

**ESTUDO DE COMPÓSITO PLA/RESÍDUO DE ROCHAS ORNAMENTAIS,  
DESENVOLVIMENTO DE FILAMENTO E IMPRESSÃO 3D DE ÓRTESE  
METAESTRUTURADA.**

*Maria Clara De Senne Guarnier (mclaraguarnier@ufrj.br)*

*Simone Pereira Taguchi Borges (simoneptb@hotmail.com.br)*

A impressão 3D permite fabricar peças complexas camada por camada, sendo o método Modelagem por Deposição Fundida (FDM) o mais utilizado devido ao baixo custo e à versatilidade dos materiais. O polímero ácido lático (PLA), biodegradável e derivado de fontes renováveis, apresenta estabilidade e acabamento, embora tenha baixa resistência ao impacto. Suas propriedades podem ser aprimoradas com partículas, como resíduos de rochas ornamentais (RRO), reduzindo impactos ambientais e ampliando aplicações. Na área da saúde, a impressão 3D pode ser empregada na produção de órteses personalizadas, que oferecem maior conforto, higiene e adaptação ao corpo do paciente em comparação aos métodos tradicionais. Neste trabalho foram desenvolvidos filamentos de PLA com 4% e 10% de RRO, e a caracterização físico-química e mecânica dos compósitos, além da impressão de órteses modeladas no Simplify3D. A mistura do resíduo ao polímero foi realizada por 3 métodos: prensagem à quente, misturador mecânico e extrusão direta. A prensagem a quente não apresentou resultados favoráveis, pois o resíduo não aderiu ao polímero, em nenhuma das proporções. O uso do Misturador Interno MH com PLA +10% RRO gerou mistura homogênea, e a massa obtida foi moída em moinho de facas e extrudada; não foi possível fazer o processo com

4% de RRO devido à manutenção do equipamento. A extrusão direta funcionou para PLA com 4 e 10% RRO, embora sem garantia de dispersão do resíduo no filamento. Foram realizados ensaios de tração no filamento de PLA comercial e nas misturas com 4 e 10% de RRO. O PLA preto apresentou tensão de fratura de 55 MPa, o branco 45 MPa, enquanto as misturas tiveram valores menores: 25 MPa (4%) e 2 MPa (10%), evidenciando maior fragilidade com a adição do resíduo. A modelagem 3D da órtese foi confeccionada de duas formas. A primeira versão foi feita utilizando FreeCAD (versão 0.21.2), tendo como base um modelo comercial da marca ORTOCARE, com altura=251mm, largura da base inferior=71mm e largura do topo=83mm. A segunda versão utilizou o software online Gensole, que gera o design da peça com base nas dimensões inseridas pelo usuário. As medidas adotadas neste modelo foram comprimento=200mm, altura=17mm, largura na curvatura=57 mm, largura na parte frontal=74,5 mm, largura da parte mais estreita=61,5 mm. O arquivo gerado pelo Gensole precisou ser adaptado para viabilizar a impressão 3D, etapa realizada no Autodesk Inventor. Em ambos os modelos, o respectivo software foi empregado para realizar análise de tensões/deformações, considerando um modelo estático, no qual a base da órtese foi fixada, enquanto uma força de 1000 N foi aplicada na face superior em direção à base. O Modelo 1 apresentou concentrações críticas de tensões e maior deslocamento, enquanto o Modelo 2 mostrou melhor distribuição das tensões, menor deformação e maior rigidez, confirmando um design estrutural mais eficiente e anatômico. Nos ensaios comparativos, o PLA comercial suportou as cargas aplicadas sem risco de falha, o compósito PLA + 10% RRO ultrapassou os limites de resistência, mostrando-se inviável, e o PLA + 4% RRO apresentou desempenho adequado, mantendo a integridade estrutural. As órteses foram produzidas em impressora 3D SETHI3D S3X, e os parâmetros de impressão foram definidos a partir da literatura e ajustados em laboratório, sendo velocidade de 2900 mm/min, altura de camada de 0,1 mm, retração de 4,0 mm a 40 mm/min, temperatura do bico a 200°C e da mesa a 60 °C. A órtese foi impressa com PLA comercial, e atendeu às expectativas de resistência e eficiência, com destaque para o Modelo 2, mais anatômico e com menor concentração de tensões. Contudo, sua impressão ainda requer ajustes para melhores resultados.

Palavras-chave: biomateriais; ecoproduto; prototipagem rápida.