

ANÁLISE DE APLICABILIDADE DA PROTOTIPAGEM RÁPIDA PARA A FABRICAÇÃO DE UM MODELO PARA FUNDIÇÃO

Thales Carl Lavoratti¹, Andrei Bonamigo²

¹Universidade Federal de Santa Catarina/Engenharia Mecânica/ tlavoratti@gmail.com

²Universidade Federal de Santa Catarina/ Engenharia de Produção/ GEPPS/ andreibonamigo@gmail.com

Resumo: O processo de fabricação de modelos para a fundição tem apresentado constante crescimento e demandado novas tecnologias para a sua obtenção. O processo tradicional de obtenção desses modelos é oriundo da usinagem de materiais com baixo valor de mercado, como a madeira e alumínio. Porém a necessidade de fabricação de componentes *mecânicos* complexos tem forçado o setor de manufatura a buscar métodos alternativos para confeccionar os modelos que serão utilizados em sua obtenção através, diante que o processo tradicional tem limitações no que tange a geometrias complexas, custos e precisão. Nesse sentido surgiu a prototipagem rápida como alternativa para mitigar as limitações que o processo de usinagem apresenta. No presente estudo, objetivou-se analisar a viabilidade de utilizar o método de prototipagem rápida como alternativa para confeccionar um modelo de fundição para a válvula ABC em um caso empírico, considerando três categorias de análise, como custo de fabricação do modelo, precisão e dimensão. Como resultados pode-se constatar que o método de prototipagem rápida denominado estereolitografia apresenta-se como o mais viável para a válvula ABC analisada. Diante do presente estudo, verificou-se ainda que embora a prototipagem rápida apresentou um custo um pouco mais elevado que o método tradicional, mas ao comparar com outras variáveis ela se torna ideal para o caso estudado.

Palavras-Chave: Prototipagem Rápida, Modelos de fundição, Análise de viabilidade; Fabricação Mecânica.

1 INTRODUÇÃO

A fabricação de modelos, usualmente é originária da usinagem de materiais, como madeira e alumínio, sendo o volume de produção o principal determinante do tipo de material adotado e apresenta potencialidade de crescimento. Por outro lado, o método de fabricação habitual em alguns casos possui algumas limitações ligadas a complexidade geométrica requerida pelo modelo e o elevado tempo de operação para confeccioná-lo (LENCINA, AHRENS, GUESSER, 2002). Diante desse problema, torna-se necessária a busca de outras alternativas para a confecção de modelos para fundição.

Por sua vez a prototipagem rápida é elucidada como um processo de fabricação baseado nos princípios de adição de material, por sobreposição de camadas planas sucessivas oriundas de um modelo geométrico tridimensional previamente projetado em um sistema CAD (ABREU, 2011; ALTAN; KOVAN, 2016). Esse processo também é reconhecido como tecnologia de manufatura aditiva, diante que os objetos obtidos com essa técnica são feitos pela adição de material (MARTINS, 2011).

A sequência de operações básicas empregadas por qualquer processo de prototipagem rápida consiste em elaborar o objetivo em um *software* CAD tridimensional, em seguida:

os dados 3D são divididos por programas especiais em seções planas (fatias) com espessuras da ordem de 0,1 mm. Essas seções são então enviadas à máquina de prototipagem rápida que constrói a peça camada por camada. [...] Esse processo é repetido até que o protótipo seja finalizado. Os vários processos de prototipagem rápida disponíveis no mercado diferenciam-se, principalmente, pelo tipo de

material e princípio de adesão das camadas que são utilizados. (LENCINA, AHRENS, GUESSER, 2002, p. 2).

Silveira (2015) aponta que os equipamentos de prototipagem rápida, ou manufatura aditiva, podem ser denominados comumente de impressoras 3D. Esse fato pode ser associado à semelhança dos movimentos executados por cabeçotes de deposição com os realizados em impressoras convencionais. Abaixo serão apresentados os principais métodos de prototipagem rápida.

O processo de estereolitografia (SLA) é descrito por Sells (2009) como a solidificação de um material fotossensível. Nesse caso, há um reservatório com um líquido fotossensível e uma mesa de impressão localizada logo abaixo da superfície do líquido. Um *laser* é direcionado para o material e solidifica uma camada da peça. Em seguida a mesa é abaixada o suficiente para que a camada solidificada seja coberta com o líquido fotossensível e o processo se reinicia.

Já o processo de deposição de material fundido (FDM – *fused deposition modelling*) “consiste em fundir um filamento de um termoplástico em um bico extrusor [...]. O material fundido é depositado sobre uma superfície na forma de um filete contínuo que segue a trajetória programada até sua conclusão” (SILVEIRA, 2015, p.11). Em seguida, como nos demais processos o local da impressão recebe um decremento vertical e uma nova camada da peça é iniciada.

Um outro processo de prototipagem rápida, é a Sinterização seletiva por *laser*, (SLS) descrita por SAURA (2003) como um sistema semelhante à estereolitografia pois emprega um feixe de laser para solidificar cada camada do objeto. Todavia, nesse caso ao invés de utilizarmos um líquido fotossensível é utilizado um pó termoplástico. Este pó é espalhado por um rolo sobre a superfície de impressão, em seguida o laser incide sobre a área desejada para aquela determinada camada.

A partir da problemática apresentada, o presente estudo objetiva analisar a viabilidade de utilizar os métodos de prototipagem rápida como alternativa para confeccionar um modelo de fundição para a válvula ABC.

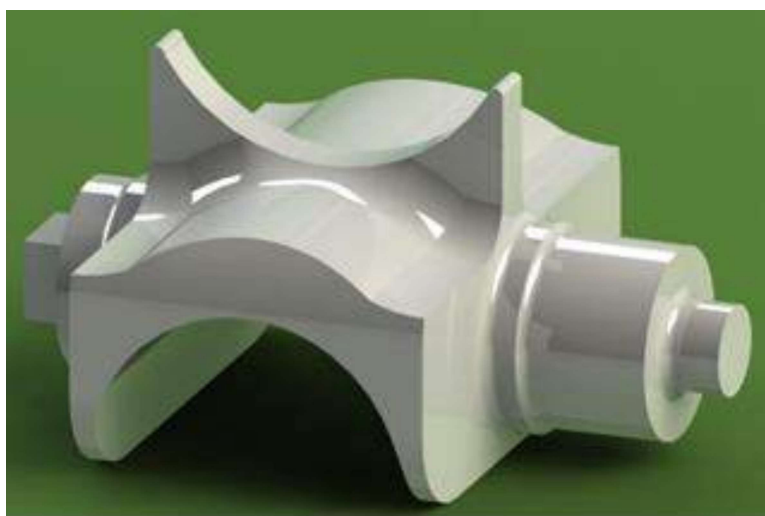
2 METODOLOGIA

O presente estudo objetivou analisar a viabilidade de utilizar os métodos de prototipagem rápida como alternativa para confeccionar um modelo de fundição para a válvula ABC (Figura 01)

O componente mecânico é encontrado em linhas de produção de grãos. Sua função é direcionar os grãos para determinada tubulação em uma bifurcação. Suas dimensões variam de acordo como o tamanho dos tubos em que é utilizada.

Devido esta peça fazer parte de uma linha de produção será mantido o sigilo com relação a sua origem, e algumas dimensões e geometrias da mesma foram alteradas. A peça compreende um volume de 1688,19 cm³. Esta foi modelada utilizando o *software* de CAD de médio porte *SolidWorks* da *Dessault Systèmes*, em sua versão denominada *SolidWorks* 2011.

Figura 01 – Válvula ABC



Fonte: adaptado da Empresa ABC

Inicialmente, foi realizada uma revisão exploratória na literatura para identificar os métodos disponíveis para a prototipagem rápida. Nessa etapa foram consultadas revistas científicas da área de fabricação mecânica, a base de dados disponíveis pela Capes, teses, dissertações e sites de fabricantes de máquinas.

Foi selecionado um total de três métodos para prototipagem rápida. Sendo eles: estereolitografia (SLA), adição de material fundido (FDM) e sinterização seletiva por laser (SLS), será verificado qual o processo com melhor viabilidade para fabricar um molde para fundição da válvula ABC. Em seguida será comparado com o método de fabricação no sistema tradicional. Nesse sentido, será apontado o método ideal e/ou viabilidade para a confecção do modelo em estudo.

Embora fossem encontrados outros métodos de prototipagem rápida, optou-se em selecionar as alternativas já disponíveis no mercado, os quais forneceram aporte para realizar orçamentos e reconhecer as características construtivas do equipamento.

Depois de definidas as alternativas de prototipagem rápida para serem avaliadas no estudo, foram estabelecidas três categorias de análise a posteriori, conforme Bardin (2011). Dentre elas: custo do material, precisão, área de impressão e custo de fabricação. As unidades serviram de base para apontar as vantagens e desvantagens dos métodos de confecção de modelos estudados.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir do estudo das categorias de análise, foram encontrados os resultados apresentados na Tabela 01.

Tabela 01 – Categorias de análise avaliadas

Processo	Máquina/ Fabricante	Área de impressão (mm)	Precisão (μm)	Custo Material (por kg ou por L)	Custo da peça
SLA	Form 1 (Form Labs)	125x125x165	25 a 100	U\$149,00 (R\$476,80)	R\$ 953,60
SLA	Solidator (3D Printer)	280x210x200	30 a 100	U\$50,00 (R\$160,00)	R\$320,00
FDM	Cube X (3D Systems)	265x275x240	100	R\$569,00	R\$1707,00
FDM	Cliever	180x180x100	100 a 300	R\$110,00	R\$330,00
FDM	Replicator (Makerbot)	252x199x150	100 a 340	U\$48,00 (R\$153,60*)	R\$460,00
SLS	Pro X (3D Systems)	381x330x457	80 a 1500	U\$55,00 (R\$176,00*)	R\$528,00
SLS	S Pro 60 HD (3D Systems)	381x330x437	40 a 1200	U\$130,00 (R\$416,00*)	R\$ 1248,00

Fonte: os autores. A cotação do dólar utilizada foi do dia 04 de agosto de 2016 que foi de R\$ 3,20*.

A partir dos resultados encontrados, pode-se observar que as máquinas que melhor se sobressaem no quesito custo é a Cliever e a Solidator. Já no quesito precisão e área de impressão entre essas duas impressoras, a Solidator se destaca, pois, necessita-se de uma grande área de impressão devido as variações de dimensões da peça,

conforme apresentado no capítulo anterior. Portanto, a máquina ideal para fazer a comparação com o processo tradicional é a Solidator da 3D Printer.

3.1 Avaliação da aplicação do método tradicional

Como já mencionado o método convencional para a obtenção de um modelo de fundição seria por meio da usinagem em um material de baixo custo como a madeira. Nesse sentido, foram realizados alguns orçamentos para a fabricação do modelo em madeira. O orçamento com menor custo foi R\$290,00 em uma marcenaria localizada na cidade de Catanduvas-SC.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo objetivou analisar a viabilidade de utilizar os métodos de prototipagem rápida como alternativa para confeccionar um modelo de fundição para a válvula ABC. Ao comparar o método tradicional com a prototipagem rápida, constatou que o método tradicional em aspectos de custos ainda é mais viável por uma diferença de custo que totalizou um valor de R\$20,00. Embora pelo fator custo a prototipagem rápida ainda esteja inviável, outros fatores levados em consideração apontam que o processo se torna uma boa alternativa, como: precisão geométrica e dimensional de peças com características complexas, bem a quantidade de material residual do processo, uma vez que o processo não exige remoção de material. A tecnologia de prototipagem rápida ou manufatura aditiva ainda está em pleno crescimento, a tendência é cada vez mais se tornar competitiva, observou-se que é uma tecnologia ainda recente e com elevado potencial de inovação. Ao realizar esse estudo, observou-se a importância de buscar e/ou implementar novas tecnologias na manufatura, pois possibilita otimizar processos e impulsionar a competitividade do setor metalmeccânico.

REFERÊNCIAS

ABREU, C. E. **Desenvolvimento de matéria-prima para impressão tridimensional a partir de rejeitos geológicos de ágatas**. 2011. Dissertação (Mestrado em Design). Programa de Pós-Graduação em Design. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2011.

ALTAN, Burcin Deda; ALTAN, Gurkan; KOVAN, Volkan. **Investigation of 3D printed Savonius rotor performance**. Renewable Energy, v. 99, p. 584-591, 2016.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. 3. reimp. Lisboa: Edições, v. 70, 2011.

LENCINA, D.; AHRENS, C. H.; GUESSER, W. L. **Avaliação de uma caixa de machos, produzida por estereolitografia, para o processo de fundição em caixa fria fenólico-uretano**. In: Congresso Brasileiro de Engenharia de Fabricação, Uberlândia, 2002.

MARTINS, S. R. M. **Um sistema CAM para prototipagem rápida por adição de camadas**. 2011. 112 f. Dissertação (Mestrado em Mecatrônica). Escola Politécnica e Instituto de Matemática. Universidade Federal da Bahia. UFBA. 2011.

SAURA, C. E. **Aplicação da Prototipagem Rápida na Melhoria do Processo de Desenvolvimento de Produtos em Pequenas e Médias Empresas**. 2003. 105 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Faculdade de Engenharia Mecânica (Comissão de pósgraduação em engenharia mecânica), Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003

SELLS, E A. **Towards a self-manufacturing rapid prototyping machine**. 2009. 307 f. Tese (Doutorado em Filosofia). Department of Mechanical Engineering University of Bath. Bath (UK) .2009.

SILVEIRA, C. A. **Integração de um sistema de impressão 3D em uma arquitetura modular de posicionamento cartesiano**. 2015. 108 p. Dissertação (Mestrado em engenharia mecânica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Florianópolis, 2015