

Capacitação em Modelamento e Manufatura de Sólidos Utilizando Sistema CAD/CAM

Autores

Renato Luis Garrido Monaro

Orientador

Klaus Schutzer

Apoio Financeiro

Pibic

1. Introdução

Constantemente se busca melhorias no processo de desenvolvimento de um produto, visando sempre obter a redução de todos os custos relacionados com a fabricação do produto. Dentro desta constante busca, a Tecnologia que mais se adequou foi a cadeia CAD/CAM/CNC e por isso o seu uso tem se intensificado cada vez mais neste processo.

No processo de desenvolvimento do produto através da cadeia CAD/CAM/CNC, algumas etapas devem ser seguidas para se obter o produto final. Primeiramente, deve ser desenvolvido um modelo geométrico tridimensional que é gerado pelo Sistema CAD (Em seguida, deve-se enviar este modelo ao sistema CAM onde serão geradas as trajetórias das ferramentas, para isso, o projetista irá informar ao sistema quais serão as ferramentas, as operações e os parâmetros desejados para a manufatura deste modelo.

Esta etapa de definição de ferramentas, parâmetros e estratégias é muito importante no processo de desenvolvimento do produto pois ela pode influenciar muito no tempo de usinagem e na qualidade superficial final do modelo.

Finalmente, depois de concluídas as etapas anteriores, o sistema CAM utilizará todas as informações fornecidas pelo projetista para gerar o programa NC que será enviado ao Centro de Usinagem CNC onde será feita a usinagem do modelo geométrico criado.

A Figura 1 ilustra todo esse processo de desenvolvimento dentro da cadeia CAD/CAM/CNC.

Em função destas etapas apresentadas, a utilização de Tecnologias CAD/CAM em projetos de produtos não envolve simplesmente um deslocamento “da prancheta para a tela”. Significa também reunir atividades tais como as de desenhar, verificar, redesenhar, analisar, calcular sensibilidades, construir protótipos, e planejar operações de manufatura (Sabendo-se da importância da utilização desta Tecnologia nos dias de hoje, deve-se conhecer muito bem quais são as principais características que cada Sistema envolvido neste processo deve apresentar.

Assim, os sistemas CAD podem ser classificados de acordo com a forma que é utilizada para a geração das geometrias, ou seja, os sistemas CAD podem possuir tipos diferentes de modeladores que podem ser sólidos, de superfícies ou híbridos.

A modelagem geométrica por sólidos concentra-se na representação dos aspectos estruturais do produto (Os Sistemas CAD que utilizam modeladores de superfícies empregam formulações matemáticas complexas, conhecidas como funções Spline (Já os sistemas CAD que utilizam modeladores híbridos podem ser considerados sistemas mais robustos que utilizam complexos algoritmos matemáticos, esta é sua principal característica. Estes sistemas permitem a utilização de qualquer um dos métodos citados acima, de acordo com o produto que está sendo modelado

Os Sistemas CAM, por sua vez, tem como característica importante, a forma como podem receber a transferência de dados vindos do Sistema CAD. Essa transferência pode ocorrer de três diferentes maneiras:

- transferência direta: também conhecida como transferência por formato nativo, pode ser realizada entre sistemas diferentes de um mesmo fabricante ou num mesmo sistema que possua os módulos CAD/CAM, nestes sistemas o recurso de associatividade é muito importante pois permite que alterações feitas no modelo tridimensional gerado pelo Sistema CAD sejam automaticamente atualizadas pelo Sistema CAM;

- transferência com auxílio de interfaces padronizadas: também conhecida com transferência por formato neutro, são utilizados elementos geométricos para descrever o modelo original que será transferido. Quanto maior for a quantidade de recursos geométricos utilizados para a transferência, menor será a possibilidade de ocorrerem problemas com a qualidade e a precisão do modelo convertido;

- transferência através de malha de triângulos: uma malha de triângulos é gerada sobre a geometria original do modelo. Neste processo é adotado um valor de tolerância para a malha gerada, de modo que a malha de triângulos se aproxima muito da geometria real.

O Programa NC é gerado pelo Sistema CAM que, de acordo com suas características, pode gerar diversos tipos de operações, tais como: torneamento, eletro-erosão, fresamento, etc. Durante a geração do Programa NC se faz necessário adotar algumas tolerâncias que estão relacionadas com a exatidão com que a trajetória da ferramenta irá seguir o modelo criado pelo Sistema CAD e se faz necessário também a indicação do método de interpolação que será utilizado.

Por fim, o Programa NC é gerado pelo Sistema CAM. Durante a geração do programa se faz necessário adotar algumas tolerâncias que estão relacionadas com a exatidão com que a trajetória da ferramenta irá seguir o modelo criado pelo Sistema CAD e se faz necessário também a indicação do método de interpolação que será utilizado. Para isso, deve-se ficar atento as características de cada método de interpolação:

- interpolação Linear: neste método o sistema CAM determina a trajetória da ferramenta através de segmentos de retas que melhor se adaptam à tolerância aplicada;

- interpolação Circular: neste método, além da geração de segmentos de reta, são utilizados também arcos que permitem uma melhor adaptação à faixa de tolerância aplicada. Estes arcos permitem que a trajetória da ferramenta seja mais suave, ou seja, obtém-se uma melhor qualidade superficial em superfícies complexas, evitando o chamado “faceteamento” da superfície deixado pela interpolação Linear;

- interpolação Polinomial: neste método, são utilizados segmentos de curvas, baseados em modelos matemáticos, que geram uma trajetória da ferramenta mais suave e também mais precisa dentro da faixa de tolerância aplicada ao modelo.

2. Objetivos

O foco principal desta pesquisa é a capacitação no processo de desenvolvimento do produto, utilizando para isto um sistema CAD/CAM na geração de Programas NC para o Centro de Usinagem CNC e busca também o conhecimento prático das estratégias de usinagem para manufatura de superfícies complexas. Entre os objetivos específicos, destacam-se:

- adquirir o conhecimento necessário para modelamento de sólidos, através do exercício de utilização do Sistema CAD modelador de sólidos e superfícies disponível no Laboratório de Sistemas Computacionais para Projeto e Manufatura (SCPM), qual seja o Unigraphics NX;
- adquirir o conhecimento necessário para geração de programas NC através do Sistema CAM disponível no SCPM (Unigraphics NX);
- definir um Corpo de Prova padrão para os ensaios de estratégias de corte;
- estudar diferentes estratégias de corte para acabamento superficial através da simulação no Sistema CAM.

3. Desenvolvimento

Para alcançar todos os objetivos propostos para a realização deste projeto foi necessário fazer um treinamento para adquirir conhecimento para a utilização do software disponível neste estudo, para isto foi utilizado o manual do próprio software e também as apostilas didáticas criadas pelo SCPM. Durante este treinamento foram feitas a modelagem de diversas formas geométricas no sistema CAD e a geração das estratégias de corte e caminhos de ferramentas para alguns modelos no sistema CAM.

Após realizados diversos estudos buscando encontrar um corpo de prova com uma superfície complexa e boas características onde pudessem ser aplicados os estudos de estratégias de corte, foi escolhido o modelo mostrado na Figura 2, esta escolha deve-se ao fato de o mesmo apresentar diferentes graus de curvatura, ou seja, uma superfície complexa com curvaturas que se assemelham às utilizadas nos moldes e matrizes.

Para a simulação de usinagem destes corpos de prova foram utilizadas operações de desbaste, pré-acabamento e acabamento.

Assim, visando o estudo da estratégia de corte que apresenta o melhor acabamento superficial final, definiu-se então que tanto para a operação de desbaste quanto para a de pré-acabamento seria utilizada a mesma estratégia para todos os corpos de prova, visando obter um mesmo sobremetal para todas as estratégias de acabamento aplicadas. Por fim, para a análise do melhor acabamento, cada corpo de prova foi submetido a uma estratégia de corte diferente.

4. Resultados

Depois de realizado todo o processo inicial de capacitação no Sistema CAD/CAM, foram modelados vários sólidos e superfícies e foram aplicadas diferentes estratégias de corte e realizadas várias simulações no Sistema CAM, a fim de se aperfeiçoar o conhecimento na etapa de capacitação.

Após a finalização da capacitação, a definição do corpo de prova e o levantamento das operações,

parâmetros e estratégias de corte a serem aplicadas, iniciou-se a comparação dos resultados obtidos em cada corpo de prova.

Os resultados obtidos em cada estratégia adotada podem ser vistos através da análise de uma região específica da superfície a ser usinada, como mostra a Figura 3.

A Figura 3.(a) mostra a aplicação da estratégia *Follow Periphery*, que consiste em gerar trajetórias eqüidistantes ou paralelas ao contorno da superfície. Na Figura 3.(b) tem-se a aplicação da estratégia *ZigZag 90°* que consiste em realizar movimentos paralelos em uma determinada direção da superfície a ser usinada. No processo de geração da trajetória da ferramenta destes corpos de prova no sistema CAM, foi aplicada uma interpolação linear, assim, realizou-se a simulação de usinagem destes corpos para verificar qual apresentou o melhor acabamento final.

Depois da simulação destes corpos no Sistema CAM, observou-se a qualidade superficial apresentada em cada um e assim, aplicou-se uma nova estratégia nos dois corpos de prova restantes buscando uma otimização a fim de obter uma melhor qualidade superficial.

Na Figura 3.(c) pode ser vista a geração da estratégia *ZigZag 45°* com interpolação linear e na Figura 3.(d) a mesma estratégia porém com interpolação Polinomial. O processo deste último corpo de prova foi desenvolvido com o auxílio do MSc. André Luís Helleno, que esta desenvolvendo a sua Tese de doutorado na aplicação de Interpolação Nurbs na manufatura de superfícies complexas com Altas Velocidades.

5. Considerações Finais

A busca do conhecimento proporcionou um grande crescimento profissional, visto que a cadeia CAD/CAM/CNC está em uma área em constante ascensão dentro da engenharia e que atualmente existe uma escassez de pessoas especializadas nesta área.

Depois de adquirido o conhecimento teórico para a realização desta pesquisa, iniciou-se a capacitação em Sistemas CAD/CAM. Esta etapa de capacitação foi muito importante para o aprendizado, pois foi possível realizar praticamente tudo o que havia sido visto teoricamente.

Assim, durante a capacitação no Sistema CAD foi realizada a modelagem de diversos tipos de sólidos e superfícies com características bastante diferenciadas entre si, o que permitiu um conhecimento amplo na utilização deste Sistema.

Na etapa de capacitação do Sistema CAM foi possível não só aplicar o conhecimento adquirido, como também analisar quais são as influências na escolha da estratégia de corte em relação a geometria a ser usinada. e foi possível estudar também como é feita geração de um Programa NC.

À partir da capacitação realizada, foi definido qual seria o corpo de prova utilizado e então passou-se a estudar de forma mais específica as influências dos parâmetros e estratégias de corte adotados durante a geração do processo de manufatura deste modelo.

O corpo de prova escolhido permitiu a verificação da qualidade superficial obtida de acordo com a estratégia de corte aplicada e em relação também ao grau de curvatura apresentado nas diferentes regiões deste corpo.

Por fim, esta pesquisa proporcionou uma grande satisfação devido ao fato de permitir o desenvolvimento de uma busca abrangente sobre a Tecnologia CAD/CAM/CNC e também por permitir a aplicação do conhecimento obtido através do Software Unigraphics NX. Assim, ter este conhecimento adquirido e estar

preparado para entrar no mercado industrial é uma satisfação muito grande que esta pesquisa proporcionou.

Referências Bibliográficas

Coelho, R.T.; Souza, A.F. Tecnologia CAD/CAM - Definições e estado da arte visando auxiliar sua implantação em um ambiente fabril. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 23, **Anais...** Ouro Preto: UFOP, 2003.

Cunha, R.R.M.; Dias, A. **Uma revisão das tecnologias de integração de dados em CAD/CAM.** CONEM 2000.

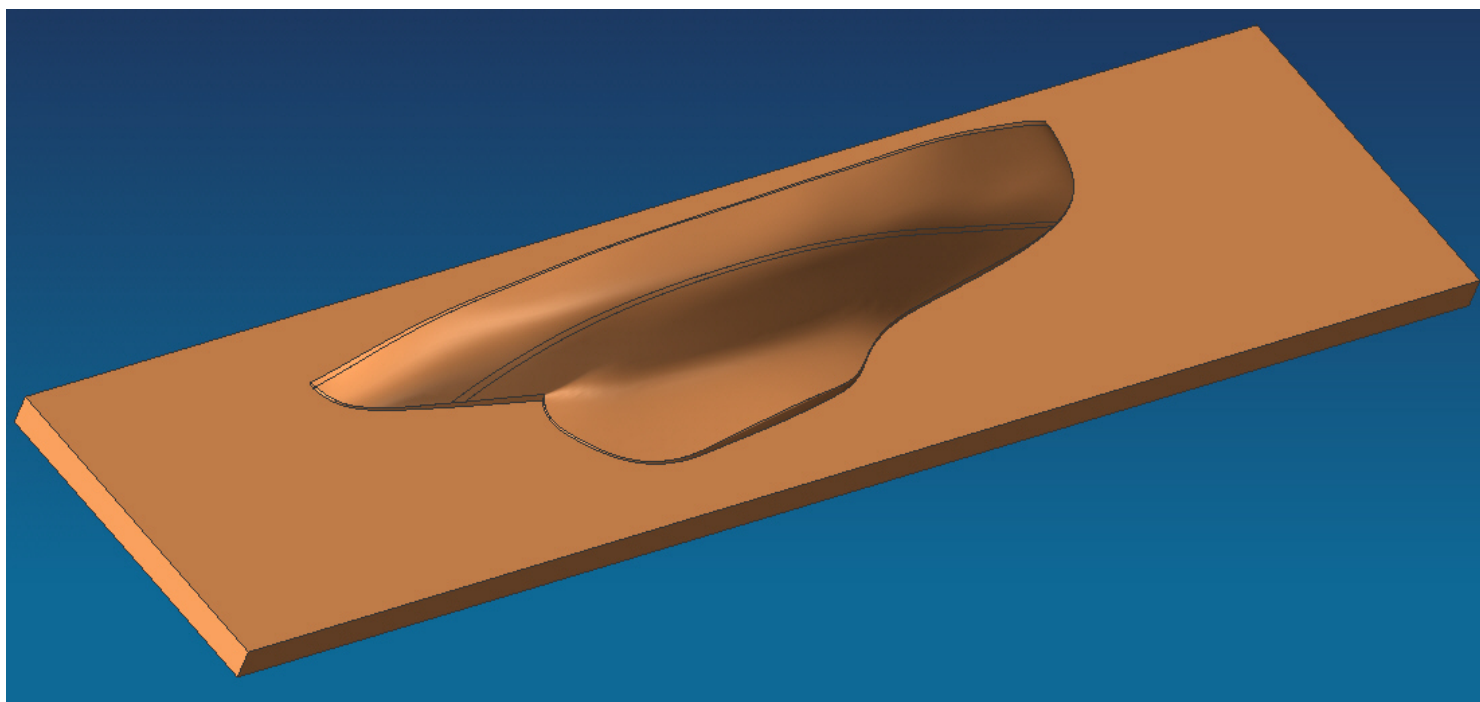
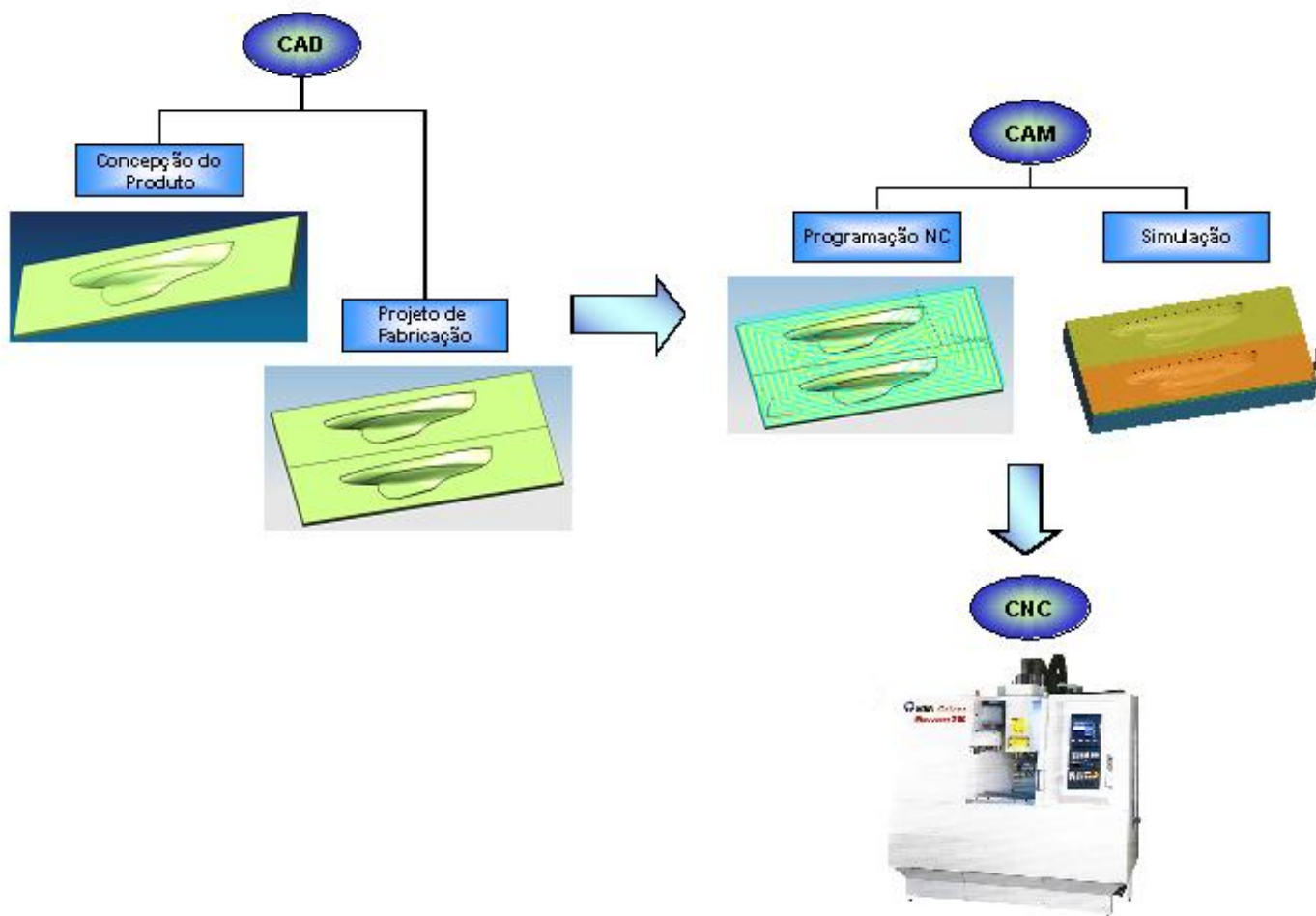
Helleno, A.L. **Investigação de Métodos de Interpolação para Trajetória da Ferramenta na Usinagem de Moldes e Matrizes com Alta Velocidade**, 2004, 140 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Metodista de Piracicaba, 2004.

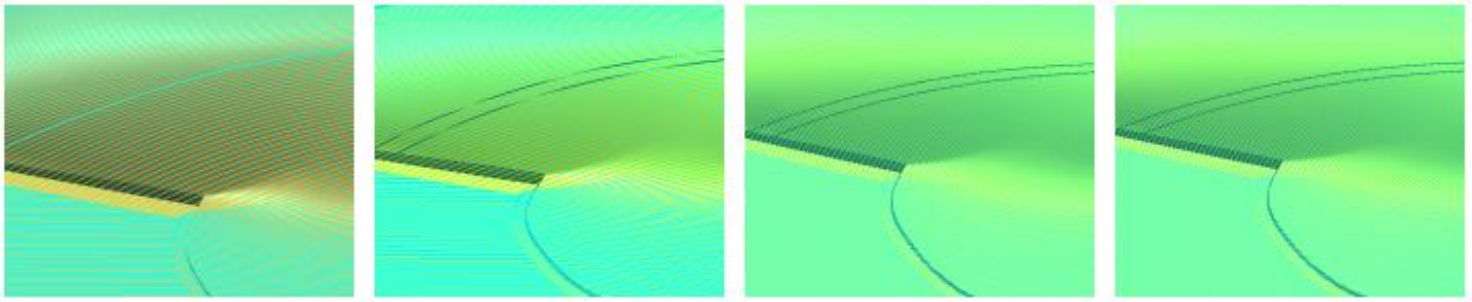
Manso, F. **Dirigir o Desenvolvimento de Tecnologia Através do Projeto Assistido por Computador (CAD).** Disponível em: <http://www.necso.ufrj/Trads/Dirigir%20Tecnologia%20CAD-CAM.htm>. Acessado em 16/12/2005.

Schützer, K. Notas de Aula. Disponível em: <http://www.unimep.br/feau/scpm/SCAPPM.htm>. Acessado em: 12/01/2006.

Souza, A.F.; Coelho, R.T. O Caminho para atingir o estado-da-arte é o bom entendimento. **Máquinas e Metais.** v. 40, n. 455, p. 82-97, dez. 2003.

Anexos



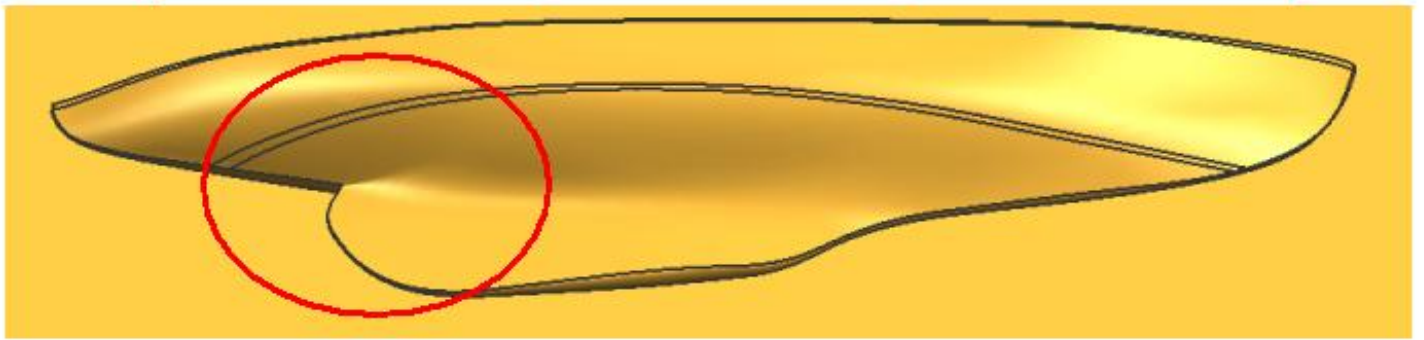


(a)

(b)

(c)

(d)



(e)