

O USO DA PROTOTIPAGEM POR IMPRESSÃO 3D E SEUS BENEFÍCIOS NA ENGENHARIA MECÂNICA PARA INDÚSTRIA OU GRADUAÇÃO

USE OF PROTOTYPING FOR 3D PRINTING AND BENEFITS IN MECHANICAL ENGINEERING FOR INDUSTRY OR UNDERGRADUATE

SOUZA, Tiago de Aguiar¹
QUIRINO, Jonatas Motta²

Resumo: A prototipagem vem sendo cada vez mais aplicado dentro da Engenharia, seja ela no ensino da graduação ou na indústria. Muitas universidades e empresas têm buscado investir em conceitos *FabLabs* (laboratórios abertos a criação de novos produtos), onde um produto ou projeto é prototipado desde sua concepção, para quando chegar a fase de produto este esteja bem próximo do Zero Defeito, evitando assim os gastos com retrabalho. Nas universidades essa ferramenta é usada para trazer os graduados mais próximo do mercado de trabalho, podendo estes entender e conviver com ferramentas que fazem pensar em novas formas de projetar, novos métodos de criação e validação de um determinado projeto. A prototipagem por impressão 3D é um destes recursos atuais. Neste trabalho é apresentado uma proposta junto a um estudo de caso para o uso da prototipagem por impressão 3D dentro das disciplinas de engenharia, neste artigo o estudo de caso fora aplicado na disciplina de Motores de Combustão Interna e aqui apresentados resultados satisfatórios para o uso da tecnologia dentro da graduação de engenharia.

Palavras-chave: Prototipagem; Ensino; Impressão 3D.

Abstract: Prototyping has been increasingly applied within Engineering, be it in undergraduate education or in industry. Many universities and companies have sought to invest in FabLabs concepts (laboratories open to the creation of new products), where a product or project is prototyped from conception, when it comes to the product phase it is very close to Zero Defect, thus avoiding rework costs. In universities this tool is used to bring graduates closer to the job market, so they can understand and live with tools that make them think of new ways of designing, new methods of creating and validating a particular project. 3D printing prototyping is one of these current features. This article a proposal is presented together with a case study for the use of 3D printing prototyping within the engineering disciplines, the case study was applied in the Internal Combustion Engine discipline and here presented satisfactory results for the use of technology within the engineering degree.

Keywords: Prototyping; Teaching; 3D printing.

¹ Engenharia Mecânica – Universidade Santa Úrsula – souza.tas@hotmail.com

² Doutorando Engenharia Mecânica - Universidade Santa Úrsula - jonatas.quirino@usu.edu.br

1. INTRODUÇÃO

A prototipagem é uma ferramenta utilizada na engenharia, dentre tantas outras, para mitigar erros e otimizar processos, a qual dispõe de muitos recursos e tecnologias, dentre os quais está a prototipagem por impressão 3D, que é um processo por meio de adição de material. Esta tecnologia tem se desenvolvido de forma acelerada nos últimos anos, após as quedas de patentes e também pelo desenvolvimento de novas tecnologias e materiais. (CELANI & PUPO, 2008)

O primeiro pedido de patente para trabalho com Prototipagem Rápida foi de Hideo Kodama do Instituto de Pesquisa Industrial do Município de Nagoya (FRANCO, 2019), porém considera-se como origem das impressoras 3D a patente de 1986 de Charles Hull. (HULL, 2015)

Charles Hull, engenheiro formado na Universidade do Colorado, é o inventor da Estereolitografia, primeiro protótipo de tecnologia conhecida como impressora 3D (THEGUARDIAN, 2014). Hull desenvolveu em 1983 a tecnologia que viria a ser a máquina, que além de criar lâmpadas para solidificação de resina, confeccionava partes de plástico de forma rápida. Charles Hull é fundador da *3D Systems Corp.*, empresa que até hoje é referência no mercado (3D SYSTEMS, 2020).

Trazer o engenheiro mecânico de projeto mais próximo dos processos de fabricação, para que possa entender os desafios e formas de melhoria do processo, tem feito as indústrias buscarem desenvolver laboratórios de prototipagem dentro do ambiente de engenharia. A indústria automobilística já utiliza desta ferramenta há mais tempo, ferramenta que permite acelerar o conhecimento e mitigar desperdícios. (LINO & NETO, 2000)

Nas universidades, o investimento em laboratórios de prototipagem faz com que os estudantes saiam do ambiente virtual e de projeto, para que possam ingressar no ambiente de confecção e materialização do projeto em questão, podendo assim entender como utilizar a ferramenta de prototipagem para aplicar em estudos e no futuro na indústria.

O conhecimento, tanto na indústria quanto na graduação, é acelerado com a prototipagem por impressão 3D, gerando assim benefícios a toda cadeia de produto envolvida.

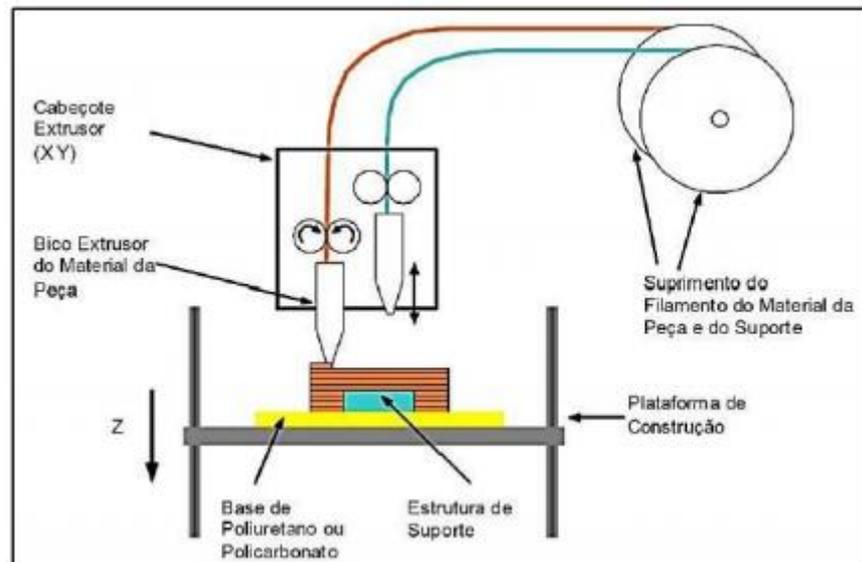
O uso da prototipagem por impressão 3D dentro da graduação e na indústria é o objeto de interesse dentro deste trabalho, pois este trata de forma simples como inserir o conceito de prototipagem e entender a importância da impressão 3D no desenvolvimento de projetos.

2. DESENVOLVIMENTO

A impressão 3D consiste na materialização física de um objeto virtual, que no caso da engenharia mecânica, estes objetos são gerados via *softwares* de CAD (*Computer Aided Design* – Desenho Assistido por Computador), por exemplo *SolidWorks*® ou *NX*®, e deste projeto elaborado via *software* pode ser extraído um arquivo, normalmente na extensão .STL, o qual é aberto em um *software* de fatiamento ou programação da impressão, onde podem ser definidos parâmetros baseados na tecnologia disponível no equipamento de impressão 3D.

A tecnologia FDM (*Fused Deposition Modeling*), conforme Figura 1, é a mais encontrada dentro de universidades, escolas técnicas, indústrias e laboratórios de prototipagem em geral, por ser o equipamento mais acessível, com investimento inicial em torno de 1 mil reais, e esta tecnologia responde muito bem a protótipos funcionais e didáticos, onde pode-se entender assuntos referentes aos possíveis processos de produção e montagem de um determinado produto.

Figura 1 - Esquema genérico tecnologia FDM



FONTE: Volpato (2007)

Na engenharia mecânica, em questão, a sua funcionalidade é ideal, para a produção de protótipos, para projetos em fase de testes ou até mesmo utilizá-los como, produto final. A impressão 3D não substitui a usinagem, no entanto, é viavelmente mais barata e mais completa, pois, em casos de geometrias mais complexas, não é possível usinar (LEONEL, 2011).

2.1. Processos de fabricação por manufatura

Dois importantes processos de fabricação são Manufatura Aditiva e Manufatura Subtrativa. Atualmente a manufatura aditiva vem em grande crescente devido novas tecnologias seja de equipamentos, processos e materiais.

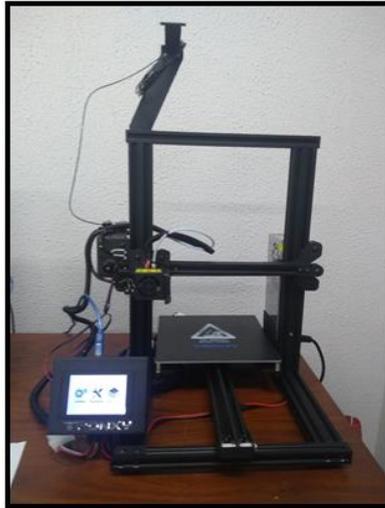
2.1.1. Manufatura Aditiva

Neste processo as peças normalmente se transformam através de algum material onde normalmente sofrem um processo de cura rápido. A principal vantagem do uso das tecnologias aditivas é a facilidade com que a máquina constrói os mais complexos e diversos tipos de geometrias, inclusive com detalhes em espaços internos e negativos, dispensando o uso de moldes e outras ferramentas de fabricação. As tecnologias aditivas podem ser divididas em três tipos: aquelas baseadas nos líquidos - como as resinas -, nos sólidos - materiais em forma de filamentos ou lâminas-, ou no pó; todas utilizando diferentes processos de produção e materiais. (VOLPATO, 2007)

Normalmente em *FabLabs* existem máquinas aditivas do tipo de impressão 3D por filamento, por resina e gesso. Impressoras 3D são hoje os equipamentos mais comuns na tecnologia de manufatura aditiva. Para este artigo, a tecnologia escolhida foi a de filamento (FDM) que está disponível no laboratório de prototipagem da Universidade Santa Úrsula (USU), conforme Figura 2, este tipo de equipamento é indicado para validação de projeto seja no modelo ou montagem.

O princípio dessa tecnologia é a prototipagem, por meio da modelagem de objetos a partir de desenhos gerados em CAD ou de dados digitalizados por varrimento (engenharia reversa). (RAULINO, 2011).

Figura 2 - Impressora 3D por filamento Laboratório USU.



Fonte: Próprio Autor

2.1.2. Manufatura subtrativa

É o processo em que o modelo final é obtido através de remoção de material a partir de um bloco. A produção de peças através das tecnologias subtrativas é mais comum e tradicional dentro das indústrias, muito devido aos materiais disponíveis e suas propriedades mecânicas. Um dos processos mais conhecidos da manufatura subtrativa é o torneamento, conforme Figura 3.

Figura 3 - Torneamento.



Fonte: SANDVIK Coromant (2020)

3. ESTUDO DE CASO

Atualmente a Universidade Santa Úrsula possui uma impressora 3D por filamento dentro do laboratório de usinagem, que foi adquirida no segundo semestre de 2019. Houve, portanto, a oportunidade da ministração de um curso quatro turmas de alunos e professores que

realizaram o treinamento de operação e programação de impressora 3D, ministrado pelo estudante Tiago de Aguiar Souza.

A apresentação do treinamento realizado constam no Anexo A, porém ainda hoje não existe uma metodologia, tampouco conhecimento de todos os professores referente a este recurso ou ao conhecimento ou informação do potencial que esta ferramenta tem para o uso em sala de aula dentro da Universidade nos cursos de engenharias.

3.1. Confeção do Protótipo

Para este projeto foi realizado um estudo de caso dentro da disciplina de Motores de Combustão Interna, atualmente ministrada pelo docente Jonatas Motta Quirino. Para tal foi impresso um motor Otto de quatro cilindros em escala 1:2, o qual apresentado e utilizado em aula para melhor ilustração e demonstração de funcionamento aos estudantes, conforme visto no Anexo B e na Figura 4.

No modelo é possível entender cada parte do motor como o cárter, cabeçote, pistão, biela, volantes, válvulas, virabrequim, eixos que compõem o motor, além de seus respectivos movimentos.

Figura 4 - Laboratório Aula 11

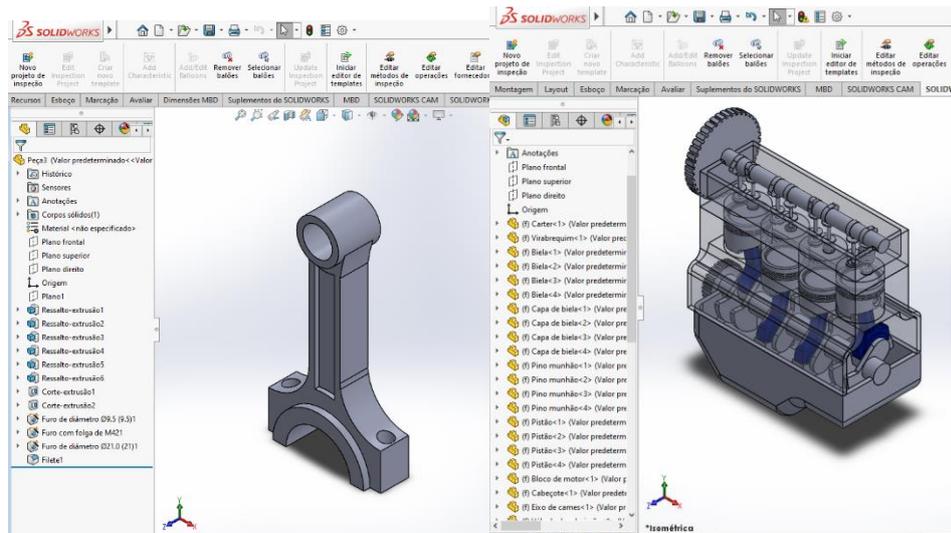


Fonte: Próprio Autor

3.1.1. Processo de fabricação

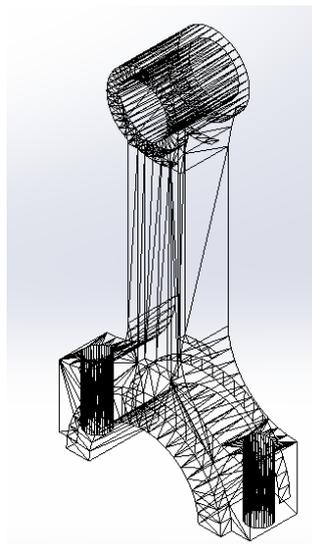
O modelo 3D é gerado a partir de um *software* de CAD 3D, onde é possível fazer modelos, simular montagens e movimentos, após gerar arquivos em formato .STL ou outros para impressão 3D, conforme Figuras 5 e 6.

Figura 5 - Modelo 3D com árvore de modelagem no software CAD 3D



Fonte: Próprio Autor

Figura 6 - Malha do arquivo STL gerado no software CAD 3D

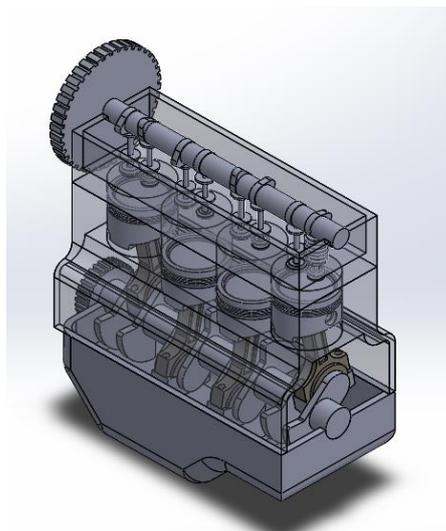


Fonte: Próprio Autor

No *software* da impressora é possível fazer a parametrização da impressão (definir altura da camada, preenchimento interno, entre outros), além de também simular o consumo de material e o tempo de impressão.

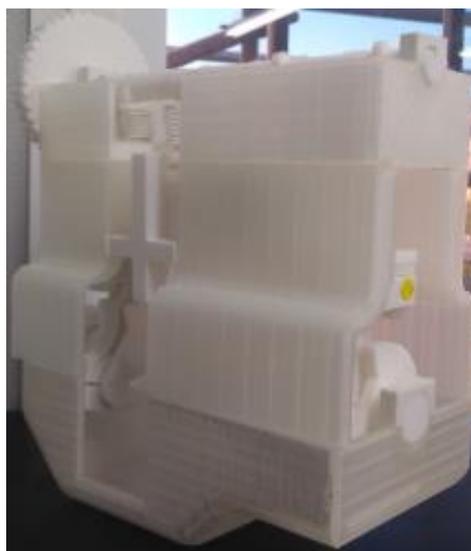
Após a impressão e o pós-processamento, é possível ver o resultado do protótipo em sua montagem final, este sendo fisicamente fiel ao modelo 3D projetado, conforme Figuras 7 e 8.

Figura 7 - Modelo 3D software CAD 3D



Fonte: Próprio Autor

Figura 8 - Modelo final em impressão 3D por filamento.



Fonte: Próprio Autor

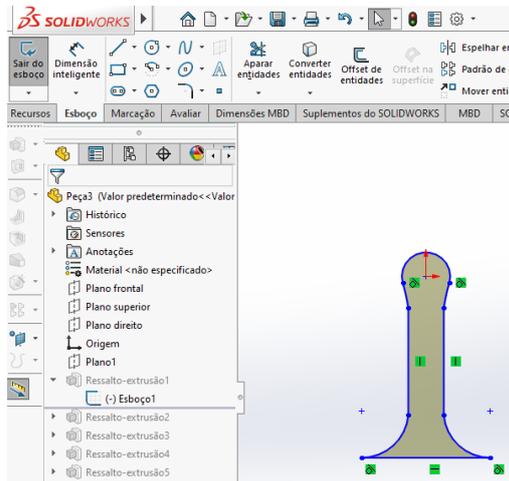
3.1.2. Modelagem 3D

A modelagem foi feita a partir de um modelo 3D, utilizando o *software Solidworks®*. Existem no mercado inúmeros softwares de modelagem 3D, além do *Solidworks®*, como *Catia*, *Inventor*, *Solid Edge*, entre outros.

Confeccionar um modelo 3D exige conhecimentos básicos de desenho técnico mecânico e também habilidades no *software* de modelagem, não sendo uma tarefa tão simples. A modelagem gera arquivos no formato *.stl*.

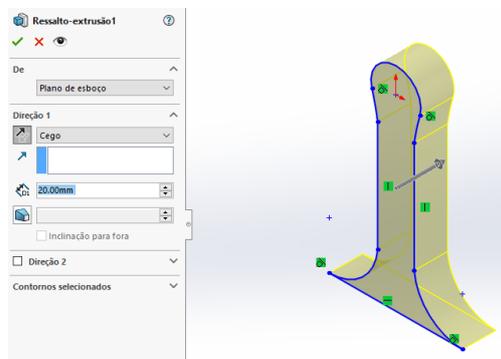
Passos tradicionais de uma modelagem 3D são o desenho 2D do esboço, conforme Figura 9, a extrusão, conforme Figura 10, chegando-se a peça final desejada conforme Figura 11.

Figura 9 - Desenho esboço CAD 3D



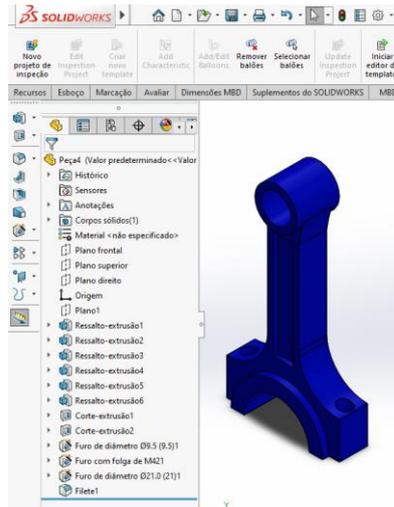
Fonte: Próprio Autor

Figura 10 - Extrusão CAD 3D



Fonte: Próprio Autor

Figura 11 - Desenho final CAD 3D



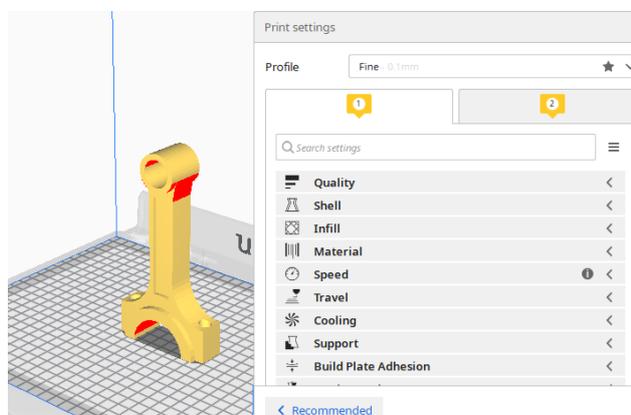
Fonte: Próprio Autor

Para uma impressão 3D é necessário entender fatores de dilatação e compressão do material para analisar folgas a serem consideradas na modelagem.

3.1.3. Software impressão 3D

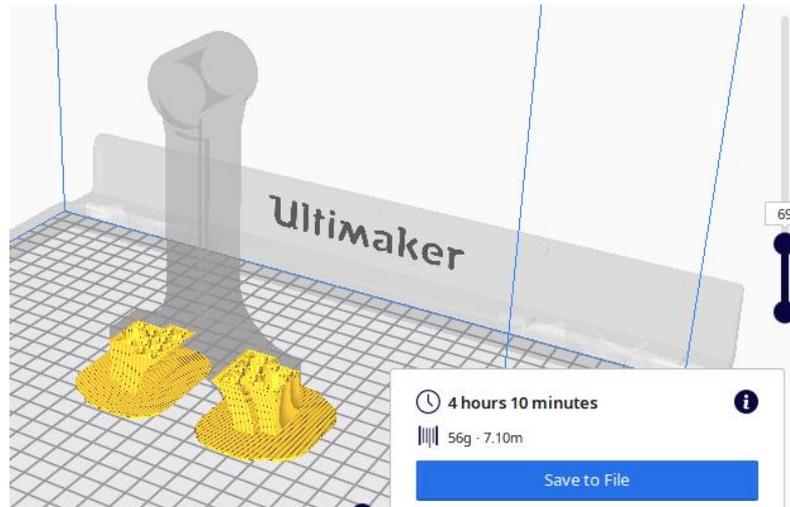
O *software* da impressora 3D lê os arquivos .stl e envia os comandos da impressão 3D à impressora. No *software* faz-se o posicionamento da peça na plataforma, configuram-se os parâmetros de impressão e material, conforme Figura 12. Faz-se, então, a simulação, visualizando o tempo de impressão e consumo de material, conforme Figura 13. Em seguida exporta-se o arquivo de impressão à impressora

Figura 12 - Configuração dos parâmetros e material da impressão 3D.



Fonte: Próprio Autor

Figura 13 - Simulação da impressão 3D via software.



Fonte: Próprio Autor

3.1.4. Materiais para impressão 3D por filamento

O material do protótipo é o PLA (poliácido láctico), onde os mais comuns encontrados no mercado são o PLA e o ABS (Acrilonitrila butadieno estireno) para impressoras. Existem outros materiais disponíveis no mercado para diversas aplicações, alguns com adição de fibra de vidro ou carbono para dar mais resistência à impressão e até mesmo materiais flexíveis como o TPU (Poliuretano Termoplástico).

Vantagens e desvantagens do PLA – fácil impressão, menor controle temperatura, biodegradável / menos resistente.

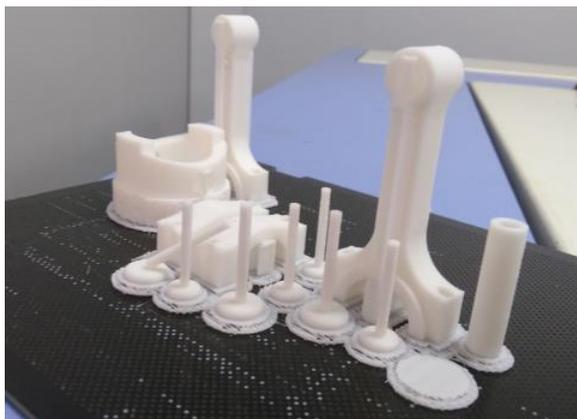
Vantagens e desvantagens do ABS – durável, mais resistente, reciclável, melhor acabamento superficial / necessita controle de temperatura, empenamento constante, cheiro forte na impressão.

3.1.5. Impressão 3D do protótipo e pós-processo

Após os arquivos de impressão exportados chega-se a parte de imprimir, enviando-se o arquivo via pendrive ou cabo conectado ao computador e informando via software o início da impressão.

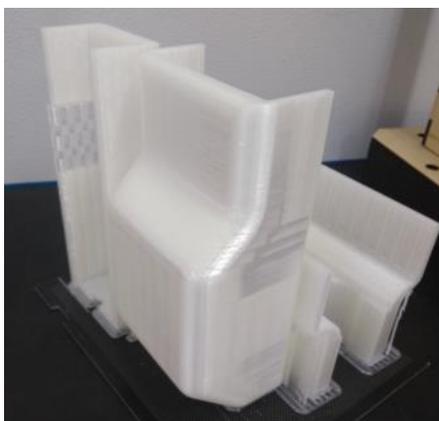
Finalizando-se a impressão, remove-se a plataforma e extrai a peça da mesma, de forma simples com o auxílio de uma espátula retira-se os suportes gerados na impressão, conforme Figuras 14, 16 e 17.

Figura 14 - Peças impressas na plataforma de impressão



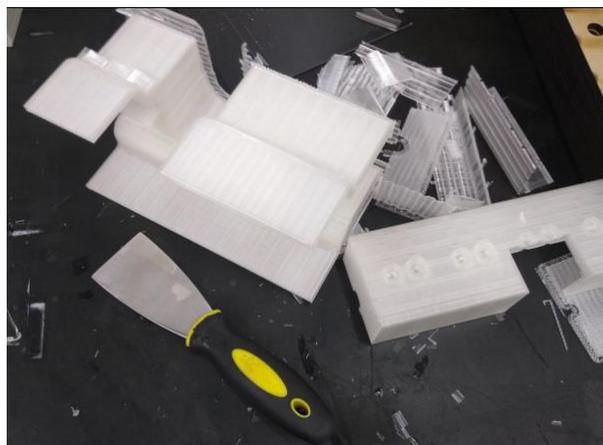
Fonte: Próprio Autor

Figura 15 - Peças impressas na plataforma de impressão



Fonte: Próprio Autor

Figura 16 - Peças no processo de retirada do suporte



Fonte: Próprio Autor

4. RESULTADOS

O protótipo do motor atendeu às expectativas e os requisitos impostos ao projeto. É possível melhorar a modelagem para adequar a escala e funcionalidade.

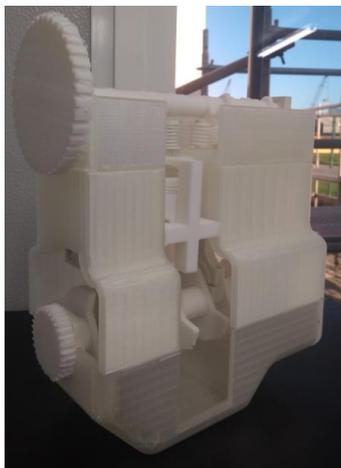
O tempo empregado na impressão fez um total de 45 horas. Gastou-se o equivalente a 2 kg de filamento PLA em peças e suportes, gerando um custo em torno de R\$ 120,00 / kg.

Ressalta-se também o acesso ao protótipo físico, dinâmico, eliminando a necessidade do Professor desenhar ou ilustrar via slides ou outros o mecanismo e suas peças de determinado componente.

Possibilita-se trabalhar em escala, seja na redução ou expansão para peças e montagens pequenas ou grandes, além da interação e envolvimento aluno/aula com o protótipo em mãos.

A utilização do protótipo em laboratório agregou valor a aula, pois possibilita acesso ao futuro engenheiro a conceitos como modelagem, processo de produção e montagem quando a demanda do protótipo é gerada em sala de aula. Inova-se na forma de ministrar aula, conectando professor, protótipo e aluno, eliminando parte de tempo do professor, quadro ou slide e aluno. Ao inserir o laboratório para dentro de sala, estimula-se a inovação entre professores e alunos. As imagens do Protótipo impresso e montagem final, podem ser vistas nas Figuras 17 a 21.

Figura 17 - Vista Frontal isométrica para o lado das engrenagens



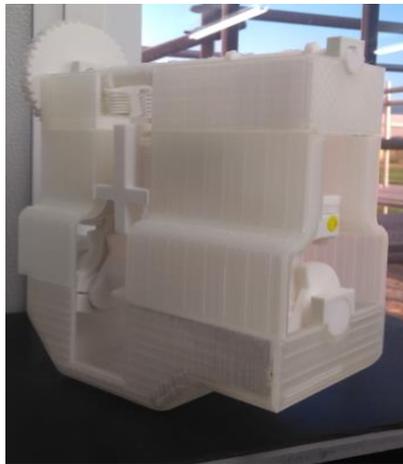
Fonte: Próprio Autor

Figura 18 - Vista lateral para o lado das engrenagens



Fonte: Próprio Autor

Figura 19 - Vista frontal isométrica para o lado abertura pistão



Fonte: Próprio Autor

Figura 20 - Vista lateral pistão.



Fonte: Próprio Autor

Figura 21 - Vista superior frontal



Fonte: Próprio Autor

4.1. Aula Laboratório

Foi apresentado o protótipo do motor durante a aula aos alunos presentes, seguindo o Anexo B, aula ministrada pelo Professor Doutorando em Engenharia Mecânica Jonatas Quirino.

Durante a aula, que foi gravada, foi desenvolvida uma apresentação com o uso do protótipo. Foi solicitado a dois estudantes que participaram da aula, bem como ao professor da disciplina que dessem seus depoimentos sobre as suas impressões da aula utilizando o protótipo, bem como suas opiniões de como tal recurso pode contribuir com a aula e o aprendizado.

Nota-se que as aulas do período 2020.1 da Universidade Santa Úrsula estão sendo ministradas de forma remota, não possibilitando assim o acesso ao protótipo por parte dos alunos.

Abaixo os depoimentos de alguns participantes:

“Ter acesso a protótipos dinâmicos traz muito mais riqueza de detalhes às explicações. Muitas vezes eu tento desenhar num quadro, ou ilustrar em um slide sobre o funcionamento de um Motor e essa é uma tarefa muitíssimo difícil, que gera dificuldades também por parte dos estudantes que tentam compreender. Manusear um protótipo que é de confecção viável abre portas valiosíssimas para o ensino.” – Professor Jonatas Quirino

“Tendo a peça em funcionamento manual é excelente para que o pessoal possam ver como se portam cada componente no motor, esse tipo de protótipo deveriam ser usados muito mais vezes dentro da sala de aula, seja para peças pequenas para ampliar a escala e ter melhor visualização, ou as grandes para poder reduzir, como já entendo do assunto de impressão 3D, foi legal ver o motor funcional em impressão 3D.” – Aluno Felipe Magalhães, Engenharia Mecânica.

“Achei a ideia do protótipo muito boa, mas como todo projeto, e visto de um ponto didático requer melhorias. O potencial é inegável, considerando que a engenharia mecânica engloba e necessita de diversas ferramentas que complementam o ensino. Dessa forma, o protótipo acabou sendo um elemento agregador entre custo, funcionalidade e dimensão. Para instituições com orçamento baixo, a ferramenta acaba sendo uma alternativa viável ao ensino e um ótimo laboratório de ensino. Do ponto de vista da engenharia mecânica, possibilitou a compreensão de como os elementos interagem no mecanismo e criam um sistema mais complexo.” – Aluno Vinicius Gomes Novato, Engenharia Mecânica.

4.2. Conclusões

Nesse estudo de caso, foi observado que a apresentação de um protótipo físico confeccionado por impressão 3D gera discussões e conhecimento aos participantes da aula, trazendo uma visão física próximo ao modelo real do objeto de estudo, conseguindo assim desenvolver dentro de sala um laboratório.

Conclui-se com esse estudo de caso que o aproveitamento do recurso de prototipagem por impressão 3D disponível em laboratório da Santa Úrsula é possível enriquecer as disciplinas oferecidas principalmente aquelas que não possuem recursos de laboratório na instituição. Para que esse projeto seja efetivo é preciso desenvolver uma metodologia de trabalho e multiplicada aos docentes da universidade.

A proposta apresentada indica uma ferramenta muito atual e importante para a prototipagem, esta que pode ser aproveitada para transformar o pensamento seja do graduando ou do engenheiro em novas formas de projetar e analisar processos de fabricação. Seja na indústria ou universidade o emprego de *FabLabs* com equipamentos para manufatura aditiva ou subtrativa para entendimento destes recursos e também desenvolvimento de novos processos de modelagem, fabricação e montagem.

A impressão 3D muito importante dentro deste contexto em que oferece apesar de ainda estar em crescente processo de pesquisa e desenvolvimento, nos apresenta potencial enorme para a geração de novos produtos, novos processos de fabricação e novas formas de entender o estudo da engenharia.

REFERÊNCIAS

CELANI, Maria Gabriela Caffarena; PUPO, Regiane Trevisan. Prototipagem rápida e fabricação digital para arquitetura e construção: definições e estado da arte no Brasil. Cadernos de pós-graduação em arquitetura e urbanismo, v. 8, n. 1, 2008.

FRANCO, Camila. *Setor automotivo é o que mais investe em prototipagem rápida*. Disponível em: <<http://www.automotivebusiness.com.br/noticia/14957/setor-automotivo-e-o-que-mais-investe-em-prototipagem-rapida>> Acesso em 10 nov. 2019.

HULL, Charles W. *The birth of 3D printing*. Research-Technology Management, v. 58, n. 6, p. 25-30, 2015.

3DSYSTEMS, <https://br.3dsystems.com/our-story> , 2020.

THEGUARDIAN, <https://www.theguardian.com/business/2014/jun/22/chuck-hull-father-3d-printing-shaped-technology>,2014.

VOLPATO, Neri. *Prototipagem rápida: tecnologias e aplicações*. Editora Blucher, 2007.

LEONEL, R. A impressão 3D na indústria e engenharia: Nova forma de produzir protótipos reduz tempo e custo de manufatura. CIMM. 2011. LIMA, C. B. Engenharia Reversa e Prototipagem Rápida: Estudo de Casos. Dissertação (Mestrado). Campinas: Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 2003.

LINO, F. Jorge; NETO, Rui J. A prototipagem rápida na indústria nacional. 2º Encontro Nacional do Colégio de Engenharia Mecânica da Ordem dos Engenheiros, Coimbra, p. 4.15-4.22, 2000.

RAULINO, B. R. Manufatura Aditiva: Desenvolvimento de uma máquina de prototipagem rápida baseada na tecnologia FDM (modelagem por fusão e deposição). Trabalho de Graduação em Engenharia de Controle e Automação, Publicação FT.TG-nº, Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 105p. 2011

SANDVIK Coromant. *Torneamento geral*. Disponível em: <<https://www.sandvik.coromant.com/pt-pt/knowledge/general-turning/pages/default.aspx>>. Acesso em 08 jun. 2020

Anexo A – Apresentação Treinamento Impressão 3D



INDUSTRIA 4.0
IMPRESSORA 3D
Projeto Social de Engenharia

2019

Agenda

- 1 APRESENTAÇÃO LABORATORIO USU
- 2 SOFTWARE IMPRESSORA 3D DE FILAMENTO
- 3 OPERAÇÃO IMPRESSORA 3D DE FILAMENTO

2. SOFTWARE IMPRESSORA 3D DE FILAMENTO.

- 2.1 Gerando Modelo Matematico - arquivo ".stl" - modelo a ser impresso
 - 2.1.1 Introdução rápida de preparação do modelo solido para impressao.
- 2.2 Introdução aos Software Impressoras 3D.
 - 2.2.1 Treinamento passo-a-passo preparação impressão Makerbot.

2. SOFTWARE IMPRESSORA 3D DE FILAMENTO.

1. Defina e simplifique os modelos a serem impressos no CAD (SolidWorks, NX, etc.).
 - 1.1. Escala e divida em dois pontos de vista que definidos.
2. Exporte cada modelo na extensão ".STL" - Stereolithography

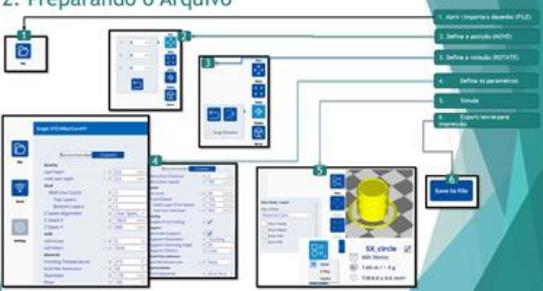


2. Importando o arquivo

1. Abra o software da impressora - TROUX.
1. Importe o arquivo ".STL, .JPG, etc...".
2. Defina posição e rotação.
3. Defina parâmetros de impressão
 1. Espessura da camada, suporte, Fill e preenchimento interno da peça.
4. Envie para a impressora.



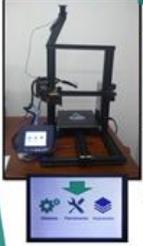
2. Preparando o Arquivo



1. Abrir Impressão Desktop (PLD)
2. Definir a posição (MM3D)
3. Definir a rotação (ROTATE)
4. Definir os parâmetros
5. Simular
6. Exportar arquivo para o computador

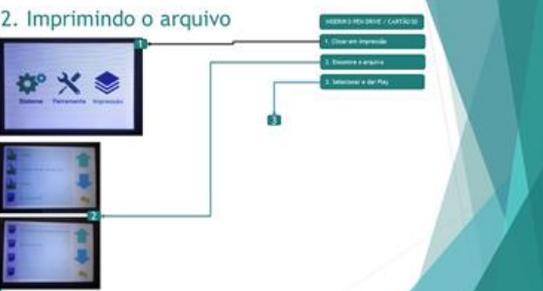
2. Operação da Impressora 3D

Conferir extrusor



1. Clicar em Parâmetros
2. Clicar em Filamento
3. Clicar em Camêra e aquecer câmara
4. Clicar em E2 para iniciar a pré-aquecimento do extrusor

2. Imprimindo o arquivo



1. Clicar em Impressão
2. Selecionar o arquivo
3. Selecionar o local de arquivo

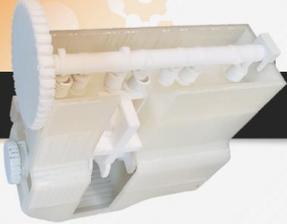
2. Manutenção da Impressora 3D





1. Abrir Impressão Desktop (PLD)
2. Definir a posição (MM3D)
3. Definir a rotação (ROTATE)
4. Definir os parâmetros
5. Simular
6. Exportar arquivo para o computador

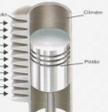
Anexo B – Trechos da Aula remota de Laboratório



Laboratório

Cilindro

- Local por onde se desloca um pistão.
- É no cilindro que se desenvolve a deflagração do combustível.
- Atingem temperaturas na ordem dos 300 °C (exige refrigeração).
- Na convecção forçada há um ventilador acionado pelo motor.
- Para controlar a temperatura, coloca-se um termostato sobre o cárter ou no óleo de lubrificação.



Pistão e biela

- **Pistão**
 - É uma peça cilíndrica normalmente feita de alumínio
 - Se move no interior do cilindro dos motores de explosão.
 - O uso de segmentos (anéis) evita o aumento do atrito.
 - Os movimentos dos órgãos são impulsionados pela pressão dos gases durante a combustão.
- **Biela**
 - Transmitir ou transformar o movimento linear alternativo em circular contínuo.
 - Liga o êmbolo (pistão) à cambota
 - A cabeça é presa ao pistão pelo pino e o pé está ligado ao virabrequim por um material antifricção, chamado bronzina.



Cárter e Cabeçote

- **Cárter**
 - Recipiente que protege os componentes móveis.
 - Assegura a lubrificação de certos mecanismos
- **Cabeçote**
 - É a tampa de fechamento da parte superior do bloco
 - Contém tubulação separada para lubrificação refrigeração.



Volante e Válvulas

- **Volante**
 - Constituído de ferro fundido e fixado no virabrequim.
 - Acumula a energia cinética, propiciando uma velocidade angular uniforme no eixo de transmissão do motor.
 - Absorve energia durante o tempo útil de cada pistão, liberando-a nos outros tempos do ciclo.
- **Válvulas**
 - De admissão e de escape. São acionadas por um sistema de comando.
 - Mantem a câmara em isolamento até sua abertura.
 - A árvore de cames regula a abertura das válvulas.
 - Atua direto nas válvulas, ou lateralmente, por uma alavanca (balancim).

