SIMULAÇÃO, OTIMIZAÇÃO E PROTOTIPAGEM DE UMA CADEIRA DE RODAS COM IMPRESSÃO 3D: VALIDAÇÃO ESTRUTURAL E APLICAÇÕES EM ESCALA REAL

MACEDO, Flávio Rosa de

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Itumbiara

OLIVEIRA, Marcelo Escobar de

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Itumbiara

VIAJANTE, Ghunter Paulo

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Itumbiara

SANTOS JUNIOR, Josemar Alves dos

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Itumbiara

LOURENÇO, Giovani Aud

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Itumbiara

O desenvolvimento de dispositivos assistivos envolve desafios relacionados à segurança estrutural, ergonomia, custo e seleção de materiais, tornando necessária a utilização de ferramentas capazes de avaliar e aperfeiçoar o projeto antes de sua fabricação em escala real. Nesse contexto, a integração entre modelagem tridimensional, simulação computacional e manufatura aditiva permite reduzir custos e retrabalho, além de identificar antecipadamente regiões críticas da estrutura. Este trabalho teve como objetivo desenvolver e avaliar estruturalmente o projeto de uma cadeira de rodas por meio do Método dos Elementos Finitos (MEF) e da prototipagem por impressão 3D, visando subsidiar o desenvolvimento futuro de uma estrutura metálica destinada a usuários com massa de até 150 kg. Inicialmente, diferentes geometrias foram analisadas considerando critérios estruturais, funcionais e de montagem. Após a definição da configuração, a estrutura foi modelada no software Fusion 360 e segmentada em módulos para fabricação, em escala reduzida, por impressão 3D utilizando ABS. O projeto também considerou aspectos de ergonomia e estabilidade dinâmica para utilização em diferentes tipos de terrenos. O assento foi projetado com inclinação de 3°,

resultando em ângulo entre 105° e 110° na articulação dos joelhos para usuários com proporções corporais próximas à média. A geometria foi concebida para manter o centro de massa próximo ao solo e ligeiramente deslocado para a região posterior, favorecendo a estabilidade do conjunto. Na análise computacional, o carregamento foi aumentado progressivamente até atingir a condição limite definida pelo fator de segurança igual a 2. A força-peso máxima considerada foi de 140,9 N, equivalente a aproximadamente 14 kg. Para o protótipo, foi adotado fator de escala de 0,2667 em relação à estrutura original. Na região de contato com o usuário, a tensão equivalente máxima de Von Mises atingiu 9,23 MPa. Considerando o limite de escoamento do ABS de 20 MPa adotado pelo software, o valor permaneceu compatível com o fator de segurança estabelecido. Na região inferior da estrutura, as tensões máximas ficaram abaixo de 7 MPa. No ensaio experimental da estrutura superior, o carregamento foi elevado até 19,004 kg, aproximadamente 186,4 N, sem ocorrência de deformação permanente visível, trincas ou ruptura. Os resultados demonstraram coerência qualitativa entre as previsões computacionais e o comportamento do protótipo, indicando que a metodologia empregada pode contribuir para o aperfeiçoamento da geometria e para as etapas posteriores de desenvolvimento e validação de uma estrutura metálica em escala real.

Palavras-chave

cadeira de rodas; elementos finitos; impressão 3D; prototipagem; tecnologia assistiva.

Agradecimentos

Agradecemos ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, por meio do Edital nº 22/2025 e ao Itec-Lab.