



UTILIZAÇÃO DO APLICATIVO MÓVEL BEAMDESING COMO FERRAMENTA EDUCACIONAL PARA ANÁLISE DE VIGAS PLANAS

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2024.5295

Autores: LUIS EDUARDO NEVES COSTA, FERNANDO PEREIRA DE LIRA, ELIEDSON RAFAEL DE CARVALHO, JULIANA LIRA BRITO

Resumo: O uso de aplicativos móveis como ferramenta didática nos cursos de engenharia tem como objetivo a ressignificação no processo de ensino-aprendizagem, criando um ambiente imersivo e próximo da realidade. Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo estudar as potencialidades da utilização do aplicativo móvel, BeamDesign, como ferramenta metodológica no processo de ensino-aprendizagem das disciplinas da área de estruturas que envolvem a análise de vigas planas. A metodologia da pesquisa encontra-se dividida nas seguintes etapas: revisão bibliográfica, delimitação da análise comparativa dos resultados. A fim de analisar o desempenho do BeamDesign, foi executada a análise comparativa entre as imagens geradas pelo próprio aplicativo e as obtidas pelo FTool. A análise permitiu concluir que o BeamDesign é uma ferramenta viável para a aplicação para fins didáticos. Por fim, o trabalho tem um papel fundamental de apresentar novas ferramentas auxiliares disponíveis e aperfeiçoar o processo de aprendizagem dos alunos de Engenharia Civil.

Palavras-chave: aplicativo móvel; ferramenta didática; ensino de engenharia; viga.

UTILIZAÇÃO DO APLICATIVO MÓVEL BEAMDESING COMO FERRAMENTA EDUCACIONAL PARA ANÁLISE DE VIGAS PLANAS

1 INTRODUÇÃO

De acordo com Ibáñez e Delgado-Kloos (2018), pesquisas recentes mostram que as áreas das Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática (STEM) demandam habilidades específicas por parte dos estudantes para o pleno processo de ensino e aprendizagem, como: a capacidade espacial, as habilidades práticas, a compreensão conceitual e a investigação científica.

Estudantes que optam por cursos nessas áreas acabam enfrentando dificuldades para compreender determinados conteúdos associadas ao fato de não conseguirem desenvolver de forma efetiva essas habilidades. As dificuldades tendem a se acentuar quando os objetos de estudo são modelos microscópicos e macroscópicos, como por exemplo, átomos, células e corrente elétrica, uma vez que se encontram fora do campo sensorial humano e demandam um nível maior de abstração, ou utilização de aparelhos específicos. Além disso, é possível acrescentar nesse processo, as dificuldades apresentadas pelo professor ao tentar contextualizar tais modelos às percepções (FEITOSA, 2020).

Durante a graduação, os estudantes de engenharia civil precisam realizar a análise de elementos estruturais em disciplinas, como Mecânica dos Sólidos ou Resistência dos Materiais, Teoria das Estruturas, Isostática e Hiperestática, por exemplo. De fato, desenvolver a capacidade de entender qual o comportamento esperado para estruturas, quando submetidas a diferentes tipos carregamentos, é de fundamental importância na construção do conhecimento do engenheiro civil (CARVALHO *et al.*, 2021). No entanto, tradicionalmente, essas disciplinas acabam sendo ministradas a partir de representações bidimensionais e de roteiros de cálculos extensos, o que, de certo modo, acaba limitando a diversificação de modelos a serem explorados e profundidade na conceituação.

Segundo Daineko *et al.* (2017), a inserção de novas tecnologias de informação e comunicação, combinadas com metodologias atuais utilizadas no processo de ensino-aprendizagem, tem contribuído para o aumento significativo da experiência de ensino e melhorado a qualidade da educação.

Neste contexto, aplicativos móveis surgem como ferramentas com alto potencial de aplicação para fins pedagógicos, uma vez que trazem uma série de vantagens, tais como, maior agilidade na resolução de problemas, maior interatividade, recursos gráficos mais precisos e redução nas simplificações de cálculo. De modo geral, o uso de aplicativos móveis cria a oportunidade de ressignificar o ensino dos conteúdos de engenharia através da elaboração de cenários que possibilitem um processo mais imersivo e próximo da realidade que será encontrada em campo.

Entre esses aplicativos temos o *BeamDesign* que possibilita analisar vigas 2D isostáticas e hiperestáticas pelo smartphone de forma rápida, prática e de fácil manuseio do aplicativo, permitindo obter resultados praticamente instantâneos. Assim, o presente trabalho tem como objetivo estudar as potencialidades da utilização do aplicativo móvel, *BeamDesign*, como ferramenta metodológica no processo de ensino-aprendizagem das disciplinas da área de estruturas que envolvem a análise de vigas planas.

2 METODOLOGIA

Com o objetivo de analisar a viabilidade do uso de aplicativos de celular em sala de aula para melhor entendimento e desenvolvimento do aluno na disciplina, o método de pesquisa adotado consiste na análise comparativa. Desse modo, a pesquisa tem natureza básica com abordagem qualitativa e possui como instrumento a análise de dados. A presente pesquisa foi dividida nas seguintes etapas: revisão bibliográfica, delimitação da análise comparativa, coleta de dados e análise dos resultados.

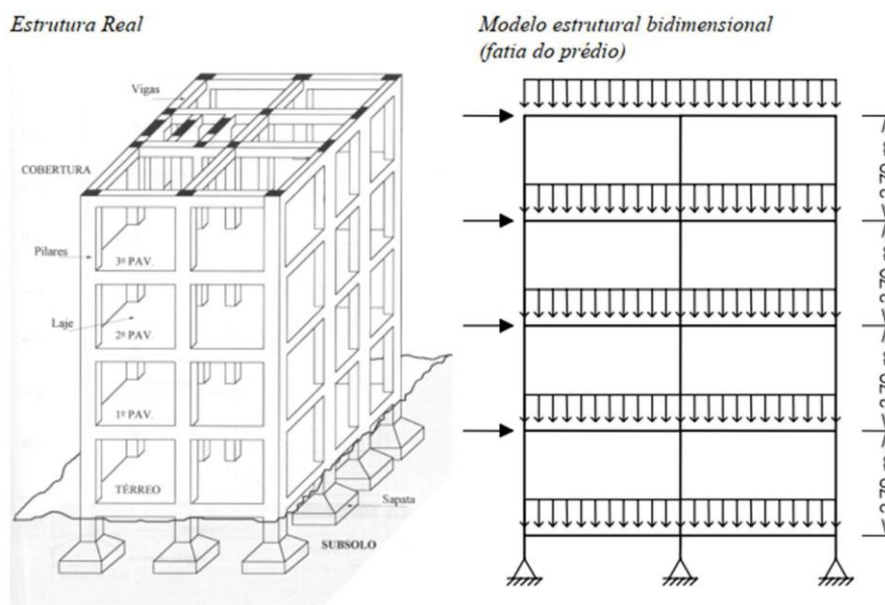
Inicialmente, o trabalho realizou a análise prévia sobre o estado da arte do tema, contribuindo para o embasamento teórico da pesquisa. Além disso, nesta fase foram revisados os procedimentos metodológicos utilizados em pesquisas similares, com intuito de nortear o presente estudo. Na realização da revisão bibliográfica, adotou-se os seguintes critérios para a escolha dos trabalhos: trabalhos publicados nos últimos 10 anos; preferencialmente artigos de revistas e periódicos; e que tenham sido publicados completamente. Após a escolha, foram lidos os títulos e resumos com intuito de selecionar os mais relevantes para a leitura completa do trabalho.

Ao final desta etapa, foram obtidas informações para compor o referencial teórico da pesquisa. A análise realizada nesta pesquisa consistiu em verificar a qualidade dos resultados apresentados pelo aplicativo móvel, BeamDesign, em comparação com os obtidos pelo FTool. Para isso, foram definidos os modelos de viga usados no estudo comparativo.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Segundo Martha (2017), a análise estrutural é um estudo onde é feita uma previsão sobre o comportamento da estrutura (deslocamentos e deformações, esforços internos e reações de apoio), isto é, uma simulação de como a estrutura responde a todas as solicitações. Para esta simulação, é criado um modelo matemático, denominado Modelo Estrutural.

Figura 1 – Exemplo de estrutura real e modelo estrutural



Fonte: Botelho, 2019.

3.1 Tipos de força

Segundo Beer *et al.* (2013), um corpo pode estar sujeito à diferentes tipos de forças e, para melhor entendimento, elas podem ser separadas em dois grupos: forças externas e forças internas. As forças externas representam a ação de outros corpos sobre o corpo em consideração e são inteiramente responsáveis pelo comportamento externo do corpo rígido. As forças internas mantêm juntas as partículas que formam o corpo.

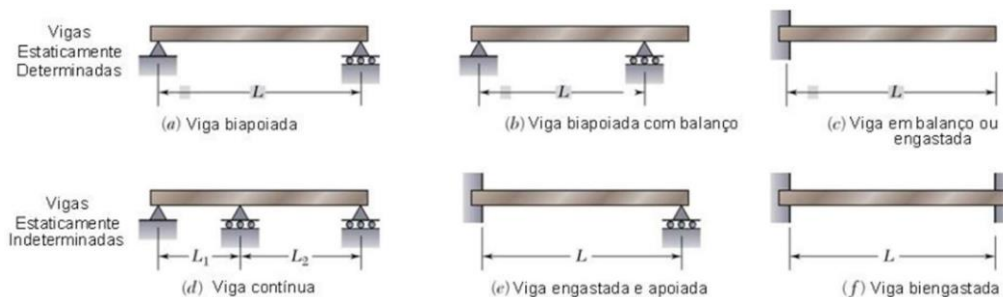
3.2 Equilíbrio de um corpo

De acordo com Beer *et al.* (2013), para haver um equilíbrio de um corpo é necessário um equilíbrio entre as forças externas nele atuantes formando um sistema equivalente a zero. As condições necessárias e suficientes para o equilíbrio de um corpo rígido, portanto, podem ser obtidas quando o somatório de forças no eixo x, no eixo y e o somatório de momentos forem iguais a zero.

3.3 Vigas

Vigas são “elementos lineares em que a flexão é preponderante.” (NBR 6118, 14.4.1.1). Elemento linear é aquele em que o comprimento longitudinal supera em pelo menos três vezes a maior dimensão da seção transversal, sendo também denominado “barra”. A classificação das vigas ocorre de acordo com a maneira em como são vinculadas ou apoiadas. A Figura 2 mostra vários os tipos de vigas frequentemente utilizadas (BEER *et al.*, 2013).

Figura 2 – Tipos de vigas mais comuns.



Fonte: Beer *et al.*, 2013.

3.4 Diagramas de forças

Quando uma viga está sujeita a carregamentos, ela desenvolve uma força cortante e um momento fletor interno que varia ao longo de seu comprimento longitudinal. O projeto de uma viga geralmente é controlado pelo valor máximo absoluto da força cortante e do momento fletor que ocorrerá na viga, fazendo-se necessário conhecê-las, já que são eles que vão definir os materiais e dimensões necessárias para resistir aos carregamentos solicitados. Um dos métodos para determinar os esforços máximos aos quais uma viga está sujeita é desenhar seus diagramas de força cortante e momento fletor, uma vez que eles fornecem informações detalhadas da variação da força cortante e do momento fletor em forma de gráfico (HIBBELER, 2010).

Observação, no Beer *et al.* (2013) e outras literaturas, o desenho do gráfico de momento fletor é desenhado onde as partículas do elemento são comprimidas, já professores em aulas e os próprios programas invertem o gráfico desenhado ele onde as partículas do elemento são tracionadas.

4 TECNOLOGIA APLICADA A ANÁLISE DE ESTRUTURAS

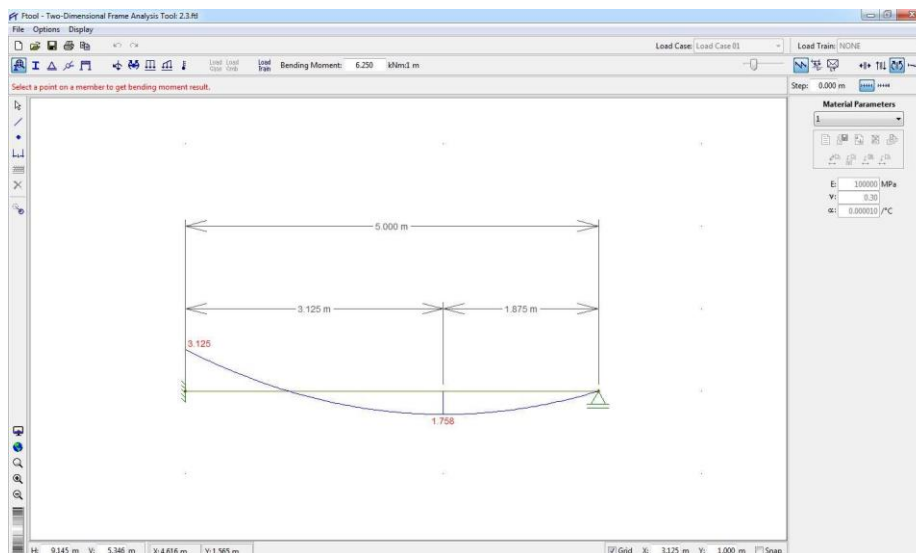
Com o passar do tempo através de pesquisas e desenvolvimento de tecnologias foram surgindo equipamentos e softwares que auxiliam na análise de estruturas de forma cada vez mais rápida, que em questão de minutos eles entregam todos os resultados referentes à resposta da estrutura frente ao carregamento realizado nelas.

4.1 Ferramentas computacionais

Com desenvolvimento dessas tecnologias surgiram várias ferramentas computacionais que auxiliam na análise de estruturas, e muitas delas são complexas para um aluno que ainda está na fase de aprendizado, e entre as ferramentas existe o FTool. Segundo Martha (2001), o FTool é um programa gráfico interativo que objetiva ensinar o comportamento estrutural de quadros planos. Não há preocupação em ensinar os diversos processos matemáticos e computacionais disponíveis para o cálculo destas estruturas, tampouco iniciar os estudantes em sofisticadas plataformas de análise. Seu objetivo básico é motivar o aluno a aprender a teoria dos métodos de análise mostrando como o modelo se comporta na prática.

Do seu objetivo decorre a necessidade de o FTool ser uma ferramenta simples, unindo em uma única plataforma recursos para uma eficiente criação e manipulação do modelo, de uma análise numérica rápida e transparente, e de uma visualização de resultados rápida e efetiva. A experiência tem mostrado que a filosofia utilizada no FTOOL funciona, pois ele é usado com sucesso em disciplinas de Análise Estrutural, Estruturas de Concreto Armado e Estruturas de Aço dos cursos de Engenharia Civil em diversas outras instituições no Brasil.

Figura 3 – Interface do FTool



Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

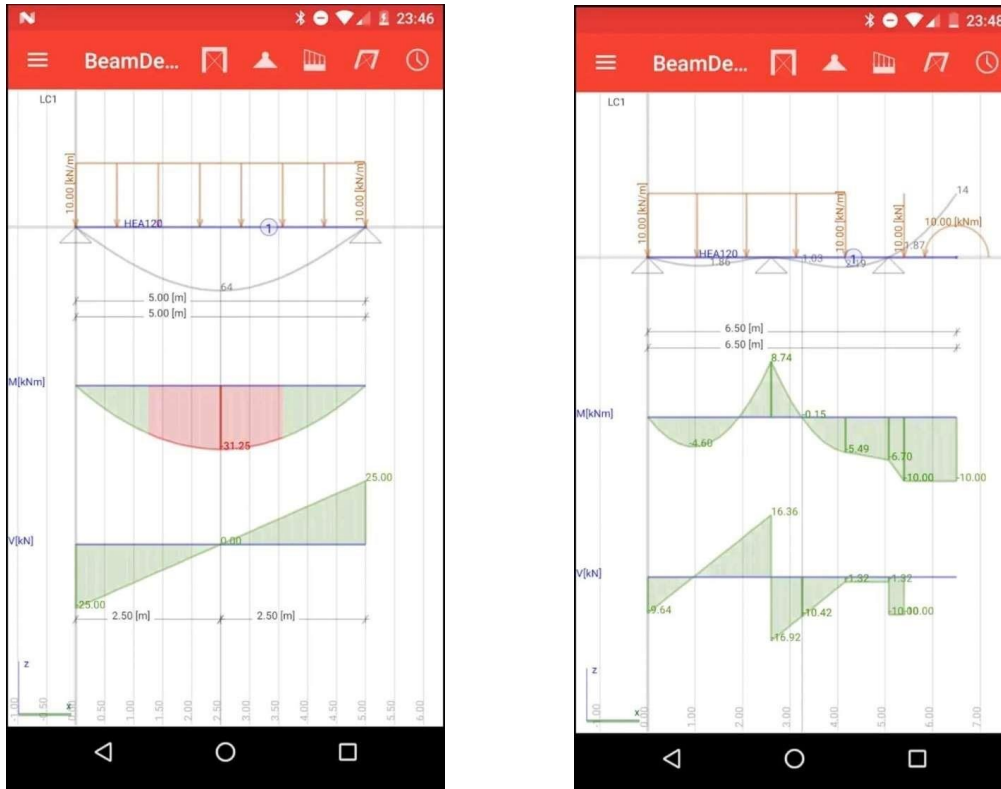
4.2 Aplicativo móvel *BeamDesign*

Junto desse avanço tecnológico teve o surgimento de celulares cada vez mais modernos e uma maior facilidade de desenvolvimento de aplicativos para usos diversos, um deles sendo um aplicativo capaz de fazer análises estruturais semelhante ao FTool, cujo nome é *BeamDesign*.

O *BeamDesign* é um aplicativo que usa do Método dos elementos finitos é especialmente útil a Engenheiros Cívis, Engenheiros Mecânicos, Arquitetos e estudantes que desejam desenhar estruturas hiperestáticas em 2D. Nele você consegue introduzir e

editar a geometria, forças, suportes, casos de carga, etc. O cálculo dos resultados é obtido instantaneamente.

Figura 4 – Interface do *BeamDesign*



Fonte: Elaborado pelos autores através do *BeamDesign*, 2024.

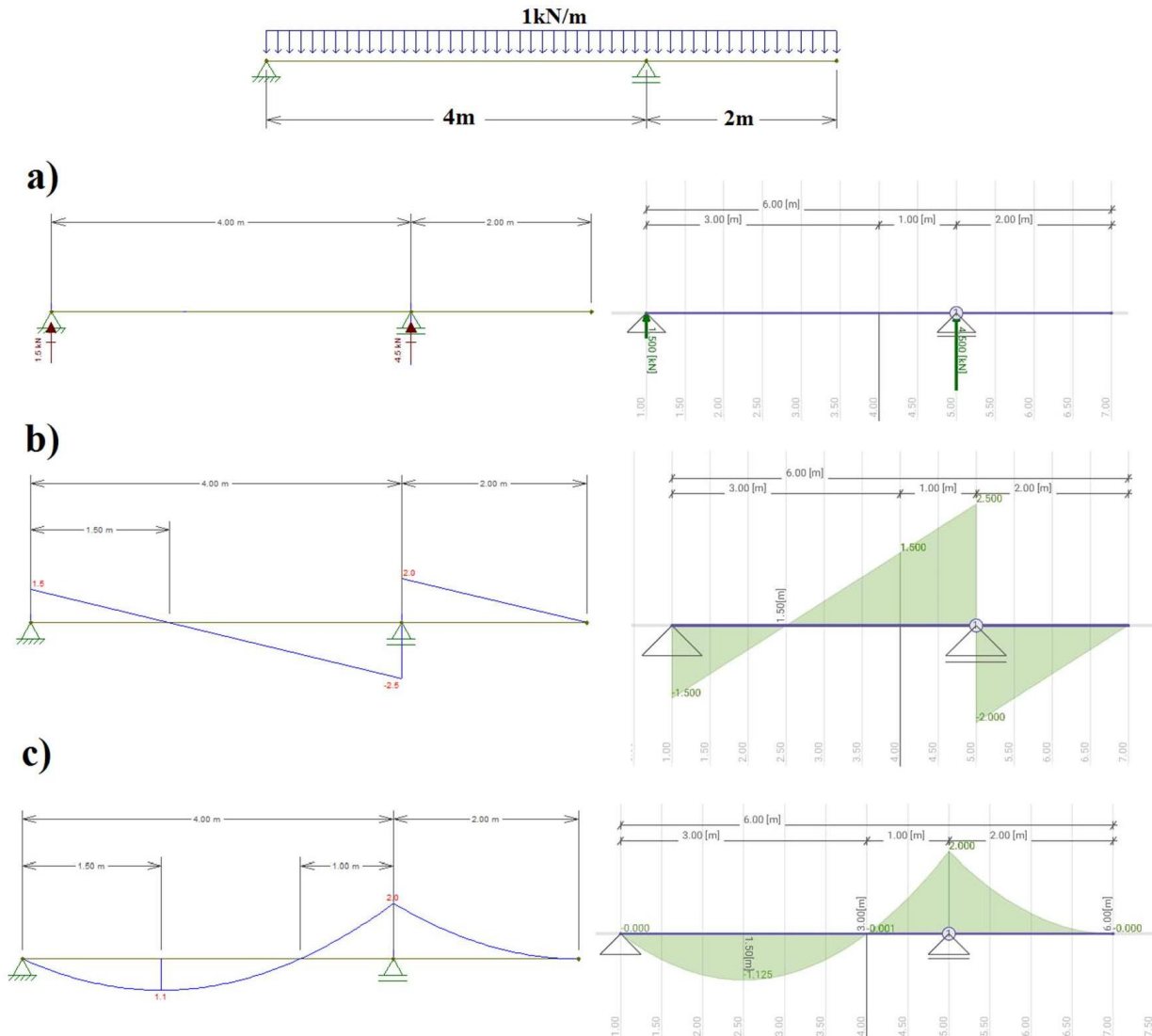
Da mesma forma que o *FTool*, o *BeamDesign* é disponibilizado de forma gratuita na APP Store, sendo assim, o estudante não encontraria dificuldade para fazer o *download*. Essas delimitações serviram de parâmetro na realização das comparações, com o intuito de avaliar o potencial do *BeamDesign* como ferramenta didática para análise estrutural de vigas.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A fim de analisar o desempenho do *BeamDesign*, foi executada a análise comparativa entre as imagens geradas pelo próprio aplicativo e as obtidas pelo *FTool*. Assim, foram comparados os resultados das Reações nos Apoios e os Diagramas de Esforço Cortante (DEC) e Diagramas de Momento Fletor (DMF).

Para a elaboração do primeiro comparativo foi efetuada a comparação dos respectivos resultados de Reações de apoio, Esforço Cortante e Momento Fletor do modelo ITB. A comparação entre os resultados apresentados pelo *FTool* e *BeamDesign* pode ser vista nos itens a, b e c da Figura 5, a seguir.

Figura 5 – Resultado da análise comparativa do Modelo ITB – (a) Reações (b) DEC (c) DMF



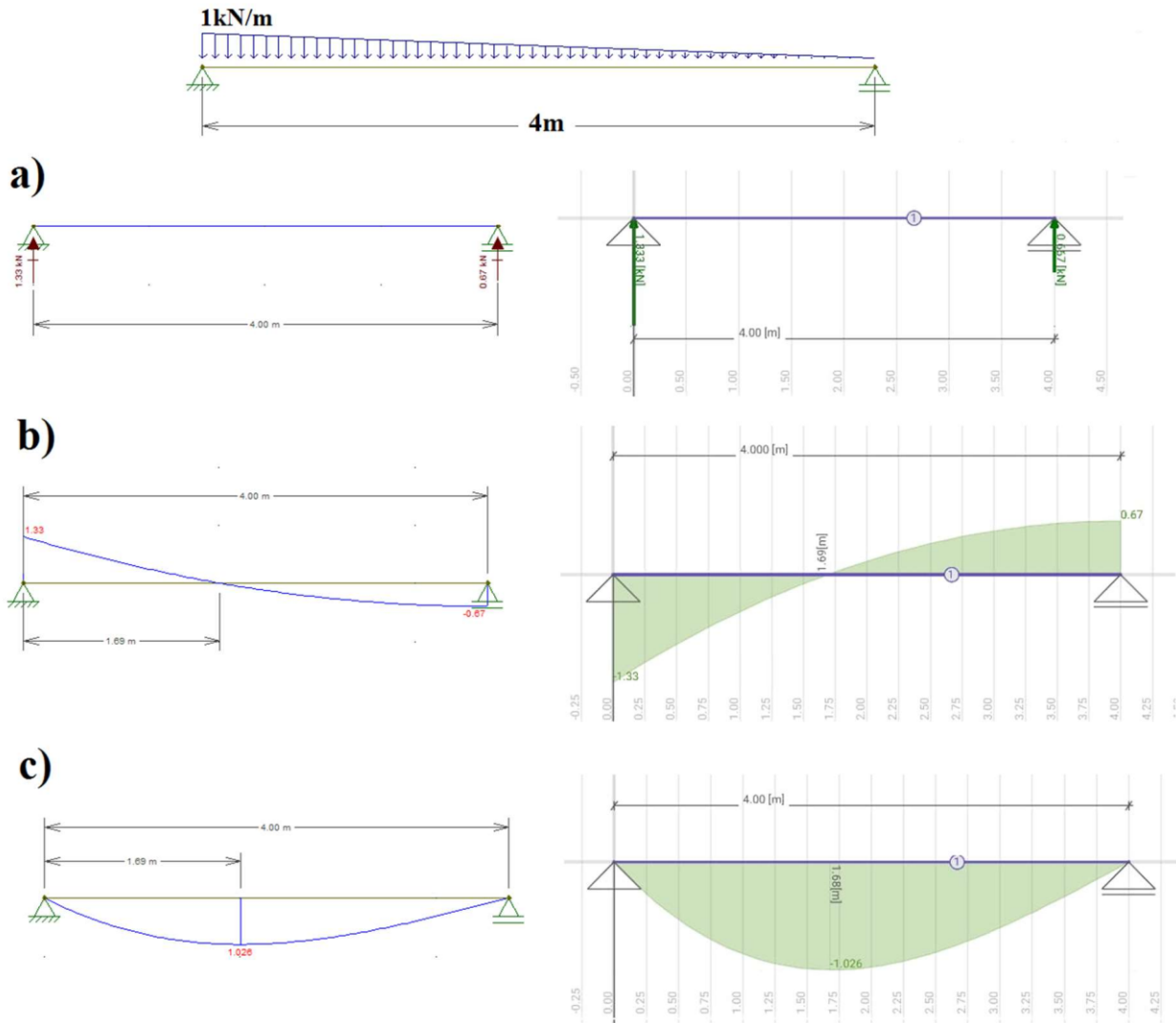
Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

Analisando as imagens dos diagramas e seus resultados demonstrados pelo *BeamDesign* e comparando-os ao que foi demonstrado pelo *FTool*, eles apresentam resultados e gráficos semelhantes com diferenças apenas no sinal do resultado da força cortante e durante a produção das imagens nota-se uma diferença no critério de arredondamento, que no *BeamDesign* o arredondando é para cima e no *FTool* o arredondando é para baixo em alguns casos.

Para a elaboração do segundo comparativo foi efetuada a comparação dos respectivos resultados de Reações de apoio, Força Cortante e Momento Fletor do modelo IQB. A comparação entre os resultados apresentados pelo *FTool* e *BeamDesign* pode ser vista nos itens a, b e c da Figura 6, a seguir.

Como na comparação anterior, ao analisar as imagens dos diagramas e seus resultados demonstrados pelo *BeamDesign* e comparando-os ao que foi demonstrado pelo *FTool*, eles apresentaram resultados e gráficos semelhantes com as mesmas diferenças notadas.

Figura 6 – Resultado da análise comparativa do Modelo IQB – (a) Reações (b) DEC (c) DMF

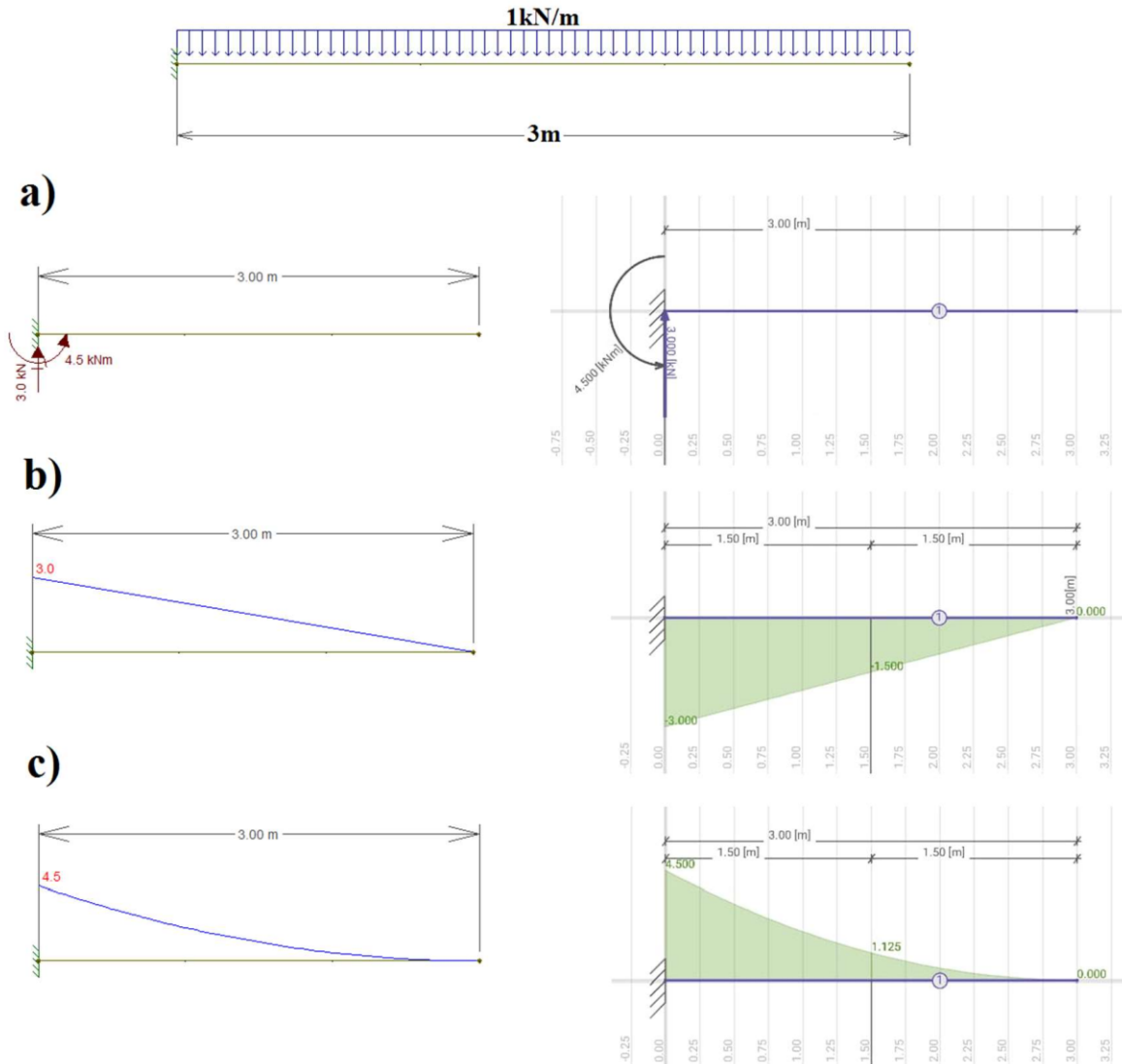


Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

No terceiro comparativo foi efetuada a comparação dos respectivos resultados de Reações de apoio, Força Cortante e Momento Fletor do modelo ILB. A comparação entre os resultados apresentados pelo FTool e *BeamDesign* pode ser vista nos itens a, b e c da Figura 7, a seguir.

Ao analisar as imagens (Figura 7) dos diagramas e seus resultados demonstrados pelo *BeamDesign* e comparando-os ao que foi demonstrado pelo FTool, eles apresentaram resultados e gráficos semelhantes com as mesmas diferenças notadas, para os demais modelos isostáticos apresentados na metodologia as comparações feitas estão nos Apêndices. Para a elaboração dos comparativos seguintes foram analisadas as vigas hiperestáticas.

Figura 7 – Resultado da análise comparativa do Modelo ILB – (a) Reações (b) DEC (c) DMF

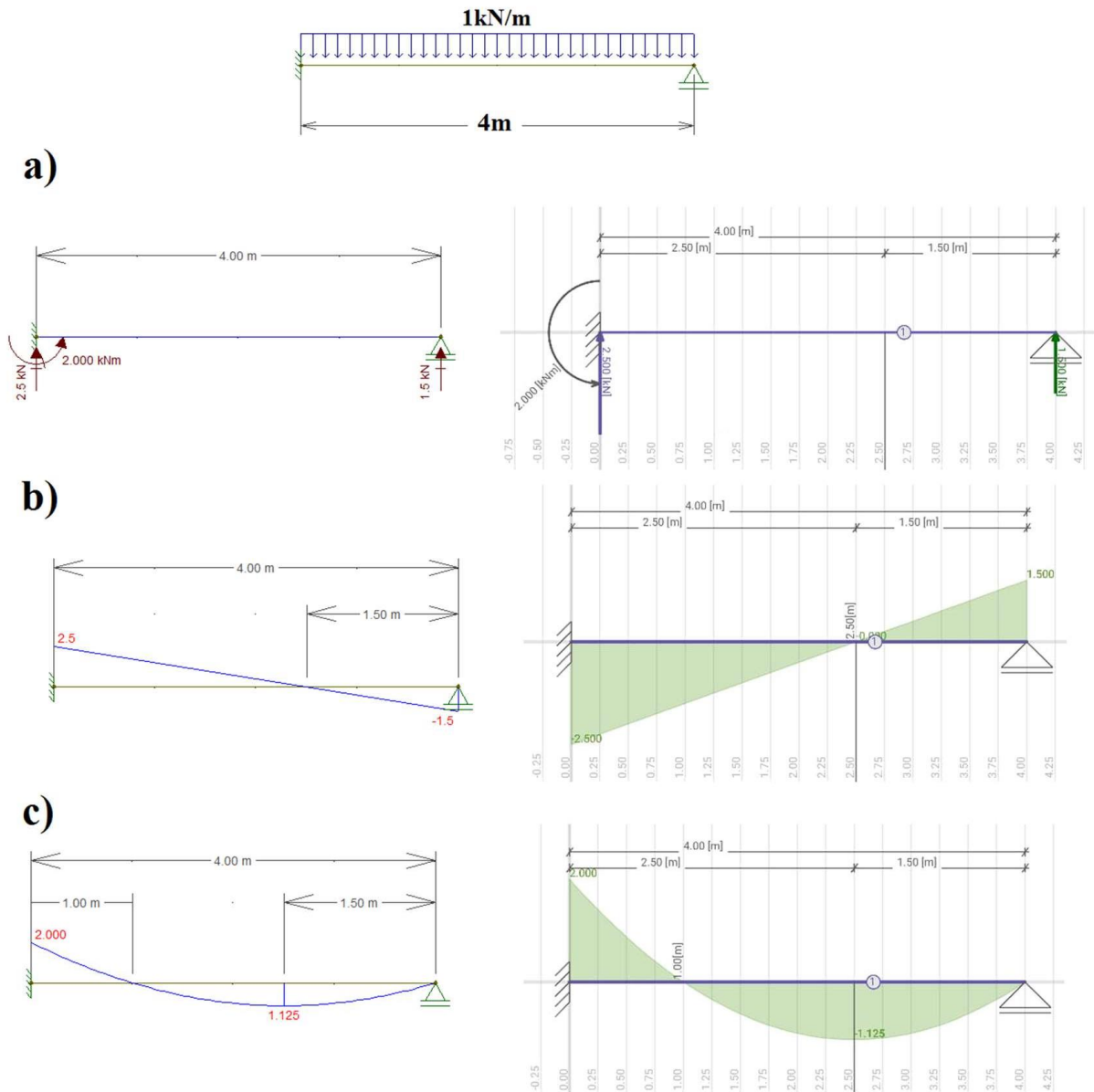


Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

No quarto comparativo, foi efetuada a comparação dos respectivos resultados de Reações de apoio, Força Cortante e Momento Fletor do modelo HTA. A comparação entre os resultados apresentados pelo FTool e BeamDesign pode ser vista nos itens a, b e c da Figura 8, a seguir.

Ao analisar as imagens (Figura 8) dos diagramas e seus resultados demonstrados pelo BeamDesign e comparando-os ao que foi demonstrado pelo FTool, eles apresentaram resultados e gráficos semelhantes com as mesmas diferenças notadas nas comparações anteriores.

Figura 8 – Resultado da análise comparativa do Modelo HTA – (a) Reações (b) DEC (c) DMF



Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

De fato, os dados indicam que o BeamDesing é uma ferramenta com potencial para aplicação no processo de ensino-aprendizagem no campo da análise estrutural, com o diferencial de poder ser utilizada gratuitamente em smartphones e não em computadores, sendo assim, mais acessível para alguns estudantes.

Vale ressaltar que este trabalho se propôs a analisar as potencialidades do uso do *BeamDesing* por meio de estudo comparativo com outro *software* amplamente difundido. Assim, os autores deixam como sugestão a elaborações de estudos sobre a percepção dos alunos quanto ao uso da ferramenta como suporte ao aprendizado.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse trabalho pretendeu realizar um estudo da viabilidade do aplicativo móvel BeamDesign no aprendizado dos alunos de engenharia, a partir de uma análise

comparativa utilizando o FTool como parâmetro de comparação. Verificou-se que os resultados mostrados pelo *BeamDesign* são semelhantes aos dados do FTool. A análise permitiu concluir que o *BeamDesign* é uma ferramenta viável para a aplicação para fins didáticos, contribuindo para a melhor compressão do comportamento de vigas planas por parte do estudante.

Com isso, a hipótese do trabalho de que o aplicativo *BeamDesign* possa ser uma ferramenta de auxílio para os alunos de engenharia se confirmou, por apresentar resultados similares ao FTool e uma maior praticidade. Por fim, o trabalho tem o papel fundamental de apresentar novas ferramentas disponíveis que podem auxiliar e abrir novos caminhos no processo de aprendizagem dos alunos de Engenharia Civil.

AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradecer primeiramente a Deus, sem Ele nada seria possível. Agradecemos também ao Instituto Federal de Alagoas - Campus Palmeira dos Índios e todo seu corpo docente por todo o suporte fornecido e aos professores Eliédson Rafael de Carvalho e Juliana Lira Brito de Carvalho, profissionais que forneceram recursos para redação deste artigo. Por fim aos membros que fazem parte desse artigo.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. Projeto de estruturas de concreto – procedimento, **NBR 6118**. Rio de Janeiro, 2014, 238p.
- BEER, F. P. *et al.* **Estática e mecânica dos materiais**. 1 d. Porto Alegre: AMGH, 2013.
- BELHOT, R. V. A didática no ensino de engenharia. **Anais... XXXIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA – COBENGE**. Campina Grande, Paraíba, 2005.
- BOTELHO, M. H. C. **Concreto armado eu te amo**. 10 d. São Paulo: Blucher, 2019.
- CARVALHO, E. R. de. *et al.* Atividade de aprendizagem baseada em projeto em engenharia civil: proposta de análise experimental do módulo de elasticidade e dimensionamento de viga. **Anais... XLIX CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA – COBENGE**, 2021.
- DAINEKO, Y.; DMITRIYEV, V.; IPALAKOVA, M. Using virtual laboratories in teaching natural sciences: an example of physics courses in university. **Computer Applications in Engineering Education**, 2017.
- FEITOSA, A. M. **Realidade aumentada no ensino de física**. 165 f. Dissertação (Mestrado) –Universidade Federal de Alagoas – UFAL, Maceió, 2020.
- HUANG, Z.; HUI, P.; PEYLO, C.; CHATZOPOULOS, D. Mobile augmented reality survey: a bottom-up approach. **The Computing Research Repository**. 2013.
- HIBBELER, R. C. **Estática: mecânica para engenharia**. 12 d. São Paulo: Prentice hall brasil, 2011.
- IBÁÑEZ, M.B.; DELGADO-KLOOS, C. Augmented reality for STEM learning: a systematic review. **Computers & Education**, 2018.
- MARTHA, L. F. **Análise de Estruturas - Conceitos e Métodos Básicos**. 2 d. Rio de Janeiro: GEN LTC, 2017.

MARTHA, Luiz Fernando. **FTOOL** – Um programa gráfico-interativo para ensino de comportamento de estruturas. Versão educacional, v. 2.1, 2001.

LETSCONSTRUCT. Google Play, 2022. **BeamDesign**. Disponível em:

<https://play.google.com/store/apps/details?id=nl.letsconstruct.beamdesign&hl=pt_BR&gl=US>. Acesso em: 10 de maio de 2024.

USE OF THE BEAMDESING MOBILE APPLICATION AS AN EDUCATIONAL TOOL FOR FLAT BEAM ANALYSIS

Abstract: *The use of mobile applications as a teaching tool in engineering courses aims to give new meaning to the teaching-learning process, creating an immersive environment that is close to reality. In this context, the present work aims to study the potential of using the mobile application, BeamDesign, as a methodological tool in the teaching-learning process of disciplines in the area of structures that involve the analysis of flat beams. The research methodology is divided into the following stages: bibliographic review, delimitation of the comparative analysis of results. In order to analyze the performance of BeamDesign, a comparative analysis was performed between the images generated by the application itself and those obtained by FTool. The analysis allowed us to conclude that BeamDesign is a viable tool for application for teaching purposes. Finally, the work has a fundamental role in presenting new auxiliary tools available and improving the learning process of Civil Engineering students.*

Keywords: *mobile application, teaching tool, engineering education, beam.*

