

OTIMIZAÇÃO TOPOLÓGICA COMO FERRAMENTA PARA O DESENVOLVIMENTO DE DISPOSITIVOS BIOMECÂNICOS E BIOMATERIAIS

Fabiano da Silva Brites¹, Itanara da Silva Barbosa¹

¹ Escola Politécnica, Universidade do Vale do Rio dos Sinos - Unisinos, Brasil

fsbrites@gmail.com; itanarab@gmail.com

PALAVRAS-CHAVE: Otimização, Topologia, Desenvolvimento, Biomecânica e Biomateriais.

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de dispositivos biomecânicos, bem como de biomateriais implantáveis, envolve o conhecimento de diversas ramificações da Ciência, como a área Médica (ex.: Medicina, Farmacêutica, Fisioterapia, etc.) e a área da Engenharia (ex.: Engenharia de Materiais, Engenharia Clínica, Engenharia Mecânica, Engenharia Física, etc.). E isso se faz necessário para atender às exigências que estes dispositivos devem possuir tanto em relação à funcionalidade, segurança e satisfação ao paciente quanto à viabilidade de produção e ao atendimento das normas pertinentes.

Nesse contexto, a otimização topológica (Figura 1) – que consiste resumidamente num “método de otimização do projeto para remoção de material que não esteja desempenhando uma função útil dentro da peça” [1], favorece o desenvolvimento de estruturas leves a partir de uma análise criteriosa dos esforços e carregamentos atuantes sobre o componente e sua resistência mecânica final. Logo, tende a ser uma excelente ferramenta de projeto, principalmente quando aliada às inovações aplicáveis a este setor, como: manufatura aditiva/impressão 3D de materiais metálicos, análise de imagem, revestimentos biocerâmicos, ergonomia e biomecânica, etc.

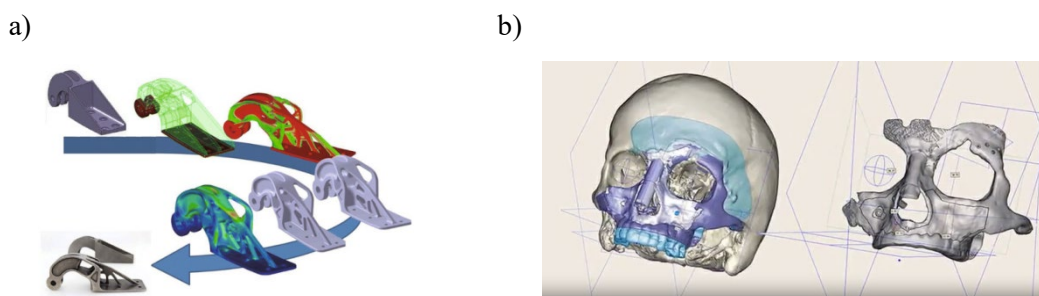


Figura 1 – Exemplos de otimizações topológicas: a) Peça mecânica industrial [1]. b) Implante de face [2].

Assim, este trabalho visa apresentar otimizações topológicas realizadas em dois dispositivos biomecânicos (órteses e próteses) visando reduzir seu peso, sem comprometer a resistência mecânica funcionalidade e/ou segurança dos mesmos.

2 METODOLOGIA

Os dispositivos biomecânicos avaliados foram uma órtese e uma prótese para membro inferior disponíveis comercialmente (Figura 2), sendo estimados os carregamentos atuantes e considerando uma pessoa adulta (homem), com altura igual a 1,70 m, massa de 75 kg e idade

aproximada de 25 anos. Tal modelo de adulto escolhido reflete os dados do Ministério de Saúde Brasileiro de 2022, que aponta este perfil de pessoa como sendo as principais vítimas de acidentes de trânsito no Brasil [3]. E que por tanto são pacientes potenciais para uso de órteses e próteses.



Figura 2 – Exemplos de dispositivos biomecânicos analisados. a) Órtese curta articulada AFO de membro inferior. b) Órtese (implante) de joelho.

De posse das informações pertinentes, quanto à geometria inicial obtidas de catálogos comerciais destes dispositivos biomecânicos, fez-se o modelamento em 3D dos mesmos. Na sequência foi realizada a análise de resistência mecânica visando constatar seu coeficiente de segurança e pontos de menor e maior resistência. Os quais, e posteriormente, foram otimizados topologicamente através do software SolidWorks, visando obter uma geometria (*design*) de cada componente mais leve, ou seja, para a mesma finalidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados da análise topológica indicaram que em certas regiões dos modelos analisados através do software é possível reduzir ou eliminar material aplicado aos modelos. Ou seja, haveria redução da massa destes dispositivos sem comprometer significativamente a resistência mecânica necessária à aplicação. Porém, é importante sempre correlacionar o resultado da otimização topológica com os possíveis métodos de fabricação. Nesse sentido o ideal seria a utilização de metodologias aditivas, como impressão 3D de metais para conseguir obter o *design* topologicamente otimizado e com custo condizente.

4 CONCLUSÕES

Do exposto neste artigo verifica-se que a otimização topológica aplicada ao desenvolvimento de dispositivos biomecânicos e biomateriais é plenamente justificada visando aliar redução de massa sem comprometer a segurança e a funcionalidade destes componentes. Embora sejam necessárias uma análise de custos mais apurada e meios de fabricação condizentes visando empregar métodos produtivos mais eficientes e eficazes.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à comissão organizadora do CNB2025 (Portugal) por oportunizar a apresentação deste artigo, bem como, à Escola Politécnica da Unisinos (Brasil) – em especial às graduações de Engenharia Biomédica, Engenharia Mecânica e Engenharia de Materiais pelo apoio e excelência ao ensino acadêmico.

REFERÊNCIAS

- [1] Sandanha, L. Otimização topológica e a manufatura aditiva. Disponível em: <https://www.manufaturadigital.com/otimizacao-topologica-e-a-manufatura-aditiva/>. Acessado em: set/2024.
- [2] Autodesk, L. *Early uses of topology optimization*. Disponível em: <https://www.autodesk.com/solutions/topology-optimization>. Acessado em: set/2024.
- [3] Ministério da Saúde. Homens são os que mais morrem de acidentes no trânsito. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/noticias/2019/ma/homens-sao-maiores-vitimas-de-acidentes-no-transito>. Acessado em: set/2024.