

ESTUDO DOS PROCESSOS DE PROTOTIPAGEM RÁPIDA E INICIATIVAS DE CÓDIGO ABERTO PARA IMPRESSÃO TRIDIMENSIONAL¹

Guilherme Weber Frantz².

¹ Pesquisa realizado no componente curricular Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso

² Aluno do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUI)

1. Introdução

O formato globalizado do mercado atual demanda uma necessidade de resposta rápida aos desafios encontrados nos processos de produção. O método empregado para o desenvolvimento de uma nova mercadoria pode determinar o sucesso do produto, pois na fase inicial de projeto é onde os erros devem ser identificados e soluções serem propostas com o mínimo de tempo e custo possível (FRIEDEL & LIEDTKA, 2007).

Uma variável que se apresenta como fator chave para fomentar a concorrência entre empresas é, sem dúvida, a integração entre as diferentes fases de projeto. Transferir o produto do período de conceito até a produção, de maneira ágil, mostra-se como um incremento de competitividade. A prototipagem por meio de sistemas CAD/CAM apresenta-se como uma maneira de providenciar agilidade, podendo ser fator determinante para o sucesso de novos produtos (FERREIRA, SANTOS, MADUREIRA, & CASTRO, 2006).

Dentre os diferentes tipos de prototipagem, uma vem ganhando destaque e se popularizando: a impressão 3D. Sua disseminação atual se fez graças a uma série de iniciativas que questionam o alto custo de uma impressora 3D comercial, criando fontes open-source (código aberto) que estimulam o faça-você-mesmo (EVANS, 2012)

O desenvolvimento deste trabalho busca investigar os passos necessários para produzir uma impressora de objetos tridimensionais (incluindo suas próprias peças, com propósito de se autorreplicar), considerando as bibliografias disponíveis gratuitamente e softwares de código aberto.

2. Metodologia

O trabalho aqui desenvolvido apresenta-se como o resultado de uma revisão bibliográfica dos métodos de impressão tridimensional. O estudo fez-se através de uma busca dos processos de prototipagem rápida, utilizando autores como Volpato (2007), Gorni (2001) e Selhorst (2008). A investigação, então, convergiu para uma forma específica de prototipagem (por deposição de material), utilizando trabalhos de Palermo (2013), Pallarolas (2013) e Inforçatti Neto (2013), concluindo acerca dos elementos básicos das partes elétricas necessárias para o funcionamento de uma impressora 3D.

Modalidade do trabalho: Ensaio teórico
Evento: XXIII Seminário de Iniciação Científica

3. Resultados e Discussões

A prototipagem rápida acontece em um ambiente de estudo, desenvolvimento e trabalho onde termos como design, desenvolvimento e projeto são referenciados. Antes de introduzir o protótipo, é fundamental o entendimento destes para saber onde ela pode ser aplicada (SELHORST JR., 2008).

Conceitualmente, design e projeto não são iguais, mesmo sendo termos muito próximos e usados de forma simplista em textos técnico-acadêmicos, devido às traduções diversas de outros textos em inglês. Basicamente, o desenvolvimento de um produto pode ser dividido em dois momentos:

- Design e desenvolvimento
- Projeto

No desenvolvimento de um produto, deve ser definido um conceito para o mesmo, considerando suas aplicações, os usuários dos mesmos e demais especificações. Estas informações caracterizam design. Após serem delimitados os conceitos, a construção do produto é a etapa seguinte, sendo este o processo do projeto (KAMINSKI & NETTO, 2004).

Considerando estes esclarecimentos, o protótipo é o elo definitivo que concretiza a união destas etapas. Possibilita a análise da forma, da sua função, da ergonomia, entre outras características, permitindo ajustes necessários para conseguir uma funcionalidade ótima. As adaptações necessárias são feitas e novos protótipos são criados até o momento em que desempenhem sua função de maneira satisfatória.

Realizar estes procedimentos repetidas vezes cria a necessidade de desenvolver eficientemente os protótipos e de forma rápida. Sendo assim, houve o advento da Prototipagem Rápida, um marco da integração entre os métodos, ferramentas, conhecimento, ambiente e tecnologias para sincronizar projeto e produção (NETO, JUNIOR, & JUNIOR, 2007).

Portando, o conjunto das diversas tecnologias voltadas à fabricação de objetos físicos, partindo de dados provenientes de sistemas de desenho assistido por computador (CAD), de maneira ágil, ganha o nome de Prototipagem Rápida. O termo “rápido” referenciado é relativo. É preciso levar em conta que a construção rápida pode levar de 3 a 72 horas, variando conforme o protótipo a ser produzido. Comparando aos métodos tradicionais, a usinagem de uma peça, por exemplo, pode levar semanas para o término de um único modelo.

Os processos de RP possibilitam a criação de protótipos concretos de maneira rápida (estima-se uma economia de tempo e custos de 70 a 90%), servindo como alternativa às figuras bidimensionais. Isto proporciona um reforço na visualização do objeto durante análise prévia do projeto. Estes métodos são extremamente específicos, uma vez que podem ter características diferentes visando o mesmo resultado.

Os principais métodos podem ser divididos em duas grandes categorias: Prototipagem Rápida por Adição de Materiais (RP, ou também MA: Manufatura Aditiva) e Prototipagem Rápida Subtrativa (SRP) (GORNI, 2001)

A prototipagem rápida por subtração de material (SRP) visa criar objetos complexos através do desgaste de um bloco de material específico. Este material pode ser de diversos tipos: polímeros

Modalidade do trabalho: Ensaio teórico
Evento: XXIII Seminário de Iniciação Científica

comuns como o ABS, acrílico, poliacetal, nylon, abrangendo também alguns tipos de metais (NETO, JUNIOR, & JUNIOR, 2007).

Dentro da prototipagem rápida, uma série de diferentes métodos utiliza a combinação sequencial de planas camadas de material para a criação de uma peça sólida tridimensional (INFORÇATTI NETO, 2013). Os equipamentos disponíveis na atualidade empregam a deposição por camadas para possibilitar a construção de geometrias complexas, sem a necessidade da utilização de moldes ou ferramentas. Sendo assim, os objetos são construídos livremente, diretamente pela aplicação de material sequencialmente em camadas (SELHORST JR., 2008).

O conhecimento desenvolvido nesta área, nos últimos anos, trouxe-a a atualidade dentro de aplicações que vão além do objetivo de prototipagem. Este cenário vem se desenhando como a “indústria de impressão tridimensional”, gerando aplicações e soluções em mais de uma área do conhecimento. Desta maneira, a evolução da tecnologia representa a sua inclusão na manufatura de produtos para consumo (INFORÇATTI NETO, 2013).

A constante mutabilidade desta tecnologia faz com que não haja um termo específico para abordagem da prototipagem “baseada em camadas” (CAMPBELL, BOURELL, & GIBSON, I., 2012), pois sua aplicação atual estende-se além das fases de protótipo, chegando até o produto final. Porém, desde a definição da prototipagem rápida e a introdução das tecnologias base, na década de 80, o desenvolvimento da mesma vem sendo, basicamente, na área incremental (PALLAROLAS, 2013).

Segundo (LUO, 2002), a primeira máquina de prototipagem rápida a ser comercializada foi a “Stereolithography Apparatus” (SLA), comercializada no ano de 1988. A partir de então, outros procedimentos foram sendo desenvolvidos e evoluídos, simultaneamente, como a sinterização seletiva a laser (SLS), a modelagem por deposição de material fundido (FDM), entre outros métodos. Os principais procedimentos serão abordados a seguir.

O processo de estereolitografia (ou fotopolimerização) foi o primeiro a ser patenteado na área da prototipagem rápida por adição de material, sendo um marco do processo. Este motivo torna como um padrão de avaliação das demais maneiras de prototipagem posteriores (benchmarking). Uma resina líquida fotossensível torna-se sólida no momento em que é exposta à luz ultravioleta. O início da modelagem acontece numa plataforma que se encontra imediatamente submersa abaixo do líquido. A luz atinge o líquido no nível da plataforma. Um feixe de laser ultravioleta e de alta precisão cria a primeira camada, solidificando a resina na seção transversal do modelo, por toda trajetória do laser, mantendo ela sólida aderida à plataforma (GORNI, 2001).

Outro procedimento, de cura sólida na base, assemelha-se ao processo de estereolitografia, onde ambos utilizam radiação ultravioleta para endurecer polímeros fotossensíveis. A diferença se encontra na forma como a radiação ultravioleta é exposta a este líquido. No processo de SGC, uma foto-máscara correspondente à camada a ser impressa é gerada sobre uma superfície de vidro, a qual se posiciona acima da plataforma de construção contendo o líquido. Neste momento, a radiação ultravioleta atinge a máscara, passando somente pelas partes transparentes do vidro, como um estêncil. Assim, seletivamente o polímero é endurecido, representando a camada desejada (GORNI, 2001).

Modalidade do trabalho: Ensaio teórico
Evento: XXIII Seminário de Iniciação Científica

Sendo o terceiro processo mais utilizado nos EUA e na Europa (atrás da SLA e FDM) (LINO & NETO, 2000), a sinterização seletiva a laser constrói objetos tridimensionais pelo aquecimento de materiais pulverulentos (GORNI, 2001). Diretamente, o processo ocorre com a sinterização imediata do material pela ação do laser. A maneira indireta acontece quando uma substância é aplicada para promover a ligação entre as partículas do pó, formando um objeto que será sinterizado futuramente em um forno específico (VOLPATO N. , 2001). Através de um rolo, um material em pó (podendo ser polímero, cerâmica ou metal) é levado até uma plataforma onde receberá o feixe de laser. Espelhos são utilizados para direcionar o traçado do laser, sinterizando o pó e formando uma camada. A plataforma é levemente movimentada para baixo, proporcionalmente como o reservatório de pó é elevado. O pó excedente mantém-se na plataforma como um apoio para partes a serem sinterizadas (PALLAROLAS, 2013).

Mostrando-se como o método mais comum de impressão tridimensional (PALERMO, 2013), a modelagem por deposição de material fundido utiliza um filamento termoplástico que entra por extrusão em uma câmara de aquecimento, derretendo o material e criando a camada por deposição do mesmo. Esta técnica de prototipagem usa um cabeçote que se movimenta pelo plano horizontal (eixos x e y) e uma plataforma de deposição de material que se movimenta no sentido vertical (eixo z) (PALLAROLAS, 2013). Uma bobina com o fio do material termoplástico fornece-o até à cabeça de extrusão. Lá, através da fusão do material, o cabeçote movimenta-se horizontalmente sobre a plataforma, depositando a primeira camada. O contato com a superfície faz com que o termoplástico se solidifique. Terminada a camada, a plataforma desce no eixo z tamanho suficiente para a aplicação da próxima camada.

Um cenário começa a se fazer presente nos dias de hoje, podendo ser chamado de “Era das Máquinas Livres” (INFORÇATTI NETO, 2013). Soluções para proporcionar a prototipagem rápida em ambientes de pesquisa começaram a surgir, caracterizadas pelo intuito de popularizar o conhecimento. Uma das iniciativas é o projeto RepRap, iniciado em 2004 (RepRap, 2014).

RepRap é a abreviação para Replicating Rapid-Prototyper (Prototipadora Rápida Replicável). Trata-se de uma impressora 3D de código aberto para utilização em bancadas de estudo e escritórios, capaz de criar objetos de plástico. É replicável, pois, como grande parte da própria impressora é feita de plástico, ela mesma pode produzir suas peças. O propósito da replicação é tornar esta tecnologia acessível livremente para o benefício de todos. O site do projeto é colaborativo, desta maneira, cada um que consegue uma melhoria ou uma modificação para uma aplicação diferenciada, apresenta suas técnicas para o grande grupo (RepRap, 2014). A impressora RepRap utiliza a tecnologia de modelagem por deposição de material fundido. Porém, o termo FDM é uma marca registrada pela empresa Stratasys Inc. Sendo assim, a comunidade RepRap referencia esta tecnologia por “Fabricação por Filamento Fundido”.

Todas as impressoras RepRap apresentam uma estrutura base em comum (RepRap, 2014). Os ramos principais da estrutura são os softwares (ferramentas CAD, CAM e firmware), a parte mecânica (eixos para movimentação das peças), a extrusora (câmara de aquecimento e o filamento) e a parte eletrônica. Esta última, em uma impressora RepRap, é composta por: Controlador; Motores de Passo; Drivers dos motores; Chaves Fim de Curso; Plataforma Aquecida.

Modalidade do trabalho: Ensaio teórico
Evento: XXIII Seminário de Iniciação Científica

O controlador da impressora, disponibilizado pelo site, chama-se RAMPS (sigla para RepRap Arduino Mega Pololu Shield). Trata-se de uma placa de circuito impresso contendo todos os controles eletrônicos em uma única e pequena peça de baixo custo. Toda a interface de controle é através de um Arduino MEGA, onde instala-se o firmware que irá controlar os populares drivers para motores de passo, o Pololu, desenvolvido pela Pololu Corporation.

Os motores de passo utilizados são, na maioria dos casos, motores NEMA 17. Esta escolha deve-se ao fato de apresentarem as características ideais para tal aplicação.

A utilização de uma plataforma aquecida é um item opcional. Sua presença facilita o processo de remoção da peça, além de proporcionar uma melhor condição de deposição da primeira camada.

Todos os componentes eletrônicos presentes neste projeto visam facilitar a montagem final da placa. Por este motivo, a maioria dos componentes já está em placas de circuito prontas.

4. Conclusão

Considerando os fatores de tendências e o início das atividades abertas ao público, pode-se concluir que a impressão tridimensional vem se popularizando devido a fatores fundamentais como as iniciativas open-source (código aberto). O projeto mais popular, RepRap, já soma mais de 7 milhões de acesso ao seu site. Estudar e desenvolver uma impressora capaz de produzir suas próprias peças, visando à replicação da mesma, estimula a popularização desta tecnologia, a qual mostra grande potencial para melhorar a qualidade de vida da população (LIPSON & KURUMAN, 2013).

Pode-se dizer também que a ampliação do termo “impressão 3D” se deve ao fato de que ela não está mais sendo usada exclusivamente para a criação de protótipos. Uma grande quantidade de usuários utiliza a impressão tridimensional para gerar produtos finais a consumidores diversos.

Entusiastas e acadêmicos utilizam esta tecnologia para gerar produtos que são aplicados em estágios finais de desenvolvimento. Também há um forte apelo para a economia de se ter uma impressora tridimensional em casa, estimada entre 300 e 2000 dólares por ano ao imprimir objetos domésticos (RepRap, 2014).

Portanto, o estudo aqui investigado teve sucesso em conceituar os métodos de prototipagem rápida, encontrando uma maneira de produzir uma impressora tridimensional com material aberto ao público, contendo as informações necessárias para entender seu funcionamento elétrico.

5. Bibliografia

- BHASIN, V. (05 de 09 de 2013). What is SLS - Selective Laser Sintering? Acesso em 20 de 04 de 2014, disponível em Techisdom: <http://www.techisdom.com/2013/09/what-is-sls-selective-laser-sintering/>
- CAMPBELL, I., BOURELL, D., & GIBSON, I. (2012). Additive manufacturing: rapid prototyping comes of age. *Rapid Prototyping Journal*, 255-258.
- EVANS, B. (2012). *Practical 3D Printer: The Science and Art of 3D printing*. Nova York: Apress.
- FERREIRA, J., SANTOS, E., MADUREIRA, H., & CASTRO, J. (2006). Integration of VP/RP/RT/RE/RM for rapid product and process development. *Rapid Prototyping Journal*, 18-25.

Modalidade do trabalho: Ensaio teórico
Evento: XXIII Seminário de Iniciação Científica

- FRIEDEL, R., & LIEDTKA, J. (2007). Possibility thinking: lessons from breakthrough engineering. *Journal of Business Strategy*, 30-37.
- GORNI, A. A. (2001). Introdução à Prototipagem Rápida e Seus Processos. *Plástico Industrial*, 230-239.
- INFORÇATTI NETO, P. (2013). Estudo da viabilidade técnica e projeto de um mini-cabeçote de extrusão com rosca para impressoras tridimensionais portáteis. Dissertação (Mestrado), Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos.
- KAMINSKI, P. C., & NETTO, A. C. (2004). The Concept of Product Design. *Management & Development*, 2, pp. 73-76.
- LINO, F. J., & NETO, R. J. (2000). A Prototipagem Rápida na Indústria Nacional. 2º Encontro Nacional do Colégio de Engenharia Mecânica da Ordem dos Engenheiros, (pp. 4.15-4.22). Coimbra.
- LIPSON, H., & KURUMAN, M. (2013). *Fabricated: The New World of 3D Printing*. Indianapolis: John Wiley & Sons, Inc.
- LUO, R. (2002). The development of a thermal extrusion based rapid prototyping mechatronics system. ANNUAL CONFERENCE OF THE IEEE INDUSTRIAL ELECTRONICS SOCIETY, (pp. 2237-2242).
- NETO, A. I., JUNIOR, O. C., & JUNIOR, A. S. (2007). Processos de Prototipagem Rápida Por Deposição ou Remoção de Material na Concepção de Novos Produtos - Uma Abordagem Comparativa. XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Foz do Iguaçu.
- PALERMO, E. (19 de 09 de 2013). Fused Deposition Modeling: Most Common 3D Printing Method. Acesso em 20 de 04 de 2014, disponível em livescience: <http://www.livescience.com/39810-fused-deposition-modeling.html>
- PALLAROLAS, E. A. (2013). Revisão Técnica de Processos Manufatura Aditiva e Estudo de Configurações para Estruturas de Impressoras Tridimensionais. Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos.
- Pololu Corporation. (s.d.). A4988 Stepper Motor Driver Carrier. Acesso em 11 de 05 de 2014, disponível em Pololu Robotics & Electronics: <http://www.pololu.com/product/1182>
- RepRap. (2014). Acesso em 05 de 04 de 2014, disponível em RepRap: <http://reprap.org/>
- SELHORST JR., A. (2008). Análise Comparativa Entre os Processos de Prototipagem Rápida na Concepção de Novos Produtos: Um Estudo de Caso Para Determinação do Processo Mais Indicado. 111. Curitiba: Pontifícia Universidade Católica do Paraná.
- VOLPATO, N. (2001). Time-saving and accuracy issues in rapid tooling by selective laser sintering. Tese (PhD), University of Leeds, Leeds.
- VOLPATO, N. (2007). *Prototipagem Rápida*. São Paulo: Blucher.