

## ESTUDO COMPARATIVO DO DESEMPENHO MECÂNICO DE UMA CHAVE DE BOCA COM DIFERENTES MATERIAIS E GEOMETRIAS VIA SIMULAÇÃO NO SOLIDWORKS

Daniel Correia Dias<sup>1</sup>  
Carlos Eduardo Marques Cerqueira<sup>2</sup>  
João Antônio Sabino Júnior<sup>3</sup>  
Pedro Genuíno Santana Júnior<sup>4</sup>  
Aldo Falconi Filho<sup>5</sup>  
Matheus Fernandes de Andrade<sup>6</sup>  
Renata Pessoa Bifano<sup>7</sup>

eduardocerqueira.eng@gmail.com

**ÁREA DO CONHECIMENTO:** Engenharias

**PALAVRAS-CHAVE:** simulação computacional; método dos elementos finitos; SolidWorks; análise estrutural; ferramentas manuais.

### 1 INTRODUÇÃO

A Engenharia Mecânica é uma área complexa e essencial, voltada ao desenvolvimento de sistemas e à sustentação técnica de estruturas em diferentes escalas. Nesse contexto, o Método dos Elementos Finitos (MEF) se destaca como uma ferramenta indispensável de análise numérica, permitindo prever com precisão o comportamento de componentes submetidos a diferentes tipos de carga. Segundo Borges; Almeida e Bonfim. (2023), sua aplicação no processo de projeto contribui para reduzir ciclos de prototipagem, diminuir custos experimentais e antecipar a validação de soluções seguras e eficientes. Ainda assim, a literatura técnica aponta uma falta de padronização metodológica que oriente o aprimoramento estrutural dessas análises. Lopes *et al.* (2020), por exemplo, ao realizar simulações estruturais em um pórtico de elevação, demonstram que o MEF, aliado a modelagens 3D parametrizadas, possibilita validar projetos com base em critérios normativos, mesmo em geometrias incomuns ou sob condições críticas de uso. Softwares como o *SolidWorks Simulation*® permitem não só modelar peças em três dimensões com precisão, como também realizar simulações estruturais usando o MEF. Pereira *et al.* (2024) afirmam que essa ferramenta, ao considerar diferentes geometrias e materiais, permite visualizar tensões equivalentes de *von Mises* e também mensurar deslocamentos e deformações conforme o carregamento aplicado. Isso aumenta a confiabilidade no desenvolvimento de componentes mecânicos e ainda contribui para reduzir os custos com protótipos físicos. Por isso, cresce o número de pesquisas que utilizam análises computacionais para comparar materiais e geometrias em peças técnicas. No entanto, apesar dos avanços, ainda há poucas investigações voltadas a

---

<sup>1</sup> Graduando em engenharia mecânica no Centro Universitário Univértix

<sup>2</sup> Especialista em engenharia de segurança e professor no Centro Universitário Univértix

<sup>3</sup> Especialista e professor no Centro Universitário Univértix

<sup>4</sup> Mestre em Ciências da Saúde e professor no Centro Universitário Univértix

<sup>5</sup> Mestre em engenharia mecânica e professor no Centro Universitário Univértix

<sup>6</sup> Mestre em engenharia mecânica e professor no Centro Universitário Univértix

<sup>7</sup> Mestre em matemática e professora no Centro Universitário Univértix

ferramentas manuais simples, como a chave de boca, que tem grande utilidade prática e merece estudos mais aprofundados. Dessa forma, surge a pergunta central desta pesquisa: como a variação de materiais e geometrias interfere no desempenho mecânico de uma chave de boca, considerando os critérios estruturais obtidos por simulação no *SolidWorks Simulation*®? O objetivo é comparar esse desempenho com base em diferentes combinações de forma e material, usando os recursos do software. Essa análise é relevante por contribuir com melhorias no design de ferramentas, promovendo mais eficiência, economia de materiais e segurança nos processos industriais.

## 2 METODOLOGIA

A investigação adotou abordagem quantitativa, reconhecida por Itokazu (2023) como adequada para pesquisas aplicadas que buscam analisar e comparar desempenho de elementos sob diferentes condições, permitindo avaliação precisa e numérica. Para isso, será realizada avaliação estrutural por simulação numérica via Método dos Elementos Finitos (MEF), usando o software *SolidWorks Simulation*®. Duas ferramentas manuais do tipo chave de boca serão produzidas, modeladas em ambientes tridimensionais distintos, com base em desenhos técnicos padronizados. As geometrias reais diferenciadas, denominadas Chave 10x11 e Chave 27, serão construídas em escala real e submetidas ao mesmo conjunto de condições de carregamento. Cada geometria será simulada com três materiais metálicos: aço carbono simples, aço cromo inoxidável e aço carbono fundido, totalizando seis configurações. A simulação estrutural compreenderá cinco etapas: modelagem 3D, definição das propriedades mecânicas, aplicação das condições de contorno, discretização por malha sólida e análises estática e de fadiga. A modelagem iniciará com a seleção do plano superior (*Top Plane*), traçando o esboço bidimensional da vista superior da ferramenta. Serão utilizadas as ferramentas "*Line*", "*Centerline*", "*Arc*" e "*Circle*" para delinear o perfil, aplicando dimensões críticas com a função "*Smart Dimension*" até o esboço estar "*Fully Defined*". Concluída essa etapa, ocorrerá a extrusão do contorno (*Extruded Boss/Base*) para conferir volume ao modelo, seguida por cortes (*Cut-Extrude*) para encaixes de fixação com parafusos e porcas. Refinamentos geométricos incluirão filetes internos e externos (*Fillet*) com raio de 2 mm e chanfros (*Chamfer*) nas bordas de ataque, conforme desenhos técnicos. Será feita verificação de integridade com "*Evaluate → Check*" e extração preliminar de propriedades físicas via "*Mass Properties*". Os arquivos finais serão salvos em formatos .SLDPRT e .STEP, garantindo compatibilidade com outras plataformas. A seleção dos materiais para simulação baseia-se em critérios técnicos relacionados ao desempenho sob cargas estáticas e cíclicas. Os materiais escolhidos são aço carbono simples, aço carbono fundido e aço cromo inoxidável, selecionados por resistência à tração e ductilidade, robustez volumétrica e resistência à corrosão, respectivamente. Essa escolha restringe-se a esses materiais por sua representatividade e viabilidade, excluindo outros tipos como aços HSLA (*High Strength Low Alloy Steel*), aços ferramenta e ferros fundidos. Serão adotados valores médios para módulo de elasticidade, tensão de escoamento e coeficiente de Poisson. As condições de contorno no *SolidWorks Simulation*® reproduzirão restrições e carregamentos reais. As faces internas das aberturas menores (10 mm e 26,24 mm para os modelos 10x11

e 27) serão fixadas pela condição “*Fixed Geometry*”. A força de operação será aplicada na segunda abertura (11 mm para o modelo 10x11 e 33 mm para o modelo 27), com vetor perpendicular ao plano do esboço. A magnitude da carga será uniforme para garantir comparabilidade. O contato será modelado como aderente, e os modelos assumidos contínuos e isotrópicos. A ferramenta “*Resultant Forces*” verificará o equilíbrio entre forças aplicadas e reações. A discretização ocorrerá automaticamente pelo software, com elementos sólidos tetraédricos adaptados à geometria. O algoritmo determinará dimensões e distribuição da malha, refinando áreas complexas e de carga. Será feita inspeção qualitativa para garantir integridade e distribuição adequada, aceitando somente malhas conformes à simulação estrutural linear. Os modelos, com malha associada, estarão prontos para as análises. As análises estáticas linear e de fadiga de alto ciclo avaliarão o comportamento mecânico das ferramentas segundo combinações de geometrias e materiais. Serão determinadas tensões equivalentes de *von Mises*, deslocamentos máximos e fatores de segurança, essenciais para avaliar integridade estrutural. A análise de fadiga utilizará modelos de dano acumulado baseados na análise estática. Serão executados seis estudos distintos, correspondentes às combinações entre duas geometrias e três materiais. Os resultados serão organizados em gráficos comparativos para análises estática e de fadiga, possibilitando análise técnica detalhada dos efeitos da geometria e do material sobre resistência e durabilidade das ferramentas.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste momento, o trabalho ainda está em fase de desenvolvimento. Assim que os testes forem realizados, os dados obtidos serão organizados permitindo uma comparação clara entre as combinações de materiais e geometrias. A partir disso, será possível discutir de forma mais objetiva qual alternativa apresenta o melhor desempenho mecânico.

### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa está atualmente em fase de desenvolvimento, no entanto, a escolha dos materiais e das geometrias deve influenciar no desempenho estrutural das chaves.

### REFERÊNCIAS

BORGES, Clécia Santos; ALMEIDA, Érica Cristina; BOMFIM, Danilo Silva. Simulação de ensaio mecânico de tração por elementos finitos utilizando o SolidWorks. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 9, n. 4, p. 12577–12590, abr. 2023. DOI: 10.34117/bjdv9n4-003. Acesso em: 4 abr. 2025.

LOPES, Lucas Azeredo da Silva; AZEVEDO, Davi Alvarenga; GALLO, Daniel Passos; CERQUEIRA, Niander Aguiar; SOUZA, Victor Barbosa. Análise por elementos finitos de um pórtico rolante para elevação de cargas, de acordo com os critérios da NBR 8400. **Revista Interdisciplinar Pensamento Científico**, [s.l.], v. 6, n. 2, dez. 2020. Disponível em: <https://reinpec.cc/index.php/reinpec/article/download/604/487/>. Acesso em: 4 abr. 2025.

PEREIRA, Anderson Andreo; SILVA, João Pedro Trajano Gerônimo da; ROSON, Felipe Pisapio Vassalo; RANGEL, Matheus dos Santos; ANDRADE, Gustavo Caravita de. Aplicação do método dos elementos finitos (MEF) em uma plataforma de elevação de paletes. **Revista DELOS: Desarrollo Local Sostenible**, Curitiba, v. 17, n. 62, p. 01–27, 2024. DOI: 10.55905/rdelosv17.n62-100. Acesso em: 8 abr. 2025.

ITOKAZU, Marcia Ferreira. **Estudo sobre a abordagem quali-quantitativa em dissertações de mestrados profissionais em educação**. 2023. Dissertação, Mestrado em Educação e Novas Tecnologias – Centro Universitário Internacional UNINTER, Curitiba, 2023. Disponível em: <https://repositorio.uninter.com/handle/1/1413>. Acesso em: 10 abr. 2025.