



Uma nova abordagem para o ensino de física e de ciência dos materiais nos cursos de engenharia e de design do UniFOA: Desenvolvimento de protótipos poliméricos obtidos por estereolitografia para uso didático na aplicação de novas metodologias ativas de aprendizagem.

Ana Júlia Fróes Odorisi¹; 0000-0002-1229-4603
Jackson Lima Menezes¹; 0000-0003-2593-1891
Ronald Palandi Cardoso²; 0000-0002-7335-2280
Gustavo Almeida Nascimento²; 0009-0003-0964-761X
John Lucca Moreira Affonso²; 0009-0002-5517-6890
Aline Rodrigues Botelho¹; 0000-0002-5698-1886
Roberto de Oliveira Magnago^{1,2}; 0000-0003-0910-1572

1 – UniFOA, Centro Universitário de Volta Redonda, Volta Redonda, RJ.

2 – UERJ, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Resende, RJ.

ana.odorisi@unifoa.edu.br

Resumo: Esse projeto tem como objetivo integrar disciplinas de engenharia, design e mestrado em materiais, utilizando impressão 3D para aprimorar o aprendizado dos alunos, com foco na estereolitografia e no uso de metodologias ativas para promover a aprendizagem ativa e a pesquisa na área de impressão 3D. Em decorrência disso, foram desenvolvidas impressões com finalidades de aplicações diferentes, sendo elas, caracterizar compósito de resina com pó refutável de espinélio, obter peças escassas no mercado para substituí-las nos equipamentos dos laboratórios de física e produzir redes bravais com uso em metodologias de ensino. Para cada uma delas, utilizou-se tecnologia de manufatura aditiva de acordo com os materiais utilizados conforme treinamento recebido, os softwares de modelagem escolhidos são de acordo com a familiaridade de cada aluno e as configurações de impressões adotadas com base em pesquisas. Após os estudos e levantamento de informações foi possível realizar as impressões, algumas peças dos laboratórios de física e de material didático foram impressas sem nenhuma disformidade. As primeiras tentativas de impressão do corpo de prova do compósito não foram exitosas, porém após a identificação dos motivos da falha foi feita a impressão de um corpo de prova em perfeito estado.

Palavras-chave: Impressão 3D. Estereolitografia. Polímeros. Deposição de filamento. Engenharia reversa.



INTRODUÇÃO

Esse relato de caso tem como objetivo promover o uso da tecnologia de manufatura aditiva associado à técnica de engenharia reversa trazendo agilidade no processo de produção com o intuito de mitigar custos e reduzir a geração de resíduos através da parceria entre a FAT e o UniFOA.

Para o desenvolvimento dessa pesquisa também foi de suma importância a articulação das disciplinas de graduação nos cursos de engenharia e design do UniFOA, concomitantemente com o Mestrado em Materiais sendo ciências dos materiais um dos fundamentais conceitos para o desenvolvimento dos protótipos.

O conjunto de conhecimento obtidos através dessas disciplinas contribuíram para difusão acerca da aplicação de manufatura aditiva no âmbito escolar por meio da impressão de material didático utilizados nas metodologias de ensino e peças de reposição dos equipamentos para os laboratórios de física. Além de fomentar o desenvolvimento de novos materiais em virtude do descarte do pó industrial, o espinélio, o qual será caracterizado após submissão de ensaios, como o de tração, e posteriormente definida sua aplicação.

Para a realização deste trabalho, foram necessários não só utilizar-se de técnicas no manuseio das impressoras 3D, como também escolher materiais de acordo com a sua finalidade utilizando os parâmetros sugeridos pelo fabricante. Tais técnicas são conhecidas por estereolitografia (SLA) e deposição de filamentos (FDP), dentre as técnicas de manufatura aditiva, a impressão 3D por estereolitografia tem se destacado pela sua alta precisão e qualidade dimensional com riqueza de detalhes tridimensionais. Já a técnica por deposição de filamentos para impressão 3D é comumente utilizada em respectivos processos de fabricação de filamentos poliméricos biocompatíveis com reforços por fibras naturais.

No desenvolvimento do compósito de resina fotossensível adicionados à carga de material cerâmico (espinélio) optamos pela técnica de impressão por estereolitografia devido à otimização de tempo na produção do corpo de prova e pela escolha da resina. Ademais, na impressão das peças de reposição para os laboratórios de física e de materiais didáticos optou-se pela deposição de filamentos.



O presente trabalho se justifica também por proporcionar aos alunos aprendizado sobre o conceito e operação necessários para realizar impressões tridimensionais associado à engenharia reversa. Além da facilidade em obter produtos os quais já não se encontram a venda ou sua disponibilidade no mercado seja demorada.

RELATO DA EXPERIÊNCIA / RELATO DE CASO

1 – Estudo e aprofundamento na literatura sobre os assuntos a tecnologia 3D

Tipos e Utilização de Impressoras 3D – Embora todas as impressoras 3D se originem do mesmo princípio - materializar objetos adicionando camadas de material - existem tipos de impressão 3D. Os tipos de impressoras comumente utilizadas são a FDM/FFF (filamento fundido), SLA (resina líquida) e SLS (Pó sintetizado).

A impressora FDM ou modelagem por fusão e deposição é a tecnologia mais utilizada mundialmente. Essas impressoras representam 69% do mercado mundial, segundo pesquisa realizada pela Statista em julho de 2018. Essa difusão se dá graças à facilidade do seu funcionamento, pois, o filamento plástico é derretido por um bico extrusor aquecido, e depositado o material camada sob camada na plataforma de impressão até formar o objeto.

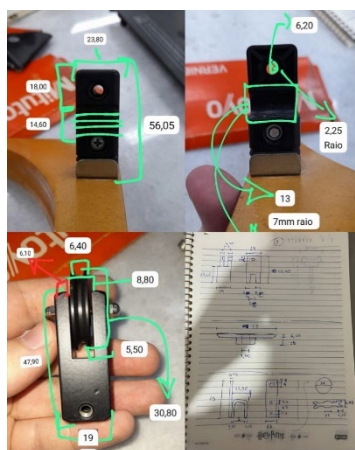
SLA – Estereolitografia: A segunda tecnologia mais utilizada mundialmente é a SLA ou estereolitografia, representando 15% do mercado mundial de impressão 3D. Uma tecnologia perfeita para fabricar peças que exigem maior resolução, por se tratar de impressão 3D à base de resina, suas camadas superficiais são mais suaves e menos aparentes. Nesse processo, a impressora 3D SLA cura a resina líquida utilizando um sistema de lasers de luz UV camada por camada, até a materialização do objeto na plataforma. Depois de impressa, a peça ainda precisa passar pelo processo de limpeza e cura para que as suas propriedades sejam reforçadas. Em paralelo com as pesquisas foi ofertado também minicursos disponibilizados pelos alunos e profissionais da FAT, sobre o processo de impressão em SLA.



2 – Pesquisa metodológica aplicada a área a ser utilizada.

Após o estudo e a primeira visita ao Campus, a equipe foi apresentada ao laboratório de física. No local foram encontradas diversas ferramentas de importante uso para o estudo dos alunos, em pouca quantidade. Peças que não existem mais em mercado e que também não são de fácil acesso por internet. Alguns materiais já estavam perdendo sua validade e estavam quebradiços, então utilizamos nessa etapa um paquímetro e um smartphone para avaliação do modelo e sua medição.

Figura 1: Anotações e Registros das peças



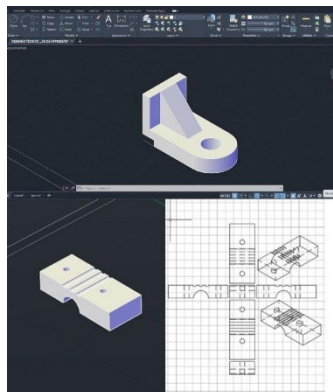
Fonte: De autoria própria

3 – Modelagem das peças

As peças informadas anteriormente, foram feitas sua modelagem no software SolidWorks, já as redes de bravais, neste caso, o CFC (célula unitária cúbica de face centrada) no AutoCad para uso didático. Após a modelagem dessas peças os arquivos foram salvos em formato STL, sendo esta a forma de obter a malha triangular do objeto e posteriormente utilizando o software UltiMaker Cura foi feito o fatiamento da peça, ou seja, a divisão em camadas as quais são dispostas por etapas gerando o arquivo no formato GCODE, o qual conterà as principais características, como a velocidade de impressão. O corpo de prova da resina adicionado com carga de cerâmica foi modelado utilizando o software Catia no qual também foi feito a tecelagem utilizando o software FlashDLPprint.



Figura 1: Desenvolvimento de peças pelos programas estudados

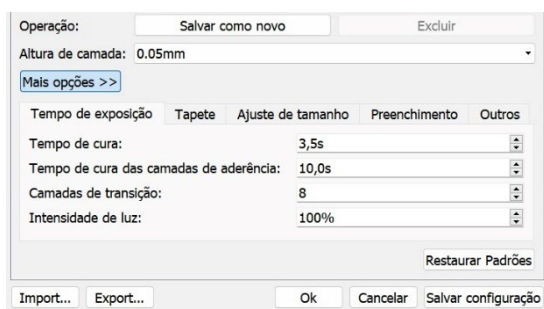


Fonte: De autoria própria

4 – Fabricação de corpos de prova e impressão 3D

Para realizar a impressão do compósito de resina reforçado com espinélio utilizamos 150ml de resina fotossensível com 24,5g de pó de espinélio, a fim de homogeneizar foi utilizado misturador na velocidade de rotação de 250rpm durante 60min. A impressão foi feita na impressora Flashforge 3d Hunter em 35 minutos baseada na ASTM D638 (TIPO III), mas em virtude dos limites de impressão foi necessário adaptar o corpo de prova para redução de 40% do seu tamanho original. As redes bravais para uso didático e as peças de reposição para os laboratórios de física foram impressas utilizando a impressora Sethi s3x.

Figura 1: Configuração de impressão do compósito de espinélio com resina fotocurável



Fonte: De autoria própria



Figura 2: Configuração para impressão de peças de reposição e redes bravais

Altura de camada	0,2mm
Velocidade	120mm/s
Temperatura do bico	200°C
Temperatura da mesa	60°C
Potência de ventoinha	100%
Preenchimento interno	40%
Tipo de preenchimento	Em linhas
Fluxo	100%
Suporte	Desabilitado

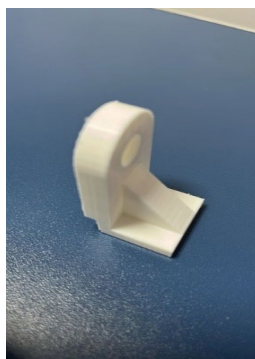
Fonte: De autoria própria

Figura 3: Célula unitária de face centrada



Fonte: De autoria própria

Figura 4: Peça de reposição nos laboratórios de física



Fonte: De autoria própria



Figura 5: Corpo de prova do compósito de resina com espinélio



Fonte: De autoria própria

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo do desenvolvimento desse projeto foi possível adquirir aprendizados para sua continuação, evidenciando que todas as etapas são importantes para o resultado da impressão. Percebe-se isso, pois devido ao uso do recipiente com menor diâmetro que a hélice do misturador, não foi possível homogeneizar o compósito adequadamente e por isso a impressão não estava apta para realizar os testes porque o material decantou no momento da impressão e isto gerou características diferentes ao longo da estrutura. Afinal, esse projeto foi de suma importância para o aprendizado de todos os integrantes, pois através da integração dos alunos de diferentes cursos foi possível agregar conhecimento sobre todas as etapas, trazendo perspectivas variadas sobre o mesmo assunto.

REFERÊNCIAS

COPPOLA, B. et al. Designing alumina-zirconia composites by DLP-based stereolithography: Microstructural tailoring and mechanical performances. **Ceramics international**, v. 47, n. 10, p. 13457–13468, 2021.

CORTELAZZO, A. L. METODOLOGIAS ATIVAS E PERSONALIZADAS DE APRENDIZAGEM (MAPA), aC, cC e dC. Disponível em: <http://mativas.com.br/revista/numero1/remate_n01_aangelo.pdf>. Acesso em: 19 set. 2024.

DEHURTEVENT, M. et al. Effect of build orientation on the manufacturing process and the properties of stereolithographic dental ceramics for crown frameworks. The journal of prosthetic dentistry, v. 125, n. 3, p. 453–461, 2021. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/274561>>. Acesso em: 19 set. 2024.



4º Congresso Brasileiro
de Ciência e Saberes
Multidisciplinares
**tudo é
ciência**
11º Encontro de Extensão
Universitária do UNIFOA

**23 a 25
de outubro**

👉 Submissões abertas até 07/09

FELDHAUS, H. K. Correlação entre estruturas e propriedades de compósitos comerciais de poliácido láctico produzidos pela técnica de fabricação de filamentos fundido. 2023.

JOHANSSON, E. et al. Influence of resin composition on the defect formation in alumina manufactured by stereolithography. *Materials*, v. 10, n. 2, p. 138, 2017.

KIM, H. S. On the rule of mixtures for the hardness of particle reinforced composites. *Materials science & engineering. A, Structural materials: properties, microstructure and processing*, v. 289, n. 1–2, p. 30–33, 2000.

WU, H. et al. Effect of the particle size and the debinding process on the density of alumina ceramics fabricated by 3D printing based on stereolithography. *Ceramics international*, v. 42, n. 15, p. 17290–17294, 2016.

WU, H. et al. Fabrication of dense zirconia-toughened alumina ceramics through a stereolithography-based additive manufacturing. *Ceramics international*, v. 43, n. 1, p. 968–972, 2017.