



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA**

Autorizada pelo Decreto Federal nº 77.496 de 27/04/76  
Redeclenciamento pelo Decreto nº 17.228 de 25/11/2016



**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**  
**COORDENAÇÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA**

## **XXVIII SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UEFS** **SEMANA NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA - 2024**

### **Programa de pórtico plano considerando análise não linear geométrica**

**Eduardo Do Nascimento Lima<sup>1</sup>; Geraldo Jose Belmonte dos Santos<sup>2</sup>**

1. Bolsista – Modalidade Bolsa/PVIC, Graduando em Engenharia civil, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: [eduardolima1610@gmail.com](mailto:eduardolima1610@gmail.com)
2. Orientador, Departamento de Tecnologia, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: [belmonte@uefs.br](mailto:belmonte@uefs.br)

**PALAVRAS-CHAVE:** pórtico; rótula plástica; não-linear; elementos finitos.

## **INTRODUÇÃO**

As estruturas reticuladas fazem parte dos sistemas estruturais mais utilizados em edificações, sendo chamadas de sistemas aporticados. Segundo as normas de projeto, para a análise de tais sistemas, usa-se, normalmente o comportamento elástico linear, porém em situações de estado de serviço de estruturas esbeltas ou em casos de análise em estado limite último a condição de não linearidade, seja ela física (formação de rótulas plásticas), geométrica (efeito de 2ª ordem) ou de ligações semirígidas, faz-se necessária (BANKI, 1999; DA SILVA, 2004). As normas de projeto trazem procedimentos simplificados, normalmente usando análise linear, para a consideração de tais não linearidades no comportamento de sistemas estruturais (ABNT, 2008). Para análise mais cuidadosa, é fundamental que se tenha um programa de análise de pórtico com consideração de análise não linear geométrica e física mais próxima da realidade, usando procedimentos mais rigorosos. Para tal, a definição do modelo de viga usado, seja Euler-Bernoulli ou Timoshenko, é de fundamental importância.

## **MATERIAL E MÉTODOS OU METODOLOGIA (ou equivalente)**

Neste trabalho, foram desenvolvidos modelos de pórticos planos utilizando o método dos elementos finitos, iniciando pelo modelo mais simples de Euler-Bernoulli e avançando para o modelo mais complexo de Timoshenko, que incorpora os efeitos do cisalhamento. Para a implementação do programa, optou-se pela linguagem de programação Python, empregando a biblioteca Tkinter, reconhecida por oferecer uma interface gráfica intuitiva e de fácil manipulação. A escolha do Python baseou-se em sua simplicidade, sintaxe clara e ampla aceitação no meio acadêmico, características que facilitaram tanto o desenvolvimento quanto a implementação das funcionalidades. Ademais, a vasta disponibilidade de bibliotecas e recursos de suporte contribuiu para a construção de um sistema bem estruturado, com código limpo e de fácil manutenção.

O programa foi aprimorado com a integração de bibliotecas como Tkinter, para a criação de interfaces gráficas, e filedialog, para abrir e salvar arquivos. A biblioteca messagebox foi usada para exibir mensagens de aviso e feedback. O código foi modularizado em

funções e módulos específicos, facilitando a manutenção, a escalabilidade e a detecção de erros, além de otimizar a execução. Foram realizados testes para garantir a qualidade do programa. O projeto seguiu um cronograma de doze etapas, com ênfase no aprofundamento de Python e na aplicação de conceitos de Engenharia Civil, como a teoria de viga de Timoshenko e Euler-Bernoulli. Isso permitiu o desenvolvimento de uma ferramenta alinhada aos princípios estruturais estudados.

## RESULTADOS E/OU DISCUSSÃO (ou Análise e discussão dos resultados)

O desenvolvimento do programa de análise de pórticos planos com base no Método dos Elementos Finitos (MEF) visou, entre outros objetivos, a implementação e validação de diferentes modelos estruturais, considerando aspectos como não linearidade geométrica, física e ligações semirrígidas. Dentre os objetivos específicos, destaca-se a comparação entre os resultados obtidos pelo software desenvolvido e os métodos simplificados preconizados pelas normas técnicas vigentes para estruturas de aço (NBR 8800:2008) e concreto (NBR 6118:2023).

A análise do código-fonte e das funcionalidades implementadas indica que os objetivos foram amplamente alcançados. O programa permite a construção interativa de estruturas planas em um plano cartesiano, com inserção de nós, elementos de barra, carregamentos axiais e transversais, bem como visualização e manipulação da geometria estrutural. Os modelos teóricos implementados incluem tanto a teoria clássica de Euler-Bernoulli quanto a teoria de Timoshenko, permitindo comparações significativas entre diferentes níveis de idealização estrutural.

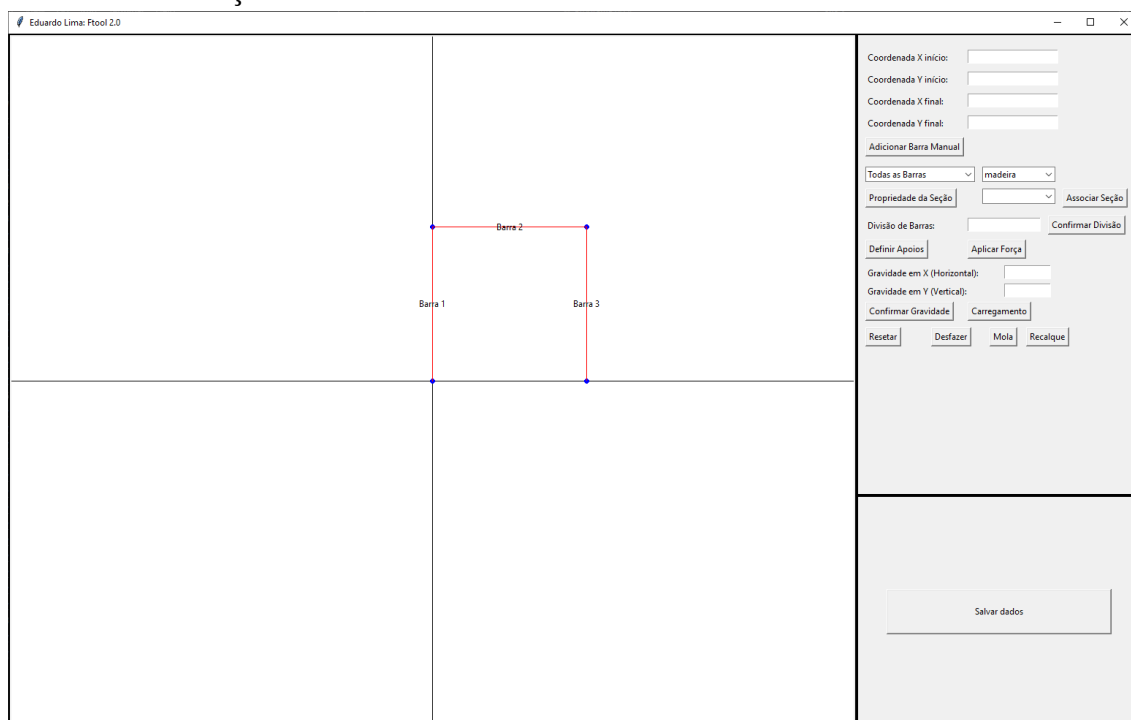


Figura 5 – Pagina inicial do Software.

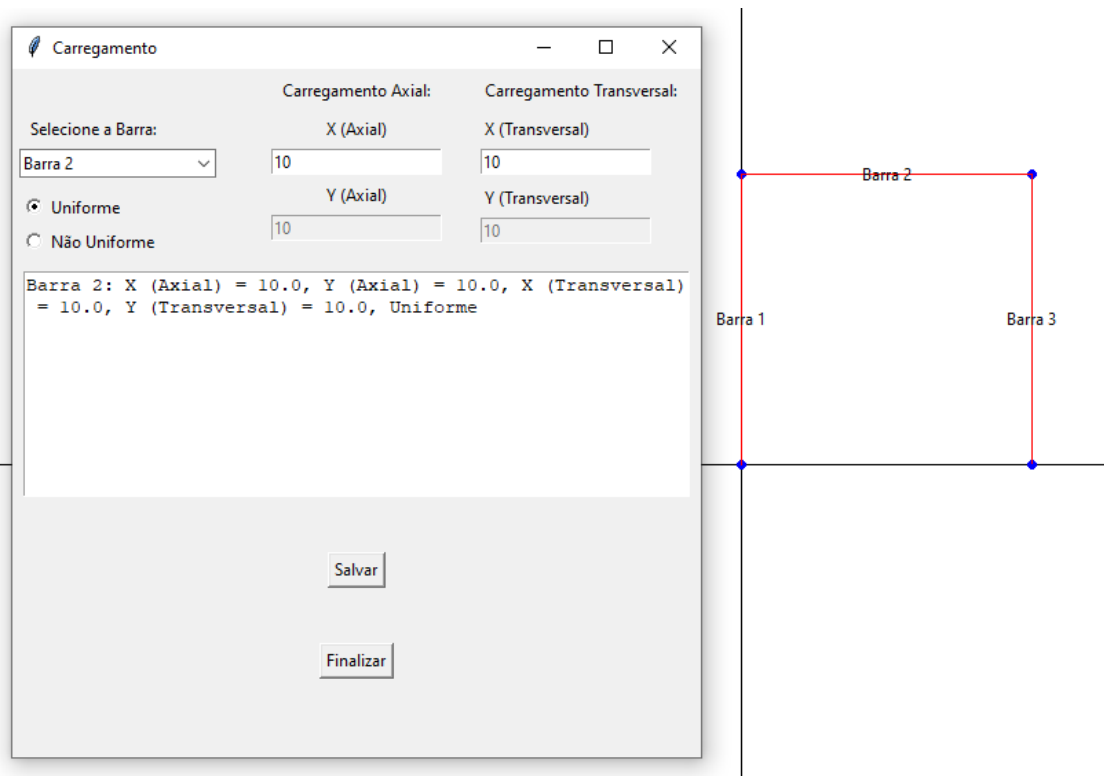


Figura 6 – Tipos de Carregamentos disponíveis no recolhimento de dados.

A Figura 5 apresenta a interface inicial do programa, voltada à coleta de dados estruturais e à definição de condições de contorno e carregamentos. A Figura 6 exemplifica a aplicação de carregamentos axiais e transversais, que podem ser combinados e distribuídos ao longo dos elementos, possibilitando análises em diferentes configurações estruturais e comparação direta entre os modelos adotados.

Por fim, ressalta-se que o programa alcançou plenamente os propósitos didáticos e computacionais propostos. A sua interface intuitiva, aliada à solidez dos modelos estruturais implementados, torna-o uma ferramenta valiosa tanto para ambientes acadêmicos quanto para atividades de ensino e pesquisa em mecânica das estruturas. Além de promover a compreensão prática dos conceitos teóricos, o sistema possibilita uma análise comparativa entre diferentes abordagens clássicas, refinadas e normativas, estimulando o pensamento crítico e o aprimoramento das competências analíticas dos usuários.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS (ou Conclusão)

O programa desenvolvido atendeu aos objetivos ao integrar modelos estruturais clássicos e avançados, como as teorias de Euler-Bernoulli e Timoshenko, com suporte a não linearidades e ligações semirrígidas. A interface gráfica intuitiva e a consistência dos resultados mostraram seu potencial didático e como ferramenta de apoio à pesquisa. O sistema permitiu comparações com normas técnicas e contribuiu para a formação analítica dos usuários, aprofundando a compreensão do comportamento estrutural. A análise de pórticos planos, considerando não linearidades geométricas e físicas, foi

realizada com sucesso, possibilitando comparações com modelos simplificados usados no dia a dia dos engenheiros.

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8800: Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios**. Rio de Janeiro: ABNT, 2008
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118:2023 - Projeto de estruturas de concreto - Procedimento**. Rio de Janeiro: ABNT, 2023.
- HAN, S. M.; BENAROYA, H.; WEI, T. Dynamics of structures. **New York: Dover Publications**, 1999.
- ZIENKIEWICZ, O. C.; TAYLOR, R. L.; ZHU, J. Z. The finite element method: its basis and fundamentals. 6. ed. **Oxford: Elsevier Butterworth-Heinemann**, 2005.
- PINZON, Cassiano; FERNANDES, Lucas José; RISSON, Venícios; FREITAS, Leunir Laudimar; PRAVIA, Zacarias Martin Chamberlain. *Teorias de viga de Bernoulli e Timoshenko: análise crítica*. Revista Caderno Pedagógico, v. 21, n. 8, p. 1-23, 2024. DOI: 10.54033/cadpedv21n8-051.