

OTIMIZAÇÃO TOPOLÓGICA NA MANUFATURA ADITIVA¹

POLATTO, Nathan²
VIEIRA, Eric Cardoso³
PINTO, Rodrigo Vidonscky⁴
OLIVEIRA, Mauro Machado de⁵

RESUMO

O objetivo deste projeto de pesquisa aplicada é adotar a técnica de Voronoi para otimizar peças fabricadas por manufatura aditiva, de modo a garantir a resistência com menor consumo de material e menor tempo de produção. Assim, busca-se a incorporação dos Diagramas de Voronoi para a representação de estruturas celulares complexas a fim de otimizar a distribuição de material dentro das peças. A análise baseia-se na comparação entre peça convencional (totalmente sólida) e otimizadas. A metodologia consiste no uso de softwares que dispõem dos diagramas de Voronoi, que possibilitaram a viabilização da integração dos padrões à peça a ser produzida. Utilizando uma impressora 3D (GTMax Core H4), os modelos foram fabricados com filamento ABS comercial e os resultados comparados em termos da densidade relativa e quantidade de material utilizado, permitindo validar a eficácia da proposta. Foram utilizados alguns softwares, como: Autodesk Fusion (design generativo), Autodesk MeshMisher (inclusão de padrões Voronoi) e Ansys (Otimização Topológica). A otimização topológica busca encontrar, dentro de uma determinada região, a melhor distribuição de material em uma peça, tendo em vista o melhor desempenho e redução de material (Coutinho, 2006; Vidonscky, 2021). Com isso, através de uma junção de diferentes softwares Autodesk Fusion 360, Autodesk MeshMisher e Ansys, buscou-se explorar diferentes maneiras de obter otimizações de material e tempo. Inicialmente utilizou-se o Autodesk Fusion para etapa inicial de design e design generativo. Ao contrário da otimização topológica, o design generativo, dado as restrições impostas, por meio de algoritmos, explora todos os possíveis caminhos que satisfazem as condições de contorno, como: material, método de fabricação entre outros (Bastos, 2021). Posteriormente, com o modelo tridimensional, integrou-se um dos padrões Voronoi com o Autodesk MeshMixer. Para isso, foram necessários ajustes de malhas, acurácia do sólido e densidade do padrão. Por fim, no Ansys, primeiramente executou-se uma análise por elementos finitos (FEA), configurando carga e pontos de fixação – validação do modelo, em seguida, a análise da otimização topológica. Tomando como base o modelo com 100% de preenchimento, ao integrar o diagrama de Voronoi, foi possível reduzir em aproximadamente 70,7 % a quantidade de material e, aproximadamente 17,2 % o tempo de produção. Já com o design generativo, em comparação com o plenamente denso, teve-se uma redução próxima de 48,3 % de material e, cerca de, 16,7 % de redução de tempo de produção. Por fim, ao que se refere a otimização topológica, foi possível reduzir 50 % de material e perto de 20,4 % de redução de tempo de fabricação.

REFERÊNCIAS

- BASTOS, R. 1/4 **O que é DESIGN GENERATIVO? Mini curso DESIGN GENERATIVO - Tutorial aula**. Youtube, 25/01/2021. Disponível em: <https://youtu.be/eKe8eFEzNp0?si=QBnM3g3E-tqueMil>. Acesso em: 14/08/2025
- COUTINHO, K. D. **Método de otimização topológica em estruturas tridimensionais**. 2006. 109 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Materiais; Projetos Mecânicos; Termociências) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2006.
- VIDONSKY, R. **Otimização utilizando software livre / GNU Octave - FMU INOVAI 2021**. YouTube, 17 jun. 2022. Disponível em: <https://youtu.be/SPwfxq8UmtE?si=bwh2omDV-BOVxn9g>. Acesso em: 14 ago. 2025.

¹ Resultado de trabalho de Iniciação Científica (PIBIFSP).

² Graduando em Engenharia Mecânica; (IFSP); São Paulo, SP; nathan.polatto@ifsp.edu.br.

³ Graduando em Engenharia Mecânica; (USP); São Paulo, SP; eric.cv@usp.br.

⁴ Doutor, professor, Departamento de Engenharia Mecânica; (IFSP); São Paulo, SP; rodrigo.vidonscky@ifsp.edu.br.

⁵ Doutor, professor, Departamento de Engenharia Mecânica; (IFSP); São Paulo, SP; mauro.mo@ifsp.edu.br.