



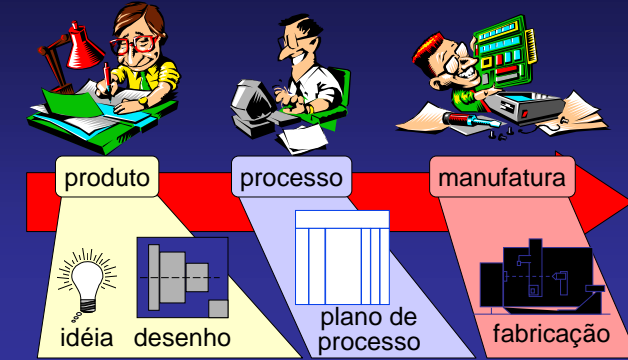
# Planejamento de Processo Assistido por Computador

Prof. Henrique Rozenfeld  
NUMA EESC USP

## Índice da apresentação

- Planejamento de processo
- Razões para o CAPP e seus tipos
- Funcionalidade
- Exemplos e cases
- Benefícios

## Localização do planejamento de processo



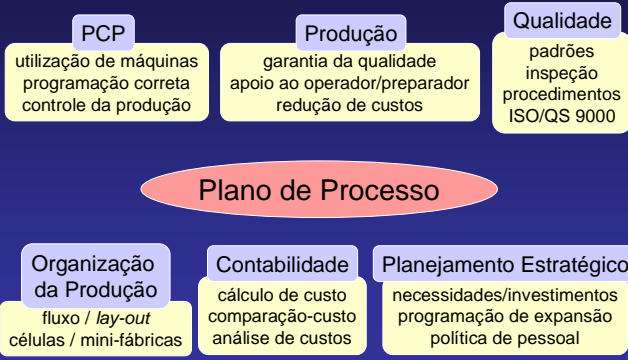
produto      processo      manufatura

idéia    desenho    plano de processo    fabricação

## Planejamento de Processo Definição e Localização

- Ligação entre Projeto e Produção
- Obtém Informações para o Planejamento da Produção
  - seqüência de operações
  - máquinas / estações de trabalho
  - tempos
- Produz todas as informações / documentos para o chão-de-fábrica
- Elemento Integrador

## Conseqüência do emprego de planos de processo



**PCP**  
utilização de máquinas  
programação correta  
controle da produção

**Produção**  
garantia da qualidade  
apoio ao operador/preparador  
redução de custos

**Qualidade**  
padrões  
inspeção  
procedimentos ISO/QS 9000

**Plano de Processo**

**Organização da Produção**  
fluxo / lay-out  
células / mini-fábricas

**Contabilidade**  
cálculo de custo  
comparação-custo  
análise de custos

**Planejamento Estratégico**  
necessidades/investimentos  
programação de expansão  
política de pessoal

## Plano de Processo

- Documenta os resultados de planejamento
- Possui 2 níveis de detalhamento
  - Plano Macro
  - Detalhamentos de Operação
- Cada empresa utiliza um tipo específico
- Normalmente a sua definição não é sistemática
- Em cada empresa tem um nome específico
  - folha de processos
  - roteiro de fabricação
  - folha de instruções e etc.....



## Funções do planejamento de processo

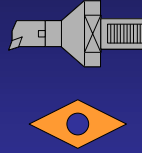


- determinar:
  - operações e sua seqüência;
  - máquinas e equipamentos;
  - ferramental;
  - condições de usinagem;
  - tempos;
  - programa CN;
  - sobremetal;
  - tolerâncias de fabricação;
  - instruções (sub-operações) e ilustrações para fabricação, montagem set-up e controle;
  - gráfico de fluxo de produção

## Tipos de informações sobre ferramentas

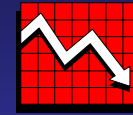


### Estáticos



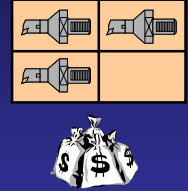
- dimensões
- geometria
- forma

### Estatísticos



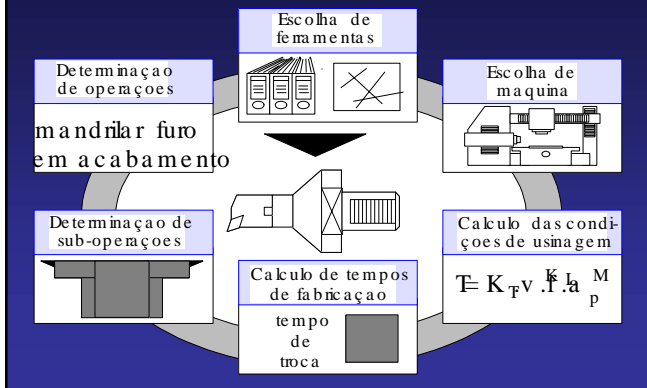
- vida
- freqüência de uso
- afiação

### Dinâmicos

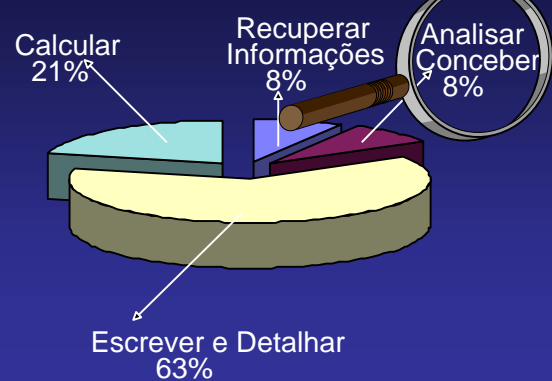


- estoque
- custos
- localização

## Funções que recebem influência das ferramentas



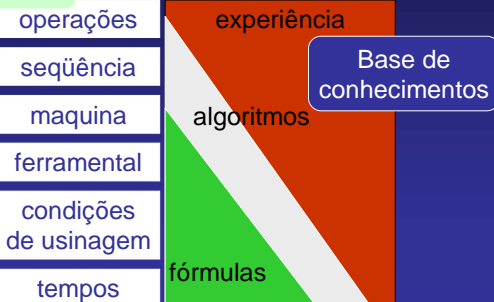
## Planejamento Convencional - Divisão de Tarefas



## Características de algumas funções de planejamento



### Funções de planejamento



## Índice da apresentação



- Planejamento de processo
- Razões para o CAPP e seus tipos
- Funcionalidade
- Exemplos e cases
- Benefícios

## Razões para se aplicar CAPP



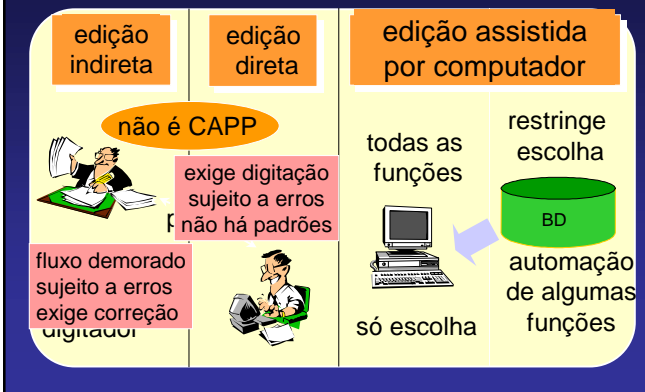
- possibilidade de integração com outros setores da empresa
- necessidade de base de informações padronizadas e "inteligentes"
- busca pela qualidade da informação e domínio do processo produtivo (ISO/QS 9000)
- reutilização sistemática de informações
- maior produtividade de planejamento
- escassez de especialistas
- rápida adaptabilidade a mudanças
- obtenção precisa e rápida de orçamentos

## Tipos de CAPP



- CAPP Generativo Interativo
- CAPP Variante
- CAPP Generativo Automático
- CAPP Híbrido

## CAPP Generativo Interativo



## Vantagens do CAPP Generativo Interativo



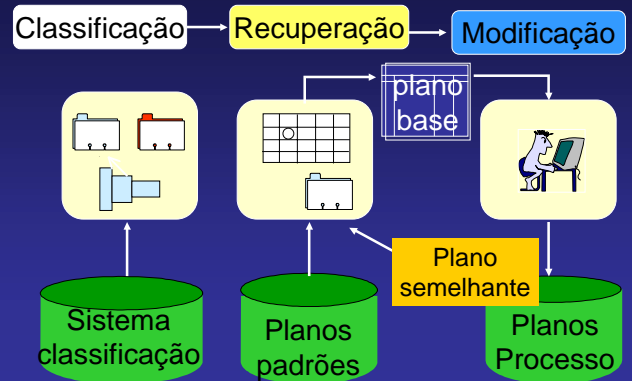
- Qualquer processo
- Qualquer peça
- Bem flexível
- Facilmente adaptável
- Implantação fácil
- Sistematização simples
- Utilização simples e amigável

## Desvantagens do CAPP Generativo Interativo



- Pouca automação
- Baixa produtividade
- Sem integração com CAD
- Poucas regras
- Sem recuperação do conhecimento anterior
- Depende do processista

## CAPP Variante



### Vantagens do CAPP Variante



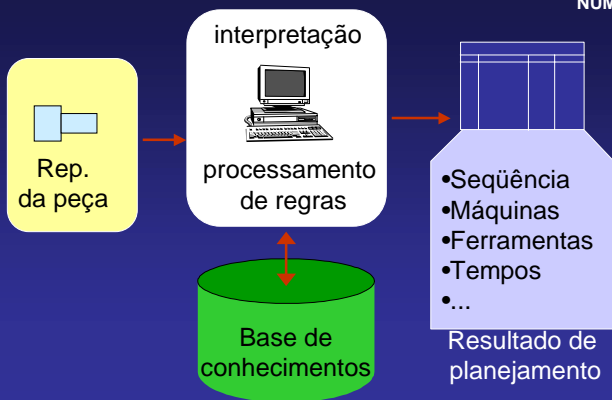
- Qualquer processo
- Qualquer peça
- Velocidade de planejamento
- Resultados padronizados
- Maior retorno
- Fácil utilização

### Desvantagens do CAPP Variante



- Preparação demorada e cara
- Pouco flexível
- Nem sempre viável
- Pouco integrado com CAD
- Atualização de padrões complexa
- Baixa adaptabilidade a mudanças
- Depende de procedimentos humanos

### CAPP Generativo Automático



### Vantagens do CAPP Generativo Automático



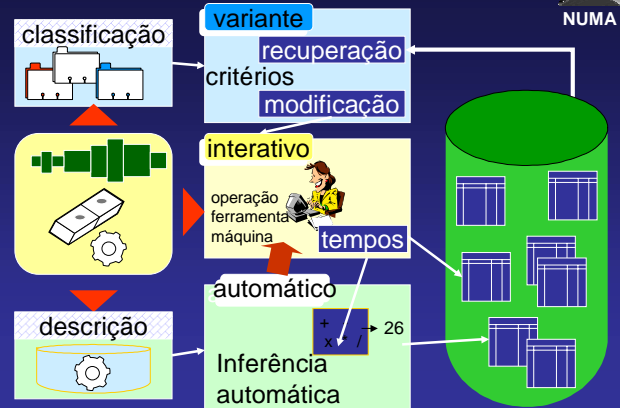
- Repetibilidade
- Alta produtividade
- Resultados padrões
- Integrados ao CAD
- Grande retorno
- Sem interferência humana

### Desvantagens do CAPP Variante



- Peças específicas
- Funções específicas
- Inflexível
- Baixa adaptabilidade
- Nem sempre viável
- Sistematização complexa
- Sem interferência humana

### Sistema CAPP Híbrido



## Requisitos para um sistema CAPP



- Otimizar o trabalho do processista
- Simples aplicação e utilização
- Automatizar o repetitivo e trabalhoso, mas que não exija regras complexas
- Permitir uso específico e variado
- Fácil integração
- Rodar em plataforma padrão
- Trabalhar com base de dados

## Índice da apresentação



- Planejamento de processo
- Razões para o CAPP e seus tipos
- Funcionalidade
- Exemplos e cases
- Benefícios

## Funções típicas de um sistema CAPP híbrido



- Funções de planejamento de processo
- Funções elementares de planejamento
- Funções auxiliares
- Funções complementares

## Funções típicas de um sistema CAPP híbrido



- **Funções de planejamento de processo.**  
Determinar e/ou apoiar a definição de:
  - operações e sua seqüência;
  - máquinas e equipamentos;
  - ferramental;
  - condições de usinagem;
  - tempos;
  - programa CN;
  - sobremetal;
  - tolerâncias de fabricação;
  - instruções (sub-operações) e ilustrações para fabricação, montagem set-up e controle;
  - gráfico de fluxo de produção

## Funções típicas de um sistema CAPP híbrido



- **Funções elementares de planejamento.**
  - Definir objetos, parâmetros, padrões
  - Editar processo com base em padrões
  - Definir/processar fórmulas, tabelas, regras
  - Gerenciar variáveis
  - Interpretar features e parâmetros
  - Compartilhar informações (objetos) com outros sistemas
  - Apresentar resultados (interface gráfica)
  - Acessar base de dados

## Funções típicas de um sistema CAPP híbrido



- **Funções auxiliares.**
  - Check-in e check-out (cofre - vault)
  - Gerenciar usuários e acessos
  - Gerenciar histórico de modificações
  - Definir e controlar workflow e status
  - Imprimir documentos/relatórios específicos
  - Visualização na web
  - Importar / exportar dados

## Funções típicas de um sistema CAPP híbrido



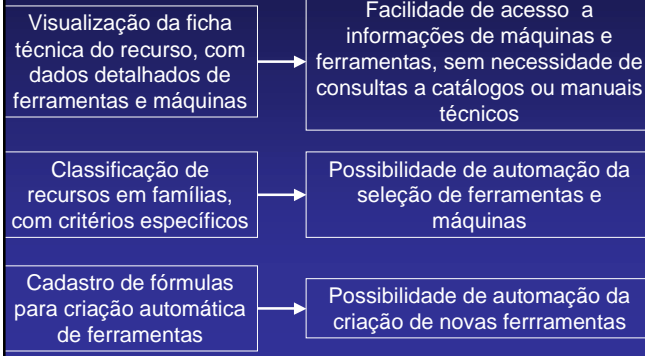
### • Funções complementares.

- Gerenciar itens / BOM
- Classificar itens e formar famílias
- Where-used e modificação em massa
- Gerenciar ferramentas
- Simular custo
- Gerenciar docs e emissão de cópias
- Trabalhar integrado com CAD,CAM,ERP
- Configurações específicas

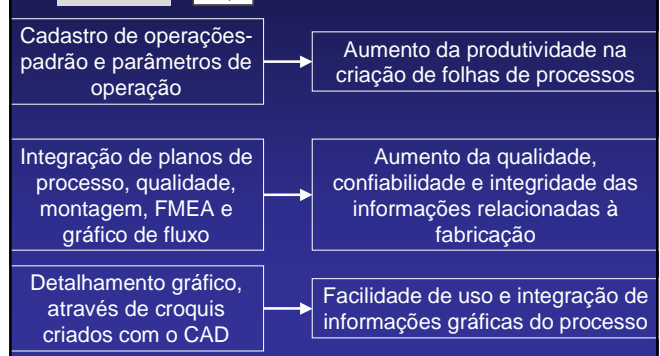
## Caracterização de algumas funções e sua importância 1



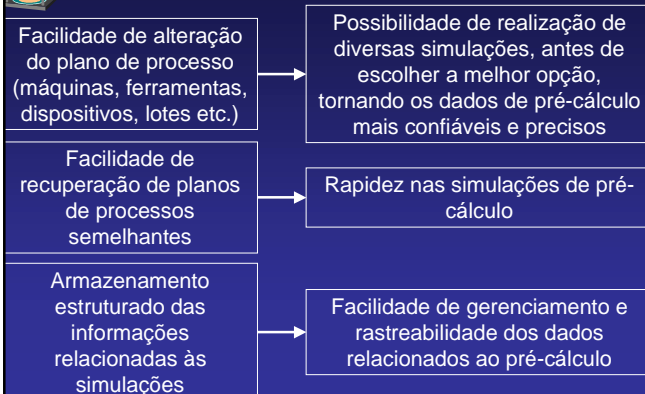
## Caracterização de algumas funções e sua importância 2



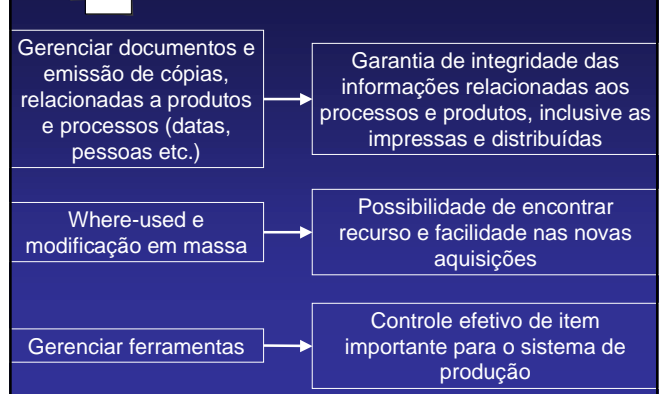
## Caracterização de algumas funções e sua importância 3



## Caracterização de algumas funções e sua importância 4



## Caracterização de algumas funções e sua importância 5



## Índice da apresentação

NUMA

- Planejamento de processo
- Razões para o CAPP e seus tipos
- Funcionalidade
- Exemplos e cases
- Benefícios

## Obtenção do roteiro de fabricação

NUMA

Editor de Processos Macro

Peça: E759 Máquina: M/rotequin  
Plano: B Revisão: 4 Status: EP

Seq.	Máq.	Descrição	T.Prepar.	T.Fabric.
10.000	B13	INSPECIONAR RECEBIMENTO	1	0
20.000	TU-01	TORNEAR	0	0
20.001	TU-01	Executar 1 furo(s) de centro de Ø 5 mm	20	0,5
20.001	TU-01	Executar 1 furo(s) de centro de Ø 5 mm	20	0,5
20.002	TU-01	Tornear externo Ø 12 mm x 20 mm, com sobre metal 0,5 mm	16,7	3,766
20.003	TU-01	Tornear externo Ø 14 mm x 30 mm em acabamento	0	2,198
30.000	CU-01	FRESAR	0	0
30.001	CU-01	Fresar canal Injeção estática, Ø 5 mm, perim. 50 mm, prof. 3 mm	30	1,25
40.000	MTTO	TRATAMENTO TÉRMICO - TEMPEAR	40	0
50.000	B01	LAVAR E SECAR	0	60
60.000	B13	INSPECIONAR	0	50
70.000	RC-01	RETIFICAR	20	30

## Detalhamento do roteiro de fabricação

NUMA

Fotos

Plano de setup (CAD)

Plano de Inspeção

## Detalhamento do roteiro de fabricação

NUMA

PLANO DE CONTROLE

FMEA

E MAIS...

- Carta de CEP
- Instrução de operação
- Histórico de revisões
- Plano de montagem
- Plano de set-up
- Plano de preparação ferramenta
- Plano de sub-operações
- Folha de registro de controle
- Diagrama de fluxo de processo

## Manutenção dos roteiros

NUMA

Novo parâmetro de processo: material, máquina, oper....

trocar A por B ?

where-used inteligente

localizar efeito da alteração

confirmar alteração

log

automática/e status = em revisão

regras

log

recálculo autom oper/parâmetro

liberar roteiros em massa

status = liberado

## Princípio de Orçamento/Cotação

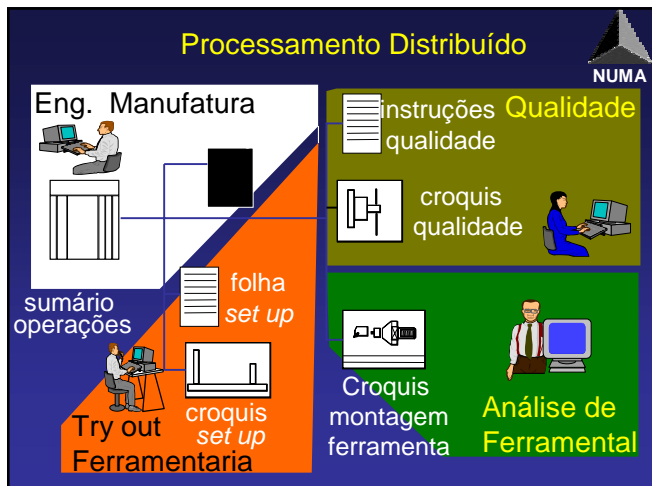
NUMA

processo de montagem

processo de fabricação

- costing roll-up
- cálculo lote mínimo
- recálculo on-line
- simulação para diferentes níveis e lotes
- consulta às fontes de cálculo (roteiros, mat..)

\$ material



- ### Cases reais
- Metal Leve - bronzinas, cálculo automático de ferramentas, grande retorno
  - Cofap - caixa de direção, QS 9000
  - Cummins - motores, documentação extensa
  - NEC - muitas cotações, grande retorno
  - Furokawa - cálculo automático de operação
  - Eaton - várias unidades, integração ERP
  - Embraco - integração ERP

- ### Índice da apresentação
- Planejamento de processo
  - Razões para o CAPP e seus tipos
  - Funcionalidade
  - Exemplos e cases
  - Benefícios

- ### Benefícios qualitativos 1 (das razões para se aplicar CAPP)
- integração com outros setores da empresa
  - base de informações padronizadas e "inteligentes"
  - busca pela qualidade da informação e domínio do processo produtivo (ISO/QS 9000)
  - reutilização sistemática de informações
  - maior produtividade de planejamento
  - escassez de especialistas
  - rápida adaptabilidade a mudanças
  - obtenção precisa e rápida de orçamentos

- ### Benefícios qualitativos 2
- Planejamento 3 a 70 vezes mais rápido
  - Cotações fora do ambiente de produção
  - Agilidade em estudos processos alternativos
  - Precisão nas decisões "Make or Buy"
  - Padronização nos tempos de manufatura
  - Aproveitamento de dados semelhantes
  - Facilidade em estudos de redução de custos
  - Possibilidade de Atividades Distribuídas
  - Maior confiabilidade de informações na produção
  - Procedimentos/documentação conforme ISO/QS 9000
  - Integração com sistemas CAD, CAM, ERP, etc.

- ### Benefícios qualitativos 3
- Padronização dos documentos no chão-de-fábrica (melhor lay-out) com redução de papel
  - Hierarquia para aprovação de roteiros
  - Controle eficaz de revisões em vários níveis
  - Cálculos automatizados (confiabilidade/repetibilidade)
  - Roteiros e estruturas parametrizadas, integradas e variáveis
  - Segurança dos dados
  - Tradução automática de padrões
  - Diminuição de problemas com especificação de ferramental
  - Memória técnica preservada

## Benefícios Quantitativos

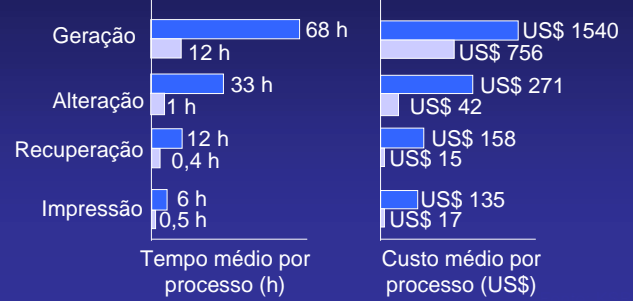


- redução do esforço do planejamento de processos **58%**
- economia de refugos **12%**
- redução estoque em processo **10%**
- economia de materiais **10%**
- economia de compra de ferramentas **6%**
- economia mão-de-obra direta **4%**

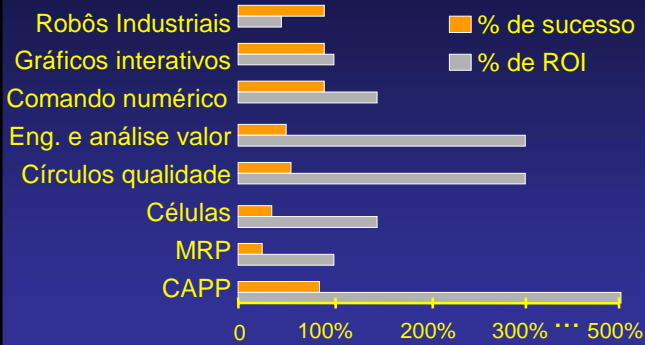
## Benefícios Quantitativos



Planos Detalhados ou Compatíveis QS-9000  
(cerca de 25 páginas com desenhos, etc.)



## Comparativo: Sucesso e ROI



Fonte: Center for Manufacturing Technology