

# PROTOTYPING TECHNOLOGIES IN PRODUCT DEVELOPMENT PROCESS

**Rubens Henrique da Silva Souza, Carlos M. Sacchelli**  
Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC  
Centro de Engenharias da Mobilidade – Joinville – SC  
Laboratório de Inovação e Desenvolvimento de Produtos - LiD  
[rubenshss@gmail.com](mailto:rubenshss@gmail.com), [carlos.sacchelli@ufsc.br](mailto:carlos.sacchelli@ufsc.br)

**Abstract.** In the product development process is necessary to analyze in advance the product before its manufacture. The project team can then use some techniques to obtain prototypes. Today there is availability of various technologies that can generate physical (Rapid Prototyping) or virtual products (virtual reality and augmented reality). The aim of this work is to discuss some available technologies to support the project team.

**Key-words:** *Rapid Prototyping, Virtual Reality, Augmented Reality.*

## 1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de um novo produto necessita fortemente satisfazer algumas necessidades humanas. Para esse propósito sobrevém o desenvolvimento integrado de produto, aplicando metodologias que viabilizam todo o processo de desenvolvimento.

Durante o processo de desenvolvimento do produto, a sua materialização pode ser realizada de forma física ou virtual, por meio de protótipos, permitindo desta maneira, que a equipe de projeto, realize diversas análises antes da produção de ferramenta para o desenvolvimento em lotes e lançamento no mercado.

Visando auxiliar na materialização prévia do produto, a prototipagem rápida, realidade virtual e a realidade aumentada

têm ajudado com uma resposta rápida de acordo com Levy [1].

A Prototipagem Rápida consiste na construção de protótipos para um auxílio visual, permitindo testes prévios, de modo rápido e com viabilidade de custos. Tal tecnologia possibilita um acréscimo na qualidade do processo através de uma avaliação concreta do protótipo durante o projeto. Por consequência, leva a uma diminuição das incertezas e riscos.

Outra tecnologia que vem sendo utilizada é a Realidade virtual, se de acordo com Kirner [2] é "uma interface avançada para aplicações computacionais, que permite ao usuário navegar e interagir, em tempo real, com um ambiente tridimensional gerado por computador, usando dispositivos multissensoriais".

Essa ferramenta permite a manipulação e a exploração de dados em tempo real, com o uso de movimentos físico do corpo. Sendo assim, o produto pode ser analisado em tamanho real e alguns testes em programas computacionais são possíveis.

Por fim, a tecnologia chamada de Realidade Aumentada (RA) é um sistema que suplementa o mundo real com objetos virtuais gerados por computador. Parecendo coexistir no mesmo espaço, apresentando uma combinação de objetos reais e virtuais no ambiente real, executando interativamente em tempo.

Segundo Azuma *et al.* [3], esta tecnologia permite a aplicação da audição, tato, força e cheiro, permitindo aos usuários criarem projetos que possam visualizar e

contextualizar em um espaço de design real com projetos virtuais e reais simultaneamente.

Contudo, quais as diferenças mais marcantes de cada uma destas tecnologias? Para esclarecer esta questão, este trabalho tem por objetivo a discussão e apresentação de definições de RV (Realidade Virtual), RA (Realidade Aumentada) e PR (Prototipagem Rápida).

## 2. Prototipagem Rápida - RP

Prototipagem Rápida (RP, de Rapid Prototyping) pode ser entendida como um conjunto de tecnologias usadas para se fabricar objetos físicos diretamente a partir de fontes de dados gerados por sistemas de projeto auxiliado por computador (C.A.D).

O protótipo de um produto ou componente é parte essencial no processo de desenvolvimento, pois possibilita que a análise de sua forma e funcionalidade seja feita numa fase anterior à manufatura do ferramental definitivo. O protótipo é algo primário, bruto, que se aproxima do produto final.

O papel do protótipo abrange a experimentação, teste, auxílio visual, comunicação, interação, síntese e abordagem de outras soluções.

### 2.1 Tipos de processos

Segundo Kai *et al.* [4], existem mais de 20 sistemas de Prototipagem Rápida (também denominada de Manufatura Aditiva) no mercado que, apesar de usarem diferentes tecnologias de adição de material, se baseiam no mesmo princípio de manufatura por camadas planas.

Os processos de RP podem ser agrupados pelo estado ou forma inicial da matéria-prima utilizada para fabricação. Neste sentido, pode-se classificar os mesmos em processos de acordo com Volpato *et al.* [5], baseados em líquidos, sólidos e pó. Sendo assim tem-se:

- **Baseados em Líquido**, a matéria-prima utilizada para fabricar a peça encontra-se no

estado líquido, antes de ser processada. Nesta categoria, encontram-se as tecnologias que envolvem a polimerização de uma resina líquida por um laser UV, ou jateamento de resina líquida por um cabeçote e posterior cura pela exposição a uma luz UV.

- **Baseados em Sólidos**, nestes processos o material utilizado encontra-se no estado sólido, podendo estar na forma de filamento, lâmina, ou outra qualquer. Alguns dos processos fundem o material, antes da sua deposição. Outros somente recortam uma lâmina do material adicionado;

- **Baseados em Pó**, a matéria-prima está na forma de pó antes do processamento. Pode-se utilizar laser para o seu processamento ou um aglutinante aplicado por um cabeçote tipo jato de tinta.

Os processos de RP existentes apresentam etapas similares que são constituídas basicamente por cinco etapas, são elas:

- Criação de um modelo CAD da peça que está sendo projetada;
- Conversão do arquivo CAD em formato STL, próprio para estereolitografia;
- Fatiamento do arquivo STL em finas camadas transversais;
- Construção física do modelo, empilhando-se uma camada sobre a outra;
- Limpeza e acabamento do protótipo.

Os principais sistemas de RP utilizados de acordo com Ref. [5] na fabricação de modelos são:

- Estereolitografia (**SLA**, Stereolithography): processo pioneiro, patenteado em 1986, deflagrou a revolução da prototipagem rápida. Ele constrói modelos tridimensionais a partir de polímeros líquidos sensíveis à luz, que se solidificam quando expostos à radiação ultravioleta;

- Sinterização Seletiva a Laser (**SLS**, Selective Laser Sintering): esta técnica, patenteada em 1989, usa um raio de laser para fundir, de forma seletiva, materiais pulverulentos, tais como náilon, elastômeros e metais, num objeto sólido. As peças são construídas sobre uma plataforma a qual está imediatamente abaixo da superfície de um

recipiente preenchido com o pó fusível por calor;

– Impressão por Jato de Tinta (MJT, Multi Jet Modeling; BPM, Ballistic Particle Manufacturing): ao contrário das técnicas expostas anteriormente, esta se refere a uma classe inteira de equipamentos que usam a tecnologia de jato de tinta. Os protótipos são construídos sobre uma plataforma situada em um recipiente preenchido com material pulverulento. Um cabeçote de impressão por jato de tinta que “imprime” seletivamente um agente ligante que funde e aglomera o pó, nas áreas desejadas. Podem ser usadas grandes quantidades de pó de materiais poliméricos, cerâmicos e metálicos;

– Modelagem por Deposição de Material Fundido (FDM, Fused Deposition Modeling): filamentos de resinas termoplástica aquecida são extrudadas a partir de uma matriz em forma de ponta que se move em um plano X-Y.

No processo FDM, a matriz de extrusão controlada, deposita filetes de materiais finos sobre a plataforma de construção, formando a primeira camada do componente. A plataforma é mantida sob uma temperatura inferior à do material, de forma que a resina termoplástica endurece rapidamente. Após esse endurecimento a plataforma se abaixa e a matriz de extrusão deposita uma segunda camada sobre a primeira.

O processo é repetido até a construção total do protótipo. Sendo assim, são construídos suportes durante a fabricação para segurar o protótipo durante a sua produção. Tais suportes são fixados ao protótipo usando-se um segundo material, mais fraco, ou uma junção perfurada. As resinas termoplásticas adequadas a esse processo incluem poliéster, polipropileno, ABS e elastômeros.

As técnicas de RP podem ser aplicadas às mais diversas áreas tais como, automotiva, aeronáutica, aeroespacial, medicina, marketing, restaurações, educação paleontologia, arquitetura e outros.

A Fig. 1 mostra um exemplo neste caso, uma prótese manufaturada através do

processo FDM. Especificamente este produto é parte de um projeto mundial de auxílio a pessoas que necessitam de próteses de baixo custo, onde estes produtos são feitos sob medida e enviado para os pacientes sem custo.



**Figura 1. Prótese manufaturada através de FDM.**

### 3. Realidade Virtual - RV

Segundo Burdea e Coiffet [6], “realidade virtual é uma interface computacional avançada que envolve simulação em um tempo real e interações, através de canais multisensoriais”.

A RV surgiu como uma primeira opção de interface tridimensional, proporcionando ao usuário interações naturais, com o uso das mãos, em ambientes virtuais renderizados na tela do monitor, em projeções em tela, ou em projeções nos olhos, através de capacetes de RV (Head Mounted Display - HMD).

Para a interação com os elementos virtuais são necessários dispositivos especiais multisensoriais como luvas com sensores, rastreadores, dispositivos de tato e força, mouse 3D, óculos estereoscópicos e emissores de sons espaciais. Ref. [2].

A Fig. 2 demonstra a imersão no ambiente virtual em tempo real. Dorozhkin *et al.* [7].



**Figura 2. Aplicação da Realidade Virtual.**

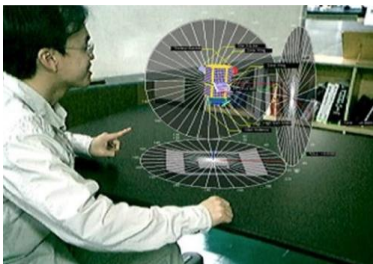
### 3.2 Realidade Aumentada - RA

A RA pode ser definida como a sobreposição, em tempo real, de objetos virtuais ao ambiente real do usuário. Neste ambiente, objetos reais coexistem com objetos virtuais gerados por computador.

O usuário experimenta uma interação multissensorial em tempo real com a RA que lhe é apresentada. Os sistemas de RA são implementados de tal maneira que o cenário real e os objetos virtuais permanecem ajustados, mesmo com a movimentação do usuário no ambiente real.

Seu funcionamento pode ser através de câmeras, celulares, tablet, HMD (Head-mounted display). Sua aplicação abrange diversas áreas, como engenharia, medicina, educação, entretenimento, navegação, desenvolvimento de produtos, propaganda, treinamento, arquitetura e avatares. Ref[2].

Na Fig. 3 é possível ver a interação entre objetos virtuais no ambiente real. Kim *et al.* [8].



**Figura 3. Aplicação da Realidade Aumentada.**

### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresentou algumas das tecnologias que podem ser utilizadas no processo de desenvolvimento de um produto para fins de materialização ou análise virtual.

A prototipagem rápida, realidade virtual e realidade aumentada, são tecnologias que visam aprimorar a análise da concepção do produto conforme a necessidade. Porém, é fundamental um estudo para a viabilidade de cada tecnologia conforme a aplicação do produto.

### REFERÊNCIAS

- [1] G. N. Levy; R. Schindel and J. P. Kruth, "Rapid manufacturing and rapid tooling with layer manufacturing technologies, state of the art and future perspectives," CIRP- Manuf. Techn., vol. 52. 2003.
- [2] C. Kirner, "Prototipagem Rápida de Aplicações Interativas de Realidade Aumentada. Tendências e Técnicas em Realidade Virtual e Aumentada," SBC, Porto Alegre, V. 1, N. 1, 2011, p. 29-54.
- [3] R. Azuma, Y. Bailiot, R. Behringer, S. Feiner, S. Julier and B. MacIntyre. "Recent Advances in Augmented Reality.," IEEE Comp. Grap. and Appl. 21, Nov 2001, 34-47.
- [4] C.C.Kai, L.K. Fai and L.C.Sing, "Rapid Prototyping: Principles na Applications" (2° edition), Manufacturing World Scientific Pub Co, March, 2003, pp – 448.
- [5] N. Volpato, C. Ahrens, C. Ferreira, G. Petrusch, J. Carvalho, J. Silva, "Prototipagem rápida: tecnologias e aplicações". São Paulo, Edgard Blucher, 2007. pp. 14 - 66.
- [6] G. C. Burdea, P. Coiffet, "Virtual Reality Technology", Wiley-Interscience, USA, 1994, p. 400.
- [7] D. V. Dorozhkin, J. M. Vance, G. D. Rehn and M. Lemessi; "Coupling of interactive manufacturing operations simulation and immersive virtual reality, " Springer-Verlag London, July 2010.
- [8] S. Kim, N.P. Mahalik, , A. K. Dey, J. Ryu and B. Ahn, "Feasibility and infrastructural study of AR interfacing and intuitive simulation on 3D nonlinear systems", July 2007, p. 44.