

PMR3411 - Projeto de Máquinas

Mecatrônica - EPUSP

# Aplicação da Técnica CAM

Gilberto F. Martha de Souza

outubro/2023

# Computer-Integrated Manufacturing System

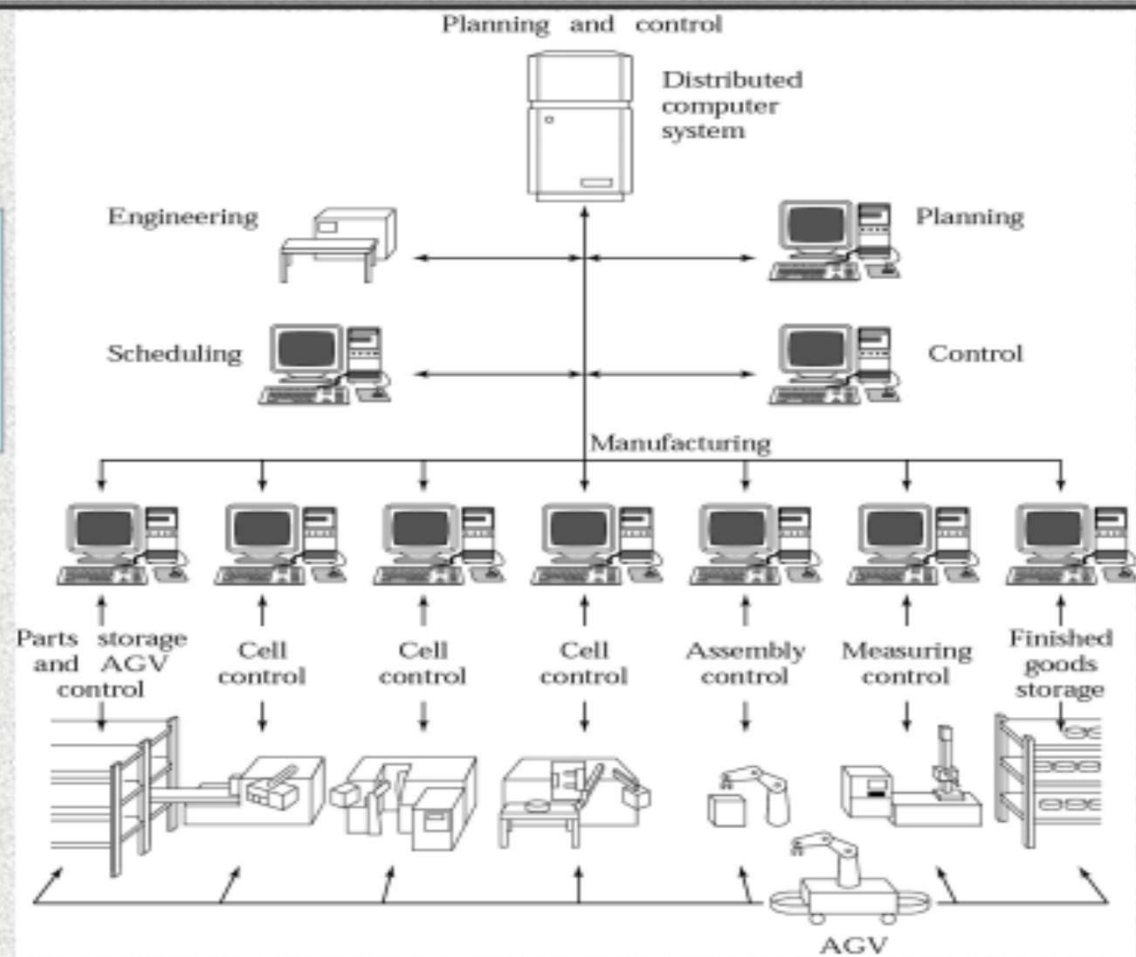
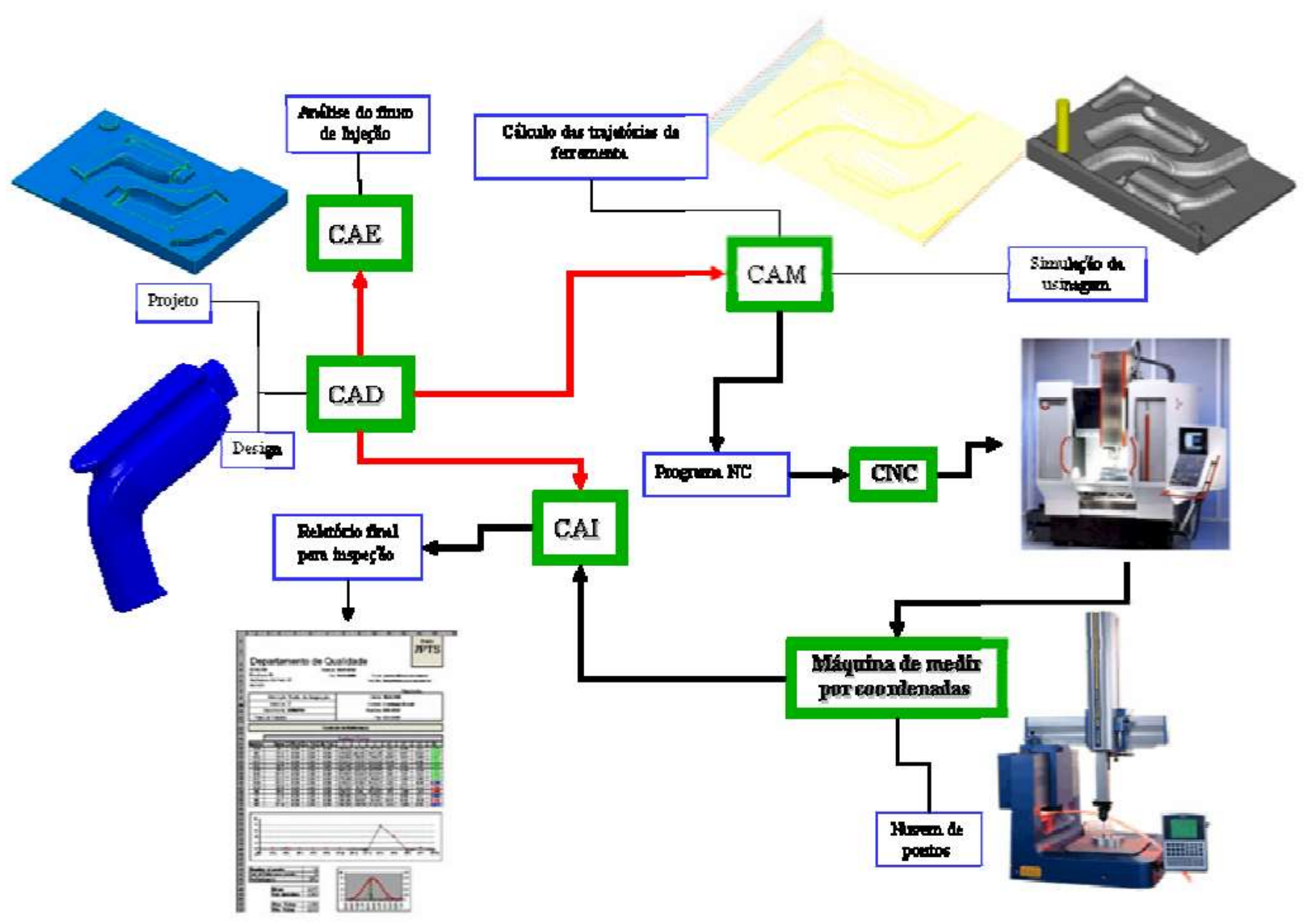


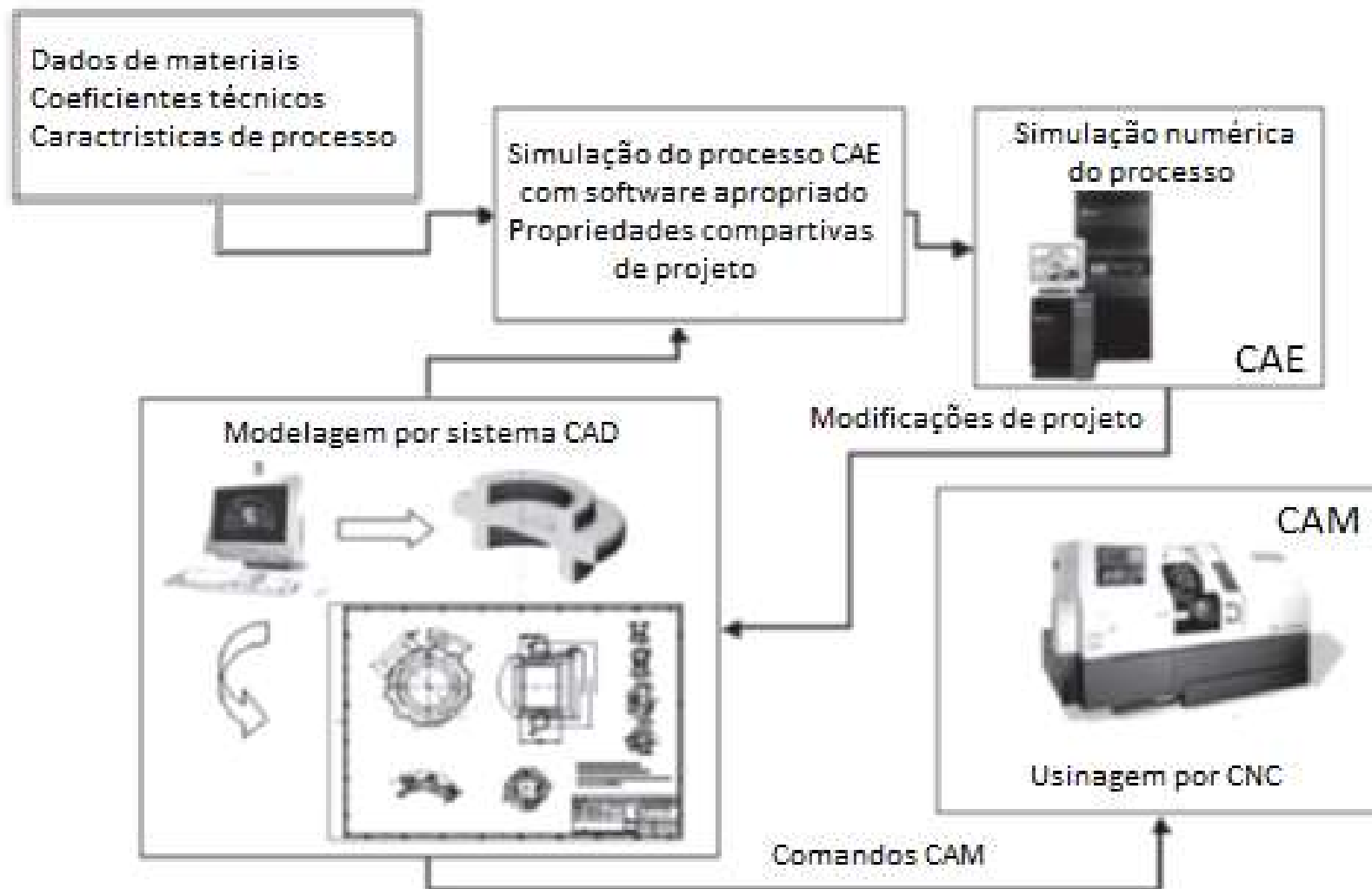
Figure 39.1 A schematic illustration of a computer-integrated manufacturing system. Source: U. Rembold, et al., *Computer-Integrated Manufacturing and Engineering*. Addison-Wesley, 1993.



Departamento de Qualidade

Item	Descrição	Valor	Tolerância	Status
1	...	...	...	OK
2	...	...	...	OK
3	...	...	...	OK
4	...	...	...	OK
5	...	...	...	OK
6	...	...	...	OK
7	...	...	...	OK
8	...	...	...	OK
9	...	...	...	OK
10	...	...	...	OK

Gráfico de controle estatístico de processo (CEP) mostrando a distribuição normal dos dados.



## CAD/CAM Flow Chart

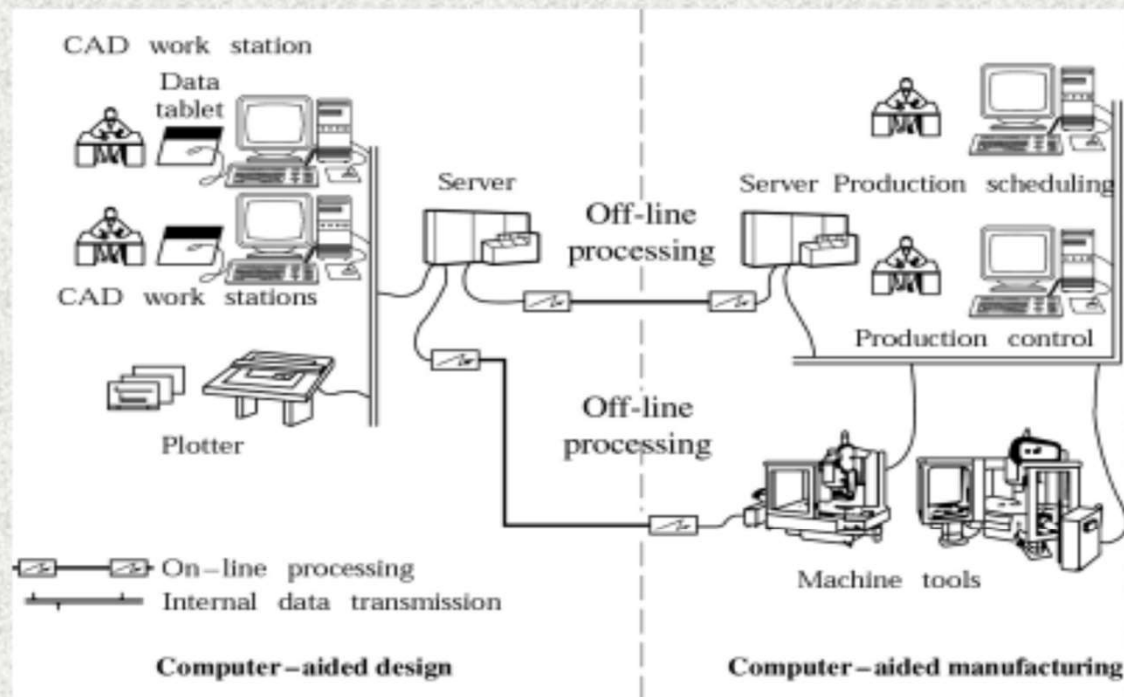


Figure 39.2 Information flow chart in CAD/CAM application.

# Processo de Otimização acoplado ao CAD

- A otimização de projetos empregando CAD envolve a aplicação de técnicas de análise e simulação para encontrar a melhor solução para um determinado problema de engenharia ou projeto.
- As técnicas de representação de sólidos são muito úteis na otimização de projetos, pois permitem que sejam criadas representações precisas e detalhadas de um objeto ou sistema, que podem ser analisadas e otimizadas de várias maneiras.
- A otimização é uma parte importante do processo de *design*, tendo como objetivo é minimizar custos, maximizar a eficiência, a produtividade e a qualidade do projeto.
- Uma das principais vantagens da otimização de projetos com CAD é a redução do tempo e custo do processo de design, permitindo que os engenheiros e projetistas encontrem soluções mais rapidamente e com menos tentativas e erros.

- Simulações numéricas, como a análise de elementos finitos, são uma maneira comum de aplicar as técnicas de representação de sólidos na otimização de projetos.
- Na análise de elementos finitos, o objeto é dividido em elementos menores e equações matemáticas são usadas para modelar seu comportamento em resposta a diferentes forças e condições.
- A modelagem paramétrica é outra abordagem para aplicar as técnicas de representação de sólidos na otimização, permitindo a definição de parâmetros que controlam a forma e as dimensões do objeto para testar diferentes configurações.

- A otimização topológica é outra aplicação das técnicas de representação de sólidos, envolvendo a reorganização da estrutura do objeto para reduzir seu peso ou melhorar sua rigidez.



# Projeto Generativo

- O Projeto Generativo é uma das técnicas utilizadas para aumentar o número de possíveis soluções analisadas de um determinado projeto, a fim de atender aos requisitos e parâmetros definidos para este projeto.
- É baseado em algoritmos que criam modelos a partir de um conjunto de regras e parâmetros de entrada, permitindo a criação de modelos complexos e otimizados para atender a determinados requisitos de desempenho.
- Projetistas ou engenheiros inserem metas de projeto no software de projeto generativo, juntamente com parâmetros como desempenho ou requisitos espaciais, materiais, métodos de fabricação e restrições de custo. O software explora todas as permutações possíveis de uma solução, gerando rapidamente alternativas de concepção do produto.



A máquina de inferência do projeto generativo é normalmente baseada em técnicas de Inteligência Artificial acoplado à análises de otimização, incluindo otimização topológica, Existem softwares comerciais que já fazem este tipo de análise, tais como:

NX das Siemens

Autodesk

PTC

Entre outros

<https://oneplm.com/generative-design-ebook/>

# Manufatura Auxiliada por Computador (CAM)

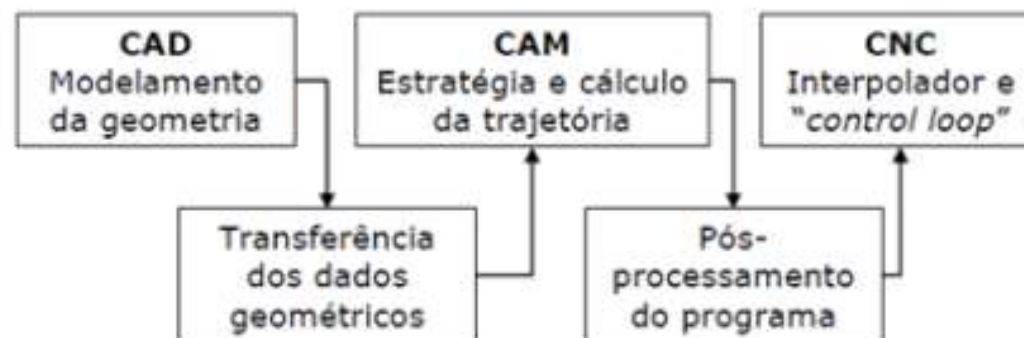
- A Manufatura Auxiliada por Computador (CAM) geralmente refere-se ao uso de aplicativos de software de computador com controle numérico (NC) na criação de instruções detalhadas (código G) que orientam ferramentas de máquina de controle numérico do computador (CNC) na manufatura de peças. Os fabricantes de diversas indústrias dependem dos recursos de CAM para produzir peças de alta qualidade.
- Uma definição mais ampla de CAM pode incluir o uso de aplicativos de computador que definem um plano de manufatura para projetos de ferramental, preparação de modelo de projeto auxiliado por computador (CAD), programação NC, programação de inspeção de máquina de medição coordenada (CMM), simulação da ferramenta da máquina ou pós-processamento. O plano é, então, executado em um ambiente de produção, como de gerenciamento de ferramentas de controle numérico direto (DNC), usinagem CNC ou execução de CMM.

- Dentre os benefícios do CAM, estão um plano de manufatura definido adequadamente, que oferece resultados esperados em produção:
  - Os sistemas CAM podem maximizar a utilização de uma ampla gama de equipamentos de produção, que inclui máquinas rotativas e multifunções de cinco eixos e alta velocidade, usinagem de descarga elétrica (EDM) e equipamento de inspeção CMM.
  - Os sistemas CAM podem auxiliar na criação, verificação e otimização de programas NC em prol da produtividade ideal de usinagem, bem como da automatização na criação da documentação de fábrica.

- Os sistemas CAM avançados, com integração de gerenciamento de ciclo de vida do produto (PLM), podem oferecer planejamento de manufatura e pessoal de produção com um gerenciamento de dados e processos que garante o uso dos recursos padrão e de dados corretos.
- Os sistemas CAM e PLM podem ser integrados a sistemas DNC para entrega e gerenciamento de arquivos, para máquinas CNC no chão de fábrica.

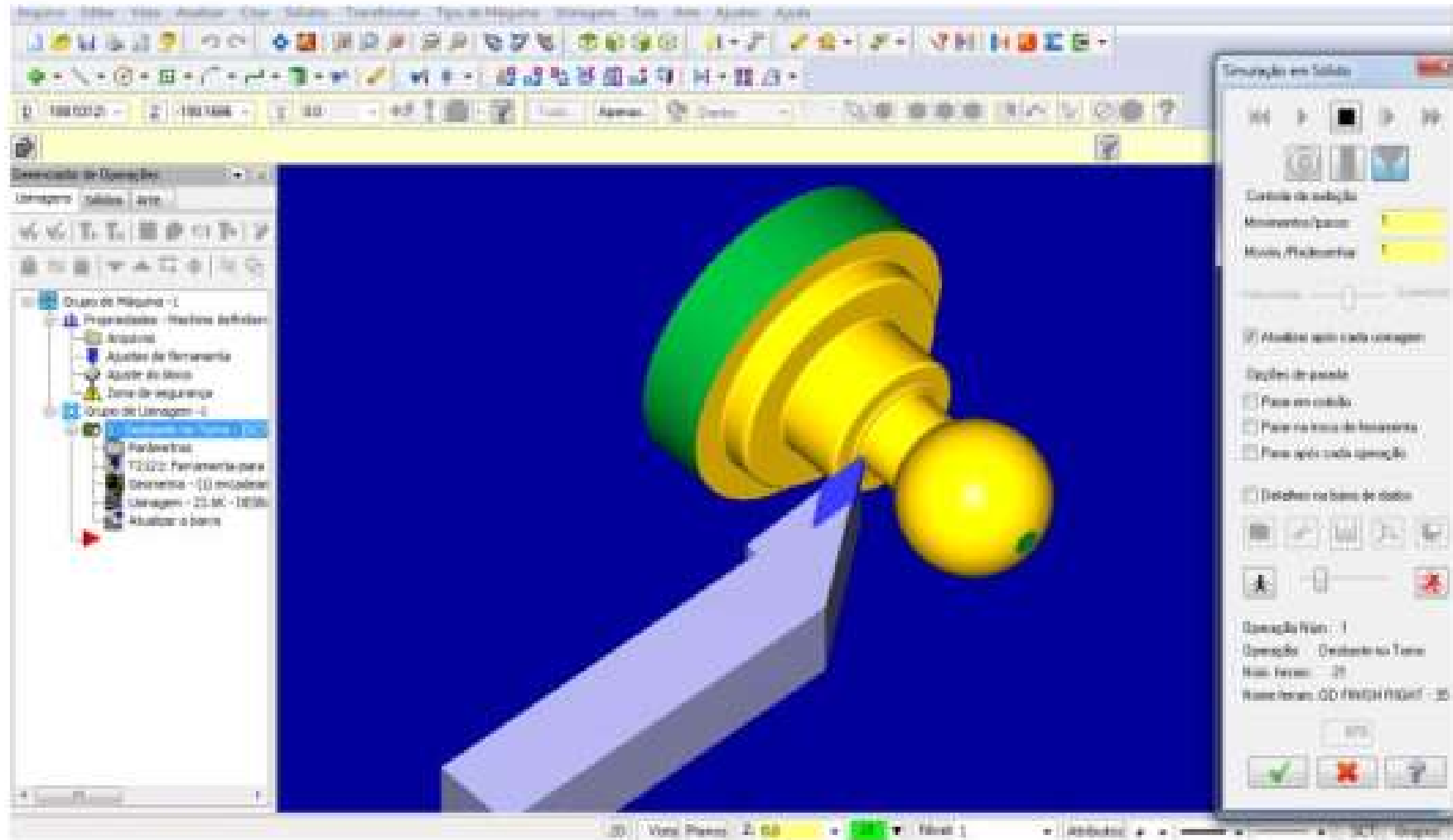
- *Softwares* CAM são basicamente ferramentas destinadas à área da fabricação, sendo utilizados na preparação para produção como interface a máquinas CNC. Esta ferramenta utiliza uma plataforma baseada no modelo CAD, na qual há o desenvolvimento da superfície geométrica necessária, estabelecendo assim uma rede de informações que facilita o processo de produção.

- 



# Etapas e Funcionalidades do Sistema CAM

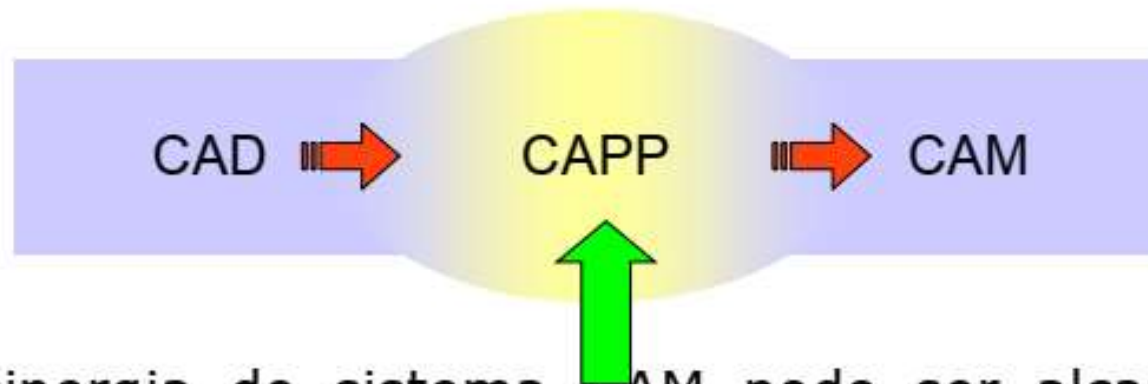






## Relação entre Sistemas CAPP, CAD e CAM

É a interface entre o processo de projeto e o processo de manufatura



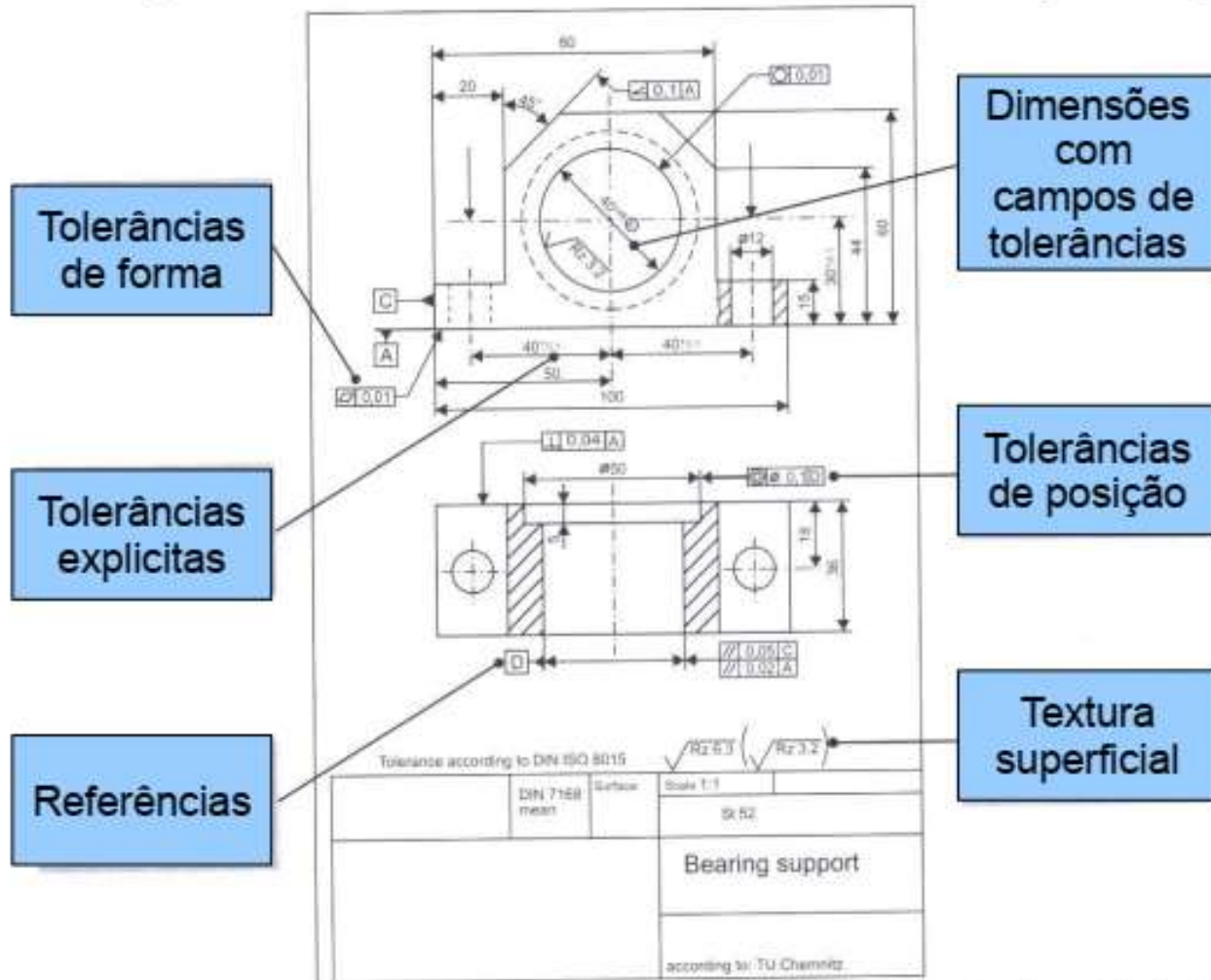
A sinergia do sistema CAM pode ser alcançada pela integração com o sistema CAD através da conexão estabelecida entre os dois pelo CAPP

## **Planejamento do Processo - usinagem -**

Essa sequência inicia-se com o estudo do desenho de fabricação da peça a usinar, observando-se:

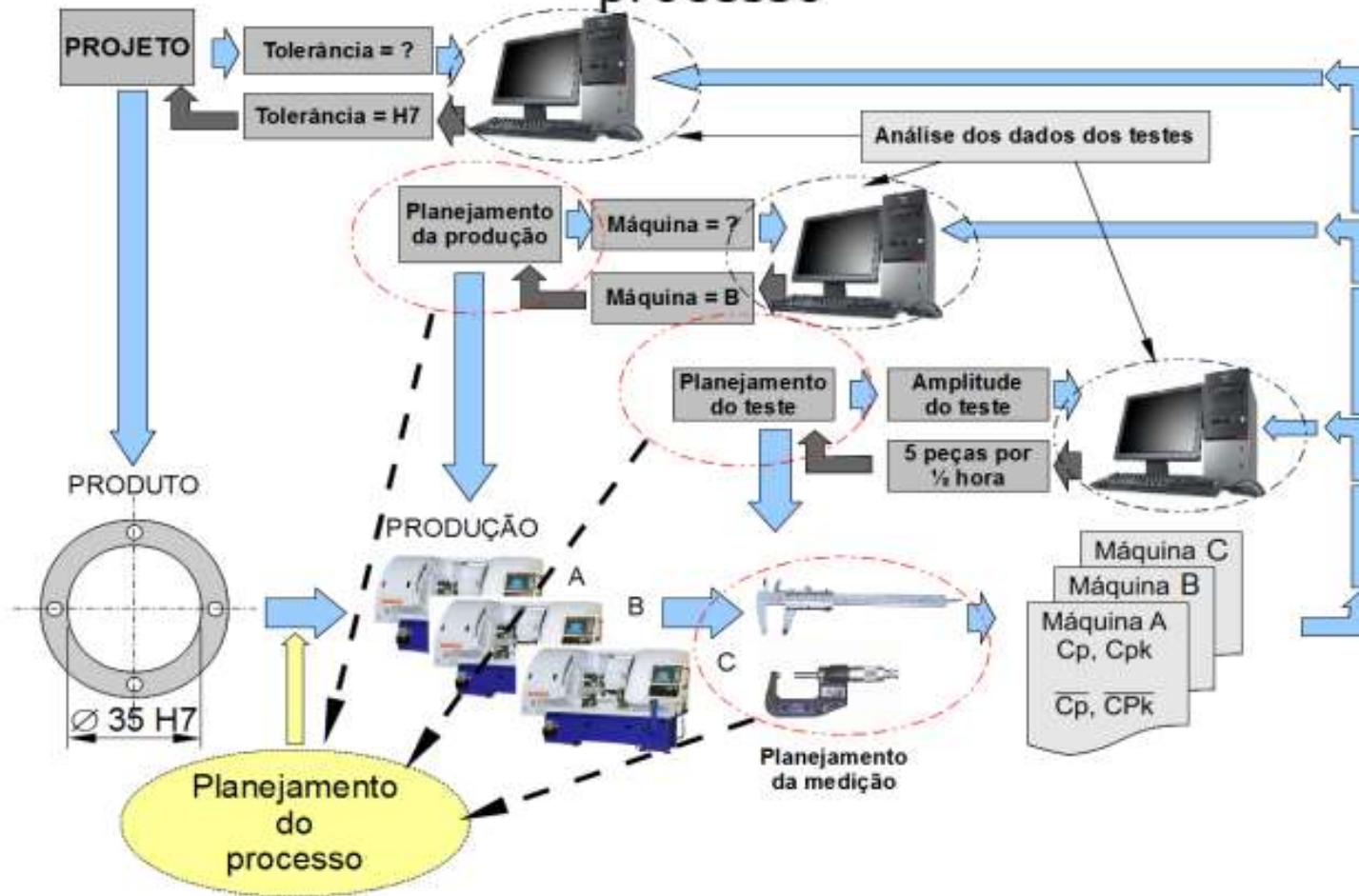
- Processo posterior a usinagem
- Tamanho do lote
- Prazo do lote
- Máquinas, ferramentas e ferramental disponíveis
- Qualificação da mão de obra
- Custo máximo aceitável
- Instrumentos de medição disponíveis

# Informações constantes em um desenho de produção



Pfeifer, T. Production Metrology, 2002

# Controle do processo e medição no planejamento do processo



Adaptado de Pfeifer, T. Production Metrology, 2002

