

*Aplicação da tecnologia CAPP em
empresas de série unitária.*



Carlos Eduardo Serrano Ribeiro

Dissertação apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Engenharia Mecânica.

Orientador: Prof. Dr. - Ing. Henrique Rozenfeld

**São Carlos
1997**

Class.	TESE - EESC
Curr.	4756
Tombo	T000698

31100006937

S/S 942848

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Tratamento
da Informação do Serviço de Biblioteca - EESC-USP

R484a Ribeiro, Carlos Eduardo Serrano
Aplicação da tecnologia CAPP em empresas de
série unitária / Carlos Eduardo Serrano Ribeiro.
-- São Carlos, 1997.

Dissertação (Mestrado) -- Escola de Engenharia
de São Carlos-Universidade de São Paulo, 1997.
Área: Engenharia Mecânica
Orientador: Prof. Dr. Henrique Rozenfeld

1. CAPP. 2. Manufatura. 3. Empresas de série
unitária. I. Título.

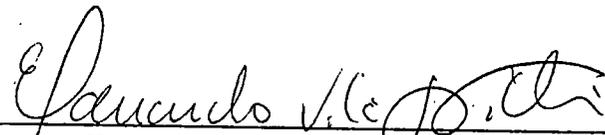
FOLHA DE APROVAÇÃO

Candidato: Engenheiro **CARLOS EDUARDO SERRANO RIBEIRO**

Dissertação defendida e aprovada em 03-10-1997
pela Comissão Julgadora:



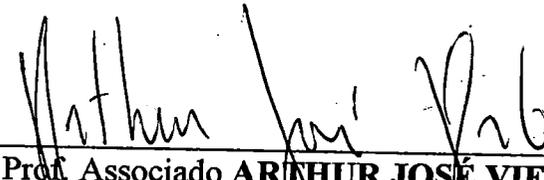
Prof. Titular **HENRIQUE ROZENFELD (Orientador)**
(Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo)



Prof. Doutor **EDUARDO VILA GONÇALVES FILHO**
(Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo)



Prof. Doutor **JOÃO AMATO NETO**
(Escola Politécnica - Universidade de São Paulo)



Prof. Associado **ARTHUR JOSÉ VIEIRA PORTO**
Coordenador da Área de Engenharia Mecânica



JOSÉ CARLOS A CINTRA
Presidente da Comissão de Pós-Graduação

**Dedico este trabalho a minha família
pelo carinho, afeto e dedicação de
todos os dias.**

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, professor e amigo Henrique Rozenfeld, pelos ensinamentos técnicos e humanos transmitidos durante anos.

Aos amigos Haroldo Thomas Kerry Jr e Alexandre Salgado Lino de Almeida pelo companheirismo e de todas as horas.

Aos amigos da KSR pelo prazer em vê-los lutar pelos seus objetivos com integridade e competência.

Ao Idelmo, Yuji, Rimari, Domingos, Viviani, e outros companheiros da NEC pela confiança no meu trabalho e ensinamentos transmitidos.

Aos amigos do projeto CIM (ITI's, DTI's, Mestrandos e Doutorandos), atuais e os já formados, que tornaram o nosso ambiente de trabalho especial.

Um agradecimento especial ao Delson, coordenador do meu primeiro trabalho de CAPP, pelas noitadas de SADT, Projetos Funcionais e muita alegria.

A minha namorada Karla, pela amizade e carinho de todos os dias.

A todos os brasileiros que contribuíram para os meu estudo e minha dissertação financiando através do CNPQ e da Universidade de São Paulo.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	vii
ABREVIATURAS e GLOSSÁRIO	viii
RESUMO	ix
ABSTRACT	x
1. Introdução	1
1.1. Localização e relevância	1
1.2. Objetivo do trabalho	2
1.3. Organização do trabalho	3
2. Planejamento do processo de fabricação por computador	4
2.1. Localização da atividade de Planejamento do Processo	4
2.1.1. Interface com o Projeto do Produto	4
2.1.2. Interface com Vendas	5
2.1.3. Interface com o PCP	5
2.1.4. Interface com a Produção	5
2.2. Plano de Processo	6
2.3. Importância do Plano de Processo	10
2.4. Atividade de Planejamento do Processo	11
2.4.1. Especificação de dados organizacionais	11
2.4.2. Determinação da peça em bruto	11
2.4.3. Determinação das operações e sua seqüência	12
2.4.4. Determinação de sub-operações	13
2.4.5. Determinação de instruções de qualidade	14
2.4.6. Determinação do ferramental	14
2.4.7. Determinação de máquinas e equipamentos	15
2.4.8. Determinação da qualificação de operadores	15
2.4.9. Determinação de condições de trabalho	16
2.4.10. Cálculos de tempos de fabricação	16
2.4.11. Determinação do FMEA - Análise de modo de falhas e seus efeitos	16
2.5. Níveis Estruturais no Planejamento do Processo	17
2.6. Planejamento do Processo Convencional	18
2.7. Justificativas para o Uso do Computador	19
2.8. Métodos de Planejamento de Processo	23
2.8.1. Planejamento do Processo Manual	23
2.8.2. Planejamento do Processo Generativo Interativo	23

2.8.3.Planejamento do Processo Variante	24
2.8.4.Planejamento do Processo Generativo Automático	25
2.8.5.Planejamento do Processo Híbrido	26
2.9.Evolução do CAPP	26
2.10.Interfaces do CAPP	28
2.10.1.Interface CAD/CAPP	28
2.10.2.Interface CAM/CAPP	29
2.10.3.Interface PCP E CUSTOS/CAPP	29
2.11.Sistemas CAPP existentes	30
2.11.1.Sistema AutoCapp	31
2.11.2.Sistema CAPPE	31
2.11.3.Sistema Micrograph	33
2.11.4.MetCAPP (Computer-Aided Process Planning System)	33
2.11.5.SuperCAPPE (Computer Aided Process Planning and Estimating)	35
2.11.6.PART (Planning of Activit, Resources and Technology)	36
2.11.7.Sistema PROCESS INNOVATOR	38
2.12.Planejamento do Processo em produção não seriada	38
2.12.1.Sistemáticas de Implantação de CAPP	39
3. <i>Metodologia de Trabalho</i>	40
3.1.Diagnóstico	40
3.2.Definição da concepção do sistema	40
3.2.1.Definição dos requisitos a serem atendidos pelo CAPP	41
3.2.2.Definição do sistema a ser adotado	41
3.2.3.Definição dos sistemas auxiliares	42
3.2.4.Definição das interfaces do sistema	42
3.2.5.Definição dos métodos de trabalho	43
3.2.6.Definição da estrutura de pessoal e sua qualificação	43
3.3.Medidas de sistematização	43
3.4.Instalação e operação em produção	49
3.4.1.Instalação do sistema	49
3.4.2.Adaptação do sistema	50
3.4.3.Preparação da base de dados	50
3.4.4.Testes e Pilotos	50
3.4.5.Treinamentos de usuários finais	51
3.4.6.Operação do sistema	51
4. <i>Diagnóstico</i>	52
4.1.Descrição da empresa	52
4.2.Forma de trabalho da Engenharia	52
4.3.Tecnologias e sistemas disponíveis	53
4.4.Problemas existentes	53
4.5.Justificativas para aplicação do computador	55

LISTA DE FIGURAS

- 1.1 - Representação do ambiente externo às empresas de manufatura
- 2.1 - Localização simplificada do Planejamento do Processo
- 2.2 - Exemplo de um plano de processo
- 2.3 - Nível ótimo de planejamento do processo
- 2.4 - Nível de informações no planejamento do processo
- 2.5 - Importância do Plano de Processo
- 2.6 - Exemplo de croqui e sub-operações
- 2.7 - Planejamento Macro e Detalhamento
- 2.8 - Distribuição do tempo no planejamento do processo
- 2.9 - Caos computacional no planejamento do processo
- 2.10 - Método Interativo
- 2.11 - Método Variante
- 2.12 - Método Generativo Automático
- 2.13 - Módulos do sistema CAPPE
- 3.1 - Fases de operação de um sistema
- 4.1 - Diagrama de causa e efeito
- 5.1 - Interligação de dados do sistema CAPP
- 5.2 - Cadastro de produtos do sistema CAPPE
- 5.3 - Módulo de cadastro de recursos do sistema CAPPE.
- 5.4 - Módulo de cadastro de regras de cálculo do sistema CAPPE
- 5.5 - Editor de processos do sistema CAPPE.
- 5.6 - Módulo de orçamentos industriais do sistema CAPPE
- 5.7 - Módulo de Classificação do sistema CAPPE
- 6.1 - Fluxo de informações da Divisão Mecânica
- 7.1 - Resultados da Implantação

5. Concepção da Solução	56
5.1. Requisitos para implantação	56
5.2. Definição do sistema CAPP	57
5.2.1. Cadastro de Produtos e Estruturas	57
5.2.2. Cadastros de Recursos de Manufatura	58
5.2.3. Cadastro de regras de cálculos de tempos e variáveis	59
5.2.4. Confeção de planos de processos	60
5.2.5. Orçamentos industriais	61
5.2.6. Classificação de Produtos	62
6. Sistematização	64
6.1. Organização	64
6.2. Definições sobre os dados do Plano de Processos	64
6.3. Cadastramento de recursos e operações	65
6.4. Integração e fluxo de informações	65
6.5. Definição e cadastro de fórmulas de tempos	67
6.6. Cadastramento em famílias	67
6.7. Documentação da rotina de trabalho	67
7. Operação do Sistema e Resultados Obtidos	68
8. Conclusão	70
Referências Bibliográficas	71
ANEXOS	79
Anexo A- Exemplos de folhas de planos de processo encontrados em empresas nacionais.	80
Anexo B- Escolha do sistema CAPPE pela Divisão Mecânica	84
Anexo C- Plano de Processo adotado na Divisão Mecânica	86
Anexo D- Exemplo do Operações na Divisão Mecânica	89
Anexo E- Exemplo de famílias de máquinas na Divisão Mecânica	97
Anexo F- Exemplo de famílias de ferramental na Divisão Mecânica	100
Anexo G- Exemplo de regras de tempos da Divisão Mecânica	101
Anexo H- Tabela de Sistema CAPP	105

ABREVIATURAS e GLOSSÁRIO

CAD - Computer Aided Design - projeto assistido por computador

CAE - Computer Aided *Engineering* - engenharia assistida por computador

CAM - Computer Aided Manufacturing - manufatura assistida por computador

CAPP - Computer Aided Process Planning - planejamento do processo assistido por computador

CN - Programa comando numérico

FMEA - Failure Mode and Effects Analysis - análise de modo de falhas e seus efeitos

IA - Inteligência Artificial

PCP - Planejamento e Controle da Produção

PDM - *Product Data Management* - gerenciamento de dados de produtos

Plano de Processo - Documento gerado pelo Planejamento do Processo com informações de fabricação

Processista - responsável pela atividade de gerar planos de processos de fabricação

TG - Tecnologia de Grupo

RESUMO

Ribeiro, C.E.S. *Aplicação da tecnologia CAPP em empresas de série unitária*. São Carlos, 1997, Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

A competitividade cada vez mais acirrada e globalizada tem forçado as empresas a desenvolver produtos com maior qualidade em um menor tempo. Para isto, elas passaram a utilizar técnicas e tecnologias de ponta na manufatura de seus produtos, que envolvem desde a concepção do produto e definição de planos de processos até sua efetiva produção. A atividade de desenvolvimento de novos produtos é o ponto primordial neste contexto.

A aplicação de sistemas CAPP (*Computer Aided Process Planning*) surge para dar maior agilidade e qualidade na geração das informações contidas nos planos de processos. Porém, cada empresa possui uma cultura particular de criação, documentação e emissão de planos de processos. Desta forma, faz-se necessário a implantação de um sistema CAPP flexível que se adeque ao ambiente no qual ele está inserido. Até hoje, essa tecnologia foi pouco difundida, devido às limitações da tecnologia de informação, pois cada usuário possui necessidades específicas.

O objetivo deste trabalho é apresentar um caso prático da aplicação da tecnologia CAPP em uma empresa com alta variedade de itens e baixa série de produção. O trabalho relata os procedimentos utilizados na sistematização das informações e resultados alcançados.

Palavras chave: Plano de processo, Sistematização, Planejamento do processo, Planejamento do processo assistido por computador (CAPP).

ABSTRACT

Ribeiro, C.E.S. *CAPP technology application on unitary batch size manufacturing enterprises*. São Carlos, 1997, Dissertação (Mestrado)- São Carlos Engineering School, University of São Paulo.

Each day the competitiveness gets tougher and global, and that has pushed enterprises to develop products with more quality in less time. In such a way, the use of advanced techniques and technologies at their product's manufacturing has been largely employed. Such techniques and technologies embrace from product's conception and process plans definition to shop floor production. The activity of new products development is a main point in this context.

CAPP (Computer Aided Process Planning) systems application appears to give more agility and quality on process plans information generation. Each enterprise has its own particular culture for creation, generation and emission of the process plans. In this way, it is necessary the implantation of a flexible CAPP system that can be adapted to the environment in which it is inserted. Till now this technology has not had a wide spread, mainly due to information technology limits, because each user has specific needs.

The objective of this work is to present a practical case of CAPP technology application on an enterprise with high product variety and low batch size production. The work shows the procedures used on information systematization and acquired results.

Key words: Process plan, Systematization, Process planning, Computer aided process planning (CAPP).

1.Introdução

1.1.Localização e relevância

A globalização da economia tem induzido mudanças profundas no contexto mundial, afetando diretamente as empresas de manufatura. O Brasil se posicionou favorável a globalização, diminuindo suas barreiras fiscais, fazendo com que a oferta de produtos aumentasse significativamente. A oferta de diversos produtos para a mesma finalidade, por vez, fez com que a concorrência se elevasse.

A concorrência já pode ser sentida principalmente nas indústrias automobilísticas e de telecomunicações, onde teremos praticamente todas as marcas mundiais destes setores fabricando ou montando seus produtos no Brasil.

Segundo MUSETTI, 1995 , este novo cenário competitivo obriga o setor a adotar novos parâmetros, como a flexibilidade, a integração e a qualidade. Desta forma, o setor produtivo é pressionado a buscar uma maior eficiência de mercado, através da utilização de tecnologias avançadas, de redução de custo e prazos de entrega, do aumento da produtividade e da flexibilidade, preparando-se estratégica e operacionalmente, para este emergente aumento da competitividade.

Uma representação de um ambiente externo às empresas de manufatura pode ser vista na figura 1.1.

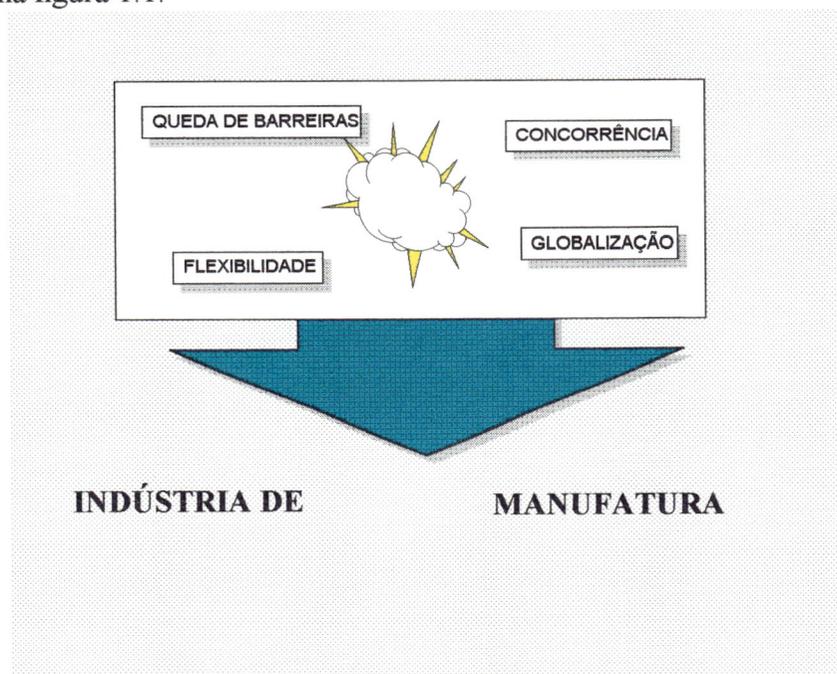


Figura 1.1- Representação do ambiente externo às empresas de manufatura

Atualmente aplicam-se várias ferramentas para se encurtar os ciclos de desenvolvimento de produtos, garantindo-se ao mesmo tempo um mínimo custo e

uma maior qualidade. As tecnologias mais conhecidas e utilizadas aqui são CAE, CAD e CAM. Atualmente aplicam-se também sistemas PDM para gerenciamento do ciclo de desenvolvimento. Essas ferramentas, no entanto, devem ser utilizadas em conjunto com técnicas e métodos apropriados para que o sucesso da sua implantação seja garantido.

A aplicação do CAD de maneira sistematizada, ou seja, com o apoio de uma estratégia de gerenciamento de desenhos e recuperação de informações, juntamente com técnicas para levantamento de padrões e objetos parametrizáveis, mostra-se produtivo. Assim também se comporta o CAM, quando se definem programas automáticos para realizar operações repetitivas e têm-se uma base de dados de ferramentas e condições de corte organizada.

Existe, entretanto, uma lacuna entre o CAD e o CAM: a geração de planos de processo (ou roteiros de fabricação ou planos de fabricação, entre outras denominações). O plano de processo é vital para uma série de departamentos da empresa, e a atividade de confeccioná-lo e mantê-lo atualizado é um gargalo em muitas empresas.

A aplicação de sistemas CAPP (*Computer Aided Process Planning*) surge justamente para dar maior agilidade e qualidade na geração das informações contidas nos planos de processos. Porém, cada empresa possui uma cultura particular de criação, documentação e emissão de planos de processos. Desta forma, faz-se necessário a implantação de um sistema CAPP flexível que se adeque ao ambiente no qual ele está inserido. Até hoje essa tecnologia foi pouco difundida, devido às limitações da tecnologia de informação, pois cada usuário possui necessidades específicas de processo. Hoje em dia no entanto, com o advento das arquiteturas cliente-servidor e a popularização do padrão *GUI* (*graphical user interface*), pode-se desenvolver sistemas CAPP realmente flexíveis.

O sucesso da utilização de sistemas nas áreas de manufatura, como é o caso dos sistemas CAPP, está ligado ao seu processo de implantação. Segundo ROZENFELD & FAVARETO, 1993 a implantação de um sistema é um fator crítico para o sucesso de sua utilização. Na implantação é delineado o funcionamento do sistema e do departamento ou função da empresas que o irá utilizar. No caso de uma implantação mal planejada ou executada, este funcionamento pode não corresponder às expectativas (SARARAPH & SEBASTIAN, 1992).

1.2. Objetivo do trabalho

O objetivo principal deste trabalho é aplicar a tecnologia CAPP em uma indústria com alta variedade de produtos e baixa série de produção, padronizando métodos de fabricação, criando orçamentos mais precisos em menor tempo e obtendo informações confiáveis para a produção.

Outros objetivos são:

- realizar um levantamento bibliográfico sobre os sistemas CAPP
- apresentar um método de implantação de sistema CAPP

1.3.Organização do trabalho

Inicialmente foi realizada uma revisão bibliográfica sobre os métodos de Planejamento do Processo e os conceitos necessários. (Capítulo 2). A análise da revisão permitiu propor uma metodologia de trabalho para a implantação (Capítulo 3).

A partir disto, foram aplicadas as definições descritas acima em uma indústria (Capítulo 4). No capítulo 5, será descrita a concepção ideal do sistema para a empresa analisada e aplicada a metodologia de sistematização descrita no capítulo 6.

O capítulo 7 apresenta a operacionalização do sistema CAPP e resultados obtidos. Ao final do trabalho são apresentadas as conclusões e sugestões para trabalhos futuros (Capítulo 8).

2.Planejamento do processo de fabricação por computador

2.1.Localização da atividade de Planejamento do Processo

O principal objetivo da atividade de planejamento do processo é selecionar e definir, em detalhes, as etapas de fabricação de um produto (ROZENFELD, 1992). Deste modo, as especificações do produto (resultantes das atividades de projeto) são transformadas em informações de processo de manufatura, com os tempos e locais de trabalho para o PCP (Planejamento e Controle da Produção) e instruções para os operadores de máquinas. Resumidamente, pode-se dizer que o planejamento do Processo de Fabricação é o elo de ligação entre o projeto e a fabricação, gerando informações que podem ser aproveitadas por vários setores da empresas (figura 2.1-ROZENFELD, 1993).

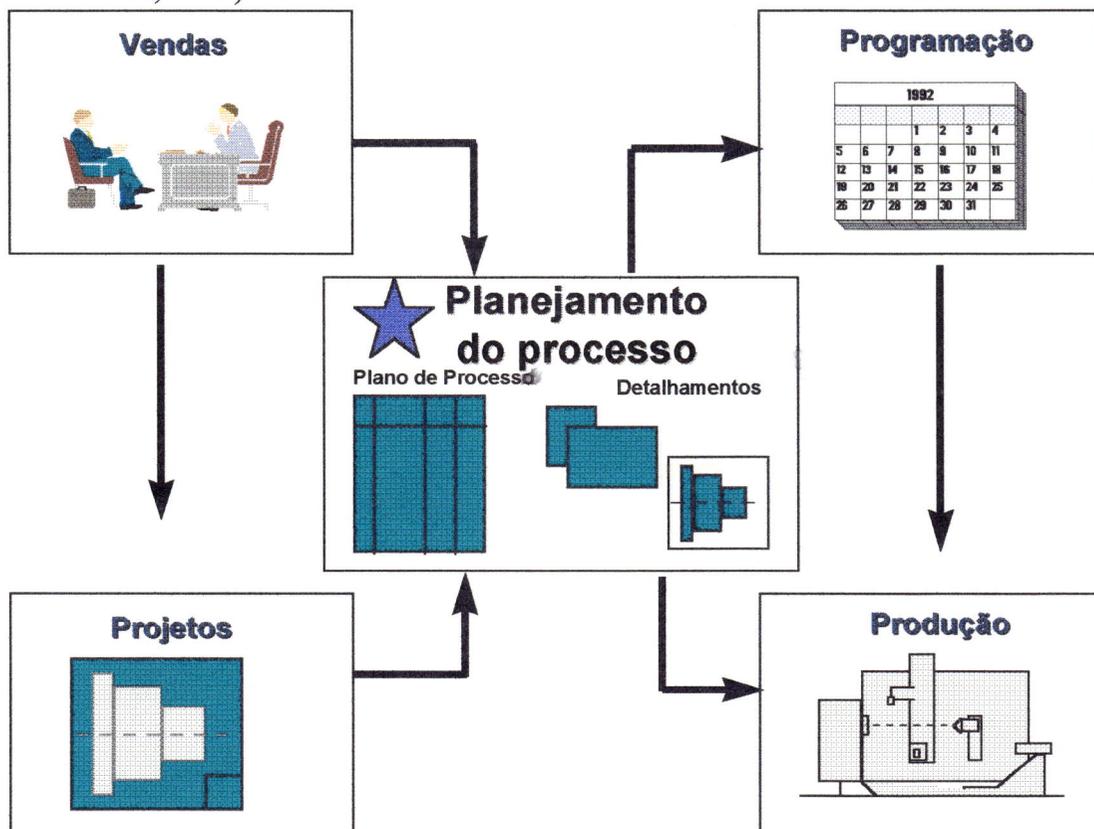


Figura 2.1- Localização simplificada do Planejamento do Processo.

2.1.1.Interface com o Projeto do Produto

Atualmente as atividades de projeto do produto e planejamento do processo de fabricação procuram trabalhar unidas. Desta forma, obtém-se melhores alternativas de fabricação ainda na etapa de desenvolvimento do produto. Esta postura reflete

diretamente na redução de custos e prazos de entregas, além de diminuir o número de revisões de projetos e de novos itens de produto.

2.1.2.Interface com Vendas

O setor de vendas interage com o setor de Planejamento do Processo em busca de informações de processos. O objetivo normalmente é definir custos dos produtos e prazos de entregas.

Devido à necessidade das indústrias manterem-se competitivas, estas estão, cada vez mais, diversificando seus produtos e modos de manufaturá-los. Desta forma, o planejamento do processo tem um papel fundamental. Através de suas informações, as vendas prevêm os investimentos necessários para ampliação de suas linhas de produção e novas aquisições de equipamentos para redução de custos.

2.1.3.Interface com o PCP

O Planejamento e Controle da Produção necessita das informações do plano de processo para planejar eficientemente os recursos de produção: homens, máquinas e equipamentos. Estas informações são a base para o fornecimento de datas de entregas, custos e, a longo prazo, para análise de investimentos, objetivando adequar o setor produtivo às necessidades de mercado (ZACCARELLI, 1987).

Com o crescimento da complexidade das tarefas, as integrações dos processos de produção tornam-se mais complexas e a sua gestão mais difícil (DANTAS & SILVA FILHO, 1995).

2.1.4.Interface com a Produção

O planejamento do processo interage de forma bastante profunda com a produção (chão de fábrica), pois este define as melhores alternativas de fabricação dos produtos a serem seguidas pelos operadores. Atualmente, a produção tem contribuído com o planejamento do processo para elaboração dos seus planos durante toda a vida do produto.

Pelas definições apresentadas a seguir, pode-se notar os diferentes enfoques dados ao planejamento do processo:

- “É a função, dentro do planejamento da fabricação, que estabelece os processos de usinagem e os parâmetros de corte, que serão usados para converter material bruto em peça acabada, com forma pré-estabelecida pela área de projeto” (WYSK & CHANG, 1985).

- “É a sistemática para determinação de métodos, pelos quais um produto será fabricado o mais eficaz e economicamente possível” (ALTING & ZHANG, 1989).

- “É o conjunto de todas as informações pertinentes, necessárias para converter um projeto em um produto acabado” (CACHIA & VAJPAYEE, 1988).

- “É o departamento responsável por converter os dados do projeto em instruções de trabalho” (EVERSHEIM & SCHULZ, 1982).

No ANEXO A estão expostos alguns exemplos de documentos de planos de processo encontrados em empresas nacionais.

Os planos de processo podem contemplar uma série de documentos chamados detalhamento. Dentre os detalhamentos encontram-se:

- INSTRUÇÃO DE OPERAÇÃO;
- LISTAS DE FERRAMENTAL;
- CONTROL PLAN (Plano de Controle);
- FLUXO DE PROCESSO;
- INSTRUÇÃO DE PREPARAÇÃO DE FERRAMENTAL;
- INSTRUÇÃO DE PREPARAÇÃO DE MÁQUINA;
- PROCEDIMENTOS DE OPERAÇÃO;
- DOCUMENTOS COM FOTOS;
- FOLHA DE REGISTRO DE CONTROLE; e
- FOLHA DE QUALIFICAÇÃO DE OPERADOR.

O nível ótimo de detalhamento de um plano de processo varia de empresa para empresa, conforme mostrado na figura 2.3.

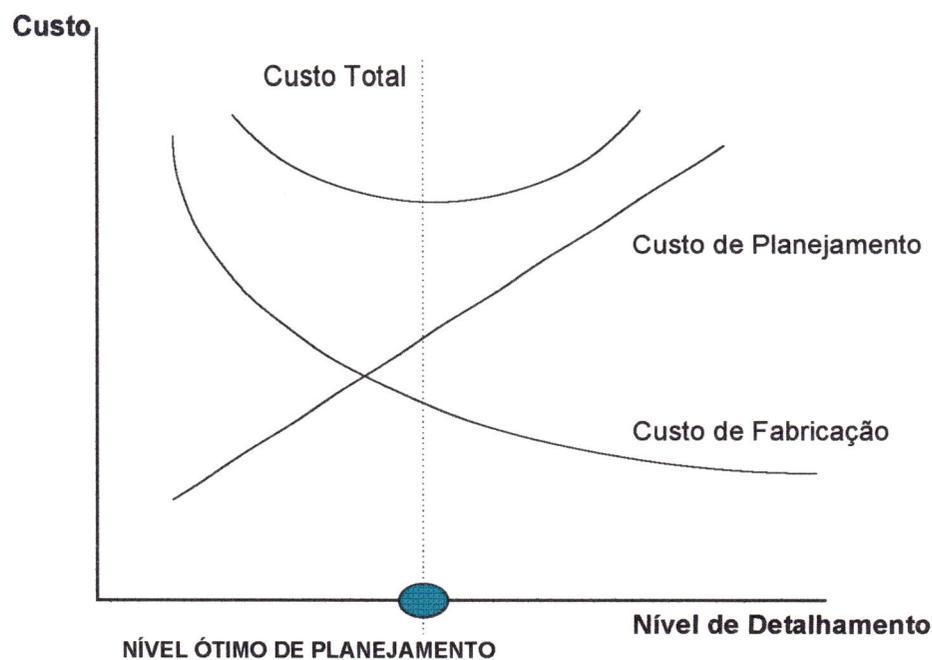


Figura 2.3- Nível ótimo de planejamento do processo

Vários fatores influenciam a decisão sobre as informações que farão parte de um plano de processo (figura 2.4), dentre eles:

- Tamanho do lote/repetibilidade das ordens de produção/ciclo de vida do produto: quanto maior numericamente forem estes fatores, maior será a tendência de se detalhar, com mais informações, o plano de processo, pois com um bom planejamento, economiza-se tempo de produção e o custo deste planejamento será rateado por um número elevado de peças.

- Tamanho da empresa (número de máquinas, número de trabalhadores): quanto maior a empresa, maior a necessidade de organização. Como o plano de processo é um instrumento de otimização, maior deverá ser seu detalhamento.

- Qualificação da mão-de-obra direta: quanto mais desqualificado o operador, menor capacidade terá para decidir. Neste caso, necessitará de maior auxílio com um bom nível de informações no plano de processo.

- Qualidade e Complexidade do produto: devido ao nível de solicitação de qualidade e complexidade no processo produtivo, justifica-se um refinamento nas informações do plano de processo, sem o qual não se garante a repetibilidade na fabricação do produto, e em alguns casos, nem a finalização de dada operação complexa.

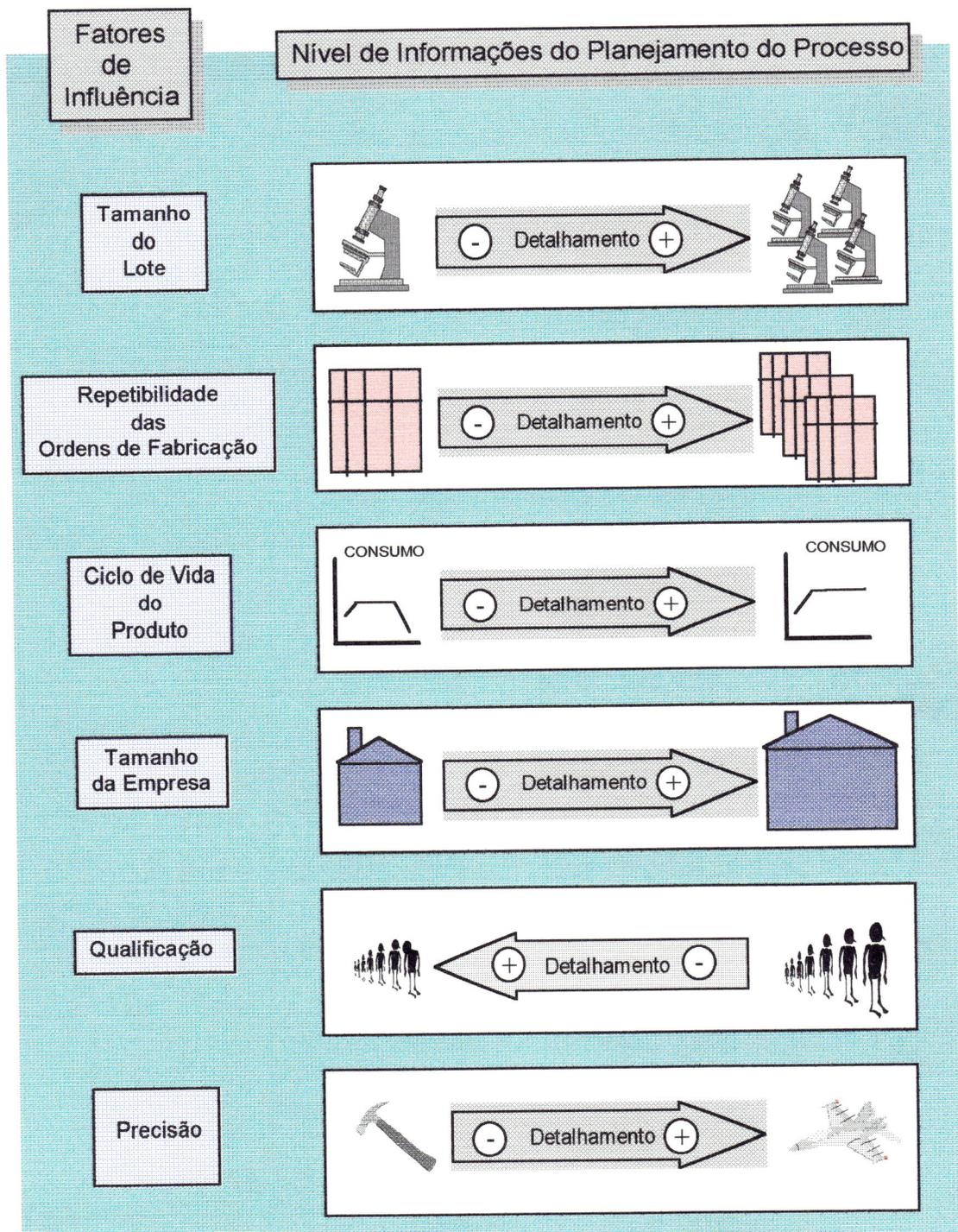


Figura 2.4 - Nível de informações no planejamento do processo

2.3.Importância do Plano de Processo

Na figura 2.5 são apresentadas as vantagens obtidas com a utilização deste plano, podendo-se destacar:



Figura 2.5- Importância do Plano de Processo

- **Em relação ao PCP**, o plano de processo possibilita o acesso às informações com a seqüência de operações, os recursos de manufatura necessários e os tempos de fabricação. Estes dados possibilitam a programação das prioridades de fabricação dentre os diversos produtos buscando garantir os prazos de entrega concordados com os clientes (carga-máquina).

- **Na produção propriamente dita**, as informações do plano de processo auxiliam na garantia da qualidade e produtividade porque descrevem a melhor maneira para fabricar o produto final, independente do operador da máquina ou equipamento. Consegue-se também uma redução de custos, uma vez que os operários não têm de improvisar soluções (apresentadas no item 2.4) durante a fabricação com a máquina parada. Além disso, o plano de processo é uma fonte de consulta para o almoxarifado de ferramentas e para os preparadores de máquinas.

- **Em relação à qualidade**, o plano de processo estabelece uma padronização que facilita a reprodução dos produtos. Além disto, através da descrição de operação pode-se estabelecer as instruções e frequências corretas de inspeção.

- **Na gestão de custos**, pode-se utilizar as informações dos planos de processos para simular ou calcular custos de cada produto.
- **Na organização**, através das informações contidas no plano de processo pode-se estudar os fluxos das peças fabricadas a fim de escolher novas posições para os equipamentos, em busca de uma otimização do fluxo de material e ferramentas entre as operações.
- **Em relação ao planejamento estratégico**, os planos de processos bem definidos possibilitam a simulação e estudos de ampliações de fábrica (homens, máquinas e equipamentos) e terceirização de serviços e operações.
- **Em relação a compra de recursos**, o plano de processo permite definir, com clareza, as necessidades de compras de materiais consumíveis (ferramentas) e dispositivos de fabricação, evitando desperdícios.

2.4. Atividade de Planejamento do Processo

As atividades desempenhadas no planejamento do processo possuem uma ligação direta com as informações contidas nos planos de processo. Estes, por sua vez, sofrem uma variação enorme entre as empresa. Logo, as funções desempenhadas pelos técnicos de processos das empresas variam bastante.

Nos itens abaixo, serão mostradas as principais funções desempenhadas pelo planejamento do processo.

2.4.1. Especificação de dados organizacionais

Os planos de processos são documentos que afetam diretamente a fabricação de um produto. Sendo assim, é de suma importância o controle de dados organizacionais como data de criação, revisões, históricos de revisões de operações, responsável pela edição, aprovação e distribuição, revisão do desenho de produto cujo plano de processo foi gerado, dentre outros.

Segundo ROZENFELD, 1992, como os dados organizacionais não geram informações tecnológicas, estes são relegados a um segundo plano, não se dispensando as devidas atenções. Atualmente, com a crescente importância das normas de qualidade (Ex. ISO 9000 e QS 9000), os dados organizacionais passaram a ser um ponto de grande importância nas empresas.

2.4.2. Determinação da peça em bruto

A atividade da determinação da peça em bruto localiza-se na interface entre o projeto e o planejamento do processo.

O setor de projetos especifica o material e a engenharia de fabricação tem um maior domínio sobre o processo (fixação, capacidade de processo, sobremetal, etc.). Esta é uma atividade para ser desempenhada pelo conjunto projeto/processo.

Basicamente, quando se especifica a peça em bruto, procura-se determinar suas dimensões, peso e o processo pelo qual poderia ser obtida (fundição, forjamento, e outros).

O objetivo da atividade de planejamento de processo é a obtenção de uma peça em bruto o mais semelhante possível da forma final, o que proporcionaria uma menor retirada de material durante o processo de fabricação.

A redução do tempo de fabricação, com a conseqüente redução dos custos, considerando a determinação de informações como: condições de produção (homem/máquina), grau de automação, tamanho das peças, quantidades dos lotes, ciclo de vida do produto, sempre visa um aumento da produtividade o mais economicamente possível (AGOSTINHO et al., 1981).

2.4.3. Determinação das operações e sua seqüência

Adota-se, para este trabalho, os seguintes conceitos propostos por ROZENFELD (1989a):

- Operação: é o trabalho a ser realizado na peça, numa determinada estação de trabalho (setor, equipamento ou máquina operatriz).

- Sub-operação: é uma parte da operação, caracterizada pelo uso de um único instrumento de trabalho sob determinadas condições. Uma operação de torneamento (estação de trabalho - torno), por exemplo, pode ser dividida em duas sub-operações uma de desbaste (ferramenta de aço rápido) e outra de acabamento (pastilha de metal duro), ambas sob condições de trabalho (rotação, avanço, refrigerante e outras) particulares.

Existem outras interpretações como a apresentada por EVERSHEIM (1982), onde:

- Uma operação é definida como sendo um processo elementar realizado por um único tipo de ferramenta.

- Um processo é composto por várias operações realizadas na mesma máquina ou estação de trabalho.

- E, finalmente, a determinação completa das operações e a sua seqüência podem ser definidas como sendo compostas por uma sucessão de processos em diferentes máquinas, cada uma constituída por uma série de operações.

A determinação das operações, incluindo seu seqüenciamento, pode ser considerada a atividade mais importante do planejamento do processo (ROZENFELD, 1992). Esta atividade influenciará diretamente todos os

setores produtivos, como: custos, métodos, qualidade, planejamento e controle (AGOSTINHO et al., 1981).

A seleção das operações de um processo de fabricação deve garantir, a um mínimo custo, a produção de peças cuja qualidade satisfaça as especificações de condições operacionais e funcionais do produto. O mínimo custo só será garantido por um planejamento consciente, embasado em conhecimentos técnicos que são adquiridos através da experiência acumulada e da constante atualização tecnológica referentes a área específica de atuação (AGOSTINHO et al., 1981).

Os profissionais do planejamento do processo, que a exemplo da própria área, recebem diferentes denominações: processista, planejador de processos, analista de processo, engenheiro de fabricação, e outras, devem tomar como referência algumas informações para realizar uma boa especificação de processo (EVERSHEIM, 1982 e AGOSTINHO et al., 1981):

- Forma e dimensões
- Tolerâncias dimensionais/de forma
- Acabamento superficial
- Peça em bruto
- Tamanho do lote/ciclo de vida
- Qualificação da mão-de-obra direta
- Instalações disponíveis

Este procedimento de determinação da seqüência e dos processos de fabricação pode tomar uma outra dimensão, quando estiver inserido num estudo para a introdução de um novo produto. Num estudo desta natureza, a importância do estabelecimento dos processos necessários à manufatura de um novo produto, envolve uma vasta gama de opções que deverão ser consideradas conjuntamente com estudos de viabilidade econômica, custos, lay-out, racionalização, etc.

Todas as atividades seguintes terão como ponto de partida a definição resultante desta fase, a seqüência e as operações definidas.

2.4.4. Determinação de sub-operações

Dentro do mesmo enfoque apresentado no item anterior, ALLIPRANDINI (1990) relata, que dividindo uma operação em etapas menores, visando especificar com maiores detalhes a sua realização, cada uma dessas novas etapas denomina-se sub-operação. Justifica-se a adoção de sub-operações para as peças muito complexas, para altos volumes de produção (seriada), ciclo de vida longo do produto, casos estes, onde o custo de planejamento mais detalhado gera um alto retorno com a melhora na qualidade e produtividade para estes casos indicados.

A utilização de croquis como um detalhamento do processo, facilitando o entendimento e a visualização das necessidades particulares de uma etapa de operação, é muito empregada nos casos onde se justificam as sub-operações, e servem como "ferramenta" para o detalhamento nas sub-operações (ALLIPRANDINI, 1990). Um exemplo pode ser visto na figura 2.6.

Peça: Peça Demo			Número: 8759			Elaborado: KSR			Data Elab.: 25/4/1997			Processo: 9										
Cliente: KSR			Veículo: 2432			Rev.Prod.: A			Liberado: KSR			Data Liber.: 29/4/1997			Rev.Proc.: A							
Oper..	Estação/Máquina: 7639			Tempo			Operação						Procedimento									
				Prep.	Oper.	Linha	Anterior			Posterior			8754									
20	Inv. Nr	Múltipla		0.897	1.265	2.153	5.00			10.10												
	53	Seq	%	Descrição da Operação																		
													Usinar									
													Seq	Descr. da Sub-Operação			Dispositivos			Número		
													10.10 10.20	Abrirei furo(s) passagem de oleo Furar e Facear			Dispositivo Demo			56978		
													FERRAMENTAS									
Ord.	Descrição		Código	Quant.	Vida	RPM	Avanço		Símbolo													
1	Pastilha Tornear		CNMG	1	5	1200	0.8		T													
2	Pastilha Tornear		COD	1	6	2300	0.6		T													
3	Chave de Fenda		PRO-02	1	-	-	-		-													
4	Chave Allen		Allen 6	1	-	-	-		-													

Figura 2.6- Exemplo de croqui e sub-operações

Pode-se destacar como um planejamento detalhado em sub-operações, o processo especificado para uma máquina CN, onde o programa codificado é a forma de documentação da sub-operação e deverá ser interpretado por um CNC utilizado pelo equipamento (ROZENFELD, 1992).

2.4.5. Determinação de instruções de qualidade

Com a crescente preocupação de menor custos e qualidade controlada, os planos de qualidade ou instruções de controle de qualidade necessários para a fabricação de um produto passaram a fazer parte do planejamento do processo.

O resultado desta atividade são informações detalhadas de como inspecionar uma operação de fabricação. Este detalhamento inclui o instrumentos de medição ideal, a frequência de aferição do instrumento, de medição da operação, a importância da medição da cota da peça e outras.

Muitas empresas empregam a filosofia de auto-inspeção no posto de trabalho, logo estas informações são fundamentais para os operadores da máquina no instante da fabricação.

2.4.6. Determinação do ferramental

Entende-se por ferramental todos os dispositivos e ferramentas utilizados numa operação.

A determinação do ferramental orienta-se pela operação e pelo maquinário especificado, caracterizando-se como uma atividade muito relevante, pois o ferramental apresenta inúmeras opções de escolha e possibilidades, além de se constituir num dos mais onerosos itens de produção.

As diferentes opções para a escolha do ferramental são geradas pelo elevado número de combinações que se pode obter a partir dos itens de ferramentas modulares, que aumentam a gama de opções das ferramentas padrões, que já não eram pequenas. Ainda existem as opções do ferramental especial, feito sob encomenda (ROZENFELD & PIMENTA Jr., 1990). O desafio para o processista é realizar uma escolha econômica, sempre considerando as vantagens de uma padronização, além de manter um controle sobre estes itens.

A padronização cabe também ao setor de projetos que, ao executar suas atividades, já deverá procurar adaptar o produto aos recursos disponíveis de fabricação. Esta atividade é tipicamente interativa, unindo os setores de processo e projeto, principalmente no caso de dispositivos e ferramental especiais, especificados pelo processo, e que requer um esforço maior de projeto.

A tarefa de especificar e controlar o ferramental é muito “pesada”, o número de itens é muito grande. Nota-se que o auxílio do computador numa função com estas características se faz com muita propriedade como, por exemplo, um gerenciador de ferramentas (PIMENTA, 1991).

Nesta atividade, deve-se incluir as informações sobre como preparar a montagem dos elementos do ferramental para agilizar a preparação das máquinas operatrizes e garantir segurança no posicionamento do ferramental, conforme o programa CN definiu.

2.4.7. Determinação de máquinas e equipamentos

A escolha das máquinas ou estações de trabalho por onde o produto deverá passar está diretamente relacionada com a seqüência e o processos especificados no item anterior.

Para a determinação das máquinas é muito importante a consideração de alguns fatores como (EVERSHEIM & SCHULZ, 1982; ALLIPRANDINI, 1990):

- Dados internos ao maquinário: capacidade do processo, capacidade de produção, natureza do ferramental utilizado (número, tipo, etc.), dispositivos para fixação, precisão, potência, condições de usinagem (limites), etc.
- Dados externos ao maquinário: localização (lay-out), operacionalidade (homem/máquina), tamanho do lote (tempo de preparação), e outros.

As informações relacionadas ao maquinário são necessárias à área de planejamento, visando a distribuição do serviço para o chão-de-fábrica, seu controle (prazos) e para a identificação do local físico da máquina (ex.: centro de custos) na planta da empresa, por onde o setor contábil estabelecerá os custos de produção.

2.4.8. Determinação da qualificação de operadores

O planejamento do processo informa à empresa quais tipos de operadores estão aptos (qualificados) a realizarem as operações por ele especificadas. Com isto a

empresa passa a planejar melhor os recursos humanos e permitir uma melhor avaliação dos cursos e treinamentos ministrados para sua empresa.

Além da qualificação, muitas vezes o planejamento do processo define as condições de higiene do posto de trabalho e dispositivos de segurança especiais para operações de fabricação.

2.4.9. Determinação de condições de trabalho

É comum encontrar empresas onde a escolha do ferramental esteja sob a responsabilidade do operador de máquinas e é, ainda mais intensa, a determinação das condições de usinagem pelas pessoas do chão-de-fábrica (operadores, chefe de seção, encarregados, etc.). Estas especificações são baseadas na experiência acumulada dessas pessoas, que muitas vezes, desconhecem técnicas para a otimização desses dados, acarretando um custo de usinagem mais elevado, sem contar o tempo despendido para a determinação das condições de trabalho durante o ciclo produtivo.

A escolha das condições de usinagem é baseada em dois critérios: o de mínimo custo ou o de máxima produção. O número de fatores que influenciam esta escolha é muito grande, entre os quais podem-se destacar (SHIROTA, 1993): o material da ferramenta, material da peça, tipo da operação, tipo do equipamento/máquina, geometria da peça/ferramenta, etc.

A determinação das condições de usinagem é uma atividade relacionada ao detalhamento das operações, e muito utilizada por empresas mais organizadas, onde se justifica um planejamento mais refinado. Os processistas destas empresas podem contar com diferentes fontes de informações para o auxílio no desempenho desta função: catálogos de fabricantes de ferramentas, manuais - ensaios de usinagem (ex.: CINFUS - Centro de Informações de Usinagem - desenvolvido pela UFSC) (ROZENFELD, 1992).

2.4.10. Cálculos de tempos de fabricação

O cálculo dos tempos de fabricação é considerado uma função básica do planejamento de processos; mesmo nas empresas com baixo nível de detalhamento, a informação dos tempos de fabricação é fundamental.

Os tempos serão a base para o planejamento (prazos, controles, alocação de ordens de fabricação, carga máquina, etc.) e para os custos/orçamentos.

O objetivo central do estudo de tempos é a determinação do tempo padrão: "tempo padrão de uma operação é a quantidade de tempo necessária para executar uma unidade de trabalho, em condições determinadas, de acordo com um processo e método pré-estabelecidos, por um operador qualificado e treinado, possuindo habilidades médias, trabalhando com esforço médio durante todas as horas de sua jornada de trabalho" (SILVA, s.d.).

2.4.11. Determinação do FMEA - Análise de modo de falhas e seus efeitos

Quando há um compromisso de melhoria contínua em um produto, a empresa necessita usar o FMEA como uma disciplina técnica para identificar e ajudar a eliminar o potencial de falha. Desta forma, um time multi-funcional é definido (projetistas, processistas, inspetores de qualidade, equipe de custos, etc.) e passam a

documentar e avaliar durante todo o ciclo de desenvolvimento de produto as falhas potenciais e seus efeitos. Através de uma pontuação de severidade, determinam-se ações e meios de controles a serem tomados na prevenção de falhas, reduzindo-se desperdícios na empresa.

O resultado final do FMEA é um documento muitas vezes fornecido aos clientes para relatar o empenho da empresa em evitar problemas de fabricação e projetos.

O FMEA passou a ser um documento exigido pela norma QS-9000 e nas engenharias do planejamento do processo das empresas.

2.5. Níveis Estruturais no Planejamento do Processo

Apresentada as funções de planejamento do processo, este pode ser classificado em dois níveis estruturais (figura 2.7) :



Figura 2.7- Planejamento Macro e Detalhamento

Planejamento Macro (ou resumido) - define os postos de trabalho (máquinas ou centros de custos) e respectivos tempos produtivos e improdutivos de forma seqüencial necessárias à fabricação de um produto.

Planejamento Detalhado - refina os dados do planejamento macro, criando instruções (desenhos, textos, notas, observações) voltadas a facilitar a fabricação do produto e a preparação do posto de trabalho.

2.6. Planejamento do Processo Convencional

O desenvolvimento de um plano de processo, geralmente, inicia-se a partir de um desenho de produto. A partir das informações de projeto o processista passa a seqüenciar o plano de processo e desempenhar as funções descritas no item 2.4 deste trabalho.

Há poucos anos atrás, o processista geralmente documentava o plano de processo utilizando a forma manuscrita e, em alguns casos, os digitava em alguns sistemas de PCP. Esta forma de planejar o processo de fabricação continua sendo empregada em pequenas empresas de manufatura.

E, segundo ROZENFELD, 1992, a baixa produtividade do departamento de processo pode ser verificada conforme a figura 2.8.

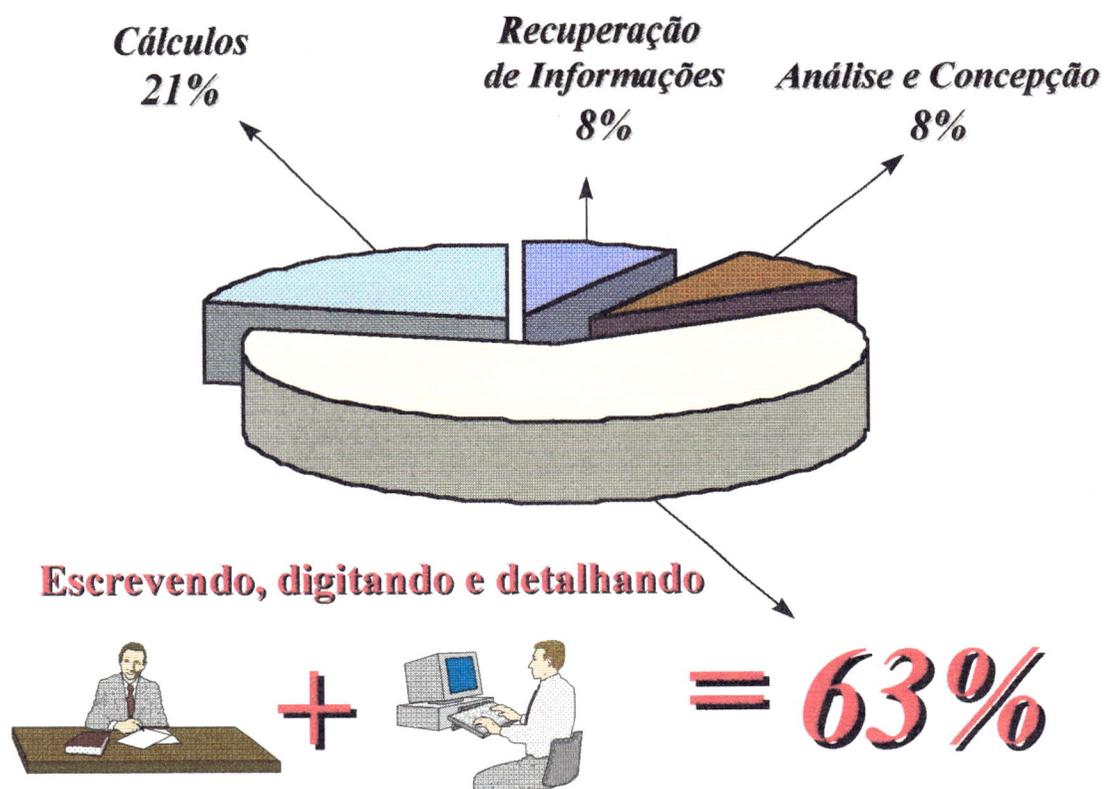


Figura 2.8- Distribuição do tempo no planejamento do processo

Atualmente, a maior parte das indústrias utiliza computadores para documentar processos de fabricação. Isto se deve à facilidade de compra de computadores, devido ao baixo custo de aquisição dos mesmos. Porém, estas empresas não estão utilizando sistemas CAPP, e sim editores de textos, planilhas de cálculos ou sistemas gráficos e CAD. A vantagem deste recurso computacional é a facilidade de se copiar páginas ou arquivos para a geração de planos de processos ou emitir novas revisões.

Apesar do uso de computador, as empresas estão entrando num caos computacional (figura 2.9), uma vez que os sistemas acima, na maioria dos casos, não estão protegidos por uma base de dados. Logo, não é possível fazer trocas de dados

em massa, por exemplo, trocar uma ferramenta obsoleta em todos os processos. Além disto, não é possível alimentar diretamente os sistemas PCP, forçando uma redigitação do plano de processo e facilitando a ocorrência de inconsistências.

Documentos de Planos de Processos

- PLANO MACRO OU RESUMIDO
- INSTRUÇÃO DE OPERAÇÃO;
- LISTAS DE FERRAMENTAL
- CONTROL PLAN (Plano de Controle);
- FLUXO DE PROCESSO;
- SET-UP DE FERRAMENTAL;
- SET-UP DE MÁQUINA;
- PRÉ-SET DE FERRAMENTAL;
- PROCEDIMENTOS DE OPERAÇÃO;
- DOCUMENTOS COM FOTOS;
- FMEA (Análise de Falhas, Modos e Efeitos)
- FOLHA DE REGISTRO DE CONTROLE;
- HISTORICO DE REVISÕES;

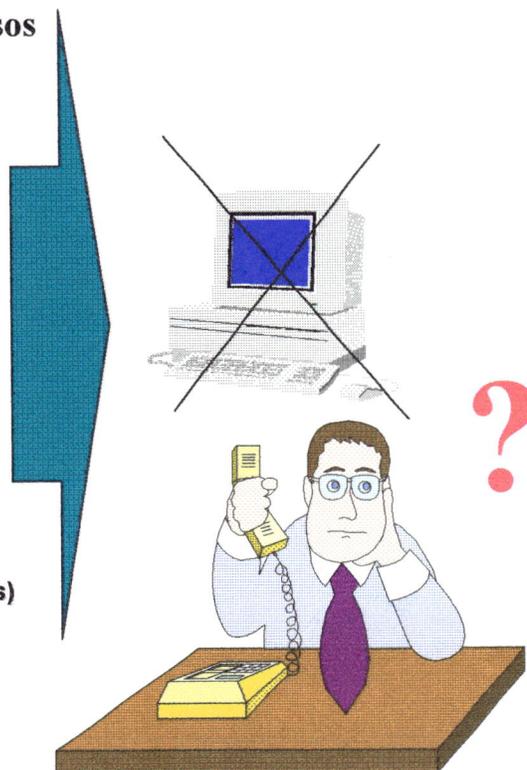


Figura 2.9- Caos computacional no Planejamento do processo

2.7. Justificativas para o Uso do Computador

A idéia de se utilizar o computador nas atividades de planejamento do processo de fabricação datam de 1965. No ano seguinte, publicou-se na Universidade de Purdue (USA), a primeira tese de doutoramento no assunto de SHENK no ano de 1966, na qual foi discutida a possibilidade de automatização do planejamento do processo.

Os desenvolvimentos de *Planejamento do Processo Assistido por Computador* (CAPP) tem por objetivo reduzir as dificuldades técnicas e organizacionais encontradas no planejamento do processo convencional (LAWLER, 1990; ROZENFELD, 1990; EVERSHEIM et al, 1987). Existem várias razões para se aplicar CAPP, podendo-se destacar:

- Aumento da produtividade de planejamento

Segundo ROZENFELD(1992), normalmente o perfil de utilização do tempo de um processista é:

- 63 % escrevendo, documentando o plano de processo;
- 21 % efetuando cálculos;

- 8 % recuperando informações; e
- 8 % analisando, propondo soluções.

A aplicação da tecnologia CAPP visa otimizar primeiramente as atividades repetitivas, que normalmente não agregam valor, criando padrões que servem de base para o planejamento.

- Criação de um maior número de soluções

Com a necessidade de um aumento de diversificação, aumenta a frequência de lançamento de produtos, fazendo com que as empresas precisem obter uma maior quantidade de planos de processo. Para os produtos já existentes é necessário também que sejam criadas rotas alternativas.

Pode-se aproveitar o potencial de aumento de produtividade do CAPP, a fim de se obter um maior número de soluções com os processistas existentes, eliminando-se as tarefas do planejamento tradicional que não agregam valor.

- Planejamento com maior qualidade e detalhe

Um planejamento com maior qualidade compreende dados mais precisos de:

- operações (com textos padrão independentes da habilidade de cada processista);
- tempos especificados calculados com base em tabelas e fórmulas, garantindo sua repetibilidade;
- lista de ferramental também padronizado e com especificação completa;
- croquis e/ou foto e/ou vídeo especificando procedimentos de montagem e inspeção (que em certas empresas faz parte de um plano de inspeção desconectado do plano de processo, o que pode causar uma inconsistência entre os documentos);
- instruções detalhadas; e
- controle de status e versões.

Os ganhos obtidos com essa atividade influenciam diretamente a produtividade no chão-de-fábrica.

O sistema CAPP proporciona um total controle das informações acima, além das suas revisões serem praticamente instantâneas. Desta forma, com a mesma equipe é possível emitir processos mais detalhados.

- Recuperação/atualização/alteração do plano de processo

Normalmente, no planejamento convencional é difícil recuperar planos já existentes para serem reutilizados em peças semelhantes, pois falta um armazenamento sistemático como o apresentado anteriormente.

Além disso, quando se consegue encontrar um plano a ser alterado para servir de base a um novo plano, ou mesmo quando se atualiza/altera um plano devido a erros encontrados, não existe no planejamento tradicional um procedimento eficaz.

- Otimização da busca de informações

Na maioria das vezes, um processista passa grande parte do seu tempo recuperando informações, principalmente em planos de processo com um nível de detalhamento elevado. São informações sobre capacitação de equipamentos, parâmetros de ferramentas de fabricação e de inspeção, onde uma infinidade de catálogos é consultada (e muitas vezes uma nova ferramenta é especificada sem que se verifique a disponibilidade em estoque de ferramentas semelhantes); o mesmo pode ser dito sobre dispositivos.

O sistema CAPP possibilita armazenar informações sobre qualquer elemento que possa constar em um plano de processo.

- Gerenciamento da documentação

Em empresas onde o fluxo de informação é relativamente complexo e existe uma grande quantidade de planos de processo é oneroso gerenciar as versões e controlar o status de um plano de processo em desenvolvimento. Muitas vezes trabalha-se com versões desatualizadas, causando um desperdício do tempo de planejamento.

- Otimização da fabricação no chão de fábrica

Um processista experiente e de qualidade precisa investir parte do seu tempo dando suporte ao pessoal de chão-de-fábrica no esclarecimento e, às vezes, mesmo nas correções das especificações dos planos de processo por ele produzidos. Porém, é normal que esses processistas não priorizem essa atividade.

O aumento de produtividade que se obtém com o CAPP faz com que o processista encontre tempo para dedicar-se a essa atividade. Além disso, se o CAPP estiver distribuído pela fábrica, ele pode realizar pequenas alterações na produção.

- Agilidade na obtenção de orçamentos

Algumas empresas dependem crucialmente de uma obtenção ágil e precisa de orçamentos. Essa atividade todavia acontece de forma não sistemática no planejamento tradicional, devido a dificuldade em se recuperar informações, alterar

planos semelhantes e também efetuar os cálculos diferenciando os componentes de custos, tais como ferramentas, dispositivos de fixação, de inspeção, etc..

- Automatização do planejamento do processo

A automatização do planejamento do processo, provavelmente seja o maior ganho da aplicação de sistemas CAPP. A literatura preconiza essa como sendo a principal vantagem do CAPP, onde é possível obter um plano de processo automaticamente a partir da descrição de uma peça.

- Otimização do fluxo de informação e domínio do processo

Certas empresas criam os planos de processo através de uma equipe. Principalmente quando o plano é bem detalhado e as funções de planejamento são distribuídas pela empresa.

Com o CAPP elimina-se esse tempo de correio, pois o pessoal de qualidade pode trabalhar com o plano imediatamente após a sua liberação. Conseguem-se então uma diminuição considerável do tempo de fluxo.

Um sistema CAPP permite um domínio das informações geradas no planejamento do processo além de garantir acessos através de senhas de segurança.

- Otimização do fluxo entre Processo e Planejamento da Produção (PCP)

Essa é uma das atividades empresariais que traz o maior retorno, pois manipula os recursos financeiros da empresa em termos de inventário. Além disso, é responsável pelo atendimento do prazo de entrega dos produtos. Para o PCP é imprescindível que as informações dos planos de processo estejam corretas, pois elas são a base da obtenção do plano mestre (quando são realizadas simulações), do planejamento de produção (definição dos prazos das necessidades de material e análise da capacidade), assim como da programação da produção.

Normalmente os tempos especificados da forma tradicional são majorados por serem estimados. Isso causa um aumento do inventário em torno do mesmo índice, pois o material estará a disposição ao longo do processo produtivo antes da data necessária. Além disso, são necessárias diversas reprogramações no chão-de-fábrica para se ajustarem a programação errônea baseada em tempos imprecisos.

Com o sistema de cálculo automático dos tempos de fabricação do CAPP, pode-se estimar com uma maior precisão os *lead-times* para cálculo das necessidades e, principalmente, viabilizar que se programe a produção com uma maior precisão, por exemplo, através de sistemas de programação finita e sincronizada.

- Evitando digitação duplicada

Os Sistemas de Planejamento e Controle da Produção (tais como MRP II) necessitam das informações dos planos macro (seqüência de operações, tempos e recursos utilizados). Pode-se eliminar a digitação de 3 minutos por plano simples em

sistemas PCP, trabalhando com padrões pré-definidos. Podendo chegar a uma economia de até 20 minutos por plano complexo, onde a descrição da operação é longa e em sistemas PCP que não trabalham com padrões.

- Reutilização de informações gráficas

O aumento do grau de detalhamento do Plano de Processo é na sua maioria associado à introdução de uma ilustração gráfica. Essa ilustração existe na maioria das vezes nos departamentos de projeto que utilizam sistemas CAD.

O CAPP pode utilizar-se de forma transparente muitos dos sistemas CAD comerciais disponíveis no mercado, eliminando praticamente a necessidade de se redesenhar o produto para cada etapa do processo. Fica para o processista somente o trabalho de posicionar os elementos gráficos adicionais (croquis de ferramenta, dispositivos, etc.) já existentes em bibliotecas.

2.8. Métodos de Planejamento de Processo

Serão apresentados a seguir os métodos de planejamento do processo

2.8.1. Planejamento do Processo Manual

O processista, através do planejamento manual, da sua capacidade de raciocínio, de seus conhecimentos técnicos e sua experiência (base de conhecimento), toma as decisões sobre o “como fazer”, baseado em informações como: catálogos de máquinas e ferramentas, manuais teóricos, anotações particulares.

O método manual prevê um baixo aproveitamento da base de conhecimento do processo de fabricação, pois boa parte do conhecimento está concentrado no processista.

2.8.2. Planejamento do Processo Generativo Interativo

Neste caso, o emprego do computador facilita o trabalho do processista, armazenando uma parte da base de conhecimento do processista. Esta divisão da base de conhecimento entre o computador e o processista provê uma produtividade maior que a anterior, uma vez que o computador disponibiliza textos, desenhos e catálogos de recursos. O processista passa, então, a usufruir destas informações e gera um plano de processo segundo suas regras do seqüenciamento das operações e respectivos recursos de manufatura necessários. A figura 2.10 apresenta as vantagens e desvantagens do método interativo, destacando-se a facilidade de se emitir um plano de processo para qualquer peça.

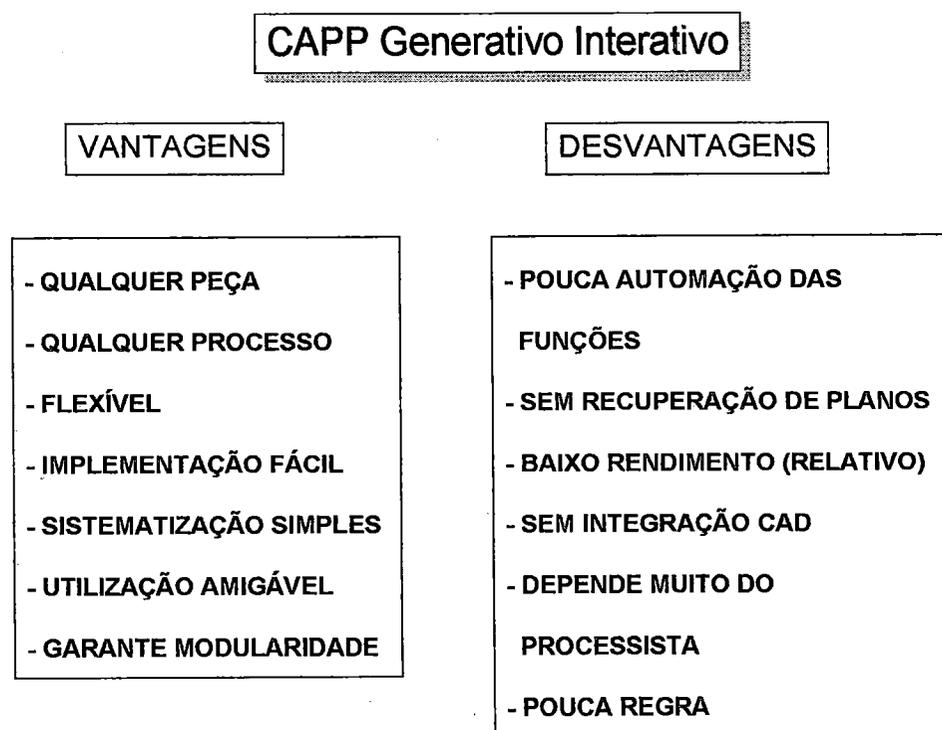


Figura 2.10- Método Interativo

2.8.3. Planejamento do Processo Variante

O método de planejamento do processo Variante, tem como objetivo otimizar a geração de planos de processos, a partir da recuperação de planos de processos já confeccionados. A rotina no método Variante é lembrar, identificar, recuperar informações já existentes e realizar alterações pertinentes (TULKOFF, 1987).

O ponto chave no método Variante é a organização das informações que auxiliarão encontrar peças semelhantes às peças novas cujo plano de processo será definido. Em termos computacionais, sempre é necessário a formação de uma base de dados sistematizada e operacional.

Segundo ROZENFELD (1992), o mínimo a ser recuperado em um plano de processo é a seqüência de operações que pode ser classificado em:

O Plano Padrão refere-se a um plano criado a partir da composição das principais operações sofridas pelas peças da mesma família. Este plano poderá ser fictício e seu uso está condicionado a uma boa classificação das peças em família. Neste caso, as peças devem ser classificadas, codificadas e distribuídas em famílias. Esta atividade é trabalhosa e demanda de muitos estudos e simulações, elevando o custo de sua implantação.

Para a aplicação de um Plano Parametrizado é necessário uma cuidadosa estruturação das famílias de peças. Através destes planos, é possível, além de recuperar o plano de processo, se utilizar de regras associadas as operações para torná-lo rapidamente um processo específico de uma peça. O método Variante com planos parametrizados aproxima-se muito de um método Generativo automático,

chegando a ser tratado por autores como tal. Sua aplicação ainda é muito restrita (ROZENFELD, 1992).

A geração de um plano de processo, a partir de um Plano Semelhante, pode ser feita através da recuperação de um plano já existente. Nesta caso, recupera-se um plano de processo para uma nova peça e é possível gerar um novo plano de processo. Com o aproveitamento de parte ou de todo o plano semelhante, gerando-se processos relativamente padronizados numa produtividade elevada.

Na figura 2.11 está sendo apresentado as vantagens e desvantagens do método variante.

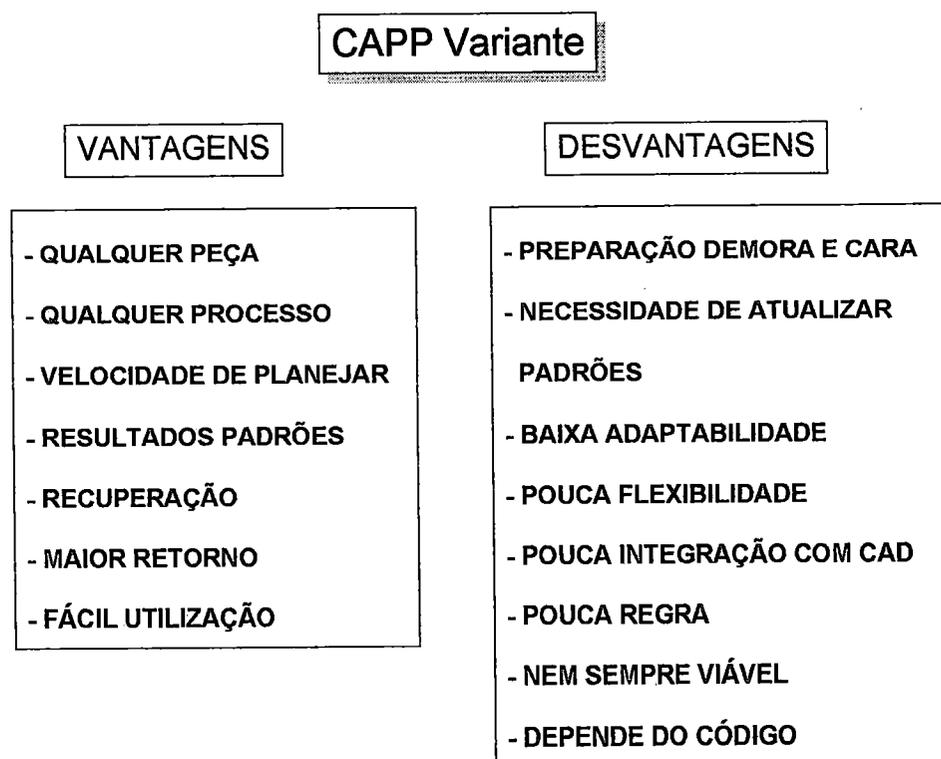


Figura 2.11- Método Variante

2.8.4. Planejamento do Processo Generativo Automático

O princípio deste método de planejamento do processo é baseado no armazenamento de regras e dados de capacidade do processo de fabricação. Através destas informações, um plano de processo poderia ser gerado sem a necessidade de uma pessoa experiente, pois os mecanismos de inferência, decisões, lógicas e algoritmos, interpretariam os dados de projeto e tomariam as decisões sobre o “como fazer” (MUSSETTI, 1995).

Ainda, segundo EVERSHEIM et all, 1987, a representação das peças deve estar armazenadas no computador de uma forma interpretável pelo sistema CAPP, para que o mesmo realize inferências automáticas nas tomadas de decisão.

Nestes casos, é indispensável reconhecer a importância da aplicação de técnicas de inteligência artificial e dos esforços realizados em direção a uma completa integração entre os sistemas CAPP e os sistemas CAD. Na figura 2.12 estão sendo

apresentadas as vantagens e desvantagens do método generativo automático, evidenciando sua aplicabilidade restrita a alguns tipos de peças.

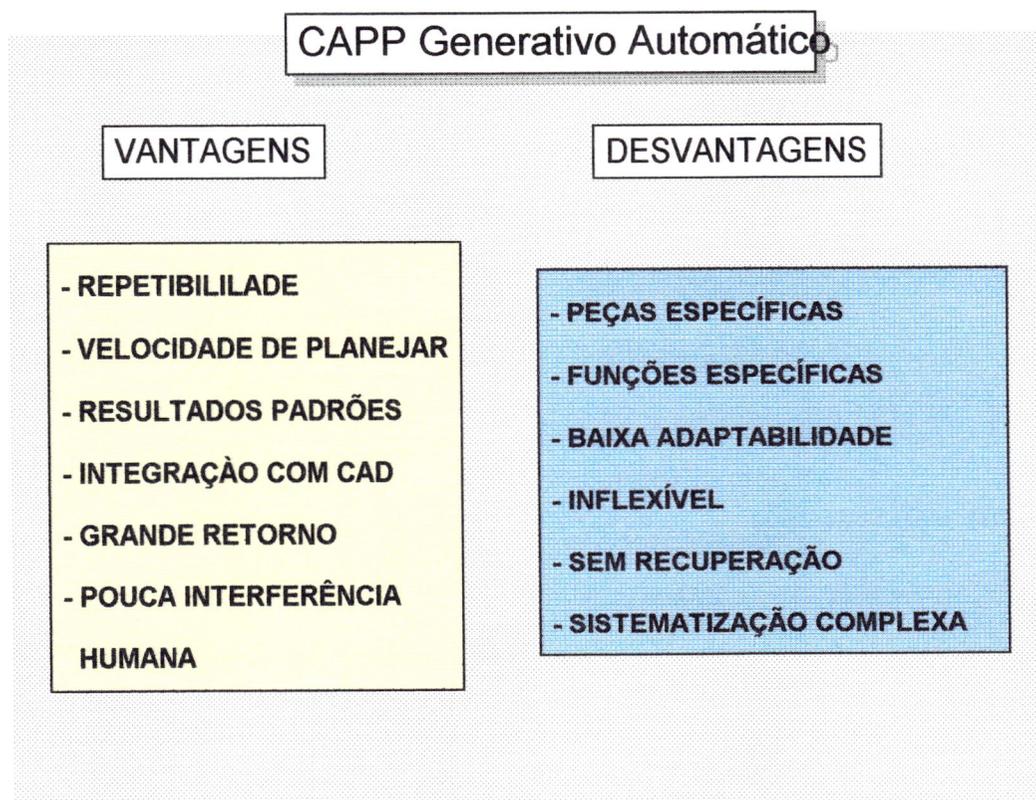


Figura 2.12- Método Generativo Automático

2.8.5. Planejamento do Processo Híbrido

O método de planejar processo de maior eficiência é o método híbrido. Neste caso, contemplamos todas as vantagens dos três métodos :

- **iterativos**: para peças novas sem semelhanças,
- **variante**: para peças semelhantes a outras já documentada ou pertencente a uma família de peças, e
- **automático**: para peças cuja base de conhecimento já foi definida e poderá ser gerado um processo automático ou semi automático.

2.9. Evolução do CAPP

Segundo MUNETTI, 1995, o primeiro estágio do desenvolvimento das funções específicas do planejamento do processo se dá através da habilidade técnica individual do processista.

O processista examina a peça, identifica algo similar, pela memória ou pela consulta a um arquivo e manualmente recupera o plano semelhante (**Variante**) como referência ou, caso não haja nada parecido, cria um plano novo interativamente.

A edição manual ou digitada consome muito tempo do processista, desviando-o de outras atividades principais.

No estágio manual, o sucesso do planejamento depende exclusivamente da habilidade e experiência individuais do processista.

No segundo estágio, o computador é introduzido e permite ao processista realizar as tarefas de planejamento do processo com mais rapidez e precisão, só que a qualidade deste planejamento ainda depende da capacidade do processista.

O diálogo interativo entre processista e o computador pode ser realizado de três formas: (ROZENFELD, 1992. ROZENFELD. 1989b. LOGAN, 1985)

- **Digitação:** A digitação estabelece o nível mais baixo de automação e tem por intenção armazenar dados no computador para uma posterior consulta ou busca. Ela pode se dar de maneira indireta ou direta.

A digitação é *indireta* quando o processista registra o processo numa folha de papel e passa para um digitador colocar as informações no computador. Ocorre, geralmente quando os processistas não se adaptam com a digitação nos computadores. Este procedimento é demorado e está sujeito a erros, sendo necessária uma revisão por parte do processista, após a digitação e impressão do plano de processo.

A digitação *direta* elimina o digitador possibilitando o acesso direto do processista ao computador. O prejuízo na adoção deste procedimento é que a velocidade de digitação é menor, pois o processista não é um especialista na função, ocasionando desperdício de tempo e maior margem de erros na digitação.

Em ambos os métodos a despadroneização se faz presente, pois cada processista especifica da forma que melhor lhe convier as informações do plano de processo.

- **Interação através de auxílio na edição:** Neste caso, o processista continua realizando a interpretação dos dados e tomando as decisões como de costume, só que, para editar o plano de processos conta com uma interface amigável do sistema, não sendo mais necessária a digitação. O processista edita o plano diretamente no computador, tendo as informações como operação, máquinas, ferramentas, etc. já devidamente padronizadas e à disposição para a sua escolha.

Este procedimento agiliza a edição, reduzindo o longo tempo gasto com esta atividade secundária no planejamento do processo.

- **Interação com restrições:** O processista continua responsável pelas escolhas do planejamento mas recebe um auxílio mais sofisticado, onde as seleções que realizará serão direcionadas, facilitando ainda mais a edição do plano.

Este auxílio é realizado através da implementação de algumas regras ou filtros no sistema. Pode-se citar como exemplo a escolha de uma ferramenta, onde a operação e a máquina já estão definidas e o sistema oferecerá a gama de ferramentas correspondentes à operação e possível de serem utilizadas pela máquina selecionada.

O terceiro estágio pode ser definido como o método **Generativo** ou **Variante** com algumas funções automáticas. Este conceito apareceu devido a grande dificuldade de desenvolvimento de um sistema CAPP puramente **Generativo** automático.

O método **Semi-generativo** propõe que se estabeleça o planejamento através do método **Variante** e se auxiliem, através de funções automáticas implementadas no computador, as alterações necessárias para a edição do novo plano de processo. Este conceito só pode ser entendido com a figura do computador (escola americana), sem a qual se voltaria ao conceito do método **Variante**.

O quarto estágio representa os sistemas denominados **Generativos** semi-automáticos. Estes sistemas já têm mecanismos de inferência implementados e são capazes de desempenhar as funções do planejamento do processo como a determinação de operações e sua seqüência, cuja base de conhecimentos está concentrada na experiência do processista (figura 2.10).

Os sistemas **Generativos** semi-automáticos são denominados assim pois realizam somente algumas funções automáticas, sendo necessário para a complementação do plano e processo um mecanismo interativo com o processista. A grande maioria dos sistemas classificados como automáticos, na verdade, se enquadram na categoria **Generativos** semi-automáticos.

O quinto estágio, representado pelos sistemas CAPP **Generativos** automáticos, constituem o centro das atenções para a maioria das pesquisas (60%) realizadas na área (ROZENFELD, 1992). Embora de prático e aplicável muito pouco se conseguiu até o momento, a aplicação de técnicas de IA tem contribuído muito no desenvolvimento desses sistemas, abrindo também novas e boas perspectivas.

2.10. Interfaces do CAPP

2.10.1. Interface CAD/CAPP

Segundo ROZENFELD (1992 a), existem diferentes formas de representação da peça que servem de base às inferências realizadas nos três tipos de planejamento, apresentados anteriormente, a saber:

CAPP interativo: Necessita-se apenas da visualização da peça, em forma de desenho técnico, pois as inferências são realizadas pelo processista. Neste caso, os desenhos de produtos servem também para a geração dos croquis de fabricação e auxiliam na geração do programa CN, uma vez que evitam parte do retrabalho de desenhar a peça.

CAPP Variante: No **Variante**, a classificação das peças e seus desenhos podem ser agilizados através do uso do sistema CAD. Neste sentido, os projetos das peças podem fornecer parâmetros ou variáveis definidas no CAD diretamente para uma base de dados organizadas em família e parâmetros.

CAPP Generativo: Neste caso necessita-se de uma representação mais formal, onde os parâmetros da peça sejam reconhecidos pelo sistema automaticamente. Neste ponto, evidencia-se a necessidade de integração entre o sistema CAD e CAPP.

2.10.2.Interface CAM/CAPP

No caminho em direção à Manufatura Integrada, envolvendo diversos setores da empresa, é de fundamental importância a integração do chamado ciclo produtivo projeto/planejamento/fabricação (MÓDULO, 1991).

A programação CN é um detalhamento de uma operação do plano de processo quando esta é realizada em uma máquina CN. Desta forma, a interface com os sistemas CAM pode ser feita através de um compartilhamento de informações de máquinas, ferramentas e dispositivos (incluindo respectivos desenhos) disponíveis na base de dados dos sistemas CAPP. O desenho do produto ou o croqui de uma operação também podem ser enviados do CAPP para o CAM, facilitando a geração dos programas CN.

O sistema CAPP pode também gerenciar os nomes e os dados organizacionais dos programas CN pertencentes a um produto e disponibilizá-los à produção no momento oportuno.

2.10.3.Interface PCP E CUSTOS/CAPP

O grande desafio das empresas é estabelecer a troca de informações precisas entre os diferentes setores da empresa. Uma vez que as indústrias devem fornecer prazos de entregas e custos a seus clientes, principalmente na fase de negociação de compra. Desta forma, a troca de informações com o planejamento de processo deve ser precisa e ágil.

O planejamento de processo possui boa parte das informações de “como fabricar”, desta forma tem-se uma estimativa de custo direto de cada produto. Nesta informação de “como fabricar”, o planejamento do processo fornece também dados de tempos de produção, necessidade de equipamentos, ferramental e recursos humanos. O PCP, de posse destas informações, passa a simular entregas e planejar a produção.

A interface com os sistemas PCP e custos pode se dar de três formas:

- **Redigitação do Plano de Processo:** Em algumas empresas, a maneira com que o plano de processo é especificado para os operadores de máquinas diferem da maneira com que o PCP/ Custos recebem estes dados. Desta forma, uma comunicação eletrônica pode ser complexa, ficando mais simples a tradução do plano de processo pelo homem na informação deste para o PCP/Custos.

- **Exportação/ Importação de dados:** Os sistemas PCP/Custos/CAPP trocam arquivos textos, com uma frequência definida, se realimentando mutuamente. Desta forma, ganha-se uma confiabilidade maior nas informações recebidas entre os sistemas, porém esta informação normalmente não é “on-line” (simultaneamente vista pelos sistemas após inclusão ou modificação de um dado).

- **Integração entre as bases de dados:** Através de uma bases de dados relacional, é possível integrar as bases de dados dos sistemas em tempo real. Neste

caso, tem-se a melhor solução de integração em termos de velocidade de transmissão e precisão.

2.11. Sistemas CAPP existentes

Desde cedo, se reconheceu a possibilidade de realizar o planejamento do processo a partir da representação gráfica da peça no computador (CAD). Mesmo assim, os recursos computacionais de software e hardware constituíram, em fortes limites, segurando os desenvolvimentos na área, até o início dos anos 70.

Em 1976, foi desenvolvido, sob a direção de CAM - I (Computer Aided Manufacturing - Internacional), o primeiro sistema CAPP, que recebeu o nome de CAPP system. Este sistema foi baseado no método **Variante**. No mesmo ano, e com base no mesmo método, constatou-se o aparecimento de outro sistema, o MIPLAN, desenvolvido pela OIR (Organization of Industrial Research), também **Variante**.

Em 1977, Wisk, apresentou um sistema **Generativo**, APPS (Automated Process Planning and Selection). A partir daí, o CAPP foi centro de inúmeros estudos e pesquisas. Já na década de 80, o grande avanço das ferramentas computacionais possibilitou o surgimento de mais de 200 sistemas CAPP, entre os quais destacam-se 14 sistemas principais abaixo:

Sistema	Forma da Peça/ Processo de Fabricação	Método de Planejamento	Linguagem de Programação	Referências e datas	Local de Desenvolvimento
APPAS	Furação/ Retificação	Generativo	Fortran IV	Wysk/1977	Purdue U./USA
AUTAP	Rotacionais/ Chapas	Generativo	Fortran 77	Evershein/ 1975-1980	WZL/ Alemanha
CADCAM	Furação	Generativo	Fortran	Chang e Wysk/ 1980-1985	VIP e SU/USA
CMPP	Rotacionais	Generativo	Fortran 77	Austin/1982- 1986	UTRC/USA
EXCAP	Rotacionais	Generativo	Prolog	Wright/1981- 1987	UMIST/UK
GARI	Furação	Generativo	Maclisp	Wolf/1981-1985	Grenoble/Fra nc.
GENPLAN	Todas	Variante/Generativo	Maclisp	Tulkoff/1987	Lockheed- Geor/Usa
ICAPP	Prismáticas	Generativo	Fortran	Wright/1981- 1987	UMIST/UK
KAPPS	Rotacionais/ Prismáticas	Generativo	Lisp	Tulkoff/1986- 1987	Logan Ass./USA
MIPLAN	Rotacionais/ Prismáticas	Variante	M-basic	Houtzeel/1976	OIR e GE Co./USA
MULTI-CAPP II	Todas	Variante	Fortran	OIR news advance/1986- 1987	OIR/USA
SIPPS	Todas	Generativo	Fortran 77	Liu e Allen/1986	Southampton U/U.K.
TOM	Rotacionais	Generativo	Pascal	Matsushima/19	U. de

XPLAN	Todas	Generativo	Fortran 77	82-1987 Alting/1984- 1988	Tokyo/Japão Tech. U. DK/Dinamar ca
-------	-------	------------	------------	---------------------------------	---

Mesmo com todo esse desenvolvimento, não se cumpriram algumas previsões feitas pela SME (Society of Manufacturing Engineers): em 1988 os computadores iriam gerar automaticamente 30% de todos os planos de processos e até 1990, 20% das indústrias de manufatura utilizariam sistemas integrados MRP e CAPP com 50% dos planos gerados por computadores (TULKOFF, 1987; WYSK & CHANG, 1985).

Mais recentemente, ROZENFELD (1992), estudou 127 sistemas CAPP, dos quais foram analisados 41 e selecionados 12 por serem mais atuais e possuírem características para uma aplicação prática: ADIPLAN, AVOPLAN, CPLAN, CAPP, ET-CAP, ENGIN, IntelliCAPP, LOGAN, MetCAPP, MIPLAN, PART e SuperCAPPE.

A seguir, apresentam-se alguns sistemas CAPP de renome nacional e internacional

2.11.1. Sistema AutoCapp

O sistema Autocapp é um sistema nacional desenvolvido para rodar no sistema AutoCad. Ele é um conjunto de programas feitos em linguagem proprietária do AutoCad (Autolisp) e possibilita a edição de planos de processos diretamente no sistema Autocad.

Ele contempla as seguintes funções:

- integração com banco de dados (via SQL);
- geração de roteiros de fabricação com diversos relatórios;
- geração de custos de fabricação;
- geração de documentos de set-up de máquinas;
- controle de revisões; e
- geração estrutura de produto.

Este sistema roda no ambiente DOS-5.0 e Windows.

2.11.2. Sistema CAPPE

O ambiente integrado CAPPE contempla uma série de sistemas voltados à concepção do produto e à determinação dos recursos de manufatura necessários a sua fabricação. Com um conceito de integração, o CAPPE mantém todos os dados industriais dos produtos armazenados em um RDBMS (Relational Data Base Management System). Com isto, consegue-se alta conectividade com outros sistemas existentes nas empresas. O ambiente CAPPE é desenvolvido pela empresa KSR Consultoria e Sistemas para Engenharia.

A figura 2.13 apresenta os módulos do sistema CAPPE.

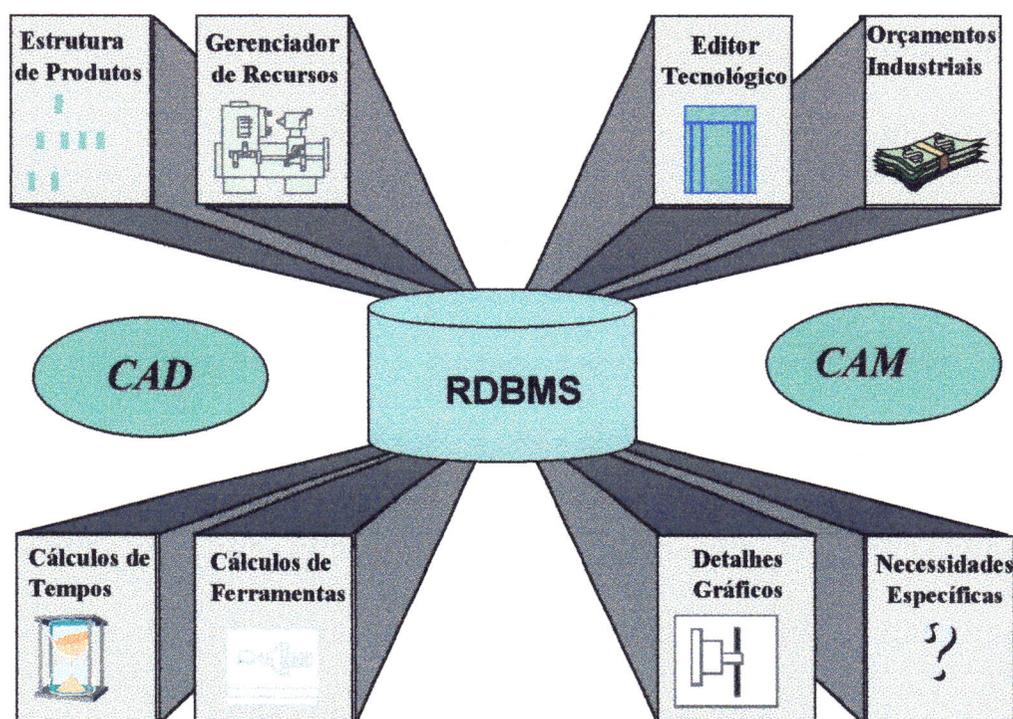


Figura 2.13- Módulos do Sistema CAPPE

O sistema CAPPE permite:

- confecção de processos padronizáveis, tanto para montagem quanto para usinagem;
- seleção de ferramental segundo critérios definidos pelo usuário;
- associação de desenhos às ferramentas, máquinas e operações;
- cálculos de tempos de fabricação produtivos e improdutivo;
- cálculos de condições de usinagem flexíveis para cada operação;
- controle de aprovação dos processos;
- controle completo de revisão das modificações;
- cópia de processos ou operações (“Copy and Paste”);
- criação e gerenciamento dos detalhamentos de uma operação feitos com o sistema;
- geração de estrutura de produto;
- geração de processos semi-automáticos;
- geração automática de desenhos de ferramental;
- suporta vários padrões de sistemas CAD;
- possui sistemas de comunicação de dados via textos; e
- possui módulos para tecnologia de grupo;

O sistema CAPPE roda no ambiente DOS e Windows 3.x ou superior, acessando base de dados Oracle, Sybase e Sybase Anywhere.

2.11.3. Sistema Micrograph

O sistema da empresa Micrograph foi desenvolvido para gerar folhas de processos e detalhamentos. Não possui automatismos e cálculos e assim como integração com CAD.

Este sistema permite:

- elaboração de folhas de processos, consultas e alteração;
- descrição de operações, sub-operações e instruções de qualidade;
- associação de desenhos tipo "BMP" aos processos; e
- modificação de lay-out alterando o fonte do programa.

O sistema foi construído em "Visual Basic" e funciona somente no ambiente Windows.

2.11.4. MetCAPP (Computer-Aided Process Planning System)

Desenvolvido pelo Institute of Advanced Manufacturing Sciences (IAMS), o MetCAPP é um sistema de planejamento de processo **Generativo**, baseado em "features", que contém um sistema especialista com lógica de usinagem.

O MetCAPP cria seqüências de operação e sub-operação em três níveis de detalhamento: peça, "feature" e corte. Ele gera os planos de processo a partir de uma base de dados que pode ser customizada para máquinas-ferramentas, ferramentas de corte e tempos padrão especificados.

Este sistema têm capacidade de realizar planejamento de processo automático para:

- documentação dos planos de processo e das seqüências de operações;
- geração da lógica de usinagem (sistema especialista) a partir do reconhecimento dos "features" da peça;
- organização das ferramentas de corte, das máquinas-ferramentas e das estações de trabalho ("workstations");
- estimativa dos tempos envolvidos com a fabricação da peça; e
- integração com outros sistemas de manufatura.

A partir de uma base de dados padrão ("industry-standard machining database" do IAMS), o MetCAPP estabelece os tempos padrão, as seqüências de operações, além de controlar as revisões do plano de processo. Já o "MetCAPP Toolbox" contém uma base de dados das máquinas e ferramentas de corte mais utilizadas. Outra opção possível é a realização de planejamento **Variante**, utilizando-se uma base de dados relacional do tipo SQL.

O MetCAPP é um sistema modular. Sua interface com o usuário se dá a partir de um sistema de "janelas", que facilita a transferência de dados entre diferentes planos de processos (operações "cut" e "paste"). São disponíveis durante a operação com o sistema, telas de ajuda sensíveis ao contexto ("help-on-line"). A partir do

utilitário "Report Writer", pode-se elaborar uma grande variedade de documentos de planejamento formatados.

O sistema MetCAPP é composto de três módulos integrados, CUTPLAN, CUTTECH e CUTDATA, além de várias bases de dados e do utilitário CAPPUTIL (responsável pelo gerenciamento destas bases de dados).

CutPlan: Este módulo produz a seqüência de operações dos planos de processo e funciona como interface com outros sistemas CIM. Ele realiza o planejamento do processo com detalhamento por peça. O CUTPLAN fornece:

- padrões de tempos para estimativas em operações repetitivas e sub-operações (inclusive tempo de preparação);
- estimativas precisas de tempos de produção;
- estimativas de orçamento relativo à aquisição de ferramentas para uma futura produção;
- uma base de dados relacional (tipo SQL) como opção para armazenagem, recuperação e revisão da documentação do planejamento do processo; e
- interfaces com outros sistemas CIM (Preparação de Documentos, MRP, Gerenciador de Ferramentas, Cronogramas de Fabricação, Programação CN etc.).

Cuttech: Este módulo é um sistema especialista de usinagem, que utiliza descrições de "features" das peças (furos, roscas, sulcos, etc.) para gerar as seqüências de sub-operações para escolher as ferramentas de corte e para calcular as condições de usinagem (*número de passadas, profundidade de corte, velocidade, avanços, etc.*).

As recomendações fornecidas por este sistema especialista abrangem o material da peça, as dimensões dos "features", as tolerâncias e limitações das máquinas-metals (*por exemplo: rigidez, potência disponível, velocidades e avanços, limitações de tamanho das ferramentas, deslocamentos máximos, etc.*). O CUTTECH fornece:

- planejamento de operações integradas para usinagem dos "features" da peça, levando em consideração as limitações de máquinas e ferramentas específicas; e
- os últimos desenvolvimentos em métodos de usinagem de ferramentas, velocidades de corte, taxas de avanço, e outros, disponíveis para as funções de planejamento.

Cutdata: Este módulo é um banco de dados que contém as recomendações de usinagem, baseado no "IAMS Machining Data Handbook" (Manual de Dados de Usinagem). Assim estão disponíveis 71.000 recomendações de usinagem (*Velocidade, avanço, ferramentas, etc.*) para 1.500 tipos diferentes de materiais. Estes dados são modificáveis para adequação às necessidades próprias de cada empresa.

Além disto este módulo fornece suporte a outras bases de dados, a partir de informações sobre máquinas-ferramentas instaladas, estações de trabalho, ferramentas de corte e tempos padrão. Estes dados estão disponíveis para todos os departamentos ligados a manufatura, propiciando melhor organização e controle dos recursos de manufatura.

O MetCAPP roda em estações SUN, IBM AIX, incluindo IBM PS/2.

2.11.5. SuperCAPPEs (Computer Aided Process Planning and Estimating)

O SuperCAPPEs é um produto comercializado pela SD-SCICON da Inglaterra. Ele é um sistema CAPP que trabalha tanto pelo método **Generativo** automático como pelo método **Variante**, possuindo funções de seleção de máquinas, ferramentas, cálculo de tempos e estimativa de custos.

Pode ser aplicado em todas as indústrias de manufatura discreta, particularmente as que possuem ordens de fabricação ou têm uma faixa de produtos relativamente complexa. Suas principais características são:

- método de planejamento **Variante e Generativo**;
- planejamento para todos os tipos de manufatura;
- integração com CAD/CAM, MRPII e gerenciamento de ferramentas;
- rápida implementação;
- bom suporte ao usuário (suporte telefônico);
- base de dados com regras de decisão;
- excelente interface homem-máquina (help-on-line e telas customizadas);
- trabalha com tecnologia de grupo, utilizando para codificação e classificação o código MICLASS;
- utiliza referências parametrizadas ("features" com dimensões parametrizadas); e
- presença do utilitário FINDER (método **Variante**: acha e recupera planos, materiais, centros de trabalho, etc.).

O sistema SuperCAPPEs é dividido em dois componentes principais:

- **software**: incorpora algoritmos, utilitários e outras características à performance do planejamento de processo e de sua estimativa.

- **base de dados**: fornece fundamentos para o software, é acessada, manipulada e combinada pelo software para criar planos de processo. A base de dados consiste em informações sobre materiais, máquinas e especificações de centros de trabalho, elementos MTM ("Motion Sequence Macro" - atividades de movimentação humana), dados sintéticos, formulas, etc. Ela pode ser estendida e modificada para qualquer companhia em qualquer país.

O SuperCAPES foi projetado para todos os tipos de manufatura, cobrindo usinagem e produtos em geral. Seus módulos básicos são:

- **MC:** usinagem e corte de metal
- **GP:** intenção geral para manufatura e construção
- **DR:** regras de decisão

Seus módulos opcionais são:

- **COSTING:** fornece custos e completa lista de materiais
- **ARCHIVE:** arquivo e recuperação de dados não ativos
- **IMPORT/EXPORT:** transferência de dados entre o SuperCAPES e outros sistemas como CAD/CAM,MRPII e gerenciamento de ferramentas.
- **WORK-TO LISTS:** criação de listas de atividades e controle da carga de trabalho departamental além de prioridades.
- **MICLASS:** classificação e codificação em tecnologia de grupo, a ligação entre projeto e produção.
- **REPORT GENERATOR:** criação de relatórios para usuários específicos.

Este sistema roda em equipamentos Digital VAX, Micro VAX 3100, HP9000, HP UNIX, PC 386/486 (UNIX) e sistema operacional UNIX.

2.11.6.PART (Planning of Activit, Resources and Technology)

O Sistema PART foi desenvolvido pelo Laboratório de Engenharia de Produção da Universidade de Twente, com assistência do Centro de Matemática em Amsterdam. Foi patrocinado pelo Ministério Alemão de Assuntos Econômicos (Programa Nacional para Simulação Computacional). O início de seu projeto se deu em janeiro de 1987, tendo seu término em janeiro de 1991. A intenção de seu projeto foi a construção de um sistema CAPP altamente automatizado, para peças rotacionais e prismáticas. O sistema PART executa as seguintes funções de planejamento:

- Seleção de máquinas;
- Seleção de conjunto de ferramentas;
- Determinação de set-ups, dispositivos de fixação;
- Determinação dos métodos de usinagem;
- Seleção de ferramentas de corte;
- Determinação de seqüência de usinagem;
- Cálculo do caminho das ferramentas;
- Cálculo das condições de corte; e
- Geração programas CN, entre outras.

A arquitetura do sistema PART consiste em um conjunto de módulos de aplicação, que cobrem o processo principal ou as tarefas de planejamento. Estes módulos são subdivididos em fases, onde a seqüência de execução destas fases é controlada por um *supervisor*, que as controla através de um *cenário* pré-definido.

As fases se comunicam via uma BD relacional.

A partir desta arquitetura, o sistema PART apresenta as seguintes características:

- execução paralela;
- processamento distribuído;
- o *supervisor* é o executor principal do planejamento do processo. Ele inicia, monitora e, se necessário, termina os processos, podendo executar várias CPU's em rede. Para iniciar as fases utiliza-se uma seqüência pré-estabelecida pelo *cenário* adotado. Deste modo, o *cenário* tem que ser adotado pelo usuário antes do início do trabalho com o sistema; e
- O *cenário* descreve em qual seqüência as funções ou sub-funções devem ser ativadas, descrevendo também quais as funções que podem ser feitas em paralelo e quais as ações tomadas no caso de uma delas terminar anormalmente. Pode-se usar vários *cenários* que adotam como linguagem a SSL - "Scenario Specification Language".

Vale ressaltar que a linguagem SSL é responsável pela especificação das seguintes condições:

- início de uma fase;
- fluxo de entrada e saída de dados para fase;
- início seqüencial do número de fases;
- início em paralelo do número de fases;
- início paralelo ou os instantes múltiplos de cada fase com diferentes dados de entrada;
- "sub-cenário" e como chamá-lo; e
- erros e exceções de transmissão.

As funções tecnológicas são divididas em 6 módulos:

- MTS: Seleção de máquinas-ferramentas
- J&F: Seleção de matriz e fixação
- MM: Seleção de métodos de usinagem e seqüências
- TS: Seleção de ferramentas de corte
- CC: Cálculo de condições de corte e caminho de ferramentas
- PL: Planejamento da capacidade

A interface com sistemas CAD é realizada pelos módulos GPM (responsável pelo reconhecimento dos “features”), VE (usado para criar, editar e manipular os modelos GPM) e FR (que extrai “features” geométricas e tecnológicas e seus parâmetros do modelo GPM).

Os “features” são entendidos como alguns padrões que podem ser recuperados da base de dados (“features” de usinagem, “features” de tolerância e os “features” de fixação). A definição destes “features” se dá através do uso de uma linguagem especial de *descrição de features*, que entendem modelos geométricos B-rep.

O módulo NC, combina e reorganiza os caminhos de ferramentas gerados pelo módulo CC dentro de um ou mais arquivos fonte (APT, COMPACT II).

O PART foi desenvolvido em plataforma DEC Station, rodando em DEC Windows com interface padronizada. Ele acessa uma base de dados relacional VAXRdb através de SQL.

2.11.7. Sistema PROCESS INNOVATOR

O sistema Process Innovator é um sistema desenvolvido pela empresa Cimtelligence Systems INC.. Este sistema incorpora a tecnologia de grupo para o desenvolvimento de processos de fabricação. Ele possui as seguintes características:

- armazenamento de dados numa base de dados relacional;
- modificação de relatórios (planos de processos) pelo usuário final;
- organização de dados de ferramental, materiais e programas CN;
- interação com diferentes sistemas CAD e PCP; e
- três níveis de segurança (Gerente, Autor, Consulta).

Este sistema roda nos ambientes: Windows, OS/2, Macintosh, SunOS, AIX, HP-UX. Sua base de dados pode ser: Oracle, Sybase, DB2 e ODBC.

2.12. Planejamento do Processo em produção não seriada

Na produção não seriada, também chamada “produção sobre encomenda”, encontram-se as seguintes características:

- o plano de processo pouco detalhado (só a seqüência de máquinas) ;
- baixa repetibilidade da peça na produção;
- baixa recuperação de planos de processos existentes;
- operadores de máquinas com alta qualificação;
- desenhos de produto (projeto) enviados diretamente a produção;
- orçamentos gerados sem dados precisos de planos de processos;
- lotes de fabricação muito baixo ;
- dificuldade de cotar retrabalhos ;
- “lay-out” de fábrica funcional ; e
- volume de orçamentos elevados para concretizar poucos negócios.

Desta forma, o planejamento do processo sofre um certo descaso, e cada vez mais os operadores de máquinas decidem sobre o “como fabricar”.

Porém, a concorrência acirrada está mudando este panorama. As empresas não seriadas estão agindo com a mesma seriedade no planejamento de processo como as empresas de produção em alta série. Desta forma, estas não estão admitindo:

- máquinas paradas na produção, aguardando operadores interpretarem desenhos;
- PCP não administrando ordens de produção e datas de entrega;
- falta de visão global do produto e todas as suas operações;
- orçamentos estimados e não comparados com o real após a produção;
- operadores de máquinas com salários altos, maior do que o necessário devido a seu poder de decisão de “como fabricar”;
- descontrole no consumo de ferramentas ; e
- máquinas paradas enquanto operadores experientes ficam procurando ferramental adequado à cada ordem de produção.

A partir de todos os fatos acima, o planejamento do processo possui um grande desafio: “Gerar planos de processos detalhados, precisos e com alta produtividade, estar intimamente ligado ao PCP e custos e aproveitar o conhecimento de “como fazer” dos operadores de máquinas”.

2.12.1. Sistemáticas de Implantação de CAPP

A sistemática de implantação consiste em aplicar uma metodologia que permita uma introdução gradual da tecnologia CAPP. Desta forma, espera-se que durante o próprio processo de implantação sejam colhidos resultados, que ajudam a motivar a continuidade do trabalho (MUSETTI, 1995).

Durante a aplicação da metodologia de implantação é fundamental estimular a participação de todos na solução de problemas e na apresentação de sugestões. Pretende-se, transferir a autoria das medidas de sistematização e também responsabilidades pelos resultados obtidos pela empresa.

Apesar da metodologia ser voltada para o setor de planejamento do processo, ela deve respeitar uma visão holística da empresa. Este enfoque entende que a máxima eficiência (desempenho) de um sistema depende de como as partes integrantes destes se interagem, sempre em sintonia com o conjunto de objetivos da empresa.

3. Metodologia de Trabalho

A luz dos conceitos analisados no capítulo 2, propõe-se a seguinte metodologia adaptada de MUSETTI (1995).

3.1. Diagnóstico

Segundo MUSETTI, o diagnóstico de uma empresa é a primeira etapa a ser cumprida e, segundo a metodologia proposta, ele se subdivide em três fases: conhecimento da empresa, levantamento dos dados e tabulação dos resultados.

Esta fase tem como principal finalidade o levantamento de dados gerais da empresa. Neste sentido, obtém-se uma visão geral interna e externa sobre a organização, dando uma boa noção sobre o produto, o pessoal, a estrutura organizacional, o fluxo de informações, o sistema produtivo, o mercado onde atua, etc.

3.2. Definição da concepção do sistema

A partir dos dados acima, diferente de MUSETTI, deve-se desenhar uma solução que melhor se adere a empresa descrita pelo diagnóstico. Assim sendo, faz-se necessário a determinação clara dos requisitos do sistema. Com estas informações deve-se preocupar com a escolha do melhor sistema CAPP e sistemas auxiliares a serem adotados.

Buscando o conceito de integração da manufatura, a interface do sistema CAPP com outros sistemas é um objetivo que deve ser preservado.

A implantação de um sistema em uma empresa manufatureira altera o cotidiano de trabalho de seus funcionários. Portanto, é aconselhado que se documente os procedimentos de trabalho afetados pelo novo sistema.

Para garantir o sucesso de uma implantação de CAPP, além do comprometimento da equipe usuária, é necessário definir claramente a quantidade e o nível de conhecimento exigidos pelo sistema CAPP.

Abaixo, apresentaremos um detalhamento melhor dos assuntos envolvidos na concepção do sistema.

3.2.1. Definição dos requisitos a serem atendidos pelo CAPP

Os requisitos de implantação são as informações consideradas importantes para o sucesso na escolha do sistema CAPP.

Uma boa maneira de determinar os requisitos de um sistema CAPP é estudando os sistemas existentes no mercado. Através de demonstrações e projetos pilotos, pode-se levantar uma lista de requisitos bastante completa.

Alguns pontos destes requisitos poderão ser vistos na figura 3.2.2.

3.2.2. Definição do sistema a ser adotado

Existem vários métodos que auxiliam a tomada de decisão final a respeito da compra de um sistema computacional. Alguns apoiam-se em medidas subjetivas de avaliação, dependendo do julgamento das pessoas que estão envolvidas com o processo de seleção. Outra linha, relaciona-se com conceitos de custo e valor dos itens dos sistemas, envolvendo avaliações em termos financeiros.

De um modo geral, pode-se dizer que existem três principais métodos de seleção de um sistema: por peso, por custo/efetividade e por custo/valor (NOGUEIRA & GARCIA, 1986; OLIVEIRA, 1988).

Na seleção por peso, a escolha de um sistema baseia-se na realização das seguintes atividades:

1. Estabelecimento dos requisitos dos sistemas a serem analisados quanto a sua seleção;
2. Definição dos pesos de cada um desses requisitos;
3. Avaliação de cada sistema em relação aos requisitos previamente identificados (pontuação a partir de notas);
4. Multiplicação de cada nota pelo respectivo peso do requisito; e
5. Soma dos pontos obtidos para cada sistema.

O resultado final deste método é a escolha do sistema que acumula o maior número no total de pontos. Segundo NOGUEIRA & GARCIA (1986), a simplicidade desse método é seu ponto forte, porém também poder ser sua fraqueza, uma vez que o método é baseado no julgamento subjetivo de requisitos. Aos profissionais que utilizam este método, cabe a tarefa de explicarem à empresa os critérios utilizados para atribuir notas aos requisitos de cada um dos sistemas avaliados.

Além disso, com relação aos pesos, nunca é demais repetir a regra básica de qualquer processo de seleção: os pesos têm de ser estabelecidos antes da chegada de qualquer proposta de fornecimento, caso contrário, o processo de seleção torna-se a homologação de uma escolha já feita anteriormente.

O ANEXO H apresenta um exemplo de critério para seleção de sistema CAPP. Através deste exemplo pode-se aplicar o método NOGUEIRA & GARCIA.

3.2.3. Definição dos sistemas auxiliares

Uma vez definido o sistema CAPP, deve ser solicitado ao fornecedor do sistema uma lista completa dos sistemas possíveis de serem integrados ao sistema CAPP ou padrões de banco de dados que será utilizado.

Geralmente os sistemas auxiliares são:

- Sistema Operacional
- Sistema CAD
- Sistema de Visualização de desenhos
- Sistema de Banco de dados
- Editores de Textos
- Sistemas de manipulação de imagens

3.2.4. Definição das interfaces do sistema

Conforme apresentado no capítulo 2 deste trabalho, o CAPP manipula informações que devem tornar-se corporativas dentro de uma empresa. Os principais setores que trocam dados com os sistemas CAPP são custos e PCP.

Para que a interface (integração) entre os sistemas existentes na empresa e o CAPP são necessários mecanismos computacionais específicos para troca de dados entre os sistemas e, também, um profundo conhecimentos da base de dados dos sistemas que serão integrados.

A seguir serão apresentadas três formas de integração com sistemas CAPP.

A) Programa de Interface

Um sistema CAPP pode dispor de um aplicativo para exportar e importar arquivos no padrão DBF ou TXT, principalmente de:

- Dados de peças (cadastro de itens fabricados ou comprados)
- Dados de estruturas do produto (quando necessário)
- Dados de planos de processos e seus detalhamentos
- Dados de ferramentas e máquinas

Desta forma, podem-se construir programas periódicos de trocas de dados entre sistemas, conforme o padrão de arquivo definido. Uma documentação completa destes arquivos de interfaces é fundamental para o sucesso desta interface.

B) Através das Tabelas do Sistema utilizando SQL

A senha do banco de dados do sistema CAPP pode ser disponibilizada para a empresa. Assim, o próprio cliente pode construir seu programa de interface com todas os cuidados necessários.

Uma das formas de integração pode ser feita através da ligação entre bancos de dados relacionais, conectando-se com as tabelas dos sistemas e com pequenos programas. Desta forma, o próprio banco de dados garante a troca de dados on-line entre os sistemas.

C) Através de Programas específicos

Com a senha do banco de dados disponibilizada para a empresa, esta poderá gerar arquivos formatados (texto, DBF, etc.) segundo seu padrão. Assim, é possível passar os dados para outros programas. Esta solução é muito adotada quando o sistema que será interfaceado não funciona no mesmo sistema operacional do sistema CAPP (Ex. Main Frame).

3.2.5. Definição dos métodos de trabalho

O sistema CAPP é utilizado por diversas pessoas, de diferentes departamentos, culturas e hábitos de trabalho. Por este motivos, faz-se necessário a padronização de método de trabalho comum para as atividades envolvidas na implantação do sistema CAPP.

O estudo dos novos métodos de trabalho com o sistema CAPP servirá como direcionamento para treinamento de novos usuários do sistema. Além disso, este estudo poderá prevenir problemas de adaptação dos usuários na nova maneira de trabalho.

3.2.6. Definição da estrutura de pessoal e sua qualificação

É possível prever, através de um diagnóstico dos usuários, quantos deles serão necessários na fase preparatória do sistema e quantos na definitiva (após a implantação do sistema CAPP).

Além disto, deve-se estudar as necessidades de cada usuário, levando em conta suas qualificações profissionais, e prevendo os treinamentos e recursos adequados em cada caso.

3.3. Medidas de sistematização

As medidas de sistematização têm por objetivo preparar as informações necessárias ao sucesso da implantação de um sistema ou atividade. Segundo MUNETTI(1995), a fase de definição da estratégia de sistematização é composta por uma série de procedimentos direcionais responsáveis pelas decisões que moldam um planejamento para as medidas preparatórias, básicas e fundamentais de sistematização.

Na implantação de sistema CAPP, faz-se necessárias as seguintes definições e medidas de sistematização:

- **Estabelecer a forma organizacional do projeto**
 - Definir as linhas gerais de trabalho, bem como as equipes e suas responsabilidades;
 - Montar o cronograma das etapas das atividades a serem desenvolvidas; e
 - Estabelecer a disponibilidade de recursos (micros, plotters, impressoras, softwares, redes, etc.) para atender o cronograma.
- **Divulgar conceitos e a metodologia de implantação**
 - Nivelar os conhecimentos a cerca da tecnologia CAPP, discutir a abrangência do sistema adquirido;
 - Listar os pontos críticos de sucesso; e
 - Criar condições para o desenvolvimento das demais etapas.
- **Nivelar conhecimentos sobre os produtos fabricados e meios de produção**
 - Conhecer os produtos fabricados pela empresa e o sistema de produção adotado;
 - Verificar como nasce um novo produto, desde o projeto, processos de fabricação e compra de ferramental, custos, etc.;
 - Ver quais produtos são mais significativos para a empresa; e
 - Deve-se conhecer, cada vez mais, o sistema de planejamento do processo atualmente empregado pela empresa.
- **Analisar a integração com sistemas existentes**
 - Analisar as possibilidades de integração de dados com outros sistemas já existentes; e
 - Definir fluxo de informações entre os sistemas existentes e o sistema CAPP.
- **Definir quais os tipos de documentos (planos de processos) que serão utilizados na empresa**
 - Procurar definir quais documentos serão empregados pela empresa e seu formato básico, visando auxiliar as discussões onde serão definidos os detalhes dos documentos
- **Definir uma configuração única do sistema (base de dados e relatórios)**
 - Verificar aplicabilidade de se manter para as várias áreas da planta fabril, de base de dados única e relatórios

- **Definir planejamento distribuído**
 - Planejar quais setores da empresa podem assumir atividades de planejamento do processo ou os cadastros necessário ao sistema CAPP.
- **Definir formas de aproveitamento de informações**
 - Definir como agrupar produtos e planos de processos em Tecnologia de Grupo.
- **Definir métodos de CAPP**
 - Definir quais métodos de geração de processos será empregado (interativo, Variante, Generativo automático, híbrido)
- **Definir aproveitamento de desenhos em CAD para geração de croquis**
 - Analisar a possibilidade de exportação e importação de desenhos visando a geração de croquis.
- **Definir o modelo do documento macro**
 - Definir o modelo do documento macro.
 - Definir o funcionamento geral do editor macro de processos.
- **Definir o modelo do documento de sub-operações**
 - Definir o modelo do documento de sub-operações.
 - Definir o funcionamento geral do editor de sub-operações.
- **Definir o modelo de documento para operações de qualidade**
 - Definir o modelo dos documentos de qualidade.
 - Definir o funcionamento geral do editor de qualidade.
- **Definir o modelo de documento para operações de set-up**
 - Definir o modelo do documento de set-up e o funcionamento geral do editor de set-up.
- **Definir o modelo de documento para lista de ferramentas**
 - Definir o modelo de documento da lista de ferramentas
- **Definir outros documentos a serem utilizados**
 - Definir o modelo de outros tipos de documentos como relatórios de revisões e outros
- **Definir cadastro de máquinas**
 - Definir como será o cadastro de máquinas e centros de custo

- **Definir operações-padrão**
 - Definir como será o cadastro de operações-padrão para o editor macro do CAPP.

- **Definir sub-operações**
 - Definir como será o cadastro sub-operações padrão para o editor do sistema CAPP.

- **Definir sub-operações de qualidade**
 - Definir como será o cadastro operações de qualidade para o editor do sistema CAPP.

- **Definir sub-operações de set-up**
 - Definir como será o cadastro operações de set-up para o editor do sistema CAPP.

- **Definir cadastro de ferramentas, instrumentos e dispositivos**
 - Definir como será o cadastro de ferramental do CAPP.

- **Definir cadastro de desenhos de ferramentas com sistema CAD**
 - Definir os desenhos de ferramentas em CAD.

- **Definir cadastro de produtos**
 - Definir como será o cadastro de produtos comprados ou fabricados;
 - Definir os campos e formatos do cadastro de produtos; e
 - Definir meios de rastreabilidade.

- **Definir sistema de classificação de peças**
 - Definir como será a classificação em famílias de produtos comprados ou fabricados, incluindo matérias-primas.

- **Definir cadastros de matérias-primas**
 - Definir como será o cadastro de produtos comprados.

- **Definir cadastro de estrutura do produto**
 - Definir a estrutura do produto do CAPP;
 - Definir meios de rastreabilidade e efetividade de estruturas; e
 - Definir meios para simulações na geração de novos produtos.

- **Definir cadastro de desenhos associados a uma peça**
 - Definir como os desenhos de produto estarão armazenados e ligados ao cadastro de componentes.

- **Definir método de cálculos de custos planejados de fabricação**
 - Definir o funcionamento do sistema de custos planejados de fabricação.
- **Definir custo de ferramentas**
 - Definir a forma em que o custo do ferramental será acrescentado no custo dos produtos.
- **Definir centros de custo e relacionamento com máquinas**
 - Definir os centros de custo da empresa e quais máquinas estão em quais centros de custo.
- **Definir relatórios de custos**
 - Definir quais relatórios serão impressos pelo sistema de custos.
 - Definir os formatos dos relatórios do sistema de custos.
- **Definir estrutura de cálculos de tempos**
 - Definir o cálculo de tempos de preparação e padrão no plano macro
 - Definir o cálculo de tempos no plano de sub-operação
- **Definir método de cálculos de condições de usinagem**
 - Definir o cálculo de condições de usinagem e sua ligação com os equipamentos e operações.
- **Definir método de cálculos de variáveis dos planos de processos**
 - Definir o cálculo ou regras de cálculos de variáveis do plano de processos e seus detalhamentos.
- **Definir cálculos de dados de ferramental**
 - Definir o cálculo automático de dados de ferramentas.
- **Definir mecanismo de geração automática de desenhos de ferramental**
 - Definir o desenho automático de ferramentas.
- **Definir desenhos parametrizados de produtos**
 - Definir o desenho automático de produtos.
- **Definir estrutura de usuários e níveis de acesso**
 - Definir os usuários que terão acesso ao CAPP; e
 - Definir o nível de acesso de cada usuário do CAPP.
- **Definir sistema de back-up de dados**
 - Definir o sistema de back-up de dados do CAPP; e
 - Definir o responsável pelo back-up.

- **Definir fluxo de aprovação de processo**
 - Definir o fluxo de aprovação (status) de processos no CAPP.
- **Definir controle de revisões de processos**
 - Criar um procedimento de controle de revisões de processos no CAPP.
- **Definir a ligação de sistema CAD com o CAPP**
 - Analisar a possibilidade de integrar o sistema CAPP com o sistema CAD usado na empresa, buscando facilitar as consultas a projetos de um produto durante o atividade de planejamento do processo.
- **Definir integração com sistema CNC**
 - Analisar a possibilidade de integrar o sistema CAPP com o sistema de programação CNC usado na empresa.
- **Definir integração com sistema PCP**
 - Analisar a possibilidade de integrar o sistema CAPP com o sistema PCP usado na empresa.
- **Definir padronizações necessárias**
 - Definir padronizações e sistemas auxiliares necessários.
- **Definir importação de dados iniciais**
 - Definir como serão as importações de dados já existentes em outros sistemas da empresa para a base de dados do sistema CAPP.
- **Definir procedimentos de utilização da integração**
 - Definir como será documentado utilização e a integração do CAPP com os sistemas já existentes na empresa.
- **Definir treinamentos**
 - Definir todos os treinamentos necessários.

Terminado o processo decisório deve-se documentar os fatos relevantes para as decisões tomadas. Assim, tem-se uma base de informações segura para alterar ou evoluir com uma decisão já efetivada.

A documentação do cronograma é fundamental para o estabelecimento de um planejamento global de toda a implantação, e deve ser mantido atualizado. Assim, a equipe de implantação trabalha sincronizada e com uma ansiedade controlada.

3.4. Instalação e operação em produção

Finalizadas as medidas básicas de sistematização descritas acima, tem-se uma base de dados pronta, e todo o ambiente fabril preparado e informado sobre as alterações do fluxo de trabalho, procedimentos, documentos, bem como outras que estão para serem implementadas juntamente com o CAPP.

Diferente de MUSETTI, 1995, a operação do sistema deverá passar para as seguintes fases, mostradas na figura 3.1.

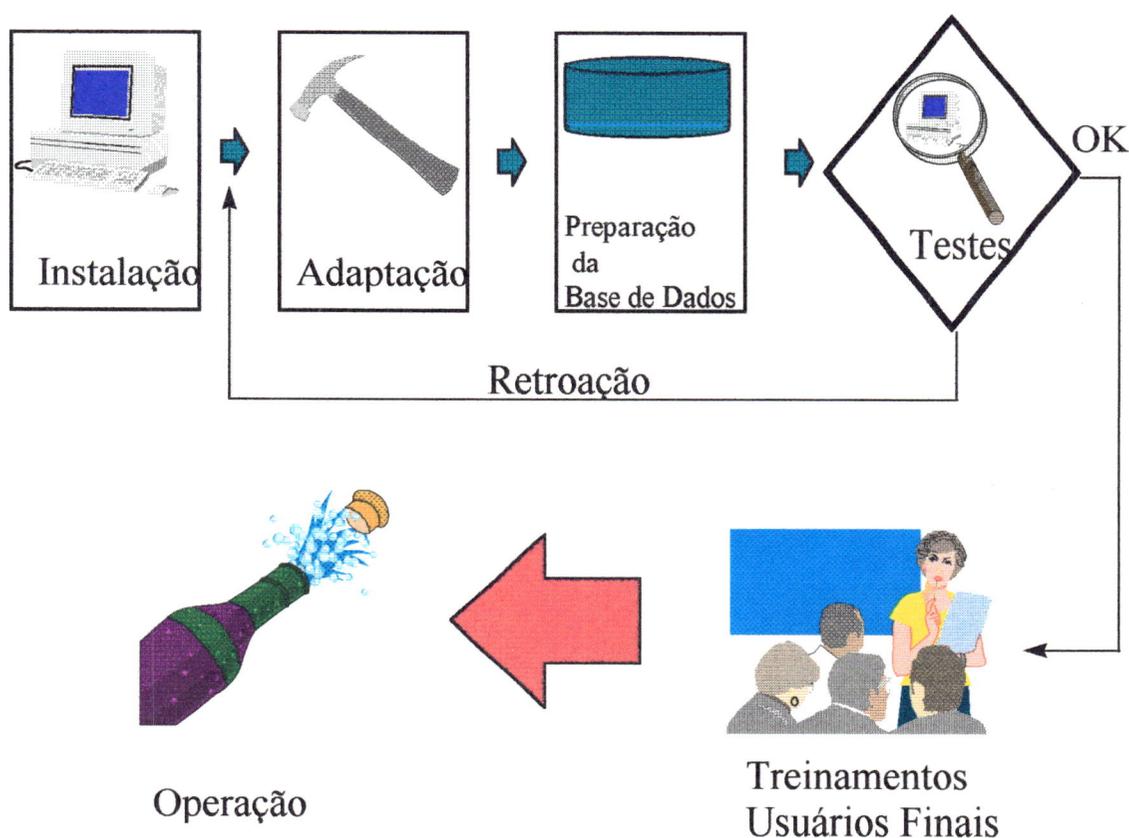


Figura 3.1 - Fases de operação de um sistema

3.4.1. Instalação do sistema

O sistema deve ser instalado na empresa por pessoas habilitadas para tal fim. Geralmente emprega-se para esta atividade o fornecedor do sistema CAPP e a equipe de sistemas da empresa.

Recomenda-se fazer uma instalação do sistema num ambiente de teste. Este ambiente implica em servidores de dados, rede e micro computadores com funcionalidade desvinculada da rede operacional da empresa. Desta forma, a equipe de implantação fica isenta de preocupação com os dados reais da empresa durante seus testes.

3.4.2. Adaptação do sistema

Nesta etapa, serão implementadas no sistema CAPP os requisitos levantados durante a fase decisória de sistematização. Dentre estas implementações inclui-se a construção de relatórios e modelos de planos de processos, funções adicionais e sistemas para interfaceamento de dados entre os sistemas da empresa e o sistema CAPP.

A princípio deve-se ter o cuidado de evitar modificações no sistema CAPP original. Esta medida facilita a instalação de novas versões do sistema desenvolvidas pelo fornecedor.

3.4.3. Preparação da base de dados

Após as definições das adaptações e integrações com os sistemas da empresa, deve-se iniciar a carga de dados do sistema CAPP.

Esta carga de dados pode envolver:

- cadastros manuais, envolvendo operações, variáveis, ferramentas, máquinas e outras; e
- importação, trazendo dados antigos de outros sistemas, como dados de produtos, estruturas de produto e planos de processos. Geralmente a fonte dos dados a serem importados encontram-se no sistema de PCP.

3.4.4. Testes e Pilotos

A fase de testes do sistema padronizado (adaptado) é fundamental para que a sua operação definitiva seja segura.

Para que o teste seja eficiente, deve-se definir uma metodologia dedicada para reproduzir a utilização do sistema quando este estiver em produção.

Durante a etapa de testes é fundamental verificar:

- a performance do sistema;
- a performance das funções de integração dos sistemas envolvidos;
- a qualidade e eficiência na impressão de relatórios e planos de processos;
- a estabilidade da rede e do sistema operacional operando multi-usuário;
- segurança de senhas e acessos do sistema;
- segurança de transferência dos dados de integração entre os sistemas envolvidos; e
- a qualidade das funções vitais do sistema.

Não é recomendado liberar para os usuários finais os testes acima. Pois a etapa de teste está sujeita a encontrar problemas graves. Estes problemas desmotivam o usuário final e dão uma idéia errônea de instabilidade da equipe de implantação e do sistema a ser utilizado futuramente.

3.4.5. Treinamentos de usuários finais

Uma vez terminado os testes acima, o usuário final deverá ser treinado por uma equipe habilitada e poderá praticar os ensinamentos no ambiente de teste.

3.4.6. Operação do sistema

Uma vez que o ambiente de teste se mantém estável, o sistema CAPP deverá ser instalado no ambiente de produção.

Após esta instalação, deve-se repetir a metodologia de teste definido acima e aprová-lo para a sua operação definitiva na empresa.

4. Diagnóstico

4.1. Descrição da empresa

A empresa, objeto de estudo, é uma multinacional especializada na área de telecomunicações. Seu produto básico são centrais telefônicas fornecidas a órgãos públicos e privados de vários países.

O trabalho descrito aqui foi desenvolvido em um departamento denominado, nesta tese, de Divisão Mecânica. Este departamento da empresa é responsável por suprir todos os outros de mecânica da central telefônica e garantir reposição de peças mecânicas para manutenção das centrais.

As principais operações são serralheria, estampagem, tratamentos térmicos e de superfícies. Esta divisão trabalha com produção sobre encomenda para abastecer os departamentos de montagens de centrais telefônicas e tem como lote médio de fabricação 50 peças.

Por razões estratégicas a Divisão Mecânica também fornece peças para terceiros, principalmente fabricantes de caixas eletrônicos de dinheiro e peças para reparos de mainframe.

A Divisão Mecânica possuía cerca de 400 funcionários (operadores de máquinas) e 40 pessoas nas engenharias e controle de produção. Esta divisão usufrui dos departamentos de compras, recursos humanos, suprimentos e diretorias da empresa pela qual ela servia.

4.2. Forma de trabalho da Engenharia

A engenharia (produto, processo e orçamentos) da Divisão Mecânica era composta por cerca de 15 pessoas. Estas pessoas eram divididas em orçamentistas, desenhistas de produto e processistas.

O ponto de partida da atividade de engenharia na Divisão Mecânica é o pedido de orçamentos de uma peça a partir do desenho de produto. Normalmente, este desenho vem impresso em papel de diversos formatos e idiomas.

De posse destas informações a engenharia iniciava a interpretação do desenho. O orçamentista, então, selecionava o material necessário e elaborava um processo de fabricação simplificado. Com a aplicação de taxas horárias, o orçamentista calculava e registrava o resultado em um documento próprio. Estas informações eram reportadas à equipe responsável pela negociação junto ao cliente. Durante essa fase, a cotação recebia o mesmo número do desenho fornecido.

Uma vez confirmada a fabricação do item pela Divisão Mecânica, o processista solicitava um código de produto ao mainframe (para executar as cobranças devidas) e desenhava o produto de forma explodida. Neste caso, o

processista informava e pesquisava no mainframe um material compatível para utilizar para este produto. Assim que encontrado, o processista cadastrava somente a lista dos materiais necessários para a fabricação. Ou seja, a estrutura do produto não era inserida no mainframe.

A partir disto, o processista fazia um processo de forma manuscrita contendo um plano simplificado e instruções de controle para algumas peças. Terminada esta etapa, o processista disponibilizava o desenho explodido e o plano de processo (ambos manuscritos) para a central de distribuição de documentos técnicos e informava ao PCP a conclusão de seu trabalho.

4.3. Tecnologias e sistemas disponíveis

A Divisão Mecânica contava apenas com o sistema corporativo AMAPS, espalhado pela empresa através de terminais de consulta. A maioria das pessoas da engenharia não tinham contato com micro computadores PCP.

Os únicos micro computadores existentes eram os da central de distribuição de documentos e do sistema da geradora de programa CN ligado via modem com as máquinas da produção.

4.4. Problemas existentes

Durante a fase de diagnóstico da empresa, detectou-se as seguintes deficiências:

– Planejamento do Processo de Fabricação

- Os planos de processos eram executados de forma interativa, manuscrita em formulários predefinidos;
- Os planos de processo eram de difícil leitura pelos operadores de máquina. Isto se deve a despadronização dos planos e caligrafias de qualidade ruim;
- Devido ao grande volume de itens, somente os itens críticos (fabricação complexa) tinham processos de fabricação;
- Não havia padronização quanto a tempos e métodos. Estes variavam conforme a experiência do processista;
- Havia um grande volume de fórmulas e tabelas de tempos a serem consultadas pelos processistas;
- Não havia, na engenharia, a especificação clara do equipamento e ferramental no plano de processo; e
- Baixo reaproveitamento de planos de processo e controle de revisões.

– **Desenhos de produto e auxiliares**

- Os desenhos auxiliares eram feitos de forma manual;
- Havia muitos erros de confecção; e

A manutenção e recuperação dos desenhos era morosa.

– **Orçamentos de peças**

- Os orçamentos eram feitos manualmente somente por processistas mais experientes;
- A manutenção e recuperação dos orçamentos era precária;
- Não havia comparação do orçamento feito pelo orçamentista e o planejado pelo processista na hora de sua fabricação; e
- A base de cálculos não era segura e variava de acordo com o orçamentista.

– **Programação CNC**

- Os programas eram elaborados linha a linha, especificando-se o percurso da ferramenta e suas coordenadas; e
- Os programas eram baseados em um desenho auxiliar do produto, quando havia, ou era necessário calcular o desenvolvimento da peça dobrada.

A figura 4.1 mostra um diagrama de causa e efeito das deficiências acima citadas.

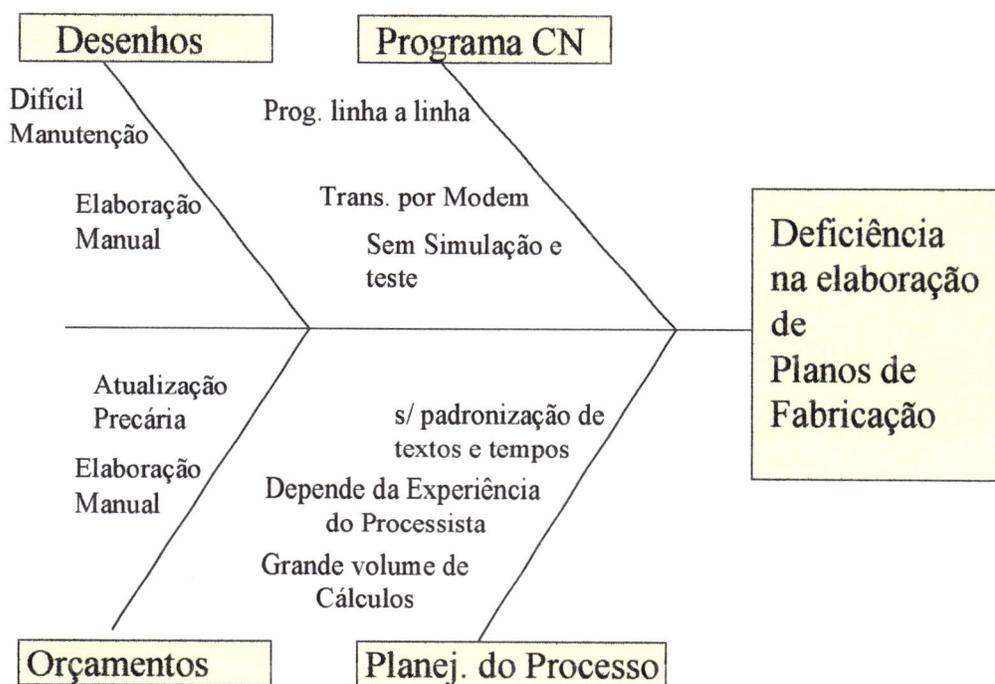


Figura 4.1- Diagrama de Causa e Efeito

Outro ponto importante é a dificuldade de controlar o volume elevado de informações gerados pela engenharia em forma de documento impresso.

4.5. Justificativas para aplicação do computador

A Divisão Mecânica trabalha com uma produção bastante diversificada, com lotes pequenos e sazonais, conforme demanda das áreas montadoras de centrais telefônicas e clientes externos.

Com o advento da ISO 9000, a Divisão Mecânica deveria elaborar aproximadamente 8000 processos de fabricação para os itens mais importantes.

A elaboração destes processos e suas manutenções ficariam inviáveis para o porte da engenharia, e por outro lado, a divisão mecânica pretendia implantar um sistema de PCP local integrado a um sistema de PCP funcionado em mainframe. Esta implantação exigiria futuramente uma alimentação de dados de fabricação confiáveis e de modo rápido.

Outro ponto relevante é a necessidade de padronização dos orçamentos e o acompanhamento preciso do custo real das peças produzidas. As áreas montadoras estavam cada vez mais exigentes quanto ao prazo dos orçamentos e entregas das peças por elas compradas.

5. Concepção da Solução

5.1. Requisitos para implantação

O primeiro requisito do sistema CAPP é que ele deveria atender às áreas de fabricação da serralheria mecânica e da ferramentaria (usinagem). Portanto, deveria ser flexível para suportar múltiplas configurações e acessos de diferentes usuários simultaneamente.

O método de CAPP que deveria ser implementado é o **Generativo iterativo**, devido a grande número de peças novas produzidas pela engenharia. O método **Variante** também foi considerado fundamental para facilitar a emissão de planos de processos a partir de produtos semelhantes já confeccionados pela empresa.

Através de uma profunda análise de necessidades da Divisão Mecânica, concluiu-se que esta deveria possuir um sistema de engenharia que facilitasse toda a preparação de dados para o novo sistema de PCP que seria implantado. Além disso, o sistema de engenharia deveria permitir rastreabilidade e aumento de produtividade na atividade de geração de orçamentos de produtos e emissão de planos de processos.

O sistema CAPP deveria atender às áreas de fabricação da serralheria mecânica e também a ferramentaria (usinagem).

Desta forma, o outro requisito fundamental foi que o novo sistema CAPP permitisse uma completa troca de dados com outros sistemas. Assim, ficou definido a necessidade de uma comunicação entre o novo sistema CAPP e o mainframe rodando o sistema AMAPS e o sistema de PCP chamado CIMMRP2 (figura 5.1).

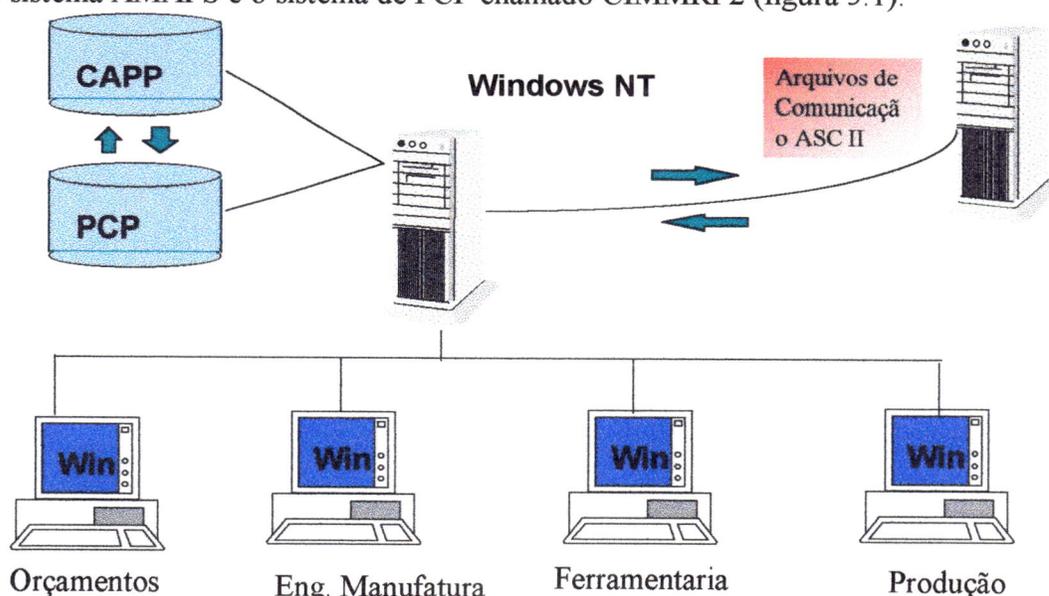


Figura 5.1- Interligação de dados do sistema CAPP

Os processistas passariam a desenvolver todos os dados necessários a fabricação e geração de orçamentos. Sendo assim, havia a necessidade do sistema CAPP se comunicar com de forma eficiente com um sistema CAD popular e de baixo custo de aquisição e treinamento. O sistema CAD adotado para desenvolver desenhos de produtos e croquis de fabricação foi o AutoCad.

Do ponto de vista da geração de orçamentos dos produtos, o sistema CAPP deveria ser implantado de forma rápida visando eliminar o trabalho manual de gerenciamento de orçamentos. Porém um requisito forte é que o sistema CAPP deveria permitir uma introdução gradual do cadastro das fórmulas de tempos de fabricação e operações paramétricas.

A implantação do sistema CAPP deveria ocorrer de forma gradual, onde os usuários finais iriam sendo treinados segundo um cronograma e passavam a desempenhar suas atividades no sistema CAPP. Desta forma, o impacto na Divisão Mecânica seria o menor possível.

Ficou definido que o novo sistema deveria ter uma interface gráfica e a Divisão Mecânica providenciaria todos os treinamentos aos usuários, pois estes estavam acostumados apenas com os terminais textos do mainframe.

5.2. Definição do sistema CAPP

Segundo uma rigorosa análise e utilizando-se a tabela apresentada na figura 3.2.2, o sistema CAPPE da empresa **KSR Consultoria e Sistemas para Engenharia** foi adotado na Divisão Mecânica, a pontuação está apresentada no ANEXO B.

O sistema CAPPE foi configurado para atender aos requisitos da engenharia de fabricação de produtos e ferramental (ferramentaria) e conta com os seguintes módulos:

5.2.1. Cadastro de Produtos e Estruturas

O módulo de cadastro de produtos do sistema CAPPE permite o cadastro ou importação de todos itens reconhecidos pela empresa. Neste caso se encontram os produtos fabricados ou comprados e matérias-primas.

Para gerar orçamentos e simulações na engenharia, este módulo permite criações de itens com códigos iguais e modelos e revisões diferentes para cada estrutura de produto.

O cadastro dos itens contempla os registros básicos, como nome, código, desenhos, revisões e datas. Outros 25 campos podem ser definidos pelo próprio usuário.

Durante o cadastro, o sistema permite que seja acionado o sistema CAD para a elaboração dos projetos dos produtos e os gerência.

Na figura 5.2 está sendo mostrado o sistema de cadastro de produtos e estruturas do sistema CAPPE.

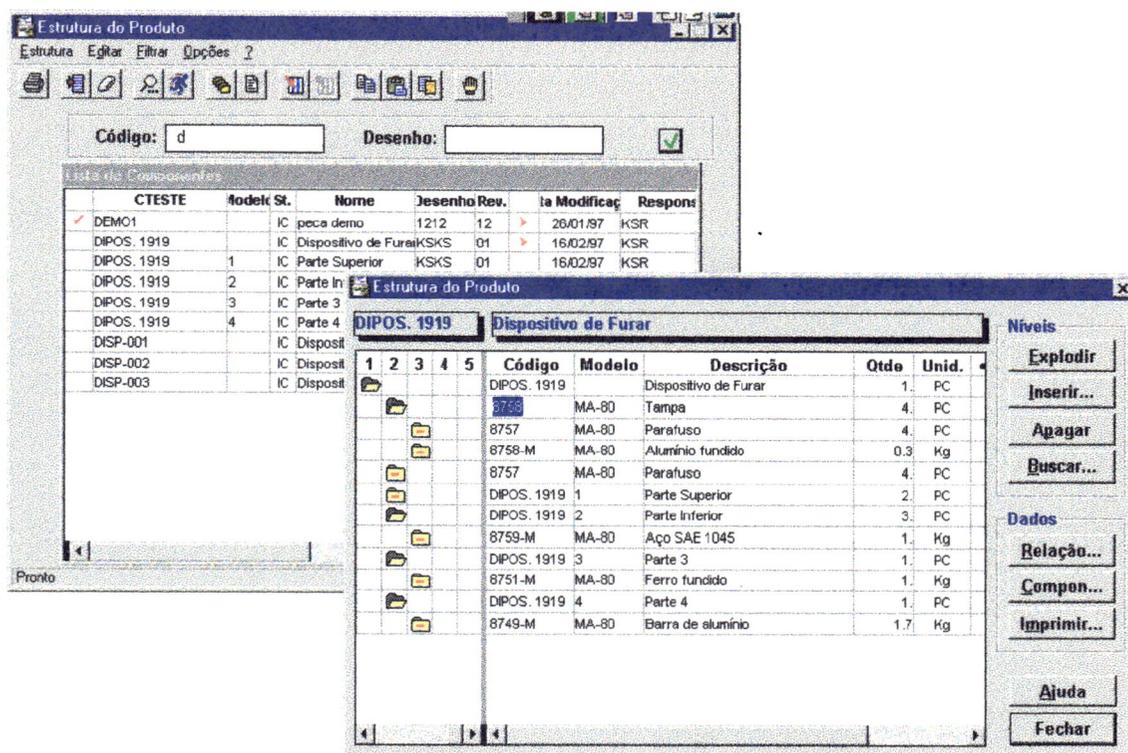


Figura 5.2- Cadastro de produtos do sistema CAPPE

5.2.2. Cadastros de Recursos de Manufatura

O sistema de cadastro de recursos de manufatura divide os recursos em dois grupos: *operações e equipamentos*.

O cadastro das operações é feito levando-se em conta o tipo da operação. Este módulo permite uma completa separação entre as operações de montagem, usinagem, qualidade e ajustes de máquinas (set-up).

O sistema de cadastro de operações é flexível e totalmente configurado pelo usuário, que define:

- *menu para encontrar cada operação,*
- *mnemônicos para buscas rápidas das operações,*
- *parâmetros para cada operação e suas unidades de medida,*
- *valores padronizados para parâmetros da operação,*
- *textos paramétricos,*
- *arquivo de desenho paramétrico da operação.*

O cadastro de equipamentos permite a divisão das ferramentas, instrumentos de medição, dispositivos e máquinas em grupos organizados de recursos.

Durante o cadastro das ferramentas, o usuário pode definir quais critérios de cadastro e pesquisa que melhor se adequam a cada família de ferramentas. Através de sistemas auxiliares (como o CAD), podem ser visualizados ou editados os respectivos desenhos ou projetos.

Os principais recursos são:

- cadastro de menus de ferramentas por família de recursos semelhantes;
- cadastros de fichas técnicas para cada família;
- arquivo de desenho paramétrico do recurso;
- nome do programa para desenho automático da ferramenta; e
- valores padronizados para pesquisas de recursos através dos parâmetros.

Na figura 5.3 está sendo mostrado o módulo de cadastro de recursos do sistema CAPPE.

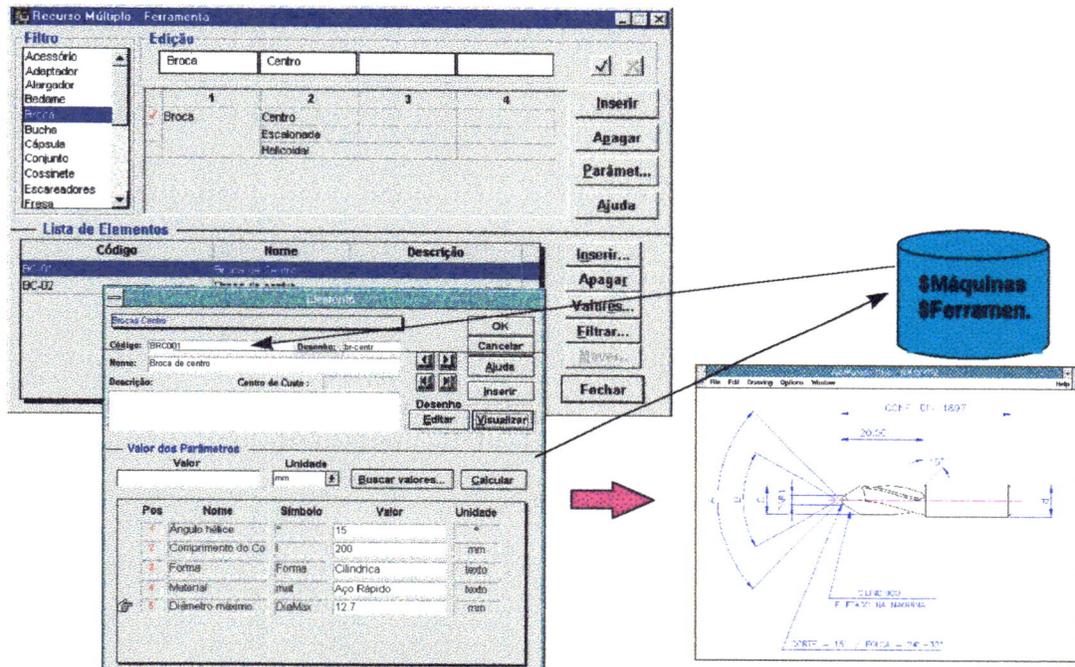


Figura 5.3- Módulo de cadastro de recursos do sistema CAPPE.

5.2.3. Cadastro de regras de cálculos de tempos e variáveis

Este módulo responde pelo cálculo de tempos dentro do ambiente CAPPE. Todo cálculo de tempos de fabricação (usinagem ou montagem), preparação, movimentação ou outros são efetuados segundo as características da própria empresa. Desta forma obtém-se uma maneira precisa e rápida de fornecer tempos para os sistemas de orçamentos e para a programação de fábrica.

As regras de cálculos podem ser formadas a partir de fórmulas matemáticas, tabelas e sentenças (com IF-THEN-ELSE, MAX, MIN, SEN(), COS() etc.). A combinação destas três estruturas de cálculos permite a realização de cálculos complexos pelo sistema CAPPE.

Na figura 5.4 está sendo apresentado o módulo de cadastro de regras de cálculo do sistema CAPPE.

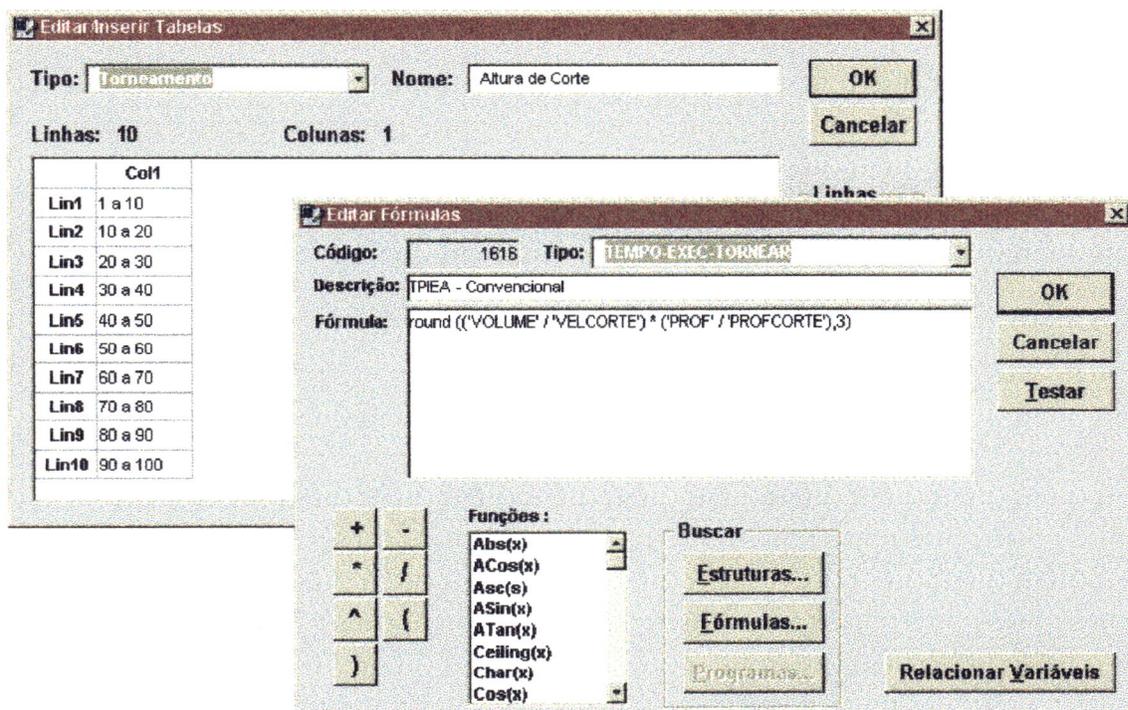


Figura 5.4- Módulo de cadastro de regras de cálculo do sistema CAPPE

5.2.4. Confeção de planos de processos

O módulo de geração de planos de processos do CAPPE é capaz de gerenciar a criação dos processos de fabricação. Através dele é possível executar as seguintes tarefas:

- *Confeção de processos padronizáveis, tanto para montagem quanto para usinagem;*
- *Seleção de ferramental segundo critérios definidos pelo usuário;*
- *Associação de desenhos às ferramentas, máquinas e operações;*
- *Cálculos de tempos de fabricação produtivos e improdutivos;*
- *Cálculos de condições de usinagem flexíveis para cada operação;*
- *Controle de aprovação dos processos;*
- *Controle completo de revisão das modificações;*
- *Cópia de processos ou operações ("Copy and Paste"); e*
- *Criação e gerenciamento dos detalhamentos de uma operação feitos com o sistema.*

Buscando um maior domínio dos processos de fabricação, cada empresa pode definir no sistema CAPPE, quais informações de manufatura devem ser geradas pelos processistas. Na figura 5.5 é mostrado o editor de processos do sistema CAPPE.

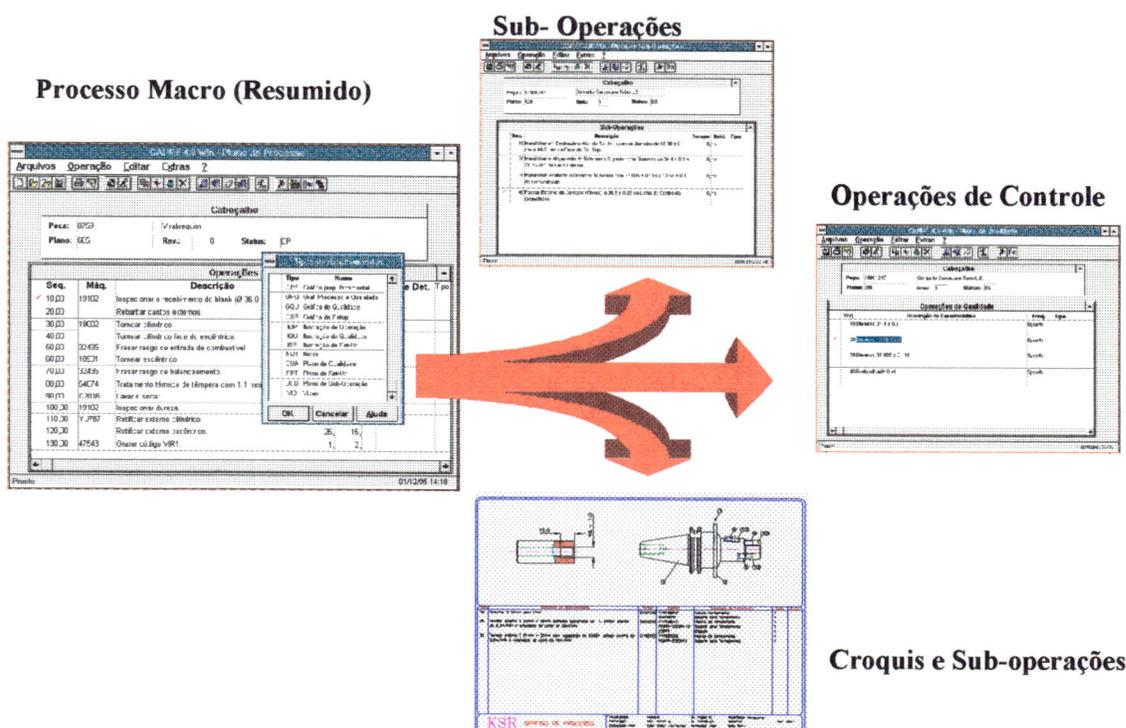


Figura 5.5- Editor de processos do sistema CAPPE.

Dentre estas informações, merecem destaque os croquis de fabricação, sub-operações, instruções de preparação de máquina ou posto de trabalho, instruções de qualidade e listas de ferramentas.

Para empresas que realizam montagem, são necessárias especificações envolvendo uma lista de peças e um croqui com os desenhos de montagem por posição.

5.2.5. Orçamentos industriais

O módulo de pré-cálculos ou orçamentos industriais do sistema CAPPE (figura 5.6) baseia-se na estrutura de produto para estimar os custos industriais de um item. Através do cadastro da estrutura de produto, sabe-se quais produtos são fabricados, quais serão comprados e em que quantidade e unidades de medida eles se relacionam.

Uma vez levantadas as quantidades totais necessárias para um determinado lote, o sistema considera os tempos de preparação e soma os tempos de execução para os itens fabricados. Para os itens comprados, o sistema verifica custos por unidade de medida de cada um e multiplica pelas quantidades correspondentes para o lote cotado.

O custo de ferramentas e dispositivos (consumidos ou não) pode ser levado em conta para cada item fabricado da estrutura do produto, aumentando ainda mais a

precisão. O sistema apresenta detalhadamente o custo de cada plano de processo, ferramental e materiais comprados.

The screenshot displays the 'Editor de Processos Macro' window with the following details:

- Peça:** DIPOS. 1919
- Parte Superior**
- Plano:** 09
- Revisão:** 1
- Status:** EP

The process list table is as follows:

Seq.	Máq.	Descrição	T.Prepar.	Pad.
10.00	B08	OPERAÇÕES DE BANCADA	6	1.2
10.01		Montar 1 x tarugo de refrigeração	6	1.2
20.00		MDCNC-01(MANDRILAR		
20.03		Furar 1 furos com Ø 6 mm x 12 mm, acabado (Coordenada)		
20.04		Alargar 1 furo(s) com Ø 6 mm x 12 mm (Coordenada)		
30.00	EF-01	ERODIR		
30.01		Erodir perfil circular de Ø 10 mm x 5 mm		
30.02		Erodir perfil SRTER com 10 mm alt.		
50.00	CU-01	FRESAR		
50.01		Fresar canal injeção esférico; Ø 10 mm; perim. 50 prot. 5 mm		
50.13		Fresar face; 10 x 20 mm x esp. 30 mm acabado		
80.00	RC-01	RETIFICAR		
80.01		Acabar externo Ø 10 mm; Compr. 5 mm		
80.02		Retificar face cota 30 mm		

The 'Editor cotação' window shows the following summary:

- Produto:** DIPOS. 1919
- Dispositivo de Furar**
- Criação:** 15/02/97 11:44:13 KSR
- Modificação:** 18/02/97 11:44:13 KSR
- Lotes:** 2
- Fator:** 0.00
- Total Unitário:** 589.25372
- Total Ferramental não Rateado:** .00
- Total (Lote):** 1198.51

The 'Lista de Materiais' table is as follows:

Código	Modelo	Nome	T	Qtde	\$ Ferr. RL.	\$ Material	\$ Operação	\$ TOTAL
DIPOS. 1919		Dispositivo de Furar	F	2.00	.00	1198.5074	.00	1198.507
DIPOS. 1919.1		Parte Superior	F	4.00	.00	60.00	956.5408	1016.540
DIPOS. 1919.2		Parte Inferior	F	6.00	.00	48.00	.00	48.0
DIPOS. 1919.3		Parte 3	F	2.00	.00	20.00	.00	20.0
DIPOS. 1919.4		Parte 4	F	2.00	.00	51.00	.00	51.0
8757	MA-80	Parafuso	C	40.00	.00	20.00	.00	20.0
8758	MA-80	Tampa	F	8.00	.00	44.80	14.1888	58.988
8749-M	MA-80	Berra de alumínio	C	7.40	.00	111.00	.00	111.0
8759-M	MA-80	Aço SAE 1045	C	6.00	.00	48.00	.00	48.0

Figura 5.6- Módulo de orçamentos industriais do sistema CAPPE

5.2.6. Classificação de Produtos

Este módulo possibilita uma completa pesquisa de produtos a partir de suas características técnicas. Neste sentido, é possível ir fornecendo restrições ao sistema, até que o produto ou produtos sejam encontrados.

Neste módulo (figura 5.7), o usuário controla sua família de produtos, comprados ou fabricados, segundo uma nomenclatura empregada por ele. Assim, é possível fazer uma classificação por Tecnologia de Grupo sem a necessidade de uma codificação específica.

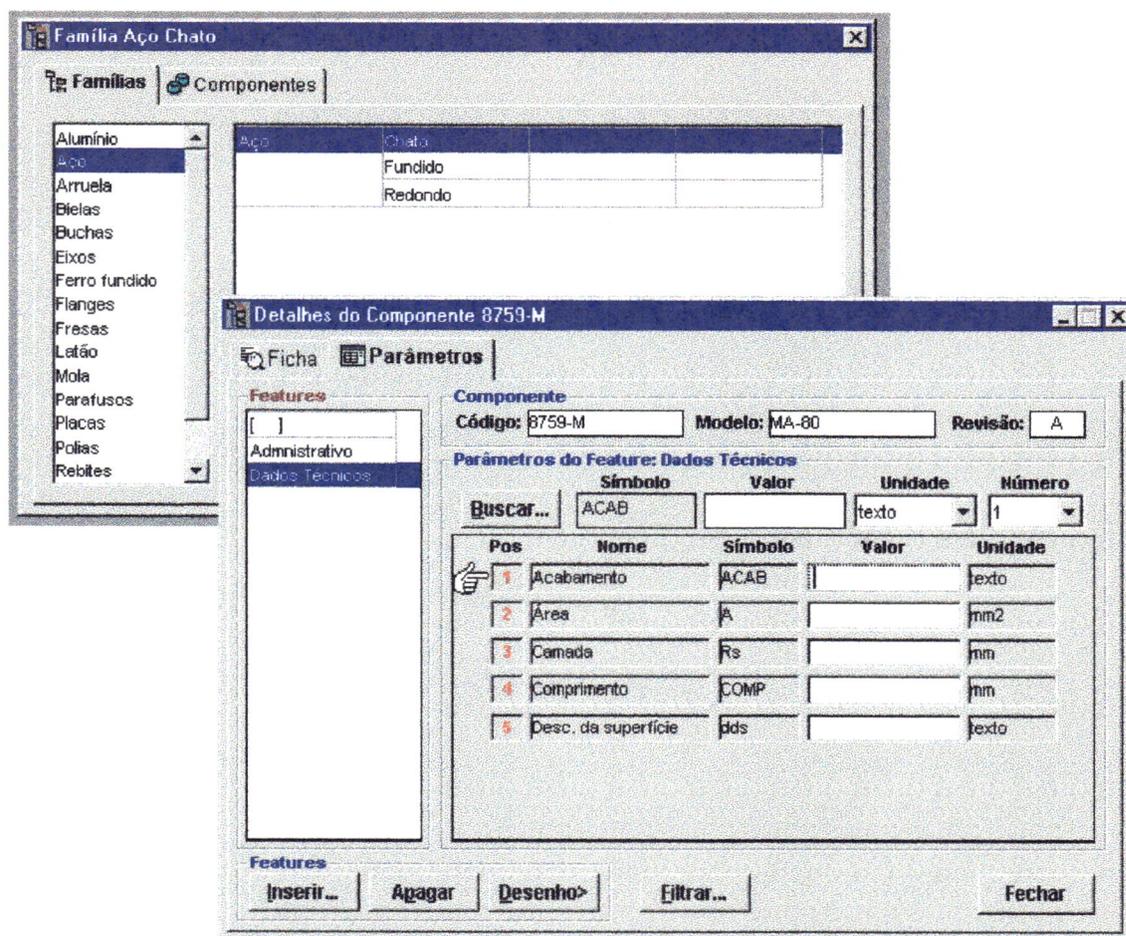


Figura 5.7- Módulo de Classificação do sistema CAPPE

Uma vez definida a divisão dos produtos em famílias, o usuário passa a cadastrar os parâmetros (dados) correspondentes a cada família.

Através destes parâmetros consegue-se formar um poderoso catálogo eletrônico flexível, com os produtos reconhecidos dentro da empresa. Este catálogo pode conter dados técnicos, geométricos, comerciais e outros necessários para a definição do produto.

Uma grande aplicação deste sistema é a procura de materiais comerciais e fabricados na confecção da estrutura do produto.

6.Sistematização

Serão apresentados a seguir a aplicação dos pontos relevantes definidos no tópico 3.3 deste trabalho.

6.1.Organização

A sistematização das informações foi realizada por uma equipe de cinco pessoas da Divisão Mecânica, das seguintes áreas:

- organização e métodos
- engenharia de manufatura
- engenharia de ferramental
- sistemas e instalações (microcomputadores)
- sistemas corporativos (mainframe)

A primeira atividade da equipe de implantação foi a elaboração de um cronograma completo que previu responsabilidades sobre as tarefas a serem realizadas e reuniões para nivelamento de informações sobre o andamento do trabalho de cada membro da equipe.

A seguinte atividade foi a realização de uma palestra com todas as pessoas que seriam afetadas pela implantação do sistema CAPPE.

6.2.Definições sobre os dados do Plano de Processos

Baseando-se nas definições citadas no capítulo 2 deste trabalho, foi definido que o plano de processo deveria contemplar somente as seguintes informações:

- **Plano Macro** - no plano macro é descrito a operação e as respectivas sub-operações logo abaixo. Além disto, para cada sub-operação o processista deveria informar a lista de ferramental quando necessária;
- **Instrução de Qualidade** - neste documento é impresso todas as operações de qualidade e seus respectivos equipamentos de medição; e
- **Croqui de Fabricação** - este croqui informa à produção detalhes gráficos de operações consideradas relevantes.

Os documentos acima tinham o objetivo de enviar aos operadores de máquinas o menor número de folhas impressas possível. Estes documentos estão demonstrados no ANEXO C.

6.3.Cadastramento de recursos e operações

Durante este trabalho a equipe levantou, padronizou e parametrizou todas as operações realizadas na Divisão Mecânica (ANEXO D). A base de informações para esta parametrização foi a revisão de planos de processos realizados manualmente e entrevistas com os processistas.

Outro levantamento realizado foi o do parque de máquinas, identificando (fisicamente) todas as máquinas da Divisão Mecânica e agrupado-as em centros de custo. Assim que definidas, estas máquinas foram classificadas em famílias e cadastradas no sistema CAPPE (ANEXO E).

O cadastramento do ferramental foi realizado a partir da organização destes em família com fichas técnicas (ANEXO F). Parte do cadastro do ferramental foi importado dos sistemas existentes na empresa (setor de qualidade) .

6.4.Integração e fluxo de informações

A equipe de implantação analisou a funcionalidade dos sistema envolvidos com o sistema CAPPE e definiu o fluxo de informações apresentado na figura 6.1.

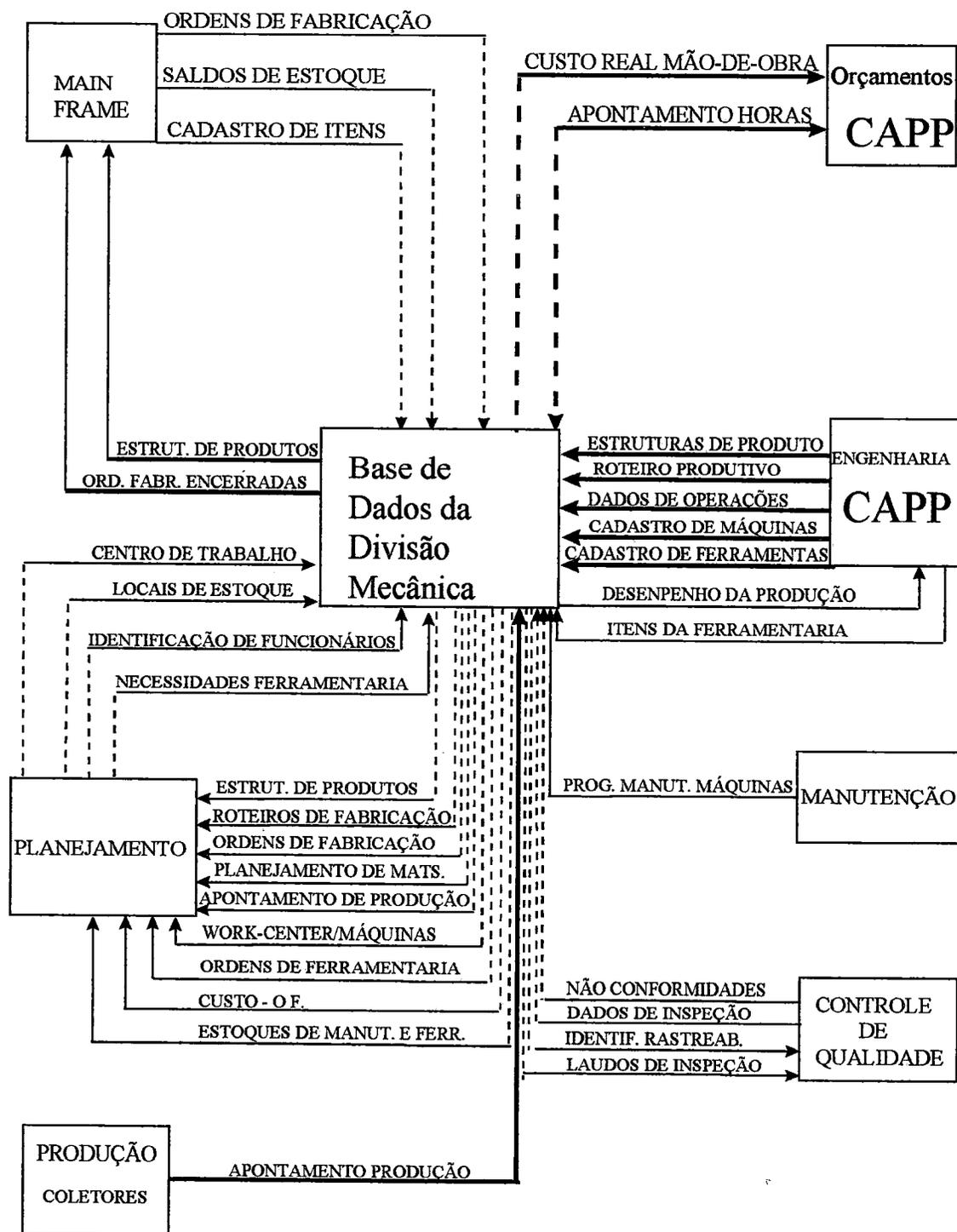


Figura 6.1- Fluxo de informações da Divisão Mecânica

A partir da definição deste fluxo foram construídos os aplicativos de trocas de dados entre os sistemas. Como os sistemas eram de fornecedores diferentes e parte deles não funcionava em um banco de dados relacional não foi possível integrá-los "on-line".

6.5. Definição e cadastro de fórmulas de tempos

Buscando agilizar os orçamentos e a elaboração de processo precisos, a equipe dedicou esforços na construção de centenas de fórmulas de cálculos de tempos de preparação e execução (ANEXO G). Praticamente todas as sub-operações do cadastradas no sistema CAPPE são calculadas.

A equipe definiu também uma rotina de aferição das fórmulas de tempos baseados na análise dos dados de tempos reais utilizados pela produção para cada produto.

6.6. Cadastramento em famílias

A equipe de implantação decidiu não adotar classificação de produtos em famílias pois demandaria muito esforço para um benefício pequeno. Com exceção, porém, das matérias-primas, que foram classificadas em famílias segundo suas características técnicas e comerciais. Esse cadastro foi criado para agilizar a escolha de materiais na geração das estruturas de produtos.

6.7. Documentação da rotina de trabalho

As definições sobre o funcionamento dos sistemas e suas interfaces foram documentadas como procedimentos e foram disponibilizadas para os usuários através de reuniões específicas.

Uma parte da documentação foi inserida de forma eletrônica (na tela do sistema CAPPE) através de funções disponíveis no sistema CAPPE

7. Operação do Sistema e Resultados Obtidos

O sistema CAPPE e sua interface com os outros sistemas foram testados e aprovados pela equipe de implantação. A partir disto, foram treinados quatro usuários finais por mês, que passam a fazer a sua rotina de trabalho no novo ambiente de engenharia.

Após dois anos de trabalhos dos usuários no sistema CAPPE foram obtidos os seguintes resultados:

– Planejamento do Processo de Fabricação

- Os planos de processos são totalmente elaborados no sistema CAPPE;
- Todas as tabelas e fórmulas foram cadastradas no sistema CAPPE, o qual pesquisa e calcula automaticamente conforme a sub-operação escolhida (total de 200 tabelas e 700 fórmulas);
- Foram padronizados 400 textos de operações, sub-operações e instruções de qualidade, praticamente eliminando digitação de planos de processos;
- A recuperação e cópia de um plano de processo existente é extremamente eficiente;
- Toda a experiência dos processistas foram transferidas ao sistema e disponibilizadas a todos os usuários;
- O documento de processo impresso tornou-se legível, claro e padronizado, facilitando sua interpretação pelas áreas produtivas;
- Todas as operações que requeiram detalhamento gráfico são vinculadas ao plano de processo, facilitando sua criação e manutenções; e
- Através de rotinas de cópias de segurança dos dados do sistema toda a memória de fabricação atualizada poderia ser preservada em mídia eletrônica.

– Desenhos de produto e auxiliares

- Os desenhos passaram a ser gerenciados pelo sistemas CAPPE e gerados pelo sistema CAD;
- A manutenção e recuperação dos desenhos ficou eficiente; e
- A cópia de desenhos semelhantes ficou produtiva.

– **Orçamentos de peças**

- Todos os orçamentos são feitos no sistema CAPPE;
- Os tempos empregados nos orçamentos são os mesmos dos planos de processos e conseqüentemente calculados; e
- O recálculo ou simulação dos orçamentos tornou-se viável, possibilitando atualizações das listas de custos em questão de minutos.

– **Programação CNC**

- Os programas passaram a ser gerenciados pelo sistema CAPPE e empregado o sistema CAM com sistema de transmissão eficiente; e
- Os programas ficaram disponíveis para a produção.

Foram realizados em dois anos cerca de 10.000 planos de processos e 100.000 orçamentos industriais e simulações de custo.

A figura 7.1 apresenta os principais resultados da aplicação do sistema na engenharia.

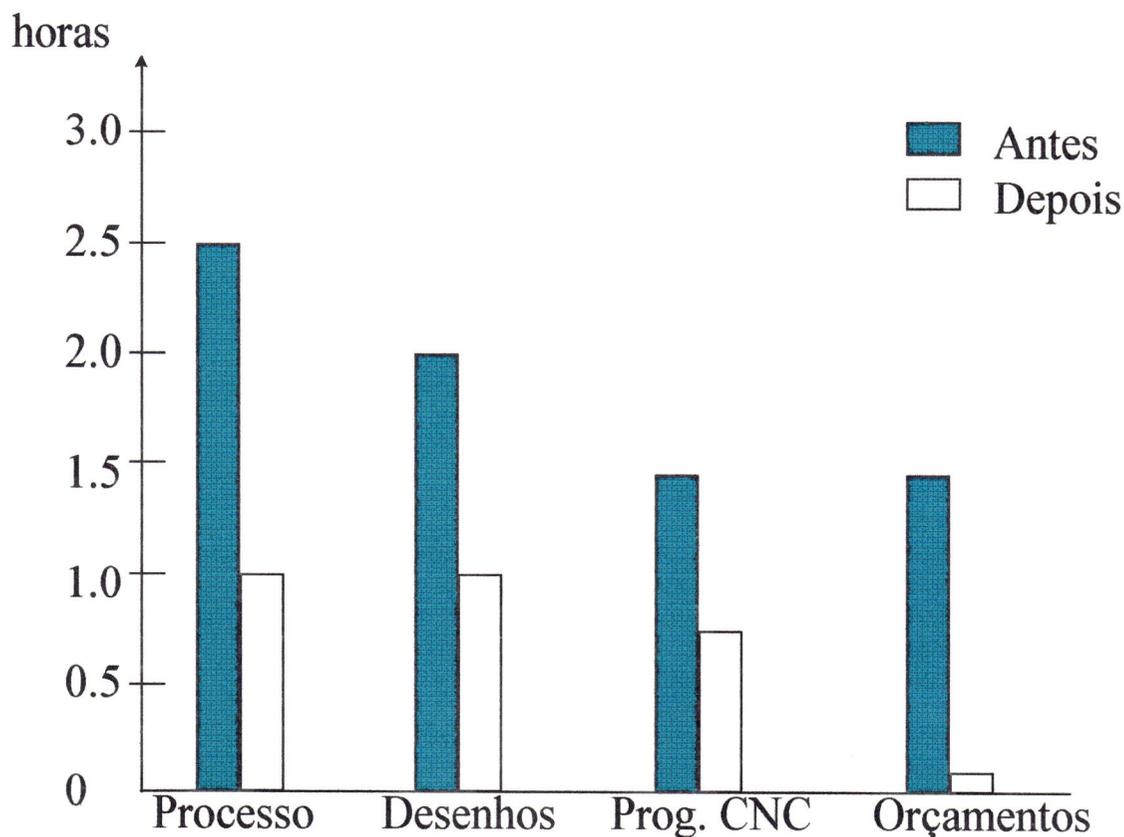


Figura 7.1- Resultados da Implantação

8. Conclusão

A pesquisa proporcionou um ótimo retorno, pois a proposta de metodologia comprovou ser pragmática e útil. Através da otimização da atividade de planejamento do processo, promoveu-se a sistematização das informações de todo setor produtivo, integrando e intensificando-se a comunicação entre as áreas de projeto, processos, produção e planejamento e controle da produção.

A aplicação prática realizada foi de grande importância, pois complementou as considerações e estudos efetivados no âmbito da instituição de pesquisa, aproximando a realidade do setor produtivo aos desenvolvimentos acadêmicos. Esta iniciativa despertou motivação da empresa em incentivar trabalhos com instituições de ensino e pesquisa.

Outra conclusão em destaque, é que a partir das medidas de sistematização e organização eletrônica dos dados, a empresa passou a enxergar melhor seu negócio e deslocou parte de sua produção para outras empresas, ficando concentrada nos produtos que realmente eram mais rentáveis. Além disto, reavaliou o quadro de funcionários e a sua capacitação técnica, investindo em treinamentos e remanejamento de pessoal com até um ano de antecedência.

Merece destaque o fato de que parte da equipe de implantação assumiu cargos de direção dos departamentos de engenharia. Este fato se deve pelo conhecimento adquirido durante o processo de implantação e a visão completa da abrangência do sistema CAPP implantado.

Na busca de uma melhoria contínua, a empresa passou a exigir melhorias contínuas no sistema, onde verificou-se a disposição de implantar mecanismos mais eficientes de recuperação de planos de processos. Dentre estes métodos, a empresa estuda o "variante" através da recuperação de planos de processos existentes a partir do fornecimento da seqüência de máquinas da nova peça. Este fato será motivo de novos estudos e simulações.

Por último, pode-se concluir que as indústrias estão interessadas em competir num mercado cada vez mais ágil e exigente. Para isto, estão utilizando melhores técnicas e ferramentas computacionais, juntamente com a organização de seus métodos de trabalhos e fluxos de informações.

Referências Bibliográficas

ABEAV - Associação brasileira de engenharia de valores. Valor em perspectiva. s.l., s.ed. 1989.

ABNT - Associação brasileira de Normas Técnicas NB90001-ISO90001 - Sistemas da qualidade. Modelo para garantia da qualidade em projetos/desenvolvimento, produção, instalação e assistência técnica. Rio de Janeiro, 1990.

AGOSTINHO, O. L.; RODRIGUES, A, C. S.; LIRANI, J. Princípios de Engenharia de Fabricação Mecânica - Processos de Fabricação São Carlos Publicações EESC/USP.1981./Apostila/

AGUIAR, F.S. Sistemática de seleção de sistemas computacionais para auxílio às atividades de engenharia. São Carlos, 1995 Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo. 139p.

ALLIPRANDINI, D. H. Uma proposta geral de planejamento do processo assistido por computador exemplificada em uma empresa produtora de material de escrita. São Carlos, 1990. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo.

ALMEIDA, J.C.B. Sistema de Controle da Produção - SCP. São Carlos, s.ed./Apostila.

ALTING, L., ZHANG, H Computer Aided Process Planning: The state of the art survey. Int. Jornal Prod. Res., vol.27,n4 p.553-585, Dinamarca, 1989.

BARNES, R.M. Estudos de Movimento e de Tempo: Projeto e Medida do trabalho. São Paulo, Ed. Edgard Blucher, 1977.

BELHOT, R. V. Conceitos e desenvolvimento de sistemas especialistas. São Carlos, Publicações EESC/USP,1993. 86p. /Apostila/.

BELHOT, R. V. Introdução à Teoria dos sistemas. São Carlos, Publicações EESC/USP,1989. 84p. /Apostila/.

BULLINGER, H. J.; LENTES, H.P. The future of work. Technological, economic and social changes. Lut.Jornal Prod Res., vol,20,n3,p259-296, 1982.

BULLINGER, H.J.; WARNECKE, H.J.; LENTES, H.P. Toward the factory of the future. Int. Jornal Prod. Res., vol.24,n.4,p.697-741,1986.

BURBIDGE, J. L. The introduction of group technology. William Heinemann Ltda. 1975.

BURGUESS, J.D. A review of computer aided process planning systems. In: SME AUTOMACH. Anais. Australia, 1984. P.3-13.

CACHIA, T.; VAJPAYEE. Process Planning with a micro-computer, 1984. In: CAPP FROM DESIGN TO PRODUCTION. Anais. Michigan, SME, 1988. P.41-46.

CHRYSSLOURIS, G.; WRIGHT, K. Knowledge - based system in manufacturing. In: CIRP. Anais. vol.35/2, 1986. P.437-440.

COCHRAN, W.D. Na approach to CAPP cost justification. 1984. In: CAPP FROM DESIGN TO PRODUCTION. Anais. Michigan, SME, 1988. P.67-74.

CORIAT,B. Automação programável: Novas formas e conceitos de organização da produção. In: SHMITZ, H.; CARVALHO, R. Q. (org) Automação, Competitividade e trabalho: A Experiência Internacional. São Paulo, Hucitec, 1988. Cap. 1, p13-61.

CSILLIAG, J.M. Engenharia de valores. S.l.,s.ed. 1981.

DAVENPORT, T. H. (1994) - Reengenharia de processos - Rio de Janeiro, Editora Campos.

DANTAS, E. H. G. P., SILVA FILHO, S. J. M. Arquitetura de integrações dos sistemas industriais. Anais do SICOMGRAF-SOBRAFIN São Paulo, 1995.

EVERSHEIM, W. Present restrictions in industrial application of AI-techniques, In: CIRP.Anais. vol35/2, 1986. P.441-442.

EVERSHEIM, W.; BRACHATENDORF, T.; KOCH, L.F. Change in the role of production management in the CIM-Era, In: CIRP. Anais. Vol. 35/2.p505-512, 1986.

EVERSHEIM, W. et all (1987) - Changing Requirements for CAP - Systems Lead to a New CAP-DATA Model - 19 th CIRP - Internacional Seminar on Manufacturing Systems, Penn State/USA.

EVERSHEIM, W.; SCHNNEEWIND, J. Computer-Aided Process Planning - State of the Art and Future Development. Robotics & Computer- Integrated Manufacturing. Vol. 10, n.1/2.p.65-70, 1993.

EVERSHEIM, W.; SHCULZ, J. Survey of Computer Aided Process Planning System In: CIRP. Anais. Vol. 34, p. 607-614, Germany, 1982.

FERRARESI, D. Fundamentos da Usinagem dos Metais. São Paulo, Ed. Edgard Blucher D Ltda. 1970.

FLEURY, A. Microeletrônica e organização da produção e do trabalho na empresa. Revista São Paulo em Perspectiva, 2(3),p56-61, 1988.

GANE, C.; Sarson, T. Análise estruturada de sistemas. Rio de Janeiro, LTC: Livros Técnicos e científicos Editora S.A, 1983.

GONÇALVES FILHO, E. V. Introdução a tecnologia de grupo: Um novo enfoque em sistemas de produção. São Carlos, 1982. 142p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo.

GONÇALVES FILHO, E. V. Tecnologia de grupo. Conceitos básicos e modos de aplicação. Caderno de engenharia de produção, n.15, ano VI, p.1-14, 1990.

GORGON, T.V. Manual de cálculo dos tempos de usinagem dos metais. São Paulo, Livraria Ciência e Tecnologia Editora Ltda, 1980.

HAM, I.; HAN, C.; LI, J. CORE-CAPP-A company oriented semi-generative computer autometed process planning. In: 19th CIRP INTERNACIONAL SEMINAR ON MANUFACTURIN SYSTEMS. Anais VI-A-4, USA, 1987. P.219-225.

HAM, I.; LU, S. C-Y. Computer Aided Process Planning: The Present and the future. In: CIRP. Anais. Vol. 37/2, 1988.

HAN, C.; LI, J.; HAM, L Development of an in-house computer automated process planning system based on group technology concept. 1987. In: CAPP FROM DESIGN TO PRODUCTION. Anais. Michigan, SME, 1988. p.41-46.

HATVANY, J. Available and missing AI-tools. In: CIRP. Anais. Vol.35/2, 1986. P.433-435.

IMAI, M. (1986) - KAIZEN: The key Japan's Competitive Success - New York, McGrawhill - Inc..

JONES, F. (1988) - Planning for CIM Sucess - CIM-Review, v.1, p. 55-58.

KERR, D. C. (1992) - Casos Práticos dos padrões para Comunicação entre Sistemas CAE/CAD/CAM - Workshop Gerencial sobre Integração Cliente-Fornecedor com uso de CAE/CAD/CAM, Anais da SOBRACOM.

KLITTICH, M. (1990) - CIM-OSA Part 3; CIM-OSA Integrating Infrastructure - the Operational Basic for Integrated Manufacturing Systems - Internacional Jornal of Computer Integrated Manufacturing, v. 13(3), p. 168-180.

LA ROSA, A. C. M. (1992) - Estágio Atual dos Padrões para Comunicação entre Sistemas CAE/CAD/CAM - Workshop Gerencial sobre Integração Cliente-Servidor com uso de CAE/CAD/CAM, Anais da SOBRACOM.

LAWLER, B. D. (1990) - Understanding Generative Process Planning: Automatically Talking Manufacturing Data from CAD Part Models Simplifies the Preparation of Process Plans - Machine Design, p.50-54.

LEIBFRIED, K. H. J.; MACNAIS, C. J. (1994) - Benchmarking: uma ferramenta para a melhoria Contínua - Rio de Janeiro, Editora Campos.

LODI, J. B. (1995) - Abaixo os gurus - Revista Veja, p. 7-9.

MARTINS, R. A. (1993) - Flexibilidade e Integração no Novo Paradigma Produtivo Mundial: Estudo de Casos - Dissertação de Mestrado, São Carlos, EESC-USP.

MÓDULO, D. L. (1991) - Desenvolvimento de um ambiente de Planejamento do Processo Assistido por Computador para planejamento Interativo - Dissertação de Mestrado, São Carlos, EESC-USP.

IDA, I. Pesquisa na pequena a média empresa - SEBRAE. Revista Exame. 1991.

JANKOWIAK, H. Ensino Sistemático do trabalho na implantação de novas tecnologias. In. SIMPÓSIO REFA88 - MÉTODOS MODERNOS DE ORGANIZAÇÃO EMPRESARIAL. Anais. São Paulo, 1988. 27p.

LOGAN, F.A. Process Planning via manufacturing codes. 1985. In: CAPP FROM DESIGN TO PRODUCTION. Anais. Michigan, SME, 1988. P.32-40.

MAYNARD, H.B. Manual de Engenharia de Produção - Padrões de Tempos Elementares Pré-determinados. São Paulo, Edgard Blucher Ltda, 1970.

MILAC, V.R. How to build expert system. In: CIRP. Anais. Vol.35/2, 1986. P.445-450.

MÓDULO, D. L. Desenvolvimento de uma ambiente de planejamento do processo assistido por computador para o planejamento interativo. São Carlos, 1991.

Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo. 162p.

MUSETTI, M. A. Proposta de uma metodologia de sistematização para a área de planejamento do processo em pequena e médias empresas do ramo metal mecânico, visando a implantação de um sistema de Planejamento do Processo Assistido por Computador (CAPP). São Carlos, 1995. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo. 172p.

PIMENTA Jr. T. Gerenciamento de Ferramentas por Computador. São Carlos, 1991. 150p. Dissertação (Mestrado) Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Carlos.

PREISS, K. Artificial intelligence in manufacturing system In: CIRP. Anais. Vol.35/2, 1986. P.443-444.

Process Documentation- User Support Manual. Cummins Engine Company. 1991. 50p.

QUEIROZ, A. A.; NORMANNEW, A. Planejamento do processo auxiliado por computador (CAPP). In: COBEM87. Anais. Florianópolis, 1987. p 1055-1058.

REBECCHI, E. O sujeito frente a inovação tecnológica - Automação e trabalho Petrópolis, Ed. Vozes, 1990.

RODRIGUES, P. A.; ZAMBORELLI, T. V.; VALADÃO, R. Q. P. Tecnologia e automação. In: ABRH - Associação Brasileira de Recursos Humanos. Recursos Humanos Foco na modernidade. Rio de Janeiro, Quality Mark, 1992.

RODRIGUES, S.R. Criação e Aplicação de Módulos Automáticos para o Planejamento do Processo Assistido por Computador em Soluções Híbridas de Planejamento São Carlos, 1993. 163p. Tese (Dourado) - Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo.

ROZENFELD, H. Implantação distribuída de processo assistido pós computador na manufatura integrada. São Carlos, 1992. 152p. Tese (Livre Docência) - Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo.

ROZENFELD, H. Notas de aula - Curso de planejamento do processo assistido pelo computador. EESC/USP, 1989. 180 p. /Apostila/.

ROZENFELD, H. Racionalização do planejamento do processo através do Computador. Caderno de engenharia de produção, n.15, ano VI, p.38-68. 1990.

ROZENFELD, H. Sistema modular de planejamento do processo (CAPP) aplicado ao contexto nacional. In: IV SIMPÓSITO "CAD/CAE/CAM", Sobracon. 1989.

ROZENFELD, H. Sistematização do Planejamento do processo como Base da Automação . In: X COBEM. Anais. Rio de Janeiro. 1989.

ROZENFELD, H., Favaretto, F. Metodologia de implantação de um sistema de planejamento fino da produção Anais do COBEM, 1993.

ROZENFELD, H; PIMENTA Jr., T. Gerenciamento de ferramentas Voltado para a Otimização da Aplicação do Ferramental. In: XI COBEM. Anais. 1991.

ROZENFELD, H.; SVERZUT, L.F.V.; Ribeiro, C.E.R.S.; Almeida, S.C.; MUSETTI, M. A. Relato de uma indústria que se deu bem com a introdução do CAPP. Máquinas e Metais. p. 22-32. 1982.

ROZENFELD, H. Sistema CAPP: seus conceitos, casos práticos e desenvolvimentos. Máquinas e Metais, março de 1994.

ROZENFELD, H, KERRY Jr, H.T.; ALMEIDA, A.S.L. ;RIBEIRO, C.E.S. "CAPP Environment as Nucleos for Specific CAPP Solutions". ANNAL OF CIRP, 1992

SÁ, E.K. Automação Industrial: Um suporte a Competitividade. BNDES - Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. 1989. 64p.

SAVIANI, J.R. Alerta a pequenos empresários. O Estado de São Paulo, São Paulo, 14 de agosto 1991, Caderno Empresas - p.2.

SARAPH, J.V., SEBASTIAN, R.J. Human resource strategies for effective introduction of advanced manufacturing technologies (AMT) Production of Inventory Management Journal, first quarter, 1992

SCHMITZ, H.; CARVALHO, R. Q. Automação de base microeletrônica, competitividade e trabalho. In: SHMITZ, H.; CARVALHO, R. Q. (org) Automação, Competitividade e Trabalho: A Experiência Internacional. São Paulo, Hucitec, 1988. Introdução, p.7-11.

SCHWARTMANN. J. Novas tecnologias - Desafios à organização do trabalho. In: SIMPÓSITO REFA88 - MÉTODOS MODERNOS DE ORGANIZAÇÃO EMPRESARIAL. Anais. São Paulo, 1988. 9p.

SHIROTA. E. T. Proposta de um procedimento para obtenção de condições de usinagem dentro do CAPP. São Carlos, 1993. 109p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo.

SILVA, A. V.; COIMBRA, R. R. Manual de tempos & métodos - Princípios e técnicas do estudo de tempos. s.l., Hemus, s.d.

SILVA, M.T.M. Gestão da qualidade nas atividades de compra. Metalurgia & Materiais - ABM, n. 420,1993.

SOBRACON - Sociedade Brasileira de Comando Numérico à automação industrial nas pequenas e médias empresas - A tecnologia vencendo a tradição. Boletim SOBRACON. P7-19, 1989.

SOCHA, D. H. Process Planning - The tangible medium for group technology benefits. Michigan, 1988. In: CAPP FROM DESIGN TO PRODUCTION. Anais. Michigan, SME, 1988. p.59-65.

SOFTECH. In introduction to SADT: Structured analysis and design technique Waltham-MA. 1976.

SOHLENIUS, G.; KJELLBERG, T. Artificial Intelligence and its potencial use in the manufacturing system. In: CIRP. Anais. Vol. 35/2, 1986. p.425-432.

SUBRAMNY, S.; ZDEBLICK, W.J. A characterization of the process planning task from an artificial intelligence perspective. In: 19th CIRP INTERNACIONAL SEMINAR ON MANUFACTURING SYSTEMS. Anais. V-B-3, USA, 1987. p.197-200.

TIPNIS, V. A. Computer aided process planning - A critique of research and implementation. In: 19th CIRP INTERNACIONAL SEMINAR ON MANUFACTURING SYSTEMS. Anais. V-B-3, USA, 1987. p.295-300.

TIBERTI, A.J.; ROZENFELD, H. Engenharia simultânea através da integração otimiza o desenvolvimento de produtos. Máquinas e Metais, dezembro de 1995.

TORRES Jr., A.S. PALACIO, D. Uma alternativa ao CAPP na Fabricação de Engrenagens. Máquinas e Metais. P. 44-49, 1990.

TULKOFF, J. Process Planning: Na Historical review and future prospects. In: 19th CIRP INTERNACIONAL SEMINAR ON MANUFACTURING SYSTEMS. Anais. VI-A-2, USA, 1987. p.207-210.

WERNECK, H. J. Development trends in automation; Benefits to small-and medium-sized manufacturing enterprises In: CIRP, Anais. Vol. 29/2, p. 455-467. 1980.

WYSK, R.A.; CHANG, T. C. An introduction to automated process planning system. USA, prentice-Hall, 1985.

ZACARELLI, S.B. Programação e Controle da produção. São Paulo, Ed. Pioneira, 1987.

ZDEBLICK, W. J. Process planning evolution Impact of artificial intelligence. In 19th CIRP INTERNACIONAL SEMINAR ON MANUFACTURING SYSTEMS. Anais.

V-A-4, USA, USA, 1987. P. 175-179.

ANEXOS

Anexo A- Exemplos de folhas de planos de processo encontrados em empresas nacionais.

FOLHA DE PROCESSO DE MONTAGEM

MODELO AFETADO MOTOR B/C		ENG. PROCESSO	HORACIO	DATA EMISSAO	22/11/93	
N° PROCESSO		REV.	00	DATA REVISAO	22/11/93	
STD ENG. STD. #18572/18589		DATA EFETIVACAO 01/12/93				
OPCAO EH9732		OPERACAO MONTAGEM TENSIONADOR DE CORREIA MOTOR "4B/88"				
ELEM	CARAC	DESCRICAO DA MONTAGEM	DESCRICAO DA FERRAMENTA	QTD	COD.FER	TEMPO PADRAO
10		SELECIONAR TENSIONADOR DE CORREIA E PARAFUSO CONFORME SBM. INSPECIONAR VISUALMENTE QUANTO A LIMPEZA, BATIDAS E OUTRAS DISCREPANCIAS.	INSPECAO VISUAL	0	0	
20		VERIFICAR NO "SBM" QUAL O POSICIONAMENTO CORRETO PARA MONTAGEM DO TENSIONADOR DE CORREIA. EXISTEM 2 (DUAS) POSICOES DE MONTAGEM DO TENSIONADOR DE CORREIA NO SUPORTE.				
30		MONTAR O(S) TENSIONADOR DE CORREIA NO(S) SUPORTE ATRAVES DE 1 PARAFUSO. ROSQUEAR O PARAFUSO MANUALMENTE DE 2 A 3 FIOS DE ROSCA.				
40		ENCOSTAR O(S) PARAFUSO COM AUXILIO DE UMA CHAVE DE IMPACTO. APLICAR TORQUE DE: 43 +/- 6 Nm. NEBS #070120 STANDARD #18572 ITEM 7.3	CHAVE IMPC.ATLAS COPCO LMS 26 SOQUETE IMPAC.SEXT.1/2"X13mm TORO.DE ESTALO 17-85 Nm. LTC. CATRACA REV.STURTEVANT 1/2" SOQUETE EXTR.LONGO 1/2"X13mm	1 1 1 1 1	710005484 707014701 707005402 707501011 707012101	

CARAC: ● = CRITICA ○ = MAIOR ○ = MAIOR INFERIOR ○ = MAIOR SUPERIOR ○ = PADRAO MASTER

Folha: 1 / 1

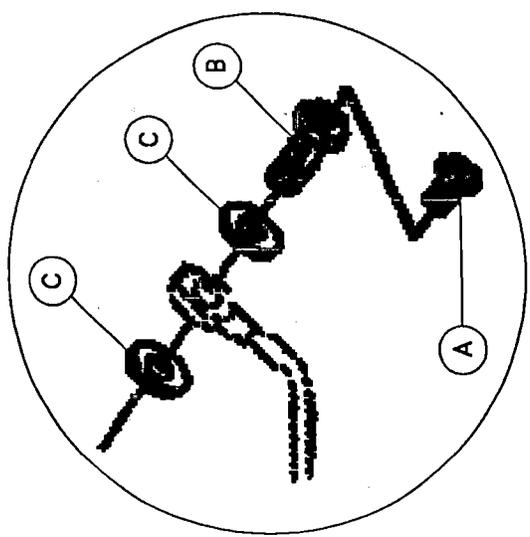
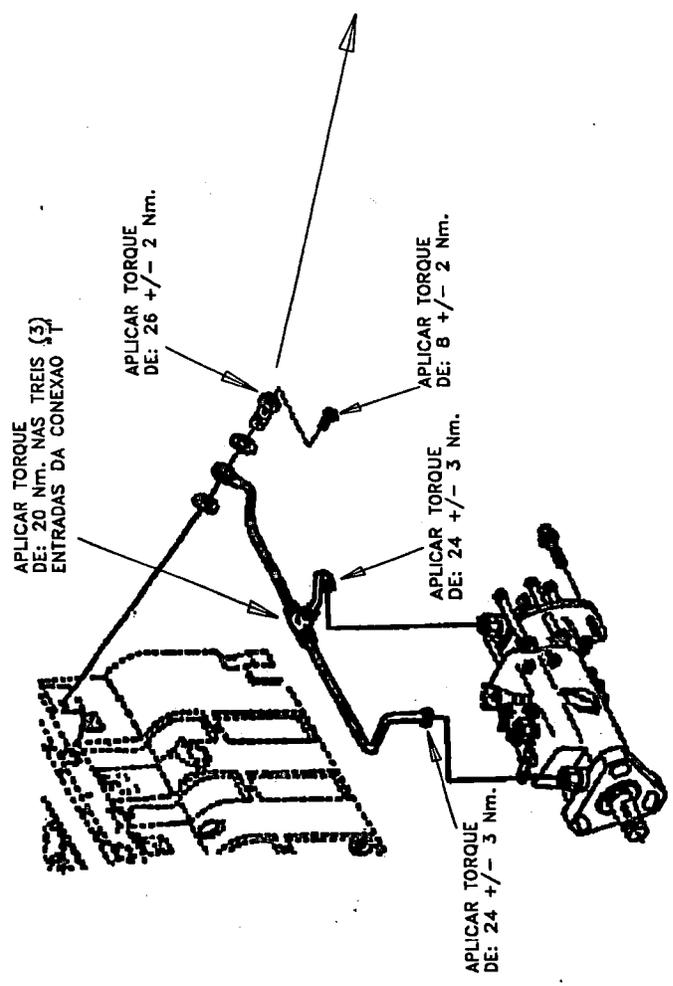
IMPRESSAO: 19/04/95 10:27:19

ILUSTRACAO DE PROCESSO DE MONTAGEM



MODELO AFETADO MOTOR B/C ENG. PROCESSO HORACIO DATA EMISSAO 22/11/93
 N° PROCESSO BC-6040 REV. 00 DATA REVISAO 22/11/93
 STD ENG. NEBS DATA EFETIVACAO 01/12/93
 OPCAO FF9002 OPERACAO MONTAGEM PARAFUSO BANJO E PARAFUSO DE SANGRIA NA TUBULACAO COMBUSTIVEL

ITEM	NUMERO	ITEM	QTD
A	3905403	PARAFUSO	1
B	3911446	PARAFUSO BANJO	1
C	3918191	ARRUELA RETENTOR	2



CROQUI DE OPERAÇÃO

DIV. INDL. MECANICA

IDENTIFICACAO.....: 70200100 COD DO DESENHO.: M -965989 00

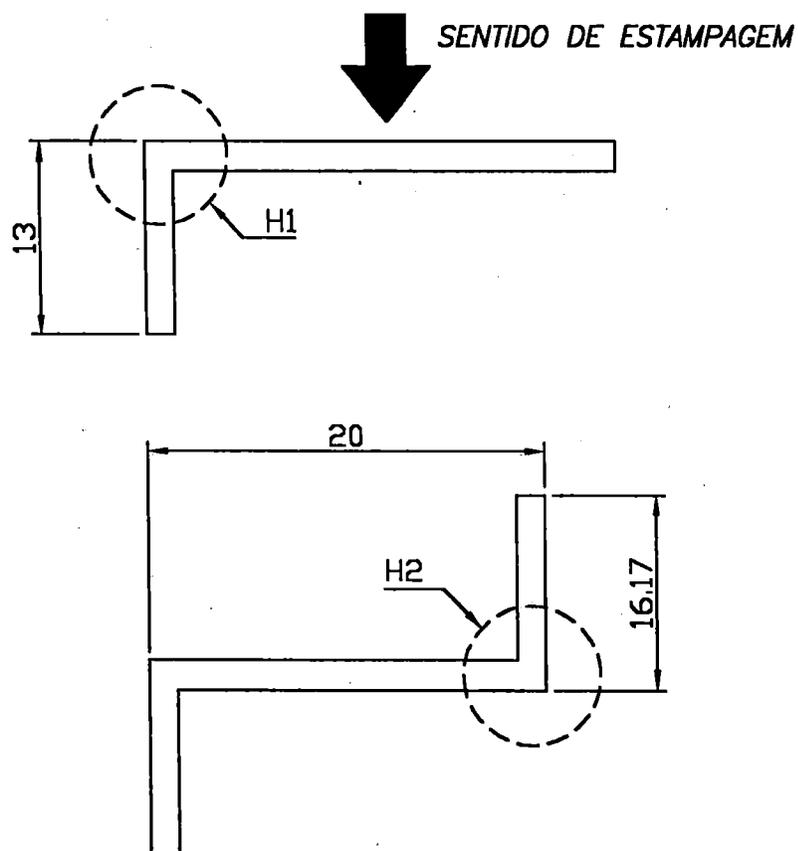
NOME DA PECA.....: M -965989-000 BUS BAR F

No. : 1 PL.: 4522 ED. PROC.: 1 ED DES.: 03 PROCESSISTA:

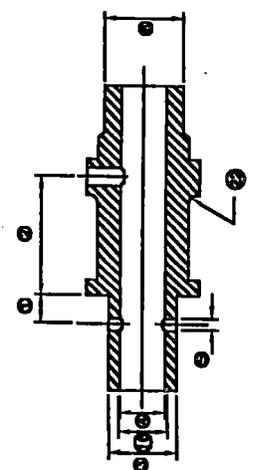
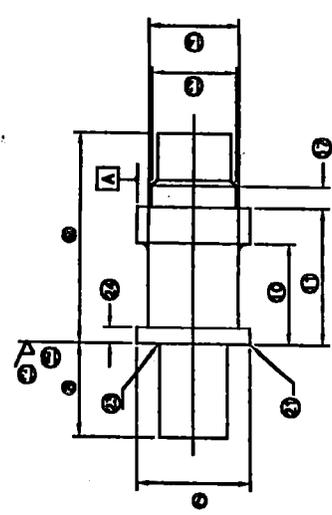
DOBRAR CONFORME ESQUEMA ABAIXO:

H1 = 1.3

H2 = 16.17



IMPRESSAO: 1/1/95 13:59:41

PLANO DE INSPECÇÃO		NOMENCLATURA DA PEÇA LUVA DA PLACA FINAL (BLANK)		OPERACAO 10	NUMERO
CODIGO 7123-552 E 7123-552A		CC 8751		MAQUINA TM-06	FOLHA 01 DE 01
		MEIO DE INSPECÇÃO		FREQ TAMI CARTA INSP AMIO CTR	
ITEM	CARACTERISTICA	MEIO DE INSPECÇÃO		CRIT	FREQ TAMI CARTA INSP AMIO CTR
1	DIM 4,9 ±0,2	R-138 LO			L
2	DIM 14,5 ±0,1	R-138 LO			L
3	Ø9,0 -0,2	R-8 -0,2 LVG			L
4	Ø6,28 ±0,03	PLUG		M	1/80 6
5	Ø2,32 (X2)	R-2,3 +0,2 LGB / 20			L
6	Ø10,0 -0,2	R-10,0 -0,2 LVG			L
7	Ø13,98 -0,8	R-13,98 -0,08 LVG		M	1/80 6
8	DIM 11,0 ±0,05	R-2085 LV			L
9	DIM 25,5 ±0,2	R-2086 LV		M	1/80 6
10	DIM 12,5 ±0,2	R-2084 LV			L
11	DIM 16,5 ±0,2	R-2083 LV			L
12	Ø10,88 ±0,05	R-11,03 -0,1 LVG		M	1/80 6
13	ACABAMENT. SUPERFICIAL 1,6 UM VISUAL COMPARATIVA			M	1/80 6
14	Ø12,0 -0,2	R-12 -0,2 LVG			L
15	ANGULO 30° ±2	PROJETOR			L
16	Ø6,6 +0,2 X 80° (CHANFRO)	PAQUIMETRO			L
17	DIM 3 ±0,2	PROJETOR VISUAL			L
18	FACE LIVRE DE BATIDAS	BZ-06 LV		M	1/80 6
19					
20	ACABAMENTO SUPERFICIAL 110um	VER NOTA ABAIXO			L
21	RAIO 0,4 ±0,2	PROJETOR			L
22	RAIO 0,5 ±0,2	PROJETOR			L
23	RAIO 0,5 ±0,2	PROJETOR			L
24	P/ 7123-825 → DIM 2,0 ±0,15	R-2855 LV			L
25	P/ 7123-825 → DIM 1,5 ±0,10	PAQUIMETRO			L
26	DIM 4,2 ±0,1	PAQUIMETRO			L
27	RAIO 0,2 MAX	PROJETOR			L
28	Ø9,35 -0,1	R-9,35 -0,1 LVG			L
NOTA: Medir a rugosidade 110um no talharruf somente na liberação da máquina, porém a cada 60 pcs produzidas (10 rotações do multífuso), aproximadamente 30' inspecionar visualmente 08 peças.					
		ALTERACOES		EMITENTE	APROVACAO
①				DATA	DATA
		OBSERVAÇÕES			

Anexo B- Escolha do sistema CAPPE pela Divisão Mecânica

Critérios	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Pesos dos critérios e avaliações	10	7	5	3	0	10	10	7	5	3
Avaliação total										
1. Critérios funcionais										
1.1 Funcionalidades relativas à estruturação dos Produtos						X				
1.1.1. Suporte a Listas de Composição Parametrizadas					X			X		
1.1.2. Suporte a Listas de Composição Específicas	X					X				
1.1.3. Suporte a Listas de Composição Derivadas	X							X		
1.1.4. Suporte a Cadastros de Itens	X						X			
1.2. Funcionalidades relativas à documentação das operações						X				
1.2.1. Suporte a Descrição Livre das Operações	X					X				
1.2.2. Funcionalidades Relativas à Descrição estruturadas das operações							X			
1.2.2.1. Suporte a Descrição estruturada das Operações	X					X				
1.2.2.2. Suporte a sintaxe(s), definida(s) pelo Usuário					X				X	
1.2.2.3. Suporte a semânticas, definidas pelo Usuário		X							X	
1.2.3. Suporte a edição de operações	X					X				
1.2.4. Suporte a criação e utilização de modelos (ou máscaras) de operação	X							X		
1.2.5. Suporte a criação e uso de bibliotecas de operações								X		
1.2.5.1. Suporte a criação de uma biblioteca de operações	X						X			
1.2.5.2. Disponibilidade de bibliotecas de operações pré-definidas	X								X	
1.2.6. Suporte a seqüências de sub-operações		X				X				
1.2.7. Suporte a restrições de máquina por tipo de operação	X							X		
1.3. Funcionalidades relativas à Parametrização de operações							X			
1.3.1. Suporte a parametrização por fórmulas	X						X			
1.3.2. Suporte a parametrização por tabelas	X						X			
1.3.3. Suporte a parametrização por programas ou funções	X									X
1.3.4. Suporte a parametrização por valores livremente escolhidos	X					X				
1.3.5. Suporte ao cálculo de tempos	X					X				
1.3.6. Suporte ao cálculo de custos	X						X			
1.3.7. Suporte à realização automática dos parâmetros de cálculo	X								X	
1.4. Funcionalidades associadas ao seqüenciamento de Operações								X		
1.4.1. Suporte a seqüências Alternativas	X						X			
1.5. Funcionalidades com relação ao Interfaceamento com outros sistemas						X				
1.5.1. Suporte a importação/exportação de dados	X					X				
1.5.2. Suporte à visualização de desenhos do Cad	X						X			
1.5.3. Suporte à utilização desenhos com variáveis	X								X	
1.6. Outras Funcionalidades								X		
1.6.1. Suporte ao cadastramento de ferramentas	X						X			
1.6.2. Funcionalidades de apoio à geração de orçamentos		X					X			
1.6.2.1. Suporte ao cadastramento de orçamentos			X						X	
1.6.2.2. Suporte ao recálculo do orçamento	X									X
1.6.3. Suporte ao controle de acesso dos usuários						X				
1.6.3.1. Suporte à definição e utilização de classes de acesso	X					X				
1.6.3.2. Suporte à definição e utilização de grupos de usuários		X							X	
1.6.4. Suporte à Otimização de operações e seqüências					X					X

1.6.5. Suporte ao registro e armazenamento de versões anteriores dos processos	X				X
1.6.6. Suporte à definição de status das operações durante o processo de elaboração e revisão das operações	X			X	
1.6.7. Suporte à atualização automática em processos antigos de operações modificadas	X				X
1.6.8. Suporte à busca de processos existentes por semelhança de seqüência	X				X
2. Critérios tecnológicos					
2.1. Arquitetura de cliente-servidor	X			X	
2.2. Independência da Plataforma utilizada (multi-plataformas)	X			X	
2.3. Utilização de banco de dados relacional com SQL	X			X	
2.4. Utilização de um banco de dados padronizado pela própria empresa	X				X
2.5. Uso de interface gráfica	X			X	
3. Critérios associados ao suporte, compromisso com a continuidade e aperfeiçoamento do software					
3.1. Avaliação da maturidade do software		X			X
3.2. Participação do software no mercado					X
3.2.1. Participação do software no mercado nacional	X				X
3.2.2. Participação do software no mercado mundial		X			X
3.3. Satisfação dos usuários referenciais com o produto	X			X	
3.4. Fornecimento de suporte e treinamento				X	
3.4.1. Levantamento pelo fornecedor da situação em campo (suporte pré-venda)	X			X	
3.4.2. Capacitação e interesse na padronização do produto	X				X
3.4.3. Capacitação, organização e interesse no treinamento	X			X	
3.4.4. Disponibilidade de treinamento e suporte local	X				X
3.4.5. Atendimento hot-Line	X			X	
3.5. Qualidade da documentação oferecida	X			X	
3.6. Disponibilidade de telas e documentação em português	X				X
3.7. Compromisso do fornecedor com a continuidade do produto	X			X	

Anexo C- Plano de Processo adotado na Divisão Mecânica

ROTEIRO DE FABRICAÇÃO			DIV. INDL. MECÂNICA			
Identificação.....: 70200400243			Cód do Desenho. : M - 965989-000			
Nome Biblioteca.....: M -965989-000 BUS BAR F						
Alternativa Num.....: 1 PL.:		4522	Ed.Proc.: 1	Ed. Des.....: 03		
Cod. Des. Auxiliar...:		E.Aux:	Ed. Blank: 02	Processista: MANEZ		
Seq	Cod	Metodo de Fabricação	Ferr.NIF- Local	Pre Min	Fabr Min	Dt
10	SEF	PLASTIFICAR		5	0.0450	FQ
		CHAPA , 2 FACE (S)		5	0.0450	
20	SBO	CORTAR		10	0.0750	
		3.17 x 300 x 600 (8 PC/ CHAPA)		10	0.0750	
30	SBD	ESTAMPAR BLANK		15	0.5483	
		PROGRAMA MO153 (8 PC/ CHAPA)		15	0.5483	
40	SBG	CALANDRAR		10	0.2000	
		ENDIREITAR BLANK		10	0.2000	
50	SBI	ESCAREAR		10	0.1500	
		ESCAREADO PARA ROSCA M 3.0 x 0.5 FURO BASE DIAM 2.6 (2 x)		10	0.1500	
60	SBF	DOBRAR		40	0.4000	CO
		EM "V", ALTURA 13 (1 x)		20	0.2000	
		EM "V", ALTURA 16.17 (1 x)		20	0.2000	
70	SBL	ROSQUEAR		10	0.3000	
		M 3.0 x 0.5 BR (2 x) FURO BASE DIAM 2.6		10	0.3000	
80	CDE	INSPECIONAR		5	0.7750	
		DIMENSIONAL E VISUAL (PEÇA)		5	0.7750	
90	GEO	ESTANHAR (FORN.EXTERNO)				
		ESTANHO CHUMBO 90/10 (21AF)				
100	IRO	INSPECIONAR				

CONTROLE DE PROCESSOS

Identificação.....: 702004002 Cód do Desenho. : M - 965989-000
 Nome Biblioteca.....: M -965989-000 BUS BAR F
 Alternativa Num.....: 1 PL.: 4522 Ed.Proc.: 1 Ed. Des.....: 03
 Cod. Des. Auxiliar...: E.Aux: Ed. Blank: 02 Processista:

Op	Cod	Descrição da Inspeção	Inst. De Medição - Código
10	COF	ROLAR VISUAL	
20	CO M	ROLAR ESPESSURA 3.17 + 0.15 - 0.15	MICRÔMETRO 25 - M25
30	COP	ROLAR ESPESSURA 3.17 + 0.15 - 0.15	PAQUIMETRO 150 - P150
40	COR	ROLAR VISUAL	
50	COT	ROLAR VISUAL	
60	COH	ROLAR COTAS (CONF. CROQUI) VISUAL	PAQUIMETRO 150 - P150
70	COJ	ROLAR ROSCAS CONF.DES.PRODUTO) VISUAL	(CAL TAMPAO M3XO.5 - M3 6G

Anexo D- Exemplo do Operações na Divisão Mecânica

SERRALHERIA..... ACABAMENTO..... AJUSTAR MEDIDA
 CHANFRAR CANTO
 DESEMPENAR
 DOBRAR (MANUAL)
 EMBALAGEM EXTERNA
 EMBALAGEM INTERNA. PL.DUP.0,15x600xBOB
 PL.BOLHA 8x1300xBOB
 SACO PLÁSTICO.

ESQUADREJAR PEÇA
 LIXAR FACE..... LIXA
 SCOTH BRITE
 LIXA + SCOTH BRITE

LIXAR PONTO
 LIXAR SOLDA..... CANTO
 CORDAO

MONTAGEM
 OLEAR (39ZF)
 RAIAR (LOCAIS)
 RAIAR ABA
 REPASSAR ROSCA
 REBARBAR

CORTE A FRIO..... BLANK
 CHAPA
 TIRA
 TUBO
 CANTONEIRA

CORTE C/ AQUECIMEN BLANK
 CHAPA
 TIRA

DESENGRAXAMENTO... BLANK
 CHAPA
 PEÇA
 TIRA

DOBRA..... V (90°)
 ANGULAR (EXCETO 90°)
 DEGRAU
 ESMAGADA
 L (90°)
 PERFIL ESPECIAL

U..... ABAS IGUAIS
ABAS DESIGUAIS

W
ENDIREITAMENTO.... BLANK

PECA
TIRA

ESCAREAR..... FURO
PARAFUSO
REPUXO BR (GERAL)

ROSCA (GERAL)

ESTAMPAR..... FURO XY..... DIÂMETRO
OBLONGO
QUADRADO
RETÂNGULO

BLANK..... CNC TRUMPF
CNC MINIMATIC
CNC AMADA
CONVENCIONAL A FRIO
CONV. C/ AQUECIMENTO

FIGURA
CHANFRO (MED x ANG)
CHANFRO (MED x MED)
ENTALHE
FURO CONVENCIONAL. DIÂMETRO
OBLONGO
QUADRADO
RETÂNGULO

FURO UNISTAMP..... DIÂMETRO
OBLONGO
QUADRADO
RETÂNGULO

RAIO

FURAR..... BLANK
PECA
TIRA
TUBO
CANTONEIRA

PLASTIFICAR..... BLANK
CHAPA

TIRA
 REBATER..... FIGURA
 FURO..... DIÂMETRO
 OBLONGO
 QUADRADO
 RETÂNGULO

 PECA

 REFILAR
 REPUXAR..... CONF. DETALHE
 CONF. FIGURA
 LOCAL(IS)
 ROSCA BR (GERAL)

 REPASSAR..... FURO
 FURO P/ REPUXO (BR)
 FURO P/ ROSCA
 FURO DEFORMADO

 ROSCAR..... DET. FURO (GERAL)
 DETALHE FURO..... FURO M 1.0
 DET. REPUXO BR(GERAL)
 DETALHE REPUXO BR. REPUXO M 2.0

 FURO (GERAL)
 FURO..... FURO M 1.0

 REPUXO BR (GERAL)
 REPUXO BR..... REPUXO M 2.0

 SOLDAR..... ELETRODO..... ABA (CANTO)
 COMP.NA BASE/ESTR/CJ
 COMP. NO COMPONENTE

 MIG..... ABA (CANTOS)
 COMP.NA BASE/ESTR/CJ
 COMP. NO COMPONENTE

 TIG..... ABA (CANTO)
 COMP. NA BASE/EST/CJ
 COMP. NO COMPONENTE

 SOLDA PONTO..... ABA (CANTO)
 FERRAMENTARIA..... CORTAR..... CORTAR BLANK
 RECORTAR BLANK

 TORNEAR..... TORNEAR EXTERNO
 TORNEAR EXT. C/ S.M.
 TORNEAR INTERNO

TORNEAR INT. C/ S.M.
FURO DE CENTRO
FURAR
FACEAR
ROSCAR
CORTAR
SANGRAR
CHANFRAR
RAIAR

FRESAR VERTICAL... FRESAR BLANK

FRESAR UNIVERSAL.. DESBASTE
DESBASTE COM S.METAL
ACABAMENTO
BLANK
FURAR COM BROCA... DIÂMETRO
ALOJAMENTOS

FURAR COM FRESA... DIÂMETRO
ALOJAMENTOS

MARCAR FURO CENTRO
CHANFRO
ALIVIAR

FURAR COORDENADA.. MARCAR FURO CENTRO
FURAR DIAM. C/ BROCA
FURAR C/ BROCA ALOJ.
MANDRILAR C/ SOBREM.
MANDRILAR S/ SOBREM.
PASSAR ALARGADOR

RETIFICAR PLANO... PECA
PLACA

RETIFICAR CILINDRI DIAM. EXT,INT CONJ.
DIÂMETRO EXTERNO
DIÂMETRO INTERNO
FACE

RETIFICAR PERFIL.. CONV-PERFIL
CONV-RAIO
CNC-PERFIL
CNC-RAIO
CNC-CILINDRAR

RETIFICAR COORDENA FURO
CONTORNO(CAME)
LATERAL

FURO P/ EEF
 ELETRO ERODIR FIO. EEFC-FIGURA
 EEFM-FIGURA
 ELETRO ERODIR PENE CONVENCIONAL-FIGURA
 CONV-FIG. CONJUNTAS
 CNC-FIGURA
 CNC-FIG. CONJUNTAS
 CNC-ROSCA

TEMPERAR..... TEMPERAR E REVENIR
 RECOZER

AJT/MONTAR/TESTAR. AJUSTAR..... FURAR
 ROSCAR
 PASSAR ALARGADOR
 REBAIXAR
 QUEBRAR CANTOS
 RAIAR
 FINAL

GALVANOPLASTIA.... PECA (VISUAL)
 PECA (DIM. E VISUAL)
 CONJUNTO (VISUAL)
 CONJUNTO(DIM.E VIS.)

PINTURA..... PECA (VISUAL)
 PECA (DIM. E VISUAL)
 CONJUNTO (VISUAL)
 CONJUNTO(DIM.E VIS.)
 MONTAGEM

USINAGEM
 RECEBIMENTO

GALVANOPLASTIA.... PREPARAÇÃO..... 1ZF DESENGRAXAMENTO
 ESCOVAMENTO
 JATEAMENTO
 TAMBOREAM. FERROSOS
 TAMBOREAM.N.FERROSOS
 LIXAMENTO

ZINCAGEM..... 15BF ZIN+PAS CRO AMA
 15CF ZIN+PAS CRO AZU
 15KF ZIN+PAS CRO PRE

NIQUELAÇÃO..... 3GF NÍQUEL BRILHANT
 3KF NIQUELAÇÃO PRET
 3NF NIQ NÃO ELETROL

PASSIVAÇÃO..... 32BF PAS CRO COLORID

ALODINIZAÇÃO+VERNIZ

COBREÇÃO

ESTANHAGEM..... 17AF ESTANHAGEM
21GF EST-CHUMBO BRIL

ANODIZAÇÃO..... 51AF ANODIZAÇÃO

PRATEAÇÃO..... 11GF PRATEAÇÃO BRILH

CROMAÇÃO..... 2GF CROMAÇÃO
2HF CROMAÇÃO DURA

DOURAÇÃO

OXIDAÇÃO NEGRA

ACABAMENTO..... RETOQUE (C/SUMAZINC)

RETOQUE (COM 371F)

RETOQUE (C/ MXG-071)

VERNIZ SOLÚVEL

POLIMENTO

EMBALAGEM INTERNA. PL.DUP.0,15x600xBOB

PL.BOLHA 8x1300xBOB

EMBALAGEM EXTERNA

PINTURA..... PREPARAÇÃO..... DESENGRAXAMENTO

DESENGR+FERROCLEANER

DESENGR+FOSFATIZAÇÃO

LIXAMENTO

MASSEAMENTO+LIXAM.

MASCARAMENTO..... DISP BORRACHA (DIA)

FITA ADESIVA (3M)

ADESIVO REDONDO 11mm

DISPOSIT. ESPECIAIS

PINT. LIQ. (ESMALT 300 CF (ALQUIDICO) AZUL ATLÂNTICO

CINZA CPA

ELETROCONDUTIVO

ELETROCOND. PARCIAL

ENVERNIZAMENTO.... 371 F

ACABAMENTO..... CARIMBAGEM..... BRANCO

PRETO

SILK SCREEN..... EPOXI BRANCA

EPOXI PRETA

AMARELO DELTA SID

AMARELO OURO ZETAX

MONTAGEM

EMBALAGEM INTERNA. PL.DUPLO 0,15x0,6xBO

PL.BOLHA 8x1300xBOB

EMBALAGEM EXTERNA

USINAGEM EXTERNA.. SERRAR..... BLANK
PERFIL

FURAR..... CEGO
PASSANTE
ESCALONADO

MARCAR CONVENCIONAL
ESCAREAR..... FURO
ROSCA
PARA PARAFUSO

ROSCAR
FRESAR..... BLANK
REBAIXO
CHANFRO
DIÂMETRO
CANAL
CORTAR

TORNEAR..... DIÂMETRO EXTERNO
FACEAR
CORTAR
FURO PASSANTE
FURO CEGO
REBAIXO
CHANFRO
RECARTEADO
ROSCA EXTERNA
ROSCA INTERNA

PREPARAR CT.USIN.CNC
FRESAR CNC..... FACE
EXTERNO
DESBASTAR BOLSÃO
DAR ACABAM. BOLSÃO
CHANFRO
REBAIXO
INTERPOLANDO

FURAR CNC
MARCAR NA FRESA CNC
PREPARAR TORNO CNC
TORNEAR CNC..... DIÂMETRO EXTERNO
FACEAR
CORTAR
FURO

REBAIXO
CHANFRO
RECARTILHADO
ROSCA EXTERNA
FRESAR REBAIXO

Anexo E- Exemplo de famílias de máquinas na Divisão Mecânica

SERRALHERIA 3o. PAV DOBRADEIRA..... HIDRÁULICA

EXCÊNTRICA

PRENSA..... PEDAL
HIDRÁULICA
EXCÊNTRICA

GUILHOTINA..... P/ $t > 0,6$ [mm]
P/ $t \leq 0,6$ [mm]

PUNCIÓNADEIRA..... MINIMATIC
AMADA
TRUMPF

CALANDRA..... BROTHER
PRODUZA

FURADEIRA
ROSQUEADEIRA....BANCADA
MULTIFUSO..... BREVET
TOYOSK

BANCADA
PLASTIFICADOR
RECORTADEIRA CANTO

SERRALHERIA 4o. PAV SOLDA..... PONTO

MIG
TIG
ELÉTRICA

LIXADEIRA (FITA)
SERRA
FURADEIRA..... BANCADA
COLUNA

BANCADA
FERRAMENTARIA.... SERRA
TORNO
FRESADORA VERTICAL
FRESADORA UNIVERSAL
FURADEIRA COORDENADA
RETIFICA PLANA

RETIFICA CILÍNDRICA
RETIFICA PERFIL... CONVENCIONAL
CNC
RETIFICA COORDENADA
ELETRO-EROSÃO FIO. MITSUBISHI
CHARMILLES

ELETRO-EROSÃO PENE CONVENCIONAL
CNC

TEMPERA
AJT/MONTAGEM/TESTES
INSPEÇÃO

INSPEÇÃO..... SERRALHERIA

GALVANOPLASTIA
PINTURA

FERRAMENTARIA
RECEBIMENTO
ESTAMPARIA
MOLDAGEM

GALVANOPLASTIA INT PREPARAÇÃO
ZINCAGEM
NIQUELAÇÃO
PASSIVAÇÃO
COBREÇÃO
ACABAMENTO

PINTURA INT..... PREPARAÇÃO
PINTURA LIQUIDA
PINTURA PO
ENVERNIZAMENTO
ACABAMENTO

ESTAMPARIA..... PRENSA..... EXCÊNTRICA

RÁPIDA
HIDRÁULICA
CHASSIS

LINHA..... BANK
TRANSFER

FORNO
DESENGRAXAMENTO

GUIA DE ONDA..... FRESADORA

FURADEIRA

ROSQUEADEIRA

SERRA

SOLDA

LAVAGEM

LIXADEIRA

BANCADA

PRENSA HIDRÁULICA

MOLDAGEM..... INJETORA..... NISSEI

FERBATE

PRENSA..... HIDRÁULICA

EXCÊNTRICA

PASTILHADEIRA..... HIDRÁULICA

EXCÊNTRICA

TRANSFERENCIA..... 250 TON.

PHB/5/220 EKA

MAQ. ESPECIAIS..... JATEAM.CASCA NOZES

TORÇÃO DE FIOS

DOBRA DE TERMINAIS

PR.PNEUM.DOVER

PR.MANUAL BEGRA

BANCADA



Anexo F- Exemplo de famílias de ferramental na Divisão Mecânica

FER. ESTAMPAGEM... ESTAMPO DE CORTE
ESTAMPO DE DOBRA
ESTAMPO DE GRAVAÇÃO
ESTAMPO DE REPUXO
ESTAMPO PROGRESSIVO
ESTAMPO DE CALIBRAR
ESTAMP.CORTAR-IDENT.

FER. USINAGEM.... BEDAMES..... MOLDADOS
STANDARD

BITTS MOLDADOS
BROCAS..... CENTRO
CALIBRADORA
ESPECIAIS
NORMAIS

ESPECIAIS
FRESAS
METAL DURO MOLDADO
PAST.INTERC. M.D.. DESBASTE
ACABAMENTO
ROSCA
CANAL
FERRO FUNDIDO

STANDARD
FERRAM. P/ FURO... FUROS PASSANTES
FUROS NÃO PASSANTES

ALARGADORES

Anexo G- Exemplo de regras de tempos da Divisão Mecânica

Tornear Interno

Mnemônico : TORINT

Variáveis : Diâmetro final [mm] !
 Diâmetro inicial [mm] @
 Comprimento [mm] #
 Precisão (dec-0, cent-1) \$

Preparação : p= 0,14

Fabricação :

DIÂMETRO FINAL	AVANÇO a [MM]	ROTAÇÃO n [RPM]	PROF. MAX PM [MM]
0<DIAM.=<15	0,08	630	1,0
15<DIAM.=< 30	0,08	630	1,0
30<DIAM.=< 60	0,08	500	1,5
60<DIAM.=<100	0,08	400	1,5
100<DIAM.=<150	0,08	200	2,0
150<DIAM.=<200	0,08	95	2,0
200<DIAM.=<250	0,08	80	2,0
250<DIAM.=<300	0,06	65	2,5
300<DIAM.=<350	0,06	50	2,5
350<DIAM.=<400	0,06	50	3,0

$$f = ((! - @) / 2 \times PM + 3 + \$) \times \# / (a \times n \times 60)$$

Texto : Tornear diâm. interno ! mm x # mm

Tornear Externo c/ Sobremetal

Mnemônico : TORESM

Variáveis : Diâmetro final [mm] !
 Diâmetro inicial [mm] @
 Comprimento [mm] #
 Precisão (dec-0, cent-1) \$
 Sobremetal [mm] %

Preparação : p= 0,08

Fabricação :

DIÂMETRO FINAL	AVANÇO a [MM]	ROTAÇÃO n [RPM]	PROF. MAX PM [MM]
0<DIAM.=<15	0,08	630	1,0
15<DIAM.=< 30	0,08	630	1,0
30<DIAM.=< 60	0,08	500	1,5
60<DIAM.=<100	0,08	400	1,5
100<DIAM.=<150	0,08	200	2,0
150<DIAM.=<200	0,08	95	2,0
200<DIAM.=<250	0,08	80	2,0
250<DIAM.=<300	0,06	65	2,5
300<DIAM.=<350	0,06	50	2,5
350<DIAM.=<400	0,06	50	3,0

$$f = ((@ - !) / 2 \times PM + 3 + \$) \times \# / (a \times n \times 60)$$

Texto : Tornear diâm. externo ! mm x # mm c/ sobremetal % mm.

Tornear Externo

Mnemônico : TOREXT

Variáveis : Diâmetro final [mm] !
 Diâmetro inicial [mm] @
 Comprimento [mm] #
 Precisão (dec-0, cent-1) \$

Preparação : p= 0,08

Fabricação :

DIÂMETRO FINAL	AVANÇO a [MM]	ROTAÇÃO n [RPM]	PROF. MAX PM [MM]
0<DIAM.=<15	0,08	630	1,0
15<DIAM.=<30	0,08	630	1,0
30<DIAM.=<60	0,08	500	1,5
60<DIAM.=<100	0,08	400	1,5
100<DIAM.=<150	0,08	200	2,0
150<DIAM.=<200	0,08	95	2,0
200<DIAM.=<250	0,08	80	2,0
250<DIAM.=<300	0,06	65	2,5
300<DIAM.=<350	0,06	50	2,5
350<DIAM.=<400	0,06	50	3,0

$$f = ((@ - !) / 2 \times PM + 3 + \$) \times \# / (a \times n \times 60)$$

Texto : Tornear diâm. externo ! mm x # mm

Tornear Interno c/ Sobremetal

Mnemônico : TORISM

Variáveis : Diâmetro final [mm] !
 Diâmetro inicial [mm] @
 Comprimento [mm] #
 Precisão (dec-0, cent-1) \$
 Sobremetal [mm] %

Preparação : p= 0,14

Fabricação :

DIÂMETRO FINAL	AVANÇO a [MM]	ROTAÇÃO n [RPM]	PROF. MAX PM [MM]
0<DIAM.=<15	0,08	630	1,0
15<DIAM.=< 30	0,08	630	1,0
30<DIAM.=< 60	0,08	500	1,5
60<DIAM.=<100	0,08	400	1,5
100<DIAM.=<150	0,08	200	2,0
150<DIAM.=<200	0,08	95	2,0
200<DIAM.=<250	0,08	80	2,0
250<DIAM.=<300	0,06	65	2,5
300<DIAM.=<350	0,06	50	2,5
350<DIAM.=<400	0,06	50	3,0

$$f = ((! - @) / 2 \times PM + 3 + \$) \times \# / (a \times n \times 60)$$

Texto : Tornear diâm. interno ! mm x # mm c/ sobremetal % mm.

-
- 1.6.5. Suporte ao registro e armazenamento de versões anteriores dos processos
 - 1.6.6. Suporte à definição de status das operações durante o processo de elaboração e revisão das operações
 - 1.6.7. Suporte à atualização automática em processos antigos de operações modificadas
 - 1.6.8. Suporte à busca de processos existentes por semelhança de seqüência
 - 2. Critérios tecnológicos
 - 2.1. Arquitetura de cliente-servidor
 - 2.2. Independência da Plataforma utilizada (multi-plataformas)
 - 2.3. Utilização de banco de dados relacional com SQL
 - 2.4. Utilização de um banco de dados padronizado pela própria empresa
 - 2.5. Uso de interface gráfica
 - 3. Critérios associados ao suporte, compromisso com a continuidade e aperfeiçoamento do software
 - 3.1. Avaliação da maturidade do software
 - 3.2. Participação do software no mercado
 - 3.2.1. Participação do software no mercado nacional
 - 3.2.2. Participação do software no mercado mundial
 - 3.3. Satisfação dos usuários referenciais com o produto
 - 3.4. Fornecimento de suporte e treinamento
 - 3.4.1. Levantamento pelo fornecedor da situação em campo (suporte pré-venda)
 - 3.4.2. Capacitação e interesse na padronização do produto
 - 3.4.3. Capacitação, organização e interesse no treinamento
 - 3.4.4. Disponibilidade de treinamento e suporte local
 - 3.4.5. Atendimento hot-Line
 - 3.5. Qualidade da documentação oferecida
 - 3.6. Disponibilidade de telas e documentação em português
 - 3.7. Compromisso do fornecedor com a continuidade do produto
-

Legenda:

- A - atende totalmente
- B - atende bem
- C - atende satisfatoriamente
- D - atende precariamente
- E - não atende
- F - imprescindível
- G - muito importante
- H - importante
- I - desejável
- J - interessante