
Biengastada (L=300 cm)	0,5	0,5

De maneira geral, a tendência observada nas simulações foi coerente com a formulação clássica de flambagem elástica. Os resultados também indicaram que a automatização por meio de scripts contribuiu para manter a mesma metodologia de modelagem entre as simulações, favorecendo a comparação dos resultados e reduzindo o tempo necessário para a preparação dos modelos.

CONCLUSÕES

A pesquisa demonstrou que a utilização do ChatGPT como ferramenta de apoio à programação no ABAQUS pode contribuir para a otimização de códigos destinados à análise estrutural. A parametrização das geometrias e a organização dos scripts possibilitaram a geração de diferentes modelos com menor necessidade de alterações manuais, favorecendo a repetibilidade e a eficiência das simulações.
Os estudos paramétricos de flambagem evidenciaram a influência do comprimento e das condições de contorno sobre a carga crítica das colunas.
Dessa forma, a integração entre Python, ABAQUS e ChatGPT mostrou-se uma abordagem eficiente para estudos numéricos de estabilidade estrutural.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Fundação Araucária e à Universidade Estadual de Maringá (UEM) pelo apoio à realização desta pesquisa, bem como ao orientador Prof. Dr. Felipe Piana Vendramell Ferreira pela orientação e contribuição durante o desenvolvimento do projeto.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 8800:2024 – Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios. Rio de Janeiro: ABNT, 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 8800:2008 – Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios. Rio de Janeiro: ABNT, 2008.

HIBBELER, R. C. Resistência dos Materiais. 10. ed. São Paulo: Pearson, 2019.

OPENAI. ChatGPT. Modelo de linguagem baseado em inteligência artificial. Disponível em: https://chat.openai.com. Acesso em: 22 ago. 2026.