

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE ANGICOS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO (2025.2)**

**DESENVOLVIMENTO DE UMA ROTINA UTILIZANDO EXCEL E VBA
PARA ANÁLISE DE ESTRUTURAS**

Discente: **Mateus Santos Silveira**

Orientador: **Prof. Dr. Núbia Alves de Souza Nogueira**

RESUMO

Esse artigo apresenta o desenvolvimento de uma ferramenta computacional em Microsoft Excel integrada ao Visual Basic for Applications (VBA) para análise estrutural de vigas simplesmente apoiada e engastadas submetidas a diferentes tipos de cargas. A proposta surge da necessidade de soluções acessíveis, precisas e didáticas para cálculo de esforços internos, especialmente em contextos acadêmicos e em análises prévias de projeto. O algoritmo elaborado realiza automaticamente a leitura de dados de entrada, determina as reações de apoios, calcula esforço cortante por seções e momento fletor pelo método do trapézio. Além disso, a ferramenta gera diagramas estruturais de forma automatizada, organizando os dados em planilha específica para facilitar a interpretação do comportamento da viga. Foram realizadas verificações que mostraram eficiência entre resultados obtidos e comportamentos teóricos esperados para vigas submetidas a cargas pontuais, distribuídas e com momento concentrado. A rotina demonstrou-se eficiente na representação das variações dos esforços, na identificação dos trechos críticos e na visualização dos diagramas, validando a aplicabilidade do Excel como um ambiente de simulação numérica em engenharia estrutural. Conclui-se que o instrumento proposto atende os objetivos esperados e se apresenta como uma alternativa viável para ensino, pesquisa e análise preliminares de viga dentro de um ambiente difundido.

PALAVRAS-CHAVE: Análise estrutural; Vigas; Excel; VBA; Esforço cortante; Momento fletor.

ABSTRACT

This paper presents the development of a computational tool in Microsoft Excel integrated with Visual Basic for Applications (VBA) for the structural analysis of simply supported and cantilever beams subjected to various types of loads. The proposal arises from the need for accessible, precise, and didactic solutions for calculating internal forces, especially in academic contexts and preliminary design analysis. The developed algorithm automatically performs input data reading, determines support reactions, and calculates shear force by sections and bending moment using the trapezoidal rule. Additionally, the tool automatically generates structural diagrams, organizing the data in a specific spreadsheet to facilitate the interpretation of beam behavior. Verification tests were conducted, demonstrating efficiency between the obtained results and the expected theoretical behavior for beams subjected to point loads, distributed loads, and concentrated moments. The routine proved efficient in representing force variations, identifying critical sections, and visualizing diagrams, validating the applicability of Excel as a numerical simulation environment in structural engineering. It is concluded that the proposed instrument meets the expected objectives and presents itself as a viable alternative for teaching, research, and preliminary beam analysis within a widely used software environment.

KEYWORDS: Structural analysis; Beams; Excel; VBA; Shear force; Bending moment.

1 INTRODUÇÃO

A análise estrutural representa uma etapa crucial na engenharia civil, sendo aplicado no dimensionamento, verificação e determinação do comportamento mecânico dos elementos que compõem uma edificação. Dentre diversos elementos, as vigas assumem um papel central na distribuição e transferência de cargas, podendo ser utilizadas como vigas baldrame, conectando lajes, pilares e outros componentes estruturais. O entendimento das relações de carregamento, reações de apoio, esforço cortante e momento fletor é essencial para garantir segurança e desempenho das armações, conforme amplamente discutido em referências clássicas da engenharia, como Hibbeler (2013, 2019), que mostra a importância desses elementos para comportamentos lineares. A definição desses esforços representa uma etapa indispensável para análises estruturais, afirmando sua importância para engenharia civil.

Dessa forma, ao longo dos anos nota-se um crescimento exponencial na utilização de ferramentas para auxiliar nos processos de cálculos que anteriormente faziam-se manualmente. O Microsoft Excel vem sendo utilizado como plataforma para análises estruturais, devido sua ampla disponibilidade, acessibilidade e flexibilidade do seu mecanismo. Inicialmente desenvolvido para organização de dados, o Excel evoluiu para uma ferramenta capaz de executar cálculos numéricos complexos, especialmente quando à linguagem Visual Basic for Applications (VBA). Essa combinação permite automatizar processos, implementar algoritmos, estruturar rotinas que reproduzem métodos tradicionais na análise de vigas, desde a determinação das reações de apoio até a geração dos diagramas de esforços internos. Essa integração de planilhas e programação permite a criação de soluções diversificadas, tanto para desenvolvimento de ferramenta de ensino quanto para análises preliminares no contexto profissional.

Contudo, a adesão de planilhas estruturadas e rotinas programáveis em VBA tem se consolidado como ferramenta pedagógica relevante. Estudos recentes destacam que a elaboração de algoritmos no Excel estimula o aprendizado e entendimento do estudante acerca da relação entre teorias, fórmulas e resultados numéricos obtidos (SANTOS, 2025). Da mesma forma, pesquisas aplicadas relatam que planilhas automatizadas podem contribuir no cálculo de esforços e no dimensionamento inicial de elementos estruturais quando relacionadas com modelos desenvolvidos (FELIX, 2022; CARNEIRO 2020; PIMENTA, 2024).

Entretanto, a análise de vigas submetidas a cargas pontuais, distribuídas ou momentos concentrados exige a aplicação de métodos que compatíveis com a determinação do esforço cortante e do momento fletor. Nesse sentido, o esforço cortante pode ser calculado por seções, enquanto o momento fletor pode ser obtido por integração numérica, sendo mais comum utilizar o método do trapézio devido sua facilidade e agilidade (EISSA; 2020). A utilização desses algoritmos relacionados com VBA permite automatizar etapas, tornando as práticas mais eficientes.

Diante desse contexto, o artigo tem como objetivo desenvolver um algoritmo computacional no Microsoft Excel utilizando programação em VBA para calcular vigas biapoiadas e engastadas submetidas a diferentes tipos de carregamentos. A rotina desenvolvida realiza leitura de dados de entrada, aplica formulações clássicas de análise estrutural e gera automaticamente os diagramas de esforço cortante e momento fletor. Além de auxiliar em nos cálculos de reações, a ferramenta busca oferecer uma interface interativa e acessível, contribuindo para fins educacionais e aplicações práticas em análise estrutural inicial.

Portanto, espere-se que esse estudo contribua para o desenvolvimento de métodos computacionais acessíveis e eficientes na engenharia civil, ampliando o uso de ferramentas de baixo custo, e incentivando engenheiros a desenvolver novas ferramentas nesses moldes. Além disso, pretende-se ampliar o conhecimento sobre o software VBA na análise estrutural, destacando seu potencial como alternativa complementar aos aplicativos especializados. Dessa forma o trabalho se insere em uma tendência crescente de união de planilhas e programação, consolidando o Excel como ambiente versátil, didático e útil para engenharia.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEORICA

2.1 EXCEL

O Microsoft Excel consolidou-se como uma ferramenta essencial na Engenharia Civil, não apenas pela sua capacidade de organização e cálculo, mas também por seu potencial de integração com diversas plataformas de análise estrutural. Conforme Tamayo *et al.*, (2023), o Excel associado ao Visual Basic for Applications (VBA), possibilita desenvolver ferramentas numéricas ligadas a análise de estruturas, como vigas, treliças, pórticos e lajes. Essa integração permite criar códigos que automatizam cálculos, reduz tempo gasto, tornando o processo e o uso dessa ferramenta prático e preciso.

Além disso, sua interface interativa permita que profissionais e estudantes desenvolvam

seus próprios códigos facilitando a velocidade de processos e compressão dos conceitos teóricos aplicados à prática do desenvolvimento. Nesse sentido, o Excel deixa de ser apenas um ambiente de planilhas para se tornar uma plataforma de modelagem de simulação computacional, consolidando seu papel como ferramenta de auxílio na engenharia civil.

Dependendo do problema abordado, o desenvolvimento dessas ferramentas pode também estimular a integração de conteúdos de diferentes disciplinas da graduação em Engenharia Civil, ajudando os alunos a desenvolver competências práticas, que vão além da simples aquisição de conhecimento teórico. (TAMAYO *et al.*, 2023, p. 794).

A utilização de ferramentas computacionais na engenharia civil vem servindo de grande aliado no que se refere a otimização de cálculos e aumento na precisão em projetos estruturais. O Microsoft Excel destaca-se como uma das mais acessíveis e versáteis na atualidade, devido a capacidade de integração de fórmulas matemáticas, funções estatísticas e automação por meio de linguagem VBA (Visual Basic for Applications). Essa combinação torna o Excel um ambiente ideal para desenvolvimento de aplicações voltadas a práticas de engenharia Zamboni *et al.*, 2011.

De acordo com Pimenta (2024), o Excel pode ser utilizado para cálculo estrutural pela capacidade de construção de planilhas interativas que representam os princípios teóricos da Resistência dos Materiais e da Análise Estrutural. Em seu projeto, o autor desenvolveu uma planilha automatizada para dimensionamento de vigas biapoiadas em concreto armado, mostrando que o Excel pode ser usado não apenas como ferramenta auxiliar, mas também como um ambiente de cálculo confiável para desenvolvimento e análise de estruturas. A planilha do autor é capaz de determinar reações de apoio, momentos fletores e esforços cortantes, conforme indicado pela NBR 6118:2023, e mostrou que conseguiu resultados excelentes podendo ser utilizada profissionalmente.

De forma semelhante, Felix (2022) aplicou o Excel associado com VBA no desenvolvimento de uma ferramenta para dimensionamento de estruturas de madeira. A pesquisa demonstrou que a linguagem integrada ao Excel permite a criação de planilhas interativas, campo de entrada e saída de dados, gráficos automáticos e verificação de limites normativos. Essa integração consolida a ideia de que o Excel pode sim ser uma plataforma de automação para dimensionamento de elementos estruturais.

Carneiro (2020), ao desenvolver uma ferramenta computacional para o dimensionamento de vigas protendidas, também ressalta o papel do Excel e suas planilhas para organização de dados e automação de cálculos. A autora destaca que o software facilita o

controle das variáveis e a visualização dos resultados, além de permitir ajustes rápidos na entrada de dados. Essa característica torna o Excel uma ferramenta essencial em etapas de verificação de estruturas.

O Excel tem se mostrado uma ferramenta bastante eficiente na engenharia Civil, com ele é possível solucionar cálculos estruturais, hidráulicos e geotécnicos, substituindo softwares de altos valores, principalmente em etapas iniciais de projeto e ensino (TTATIMANI; CHOPPANAVAR, 2022). Isso ocorre porque as funções do Excel oferecem ampla versatilidade, permitindo que engenheiros utilizem dessas planilhas para análise de esforços internos, dimensionamento de seções, verificação de tensões e representação gráfica. Além disso, o Excel dispõe de uma interface de fácil utilização, facilitando a entrada de dados e visualização de resultados.

Segundo Eissa (2020), a utilização de planilhas automatizadas para análise elementos estruturais é uma tendência crescente, pois reduz significativamente o tempo de processamento. O autor desenvolveu com Excel e VBA um código para dimensionamento de treliças planas, mostrando que os resultados foram muito bons. Essa constatação mostra que, quando bem elaboradas os resultados são confiáveis para cálculos simples e de médio porte, como de vigas simples, biapoiadas e engastada.

Outro aspecto importante é sua aplicação em contextos acadêmicos. Santos (2025) destaca que o uso de Excel como ferramenta de ensino tem ajudado no ensino de disciplinas como Mecânica das Estruturas e Concreto Armado, pois permite que estudantes criem planilhas que relacionem teoria e cálculo de forma direta. Essa metodologia promove uma aprendizagem ativa em que o discente compreende o comportamento das estruturas e verifica os resultados dos cálculos feitos manualmente de forma mais prática e interativa. O mesmo autor argumenta que Excel junto com VBA, potencializa o aprendizado de lógica computacional aplicada a engenharia, fazendo com que futuros engenheiros consigam trabalhar com programação.

O desenvolvimento de planilhas estruturais no Excel segue uma metodologia bem definida. Inicialmente, são inseridos dados da viga, como comprimento e tipos de apoio, em seguida são aplicadas equações utilizadas da Estática e da Resistência dos Materiais para determinar as reações dos apoios e esforços internos. Por fim, os resultados são gerados em tabelas em representações gráficas, que podem ser comparadas com as calculadas manualmente. Essa abordagem modular permite que o cálculo seja estendido a diferentes carregamento e apoio, como vigas biapoiadas e engastadas (TATTIMANI; CHOLAPPANAVAR, 2022).

O uso de planilhas também possui um papel significativo na formação acadêmica e

profissional do engenheiro civil. Santos (2025) destaca que a utilização do Excel no ensino de disciplinas estruturais contribui para aproximar teoria e prática, com relação a compreensão do aluno sobre deformações e resistência. Essa metodologia promove ao discente a aprendizagem e análise crítica, uma vez que o estudante pode visualizar os resultados e tirar suas próprias conclusões sobre os cálculos.

Dessa forma, observa-se que o Excel é uma ferramenta prática para desenvolvimento e análise de estruturas, principalmente quando associado a linguagem VBA. O uso nesse trabalho não representa apenas uma escolha tecnológica, mas também uma estratégia metodológica, ao oferecer que o cálculo de viga biapoiada e engastada seja conduzida de forma automatizada, compatível com os princípios normativos da engenharia estrutural.

2.2 VBA

O Visual Basic for Applications (VBA) é uma linguagem de programação que está ligada aos softwares do pacote Microsoft Office, como Excel, Word e Access, permitindo a automação de tarefas, criação de gráficos e desenvolvimento de sistemas personalizados. Criado pela Microsoft na década de 1990, o VBA é uma adaptação da linguagem Visual Basic, projetada para oferecer um ambiente integrado de desenvolvimento dentro das aplicações Office (JELEN; SYRSTAD, 2022). Na Engenharia Civil, sua utilização vem mostrando crescimento, especialmente em criação de rotinas e cálculos automatizados, verificação de dados e geração de relatórios.

De acordo com Zamboni *et al.* (2011), o VBA integra-se de forma natural, possibilitando o engenheiro desenvolver aplicações que ampliam as funcionalidades da planilha. Por meio de códigos bem executados, é possível automatizar a execução de fórmulas, gerar gráficos automaticamente, realizar cálculos interativos e elaborar relatórios técnicos. Essa inserção possibilita que o Excel desenvolva ferramentas computacionais personalizadas, voltadas a dimensionamento e análise de estruturas como vigas e lajes.

Pimenta (2024) destaca que a utilização do VBA em seu projeto foi primordial para desenvolvimento da sua planilha automatizada de vigas biapoiadas em concreto armado. O autor realçou que a linguagem e o programas permitiu a criação de um sistema que fosse capaz de receber dados de entrada, como comprimento de viga, carga distribuída, forças pontuais, momentos e resistência dos materiais, diante disso calcular automaticamente as reações de apoios, esforços cortantes, momentos fletores e a armadura necessária em uma aba de resultados. O VBA também foi crucial na geração de relatórios e diagramas, garantido

eficiência e rapidez na entrega de resultados.

O ambiente do VBA no Excel é composto por um editor de código que no Excel na aba de desenvolvedor se encontra os módulos, formulários e ferramentas de depuração. Nele, o engenheiro pode criar macros, ou seja, pequenos programas que automatizam ações que iram se tornar repetitivas. No caso do presente estudo, essas macros são utilizadas para calcular esforços em vigas sob diferentes condições de carregamento.

No campo da análise estrutural, o VBA tem sido utilizado para resolver e ajustar problemas de vigas, pórticos e treliças, bem como para implementação de métodos numéricos, como Método dos Elementos Finitos (MEF). Eissa (2020) desenvolveu uma planilha em Excel com VBA para análise de treliças planas, mostrando que o programa pode realizar cálculos matriciais de rigidez, deslocamentos e esforços internos com precisão. O autor reforça que o VBA é particularmente útil quando o engenheiro deseja entender e controlar cada etapa do cálculo, o que contribui para aprendizado e para a validação de algoritmos.

Outro aspecto importante é a aplicabilidade do VBA no ensino de engenharia civil. Santos (2025) destaca que o uso da linguagem VBA no ambiente do Excel estimula o pensamento lógico e a compreensão dos processos computacionais, preparando o aluno para lidar com softwares de engenharia mais complexos. Com relação, ao desenvolvimento das suas próprias rotinas de cálculo, o estudante passa a compreender de forma mais profunda os conceitos, fórmulas, métodos e teorias aprendidos e estudados na disciplina de Resistência dos Materiais. Essa abordagem promove uma aprendizagem ativa e clara sobre esses conceitos, em que o conhecimento técnico é consolidado pela prática e estudo da programação e desenvolvimento de seus códigos.

O VBA possui uma estrutura baseada em módulos, funções e procedimentos, que auxiliam na resolução dos cálculos e a manutenção dos códigos. Explicado por Felix (2022), a organização dos comandos em módulos distintos possibilita a reutilização em outros projetos facilitando o processo de depuração e validação das análises. Entende-se que esse formato é imperioso no desenvolvimento de sistemas de engenharia, nos quais transparência nos cálculos são fundamentais.

Além disso, o VBA oferece recursos de controle de fluxo, como estruturas condicionais bem características e muito utilizadas na programação como (*If...Then...Else*) e laços de repetição (*For...Next, Do While*), que permitem a execução de algoritmos iterativos. Esses mecanismos são fundamentais na análise de estruturas que envolvam variações, como alteração de seções, tipos de apoios, comprimentos diferentes e cargas distribuídas em determinadas áreas. No contexto do atual trabalho, a linguagem foi criada para percorrer conjunto de dados

de entrada, calcular as reações de apoio e esforços internos, e apresentar os resultados de forma correta e organizada para entendimento do usuário.

Além de facilitar a automação, o VBA também possibilita a criação de interfaces gráficas de usuário (GUI), conhecidas como *UserForms*, que tornam a interação com a planilha mais intuitiva. Carneiro (2020) enfatiza que esse recurso é essencial para projetos em que o engenheiro precisa inserir dados de forma controlada e padronizada, evitando erros iniciais e garantindo eficácia final. A aplicação dessa função é aplicada em vários trabalhos, como o de Pimenta (2024), no qual o usuário insere as variáveis da viga em formulários específicos e o programa retorna automaticamente com os resultados e gráficos em uma janela separada de resultados.

Do ponto de vista metodológico, a criação de um código em VBA para cálculo de vigas segue uma sequência lógica. Inicialmente, são definidos os valores de entrada e as fórmulas que regem o comportamento estrutural da viga. Em seguida, as rotinas de cálculo são programadas no editor VBA, com tratamento de erros e validação dos dados inseridos pelo usuário. Após a etapa de codificação, são criadas interfaces gráficas que permitem interação com o programa por meio de botões, caixas de textos (MSGBOX). Enfim, os resultados são exibidos em planilhas formatadas dentro do código VBA, contendo tabelas e gráficos que representam os esforços internos.

A confiabilidade do código depende principalmente da validação dos resultados. Tattimani Choloppavanar (2022) demonstram que planilhas programadas em Excel podem chegar a uma precisão de 90% a 95%, desde que as fórmulas sejam inseridas e calculadas corretamente. Esse processo de validação é fundamental em qualquer ferramenta computacional quando aplicada a engenharia devido a precisão que essa profissão exige, esse programa precisa fornecer resultados coerentes e seguros.

Por fim, é importante ressaltar que, embora o VBA seja uma ferramenta simples de programação, seu uso exige rigor metodológico e boas práticas de programação. Jalen e Syrstad (2022) enfatizam a clareza do código, a documentação interna (por meio de comentários) e a modularização das rotinas são fatores determinantes para manutenção e atualização dos sistemas desenvolvidos. No contexto projeto atual, essas práticas asseguram que o código de vigas biapoiadas e engastada possa ser expandida e melhorada, adicionando mais parâmetros podendo ser adaptado por estudantes, pesquisadores e profissionais da Engenharia Civil.

Contudo, Pimenta (2024) fortalece que o uso da combinação de Excel e VBA representa um avanço na democratização das ferramentas de cálculo estrutural, permitindo que engenheiros e estudantes desenvolvam diversos tipos de ferramentas para utilização

profissional com alta confiabilidade. A flexibilidade da linguagem possibilita ajustar as funções específicas de cada projeto, garantindo melhor compreensão do programa.

Portanto, o Visual Basic for Applications consolida-se como uma linguagem prática e versátil para Engenharia Civil. Sua integração com Excel permite a criação de diversas ferramentas utilizáveis de baixo custo, de fácil utilização e alto valor de aprendizado. No atual trabalho, a utilização do VBA é o ponto central da pesquisa, viabilizando a automação do cálculo de vigas estruturais de forma facilitada, precisa e acessível.

2.3 ANÁLISE DE VIGAS

2.3.1 VIGAS

As vigas são elementos estruturais fundamentais em obras e estudos da engenharia civil, responsável por resistir e transmitir cargas aplicadas transversalmente ao seu eixo longitudinal até os apoios. De acordo com Hibbeler (2013), a viga é caracterizada por ter suas dimensões transversais, projetadas para resistir principalmente aos efeitos de flexão e cisalhamento. Esses esforços acontecem quando a viga está submetida a cargas vindas de lajes, revestimento, parede, telhado e estruturas fixas que se apoiam na viga, esses carregamentos podem gerar deformações e tensões internas que devem ser consideradas no projeto estrutural.

Segundo Hibbeler (2019), as vigas podem ser classificadas conforme suas condições de apoio, resultando em diferentes condições estruturais. As vigas biapoiadas são apoiadas em suas extremidades, normalmente livres para sua rotação, o que as torna elasticamente determinadas. “As vigas também devem ser apoiadas corretamente ao longo dos seus lados para que estes não se desloquem lateralmente ou de repente se tornem instáveis. Em alguns casos elas também devem ser projetadas para resistir à deflexão” (HIBBELER, 2019, p. 475). Já as vigas engastadas apresentam restrição total de apoios em um ou ambos os apoios, gerando maior rigidez. Essa diferenciação é importante para o dimensionamento, pois influencia diretamente os diagramas de esforços cortante e de momento fletor.

O comportamento das vigas sob carregamento pode ser descrito pela Teoria da Flexão, que estabelece uma relação entre momento fletor aplicado, o módulo de elasticidade do material e o momento de inércia da seção transversal. Essa relação é expressa pela equação da linha elástica, que permite determinar a curvatura e o deslocamento de cada ponto ao longo da viga. Conforme Hibbeler (2013), esse conhecimento é primordial para garantir que os limites de deformação e resistência sejam respeitados, garantindo melhor desempenho estrutural.

Conforme Delfino *et al.*, (2025) abrange que o correto dimensionamento de vigas são fundamentais para o processo de aplicação prática. “O dimensionamento de vigas é o processo de determinar as dimensões adequadas de uma viga para que ela seja capaz de suportar as cargas a que será submetida, sem comprometer a segurança estrutural.” (DELFINO *et al.*, 2025, p. 3). Os autores afirmam que a validação desses critérios é essencial para evitar falhas estruturais e assegurar durabilidade e conforto ao usuário. Além disso eles apontam diversos tipos de ferramentas computacionais, e falam em ferramentas para cálculos rápidos com o Excel e VBA tem sua contribuição para agilidade no processo de dimensionamento.

A análise de vigas também envolve a determinação das tensões normais e de cisalhamento, que dependem da distribuição dos esforços internos e das propriedades geométricas da seção transversal. Segundo Hibbeler (2019), as tensões normais são máximas nas extremidades da viga, enquanto as tensões de cisalhamento atingem seu máximo em torno ao eixo neutro. A compreensão dessa distribuição é essencial para dimensionamento de armaduras de concreto armado e para verificação de segurança em materiais metálicos e de madeira.

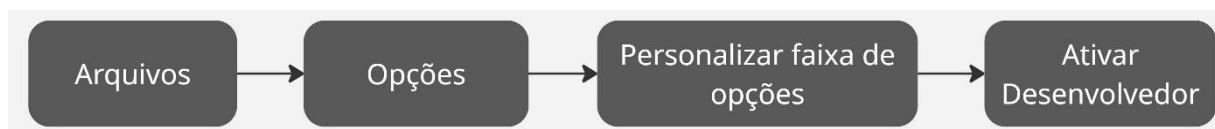
Dessa forma, entende-se que as vigas desenvolvem um papel fundamental na engenharia estrutural, por combinarem simplicidade geométrica com comportamento mecânico complexo. O entendimento de suas características relacionada a teoria, modelagem e dimensionamento é indispensável tanto na prática profissional, como a planilha automatizada de Pimenta (2024), que se aplica diretamente aos princípios aplicados por Hibbeler (2013, 2019) e pelos métodos discutidos por Delfino *et al.*, (2025).

3 METODOLOGIA

3.1 PREPARAÇÃO DO AMBIENTE COMPUTACIONAL

A fase inicial implementou na ativação do Modo Desenvolvedor do Microsoft Excel, procedimento necessário para acesso ao editor de programação VBA.

Figura 01 – Ativação do Modo Desenvolvedor



Fonte: Autoria Própria (2025).

A Figura 01, apresenta a etapa inicial da metodologia que se mostra comum em projetos que utilizam do Excel como uma ferramenta para desenvolvimento de rotinas automatizadas para dimensionamento ou reconhecimento estrutural (PIMENTA, 2024; DELFINO *et al.*, 2025). Quando ativado o modo desenvolvedor, torna-se possível criar algoritmos, testar e depurar o código de cálculo estrutural.

3.2 ESTRUTURAÇÃO DO PROJETO EM MÓDULOS

Como observado em outros projetos que utilizaram de VBA para simulações de estruturas (CARNEIRO, 2020; FELIX, 2022), o projeto foi criado em módulos independentes, permitindo maior clareza na lógica de programação e facilitando manutenções e futuras possíveis alterações.

3.2.1 MÓDULO DE FUNÇÕES AUXILIARES

Contém funções matemáticas e rotinas que dão suporte ao algoritmo principal. Sua separação é similar com metodologias aplicadas em planilhas estruturais automatizadas (DELFINO *et al.*, 2025).

3.2.2 MÓDULO DE ROTINAS GRÁFICAS

Neste módulo foi inserida a função para criação dos gráficos de diagramas de esforços cortante e momento fletor. A organização gráfica segue recomendações presentes em estudos de rotinas computacionais ao Excel.

3.2.3 MÓDULO PRINCIPAL

Envolve o algoritmo completo de análise de viga. Nessa etapa são realizadas leituras de dados, cálculo de reações, determinação dos dados esforços internos, exportação de resultados e criação dos diagramas de esforços internos. Essa abordagem modular é observada em pesquisas de automação de processos (EISSA, 2020; PIMENTA, 2024; SANTOS, 2025;).

3.3 DESENVOLVIMENTO DO ALGORITMO

A criação do código seguiu um conjunto sequencial de etapas, embasadas com metodologias de processamento numérico aplicadas à engenharia estrutural (EISSA, 2020)

3.3.1 LEITURA E VALIDAÇÃO DOS DADOS DE ENTRADA

Os dados inseridos na planilha de “Entrada”, deve seguir uma sequência lógica de acordo com a viga que se pretende consultar, escolhendo primeiro o tipo de viga (biapoiada ou engastada), inserir o comprimento (L), número de seções (n) que significa em quantos pedaços a viga irá se dividir para calcular os esforços internos, em seguida, selecionar as cargas da sua viga.

Figura 02 – Planilha para inserção de dados

	A	B	C	D	E
1	Tipo	BIAPOIADA			
2	Comprimento L (m)				
3					
4	Divisões				
5					
6	Tipo	Magnitude	x	a	b
7	P				
8	M				
9	UDL				
10	P				
11	P				
12	P				
13					
14					

Fonte: Autoria própria (2025).

No ambiente de entrada do algoritmo, o usuário dispõe de um conjunto de parâmetros essenciais para a definição das condições de análise de viga. Na célula correspondente ao “Tipo”, é selecionar entre os modelos estruturais “biapoiada” ou “engastada”, permitindo que o programa leia e estabeleça as condições a partir do tipo selecionado. Em seguida, é solicitado o comprimento total da viga (L), valor fundamental para cálculo da viga e traçado dos diagramas de esforços internos.

O campo de “Divisões” trata do número de seções que a viga será partida para cálculos de esforços. Esse procedimento é utilizado para obter aproximações numéricas dos diagramas de esforço cortante e momento fletor.

Na seção destinada aos carregamentos, o usuário deve especificar o tipo de ação aplicada, seguindo as seguintes categorias:

- P para cargas pontuais;
- *Uniformly distributed load* (UDL) para cargas distribuídas uniformemente;

- M para momentos concentrados.

Para cargas pontuais e momentos aplicados, a magnitude significa a intensidade dessas cargas, o campo x representa a posição ao longo da viga onde o carregamento atua, sempre considerando o sentido da análise da esquerda para a direita.

Em casos de carga distribuída, devem ser fornecidos:

- A magnitude da carga (intensidade por unidade de comprimento);
- O ponto inicial (a) e o ponto final (b) do carregamento;
- E o valor x , representação do comprimento do trecho carregado.

Essas informações permitem que o programa entenda os diferentes tipos de ações e aplique suas condições ao longo do elemento estrutural, garantindo a correta formulação dos diagramas.

A rotina executa validações automáticas, garantindo a consistência física e geométrica dos valores fornecidos, conforme práticas feitas na literatura recente (EISSA 2020; PIMENTA, 2024).

3.3.2 CÁLCULO DAS REAÇÕES

As reações são obtidas por meio das equações fundamentais de equilíbrio, conforme a formulação clássica da Estática e práticas descritas em trabalhos relacionados a análises estruturais (TATTIMANI *et al.*, 2020; SANTOS, 2025).

3.3.3 DETERMINAÇÃO DO ESFORÇO CORTENTE

A determinação do esforço cortante foi realizada de forma incremental ao longo da viga definida. Para cada ponto x_i , o algoritmo inicia com reações do apoio esquerdo (ou esforço inicial do engaste) e aplica os efeitos dos carregamentos.

Inicialmente, são incorporados os saltos devido às cargas pontuais, subtraindo-se imediatamente sua magnitude quando o ponto analisado ultrapassa sua posição. Em seguida, para cargas distribuídas, o algoritmo calcula o comprimento já percorrido dentro do intervalo carregado e aplica a variação correspondente no cortante. Esse processo permite que o diagrama $V(x)$ seja construído de forma contínua e fiel ao comportamento físico da viga, conforme a metodologia descrita por Felix (2022).

3.3.4 DETERMINAÇÃO DO MOMENTO FLETOR

Após a obtenção do esforço cortante, momento fletor foi calculado pela integração numérica utilizando o método do trapézio, também conhecido como método direto.

Dessa forma, o valor de $M(i)$ é obtido somando a área aproximada sob a curva de $V(x)$ entre dois pontos consecutivos da malha. Quando existe momento concentrado, o algoritmo aplica saltos diretamente no diagrama, mantendo a coerência com a formulação estrutural clássica (EISSA, 2020; TAMAYO *et al*, 2023).

3.3.5 ORGANIZAÇÃO DOS RESULTADOS

Contudo, após o processamento dos esforços internos, o algoritmo gera na aba de *Resultados* todos os cálculos feitos. O sistema exporta:

- As reações de apoios calculadas;
- Uma tabela contendo os cálculos das seções de momento fletor $M(x)$ e esforço cortante $V(x)$;
- Valores máximos e mínimos de cortante e momento, identificados pelo código.
- Informações gerais da estrutura, como tipo de viga, número de divisões e comprimento da peça;
- Os diagramas de esforço cortante $V(x)$ e momento fletor $M(x)$.

Essa organização em abas separadas facilita a visualização do usuário, a disposição dos resultados em formato de tabelas simplifica entendimento e análise, uma vez que os dados permanecem armazenados em planilha de fácil acesso e manipulação.

3.3.6 GERAÇÃO DOS DIAGRAMAS ESTRUTURAIS

Portanto, a rotina gráfica implementada no módulo auxiliar é responsável por gerar automaticamente os diagramas de esforço cortante (SFD) e momento fletor (BMD). O código utiliza os intervalos e valores calculados de $V(x)$ e $M(x)$, gerados na aba *Resultados*, e os associa a gráficos do tipo *XY Scatter* com linhas, que é um gráfico que conecta pontos com linhas, ideais para representar funções contínuas ao longo da viga.

Antes de gerar novos gráficos, o código verifica e exclui versões anteriores já testadas pelo usuário, garantindo que os dados atualizados estejam presentes na planilha. Em seguida, o

algoritmo define:

- O título do gráfico;
- Rótulos dos eixos;
- Série de dados para cortante ou momento;
- Posicionamento gráfico na planilha com dados obtidos;
- Escala automática dos eixos.

Esse processo de automatização segue práticas mostradas em trabalhos desse tipo, quando aplicadas a engenharia (EISSA, 2020; PIMENTA, 2022). O resultado gera gráficos claros, coerentes e atualizados a cada execução do programa, permitindo diversos tipos de análises de forma eficiente e acessível com uma ferramenta de fácil utilização.

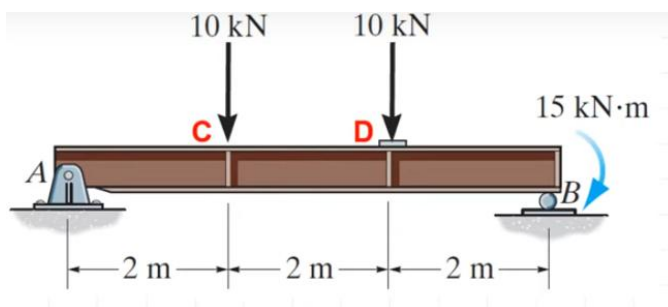
3.4 SÍNTESE METODOLÓGICA

Em suma, a metodologia adotada permitiu o desenvolvimento de uma ferramenta eficiente, estruturada e fundamentada com princípios consolidados na literatura em análise de estruturas e automação computacional utilizando ferramentas comumente utilizada por engenheiros. O uso do Excel e VBA apresentou-se pertinente tanto pela facilidade de utilização quanto pela clareza nos resultados, apresentando abordagens parecidas no campo das engenharias (FELIX, 2022; PIMENTA, 2024; SANTOS, 2025).

4 RESULTADOS DE DISCUSSÃO

Para alcançar os objetivos desse trabalho, foram selecionadas três questões da literatura, de diferentes segmentos como, viga biapoiada com cargas pontuais e momento, em seguida uma viga biapoiada com carga distribuída, e por fim uma viga engastada com cargas pontuais.

Figura 03 – Viga Biapoiada com duas cargas pontuais e um momento.



Fonte: Hibbeler, 2019, p. 246

Figura 04 – Dados da viga inseridos no Excel

1

Tipo

BIAPOIADA

2

Comprimento L (m)

6

3

4

Divisoes

12

5

6

Tipo

Magnitude

x

a

b

7

P

10

2

8

P

10

4

9

M

15

6

10

P

11

P

12

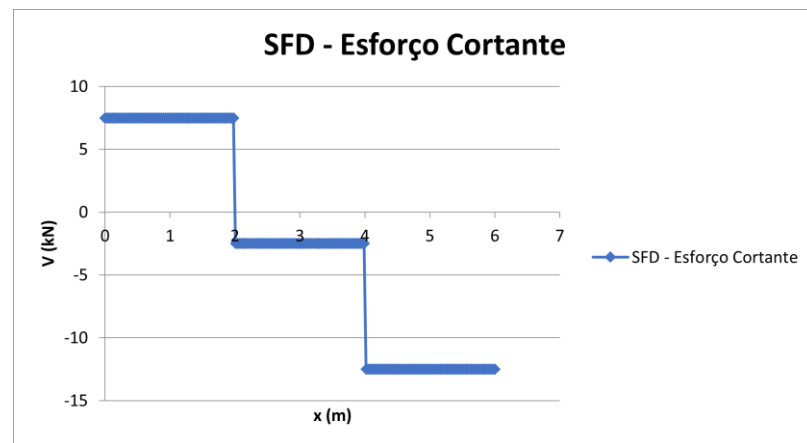
P

13

CLIQUE PARA CALCULAR

Fonte: Autoria própria (2025).

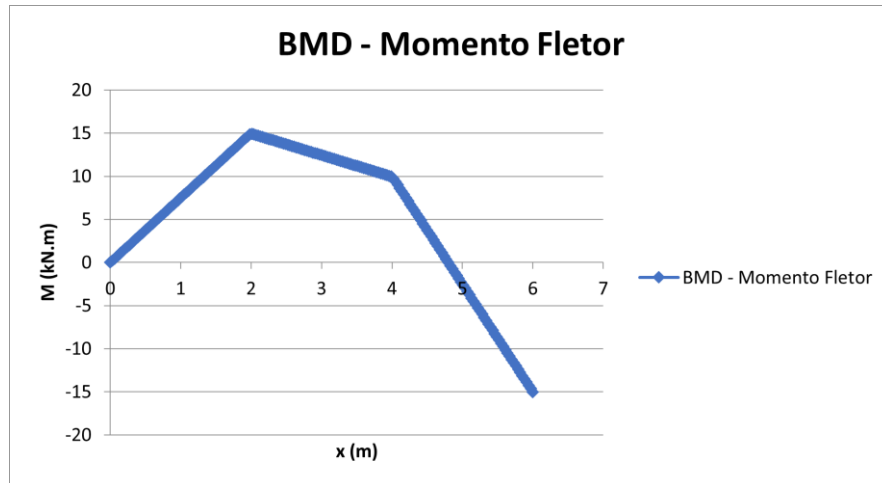
Gráfico 01 – Diagrama esforço cortante 1



Fonte: Autoria própria (2025).

Deste modo, observa-se no gráfico acima a presença de saltos nos pontos onde existem cargas concentradas, este comportamento é esperado em vigas submetidas a forças pontuais. Valores elevados de cortante indicam maior solicitação de cisalhamento interno, o que pode favorecer fissuras diagonais e aumento de demandas nos mecanismos resistentes a cisalhamento, como estribos e a aderência aço concreto.

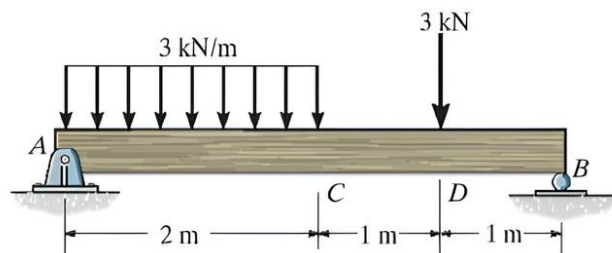
Gráfico 02 – Diagrama momento fletor 1



Fonte: Autoria própria (2025).

No Gráfico 02, verifica-se que os picos de momento ocorrem onde os pontos de cortante se anulam ou trocam de sinal, garantindo a coerência entre os esforços. Além disso, a presença de momentos fletores negativos indica inversão de curvatura, gerando tração na fibra superior, condição que requer atenção no dimensionamento da armadura, pois nessa região precisará de reforço para resistir a flexão.

Figura 05 – Viga com carregamento distribuído e carga concentrada



Fonte: Hibbeler, 2019, p. 243

Figura 06 – Dados da viga inseridos no Excel 2

1

Tipo	BIAPOIADA
------	-----------

2

Comprimento L (m)	4
-------------------	---

3

--	--

4

Divisoões	8
-----------	---

5

6

Tipo	Magnitude	x	a	b
------	-----------	---	---	---

7

UDL	3	2	0	2
-----	---	---	---	---

8

P	3	3		
---	---	---	--	--

9

M				
---	--	--	--	--

10

P				
---	--	--	--	--

11

P				
---	--	--	--	--

12

P				
---	--	--	--	--

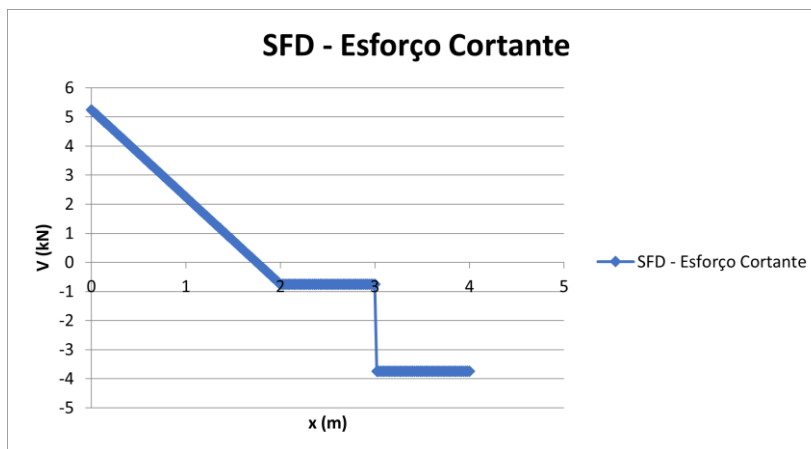
13

14

CLIQUE PARA CALCULAR

Fonte: Autoria própria (2025).

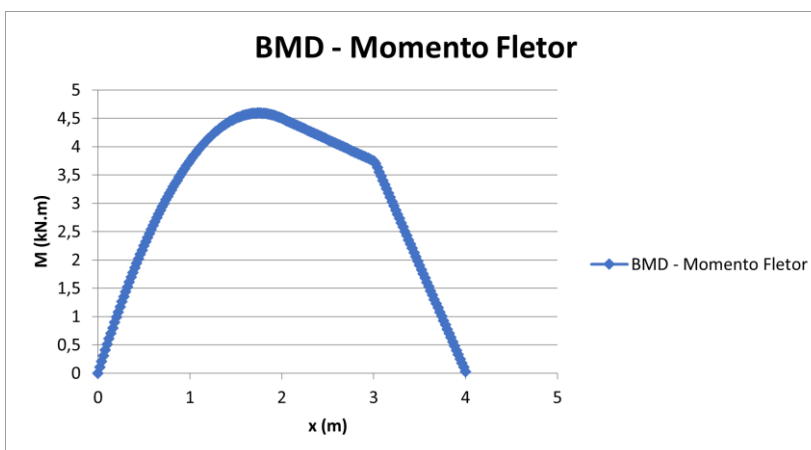
Gráfico 03 – Diagrama esforço cortante 2



Fonte: Autoria própria (2025).

No Gráfico 03, observa-se que no trecho de carga distribuída o esforço cortante apresenta variação linear decrescente, comportamento característico desse tipo de carregamento. Onde há carga concentrada, percebe-se uma queda no cortante, representando os saltos esperados devido à natureza pontual das forças aplicadas.

Gráfico 04 – Diagrama momento fletor 2



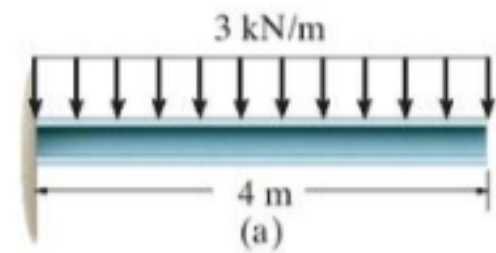
Fonte: Autoria própria (2025).

No diagrama de momento fletor, o trecho de carregamento distribuído tende a comportamento de curva parabólica. O valor máximo de momento fletor indica a região onde há maior solicitação à flexão, sendo considerado o ponto crítico de dimensionamento da armadura. O momento positivo indica flexão do tipo *sagging*, ou seja, fibra inferior tracionada e fibra superior comprimida na região da seção transversal da viga.

Além disso, as reações de apoio evidenciam maior exigência no ponto A, o que se comprova devido a sua proximidade junto à região de maior carregamento, salientando a correta

distribuição de esforços e dos resultados obtidos.

Figura 07 – Viga engastada em balanço



Fonte: Hibbeler 2019, p. 238.

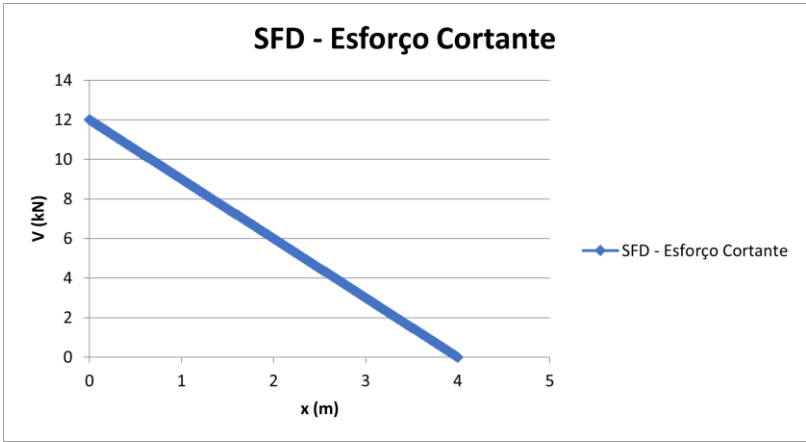
Figura 08 - Dados da viga inseridos no Excel 3

1	Tipo	ENGASTADA			
2	Comprimento L (m)	4			
3					
4	Divisões	8			
5					
6	Tipo	Magnitude	x	a	b
7	UDL	3	4	0	4
8	P				
9	M				
10	P				
11	P				
12	P				

CLIQUE PARA CALCULAR

Fonte: Autoria própria (2025).

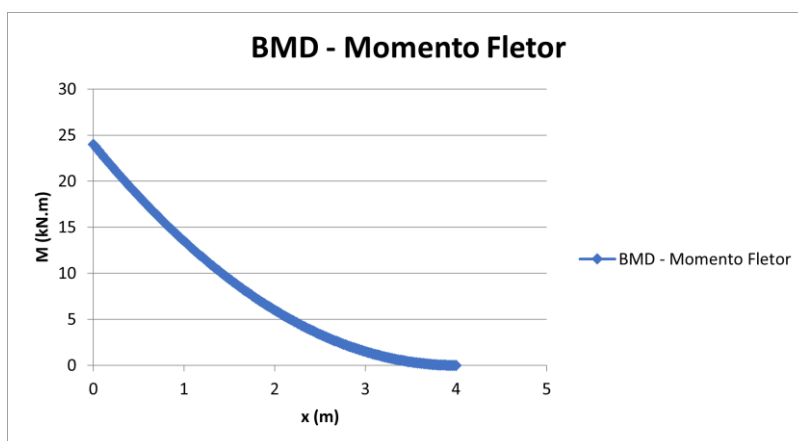
Gráfico 05 – Diagrama de esforço cortante 3



Fonte: Autoria própria (2025).

As reações dos apoios conforme Gráfico 05 retratam maior solicitação no ponto A, onde está localizado o engaste, o que confirma a coerência do modelo estrutural apresentado. Esse comportamento ocorre devido à proximidade ao carregamento distribuído, resultando nas maiores concentrações de esforços internos. Dadas essas evidências, é possível concluir que os resultados do diagrama estão distribuídos de forma correta.

Gráfico 06 – Diagrama de momento fletor 3



Fonte: Autoria própria (2025).

No Gráfico 06, percebe-se que no ponto de engaste o momento fletor alcança seu valor máximo, pois essa extremidade impede tanto o deslocamento quanto a rotação da viga, fazendo com que o momento resultante seja absorvido pelo apoio. Entretanto, na ponta em balanço, por não resistir restrição a rotação, o momento fletor reduz até atingir o valor zero na área livre.

Em termos estruturais, significa que a região mais próxima ao engaste é a mais solicitada, gerando maiores tensões de flexão. Portanto, esse local da viga deve receber maior atenção no dimensionamento, principalmente na definição da armadura do concreto armada ou na verificação das tensões admissíveis em aço ou madeira. A extremidade livre, por não reagir ao momento, não demanda esforços significativos contra flexão.

Com análise aos resultados obtidos pelo algoritmo desenvolvido, é possível destacar algumas observações relacionadas ao seu desempenho. O código apresentou boa estabilidade numérica e capacidade de representação adequada dos diagramas de esforço cortante e momento fletor. No entanto, notou-se que a rotina ainda pode ser melhorada, pois não contempla alguns tipos específicos de carregamentos, como cargas distribuídas não uniformes (trapezoidais ou triangulares), sendo aplicadas apenas cargas distribuídas retangulares, cargas concentradas e momentos.

Esses resultados mostram que o código cumpre satisfatoriamente o seu objetivo para os tipos de carregamentos contemplados e reforçam que a precisão dos diagramas está diretamente relacionada ao elemento estrutural.

Apesar dos bons resultados obtidos nas análises, o código ainda possui limitações que devem ser aprimoradas, pois influenciam diretamente na sua aplicabilidade em casos mais complexos. Um dos principais pontos é que o algoritmo reconhece apenas apoios posicionados

nas extremidades da viga, o que impede a resolução correta de vigas biapoiadas com balanços ou apoios intermediários, gerando resultados inesperados.

Além disso, no caso de vigas engastadas, a linguagem apresenta resultados eficientes quando o engaste está localizado na extremidade esquerda da viga. Quando tentamos calcular na extremidade oposta (direita) ou em ambas as pontas, os sinais do diagrama e as condições de contorno não são bem adaptados, comprometendo a resolução final do problema.

Outra limitação se encontra na interface de entrada do Excel, onde existem restrições no número de carregamento que podem ser inseridos (atualmente limitada a seis linhas). Esse fator reduz a aplicabilidade do código em situações com combinações extensas de cargas, que são bem comuns em projetos reais.

Essas limitações evidenciam que, embora funcional e com bons resultados teóricos, o código ainda pode ser expandido, especialmente no que diz respeito a maior flexibilidade na entrada de dados e implementação de novos tipos de carregamentos e verificações estruturais.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base na análise realizada, o atual trabalho teve como objetivo desenvolver uma ferramenta computacional, utilizando o software Microsoft Excel integrado com VBA, para análise de vigas biapoiadas e engastadas submetidas a diversos tipos de cargas. A metodologia usada demonstrou que a utilização dessas planilhas automatizadas é uma alternativa eficiente, prática e acessível quando se compara a softwares estruturais tradicionais, relacionando com pesquisas recentes, o Excel é indicado como instrumento eficaz de simulação numérica e ensino de estruturas (TAMAYO et al., 2023; SANTOS, 2025).

Dessa forma, a ferramenta criada comprova que consegue calcular com precisão as reações de apoio, os diagramas de cortante e momento fletor, e gera gráficos de fácil interação e interpretação. O método do trapézio foi utilizado para integração no algoritmo e apresentou resultados satisfatórios, sobretudo quando utilizado um número de divisões igual ou superior a 200, resultados teve erros inferiores a 1% nos picos de momento fletor. Esses fatores confirmam a precisão do algoritmo e sua compatibilidade com modelos clássicos da análise estrutural (EISSA, 2020).

De modo, a parte de validação apresentou forte coerência entre os resultados obtidos e seguimentos da literatura especializada. Essa eficácia reforça a aplicabilidade do código para fins educacionais, acadêmicos e em análises preliminares de projeto, podendo ser aprimorada para etapas aprofundadas de planejamento.

É fato que, foram identificadas limitações do código quando submetido a situações de maior complexidade. Entre elas, destaca-se a impossibilidade de inserir apoios intermediários, balanços em vigas biapoiadas e carregamentos distribuídos não uniformes. Além disso, a interface atual limita o número máximo de carregamentos, reduzindo a flexibilidade do algoritmo em cenários com diversos tipos de cargas. No entanto, essas limitações mostram caminhos claros para aprimoramentos futuros, como expansão da planilha de entrada, implementação de novos tipos de carregamentos e adaptação das condições de contorno para diferentes combinações de apoios.

Portanto, conclui-se que o desenvolvimento da ferramenta atingiu os objetivos propostos, demonstrando que o Excel aliado ao VBA é capaz de reproduzir rotinas de cálculo estrutural com boa precisão, organização e clareza. A solução proposta foi confirmada como recurso pedagógico relevante e como alternativa acessível para análises estruturais iniciais, contribuindo para o aprendizado de métodos computacionais aplicados à engenharia civil.

REFERÊNCIAS

CARNEIRO, Amanda Leal. **FERRAMENTA COMPUTACIONAL PARA O DIMENSIONAMENTO DE VIGAS BIPOIADAS PROTENDIDAS**. 2020. 210 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2020.

DELFINO, Maicon Pinheiro; RODRIGUES, Tatiane Goncalves; MATTA, Patrícia dos Santos. **VIGAS: FUNDAMENTOS, MÉTODOS DE DIMENSIONAMENTO E VERIFICAÇÃO**. Revista Naval e Oceânica, Rio de Janeiro, v. 1, n. 0, p. 16-28, 10 mar. 2025.

EISSA, Abdalla. **Developing Excel-VBA spreadsheet for truss element analysis and design**. FES Journal of Engineering Sciences, v. 9, n. 1, p. 86-90, 2020.

FELIX, Glayvison Eduardo da Silva. **DESENVOLVIMENTO DE PLANILHA ELETRÔNICA EM VBA PARA DIMENSIONAMENTO DE ESTRUTURA DE MADEIRA**. 2022. 115 f. Monografia (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharias, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Angicos, 2022.

HIBBELER, R.C. **Análise das Estruturas**. 8. ed. São Paulo: Pearson, 2013. 543 p.

HIBBELER, R.C. **RESISTÊNCIA DOS MATERIAIS**. 10. ed. São Paulo: Pearson, 2019. 754 p.

JELLEN, Bill; SYRSTAD, Tracy. **Microsoft Excel VBA and Macros (Office 2021 and Microsoft 365)**. Microsoft Press, 2022.

PIMENTA, Rosemberg dos Santos. **CONSTRUÇÃO DE PLANILHA AUTOMATIZADA PARA ANÁLISE, DIMENSIONAMENTO E DETALHAMENTO DE VIGA BI APOIADA EM CONCRETO ARMADO**. 2024. 52 f. Monografia (Graduação) - Curso de

Engenharia Civil, Departamento de Engenharias e Ciências Ambientais, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2024.

SANTOS, Lucas Leite dos. **O USO DO EXCEL COMO FERRAMENTA EDUCACIONAL NO ENSINO DE ESTRUTURAS: APLICAÇÕES EM MECÂNICA DAS ESTRUTURAS E CONCRETO ARMADO.** Revista de Ensino de Engenharia, Brasília, v. 44, p. 116-148, maio 2025.

TATTIMANI, Sachin; CHOLAPPANAVAR, P. I. **Developing an Individual Excel Sheet for Design and Analysis of Beam and Slab.** International Journal For Research, Roorke, v. 10, n. 9, p. 703-730, set. 2022.

TAMAYO, J. L. P.; MUCILLO, V. C.; BIGARELLA, B. G. **Integration of Excel VBA with professional software for the structural analysis and design of civil structures.** Comput. Appl. Eng. Educ. 2023; 31: 793–813. <https://doi.org/10.1002/cae.22607>

ZAMBONI, Lincoln Cesar et al. **PLANILHAS EXCEL E USO DA LINGUAGEM VBA EM APLICAÇÕES PARA AS ENGENHARIAS.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 39., 2011, Blumenau. Cobenge 2011. São Paulo, 2011. p. 1-10.