

ANÁLISE DA DEFLEXÃO DE MEMBRANAS QUADRADAS SOB CONDIÇÕES DE CONTORNO VARIÁVEIS

Lucas Amarantes do Nascimento
Lamarantes.ufmt@gmail.com

INTRODUÇÃO

Membranas flexíveis são fundamentais em sensores de pressão, convertendo pressão externa em sinais mensuráveis através da deformação (Dussik 1942, p. 153-154). Este trabalho investiga a deflexão de uma membrana quadrangular com uma região central restrita, visando aprimorar a precisão e confiabilidade dos sensores de pressão, essenciais em áreas como medicina e indústria. O estudo usa um modelo diferencial elíptico para descrever a deformação, aplicando o método de diferenças finitas no *Scilab*. A escolha de materiais, que influencia a sensibilidade e estabilidade dos sensores, é considerada crucial para atender a uma ampla gama de aplicações com precisão e durabilidade.

METODOLOGIA

Com base no trabalho de Miranda (2023, p. 1), "este estudo analisa a deflexão de uma membrana quadrada de 30 cm de aresta, com uma região central de 10 cm presa no sistema, sob uma tensão de 225 kg/cm² e submetida a uma pressão de 35 kPa". O estudo tem como objetivo determinar a deflexão w na direção z , por meio da resolução de uma equação diferencial parcial (EDP) que descreve a deformação da membrana.

Para isso, foi aplicado o método das diferenças finitas, que substitui derivadas por diferenças finitas, gerando uma malha bidimensional e simplificando a resolução da EDP. Neste caso, a EDP corresponde a uma versão da equação de Poisson em duas dimensões. Ao expressá-la em forma discreta, obteve-se uma relação entre pontos adjacentes da malha, resultando na equação que define a deflexão da membrana.

Como condição de contorno, estabeleceu-se que a deflexão nas bordas é nula ($w=0$), dado que as bordas internas e externas estão fixas. As simulações da deflexão foram realizadas no software *Scilab*, usando diferentes resoluções de pontos: 40, 80, 90 e 120. Isso permitiu avaliar a precisão da modelagem em relação ao comportamento da membrana sob as condições propostas.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

As simulações para analisar a deflexão da membrana consideraram tanto parâmetros dados quanto arbitrários de pressão e tensão. Observou-se que o perfil de deflexão não depende dos valores específicos de tensão ou pressão, indicando que esses parâmetros não alteram significativamente o comportamento geral da membrana. A análise geométrica reforça achados da literatura: membranas de diferentes geometrias apresentam deflexão máxima nas regiões centrais, com possíveis variações pequenas conforme as condições de contorno.

No caso específico desta membrana, foram observadas quatro regiões de deflexão máxima alinhadas diagonalmente com os vértices internos e externos. Notavelmente, os pontos de maior deflexão estão mais próximos da região interna, mesmo com a presença do obstáculo central. Esse comportamento sugere que o design geométrico e as condições



de contorno são mais influentes na distribuição da deflexão do que os valores absolutos de pressão ou tensão aplicados.

Para avaliar o impacto da densidade de pontos na simulação, foram testados modelos com 40, 80, 90 e 120 pontos. Na simulação com 40 pontos, o perfil de deflexão é pouco detalhado, não capturando nuances importantes. A partir de 80 pontos, os resultados tornam-se mais precisos e condizem melhor com o comportamento real esperado. Nos modelos com 90 e 120 pontos, o perfil de deflexão é ainda mais refinado, mas com um custo de processamento significativamente maior. Contudo, o aumento para 120 pontos não resultou em ganho percentual relevante para o problema, indicando que 80 pontos podem ser adequados para um equilíbrio entre precisão e custo computacional.

Embora não haja menção à participação comunitária neste estudo, a análise "reitera a importância de ajustes metodológicos para problemas com alta demanda computacional" (SILVA, 2020, p. 11-12). A escolha da resolução de pontos depende da necessidade de detalhe e da capacidade de processamento disponível, sendo 80 pontos uma solução eficiente e com resultados satisfatórios para a simulação deste perfil de membrana. A escolha da resolução de pontos depende da necessidade de detalhe e da capacidade de processamento disponível, sendo 80 pontos uma solução eficiente e com resultados satisfatórios para a simulação deste perfil de membrana.

CONCLUSÃO

Este estudo atingiu seus objetivos ao analisar a influência de geometria, condições de contorno, pressão e tensão na deflexão de uma membrana quadrada. Concluiu-se que, embora a pressão e a tensão alterem apenas a magnitude da deflexão, o comportamento geral da membrana é altamente influenciado pelas condições de contorno e pela geometria, conforme indica a literatura. Apesar de a pré-tensão do material ser um fator relevante em outras pesquisas, ela não foi considerada neste trabalho, pois não altera significativamente o perfil de deflexão sob as condições analisadas.

Palavras-Chave: Deflexão; Simulação; Membrana

REFERÊNCIAS

DUSSIK, K. T. **Über die Möglichkeit, hochfrequente mechanische Schwingungen als diagnostisches Hilfsmittel zu verwerten. Zeitschrift für die gesamte Neurologie und Psychiatrie**, v. 174, n. 1, p. 153–168, dez. 1942. Disponível em: <https://archive.org/details/1942DussikberDieMglichtkeitZNeurolPsychiatr1741153-68>. Acesso em: 21, setembro. 2023

MIRANDA, J. C. C. . **Deflexão de uma Membrana**. 2023. 1 f. Trabalho da Disciplina de Modelagem e Simulação de Processos II. Universidade Federal de Mato Grosso, Várzea Grande, 2023

SILVA, J. P. W. . **Análise do comportamento dinâmico linear de membranas hiperelásticas considerando os modelos de neo-Hooke e Mooney-Rivlin**. 2020. 60 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Santa Catarina, 2020.

