

## Uma Abordagem Sistêmica do Processo de Engenharia Reversa nas fases de Medição e Prototipagem.

**Autores:** Barachisio Souza Martins da Silva Junior ([barachi@ufba.br](mailto:barachi@ufba.br))

Moreno Ferreira ([morenofe@ufba.br](mailto:morenofe@ufba.br))

Senai Cimatec, Av. Orlando Gomes, 1845, 41650-010 Salvadore, Bahia.

**Orientador:** Dr. Engº Herman Augusto Lepikson ([herman@ufba.br](mailto:herman@ufba.br))

Universidade Federal da Bahia, Departamento de Engenharia Mecânica, Rua Aristides Novis, 2, 40.210-630 Salvador, Bahia.

**Palavras-chave:** Engenharia Reversa, Medição por Coordenadas, Prototipagem Rápida.

O processo de engenharia reversa tem-se mostrado um método alternativo de suma importância para o desenvolvimento rápido de produtos, de forma a atender as exigências de um mercado cada vez mais exigentes em relação aos prazos de desenvolvimento de versões aptas a serem avaliadas e testadas como primeira fase do processo de lançamento dos novos produtos.

Este trabalho se propõe a desenvolver um estudo aplicado dos melhores métodos e técnicas para o melhor domínio do processo de engenharia reversa. Para tanto, aproveita-se do potencial disponível nos laboratórios do Senai Cimatec, local onde se desenvolveu este trabalho de iniciação Científica.

As fases indicadas abaixo simplificam o conceito de desenvolvimento pela engenharia reversa:

1. PRODUTO BASE
2. DESMONTAGEM
3. **MEDIÇÕES/ENSAIOS**
4. TRATAMENTO EM CAD
5. **PROTOTIPAGEM/TESTES**
6. PRODUTO DESENVOLVIDO.

Este trabalho se dedica particularmente a duas das cinco fases que são mais críticas para o sucesso do desenvolvimento. A primeira fase trabalhada é a **MEDIÇÃO**, onde a tecnologia aplicada é a de Medição por Coordenadas. Utilizou-se, para tanto, uma Máquina de Medição Tridimensional de terceira geração, SIROCCO NT 09.10.07 fabricada pela Iatliana Brown & Sharpe.

Para a aquisição dimensional dos dados necessários, iniciamos fazendo uma programação on-line, ou seja, tocando manualmente os pontos de referencia do modelo e a partir deste ponto a máquina irá realizar de forma automática, CNC (Controle Numérico Computadorizado), o processo de varredura.

A medição por varredura, utilizando um elemento localizado que possibilita uma geração contínua de pontos em toda a área a ser inspecionada, gerando informações dimensionais em forma de nuvem de pontos, os quais são tratadas no software PC-DMIS (PC-Dmis, que opera a MMC e trata os pontos medidos) para a geração das curvas B-Splines, aptas a serem manipuladas em CAD 3D (fase 4).

O trabalho é focado nas dificuldades encontradas nas medições de peças com pequenos raios, uma vez que este tipo de peça acusou ser o mais crítico para desenvolvimento via engenharia reversa.

No que se refere à medição, identificou-se que a MMC não completava o ciclo, ou seja, foi encontrada uma limitação operacional do sistema caracterizada por colisões durante o

processo de varredura. Estas colisões ocorriam ao afastar e aproximar-se da área a ser inspecionada, pois a máquina utiliza o vetor normal ao plano para realizara aproximação e o afastamento, com isso colidindo com as superfícies próximas. Para contornar este problema, desenvolveu-se um método, em que promovemos interações de ciclos como forma de minimizar a limitação da tecnologia MMC.

Este método se baseia no fracionamento dos ciclos de medição, selecionando locais com área suficiente para o deslocamento seguro da ponta ou modificando o sentido da movimentação durante o processo de medição a depender da dificuldade encontrada nos pontos específicos.

Outro ponto identificado é a geração de modelos em CAD a partir das nuvens de pontos gerados no software do sistema PC-DMIS. Foi detectado que o CAD utilizado para a criar os modelos em ambiente 3D (SolidWorks), não assimila arquivos de pontos, somente de superfícies, o que é uma situação recorrente na maioria das ferramentas similares. Para minimizar este problema foi aprofundado o estudo no software da MMC, pois este tem a possibilidade de unir os vários pontos por meio de cálculos matemáticos identificando e gerando uma superfície semelhante a original.

A segunda fase que foi trabalhada é a da PROTOTIPAGEM A tecnologia utilizada foi a FDM- *Fused Deposition Modeling* (modelamento por deposição de material fundido), sendo que o material empregado, no caso, foi ABS.

Nesta fase é gerado um modelo em 3D, a partir de um CAD e gerado um arquivo em formato STL, o mais indicado para prototipagem rápida, que é transmitido via rede para o computador do sistema FDM, no qual é trabalhado pelo programa que acompanha a máquina (INSIGHT), para tratamento do arquivo, transformando-o em várias fatias independentes aptas a serem manipuladas pela máquina. Isto feito, o arquivo tratado é enviado para o CLP (Controlador Lógico Programável) da máquina.

O processo FDM se baseia em deposição de ABS fundido, operado por um cabeçote CNC (Controle Numérico Computadorizado), em planos normais ao eixo Z, que são definidos por um seccionamento do modelo em 3D no (INSIGHT).

Como o material de modelamento é o ABS, os protótipos produzidos têm características funcionais, isto é, podem ser testados como peças reais, pela sua resistência, e conceituais, pelas condições favoráveis de um bom acabamento o que confere ao protótipo condições de avaliações dimensionais, ergonômicas e estéticas.

Identificou-se que os protótipos produzidos tinham suas superfícies normais ao eixo Z bem definidas, porém os pinos normais a Z estavam fragilizados, bastantes quebradiços. As superfícies curvas possuíam deposição irregular, formando discontinuidades. Também percebeu-se uma mistura de material suporte em algumas partes de contato do modelo com a sustentação, logo alguns pontos onde havia suporte ficaram com discontinuidades prejudicando a parte conceitual, ou seja visual no protótipo. Assim aumentaram as dificuldades no acabamento do protótipo, uma das fases dentro da prototipagem de suma importância, pois finaliza o funcional e conceitual do protótipo.

Para minimizarmos estes problemas, aprofundou-se o conhecimento do software de prototipagem, de maneira a se criar fatiamentos padronizados, que eliminam discontinuidades nas curvas, até determinados raios. Desenvolveu-se também métodos para fabricação separada de partes mais críticas das peças, posteriormente coladas ao conjunto.

Como resultado, conseguiu-se peças com curvas bem definidas e sem discontinuidades, os pinos ficaram com melhor resistência e menor variação dimensional.

Os resultados obtidos funcionam de maneira interativa aos métodos e técnicas desenvolvidas, já que se tem constante retorno nas atividades realizadas pelos setores de Metrologia e engenharia reversa, e desses com os clientes, indústrias e instituições da região.

O impacto é direto no melhor conhecimento do Método de Engenharia Reversa e das Tecnologias participantes estudadas.

**Agradecimentos:** ao CNPq, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pelas bolsas, ao nosso orientador pelo apoio e empenho, e ao Senai Cimatec pelo suporte financeiro e condições concretas de pesquisa na viabilização do uso das tecnologias.

**Referência:**

Nogueira, T.B.R., 2000, “Engenharia Reversa Aplicada ao Projeto de Moldes para Injeção de Termoplásticos com o uso da Máquina de Medir Por Coordenadas”, Trabalho de final de curso do Curso de Especialização em Tecnologias Integradas da Manufatura (CETIN), Salvador, Brasil, 50p.

Manual de Referencia PC-DMIS 3.2, Brown & Sharpe Mfg. Co. Itália

Manual de Referencia FDM 2000 & FDM 3000 Release 1.0, Outubro de 1997, Stratasys, U.S.A

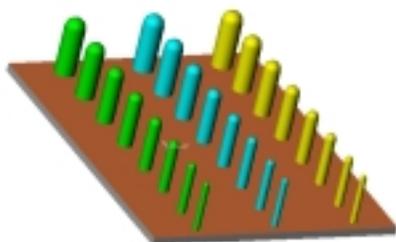


Fig.01 – Teste para padrão de pinos e raios.

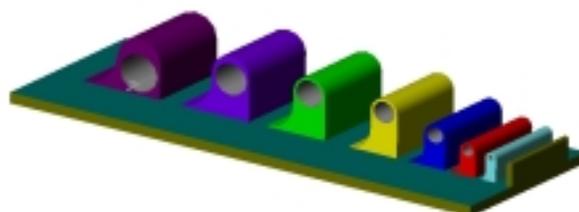


Fig.02 – Teste para padrão de furos e raios.



Fig.03 – Peça na qual identificamos as limitações da MMC (máquina de medir por coordenadas).