UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
DISCIPLINA DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO - I
PROFESSOR DÁLVIO TUBINO

TECNOLOGIA DE GRUPO

PADRONIZACAO DAS OPERACÕES

CAD/CAM/CIM

CARMEM LUCIA DUARTE DO VALLE PEREIRA
MARCELO TADAO MACHADO HANGAI
CARLOS W. BRISTOT JUNIOR

FLORIANÓPOLIS, MAIO DE 1993

INDICE

I. TECNOLOGIA DE GRUPO 3
I.1. Introdução 3
I.2. Conceito básico 4
I.3. Formação de famílias de peças 5
I.3.1. Inspeção visual 6
I.3.2. Análise do fluxo de produção 6
I.3.3. Sistema de classificação e codificação 7
I.3.4. Layout de célula 8
I.4. Sistemas de classificação e codificação 10
I.4.1. Características 10
I.4.2. Exemplo de um sistema de codificação - Sistema OPTIZ 12
I.5. Como o TG Interage com outros Sistemas 15
I.5.1. O TG e os sistemas celulares de manufatura 15
1.5.1.1. O FMC e o TG num ambiente CIM 17
I.6. Implantação do TG: Critérios, Vantagens e Desvantagens..... 18
I.7. Conclusões 22

II. PADRONIZAÇÃO DAS OPERAÇÕES 23
II.1. Introdução 23
II.2. Determinação das Componentes das Operações Padronizadas . 23
II.2.1. Determinação do tempo do ciclo 24
II.2.2. Determinação do tempo para completar uma unidade 24
II.2.3. Determinação das rotinas de operações padronizadas 26
II.2.4. Determinação da quantidade padronizada de material em processo 28
II.2.5. Preparando a folha de operações padronizadas ... 28

III. SISTEMAS CAD/CAM 30
III.1. Introdução 30
III.2. CAD/CAM 30
III.3. A Natureza do CIM 33

IV. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 36

I. TECNOLOGIA DE GRUPO

I.1. INTRODUÇÃO

O mundo industrial moderno tem sucitado uma série de problemas e desafios no que diz respeito a fabricação de componentes discretos: são de destacar

- O aumento de procura de produtos com opções e características diferentes, por parte do cliente.

- A tendência para produzir em pequenos lotes.

Estima-se que nos próximos anos, 75% da produção seja em pequenos lotes (menos de 50 peças).

- O aumento da responsabilidade imposta pelo consumidor ao fabricante, o que obriga a uma maior qualidade dos produtos: as tolerâncias são também cada vez mais apertadas.

- A necessidade de processar uma grande variedade de materiais, como sejam metais, cerâmicos, plásticos e materiais compostos, o que requer maior flexibilidade nos processos de transformação.

- A ineficiência de organização convencional do trabalho.

- A necessidade crescente de integrar as atividades de projeto e fabricação.

Atualmente muitas empresas debatem-se com problemas econômicos, por não terem, em devida altura, reconvertido os seus sistemas de produção e adotado as tecnologias adequadas. O processo da informação é muito rápido e a sua troca é quase instantânea. Com efeito, um atraso no lançamento de um produto pode significar o seu fracasso. Por isso, o principal objetivo dos sistemas de fabricação atuais é baixar para o mínimo possível o tempo que decorre entre o projeto e a comercialização do produto, com particular incidência no tempo de fabricação. Um dos conceitos modernos que se apresenta capaz de fazer face a estes desafios é a Tecnologia de Grupo (TG).

A Tecnologia de Grupo trata-se de uma filosofia entendida como uma abordagem sistemática, que objetiva a racionalização do ciclo produtivo em todas as suas etapas: projeto, fabricação e gerenciamento.

I.2. CONCEITO BÁSICO

Cada vez mais as indústrias mecânicas envolvidas com variedade de produtos e lotes de pequenas quantidades estão se interessando pela Tecnologia de Grupo, que é particularmente aplicável na área de manufatura à base de lotes. Também tem sido reconhecido que a Tecnologia de Grupo é um elemento básico e essencial para o desenvolvimento e implantação da fabricação assistida por computador (CAM) através da aplicação do conceito de famílias de peças.

A Tecnologia de Grupo sob o aspecto da manufatura é uma técnica de agrupamento de técnicas e recursos para a fabricação. O agrupamento em famílias é determinado por meio de alguma metodologia, reunindo semelhanças de projeto ou processos.

Estas peças uma vez definidas em famílias, passam a ser consideradas, para fins do planejamento produtivo, não mais em vários lotes pequenos, mas sim como uma produção em série de todo o grupo. Buscou-se deste modo, obter para a manufatura de pequenos lotes, as vantagens, principalmente econômicas, de uma produção em massa.

Para implantação dos princípios de Tecnologia de Grupo, toda uma reorganização do ambiente de manufatura se faz necessária. As principais etapas que devem ser consideradas neste processo podem ser citadas:

- adequação do lay-out físico;
- implantação de um sistema de codificação e classificação;
- racionalização de projetos, e processos de fabricação;
- formação de famílias de peças e células de máquinas.

Com o agrupamento de peças similares dentro de famílias de peças baseado nas suas características geométricas ou operações e também se possível formando grupos de máquinas ou células que processam as famílias de peças designadas, é possível reduzir custos através de:

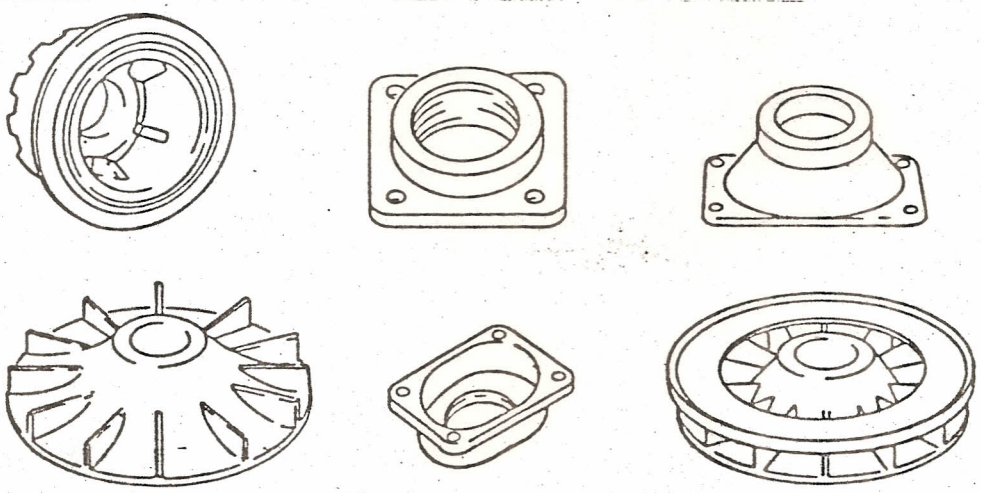
- racionalização de projeto mais efetiva;
- recuperação de dados de projeto;
- menores estoques e compras;
- planejamento de processo e controle de produção simplificados e melhorados;
- redução de ferramental e de tempo de preparação de máquinas.
- produção com semi-linhas de produção através de grupos ou células de máquinas;

- menor inventário em processos;
- redução do tempo total de produção;
- redução de programação de CN;
- utilização mais eficiente das caras máquinas de CN e centros de usinagem, etc.

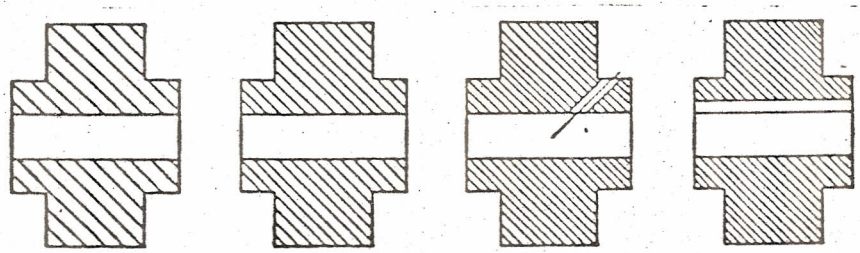
Uma definição de Tecnologia de Grupo pode englobar a sua idéia: "Tecnologia de Grupo é a realização de que muitos problemas são similares e que, ao agrupar problemas similares, uma única solução pode ser encontrada para um conjunto de problemas salvando desta maneira tempo e esforço".

I.3. FORMAÇÃO DE FAMÍLIAS DE PEÇAS

Uma família de peças pode ser definida como um grupo de peças que tem alguma semelhança e similaridades especiais. Elas podem ter um formato geométrico similar ou elas podem repartir requisitos de processo de fabricação similares. Observe a figura abaixo:



Peças agrupadas por critério de processo



Peças agrupadas por critério geométrico

Assim quando o agrupamento considera as peças que podem ser fabricadas nas mesmas máquinas, tem-se uma família de produção. Não se busca identificar diferenças entre as peças, mas sim semelhanças, o

que também não significa dizer que a família de processo deve manter estreita semelhança de forma.

São executados nas mesmas máquinas porque exigem os mesmos processos. Isto evidentemente dentro de determinados limites que são estabelecidos, como tolerâncias ou ordem de grandezas e outras características.

O agrupamento de peças similares dentro de famílias de peças é a chave de implantação de Tecnologia de Grupo. O problema que imediatamente se apresenta é como as peças podem ser eficientemente agrupadas dentro dessas famílias. Existem quatro metodologias básicas para se resolver o problema, todos requerendo análise de dados por especialistas treinados, consumindo tempos significativos. Os métodos considerados são os seguintes:

- inspeção visual;
- análise de Fluxo de Produção;
- classificação por um código;
- reconhecimento de padrões.

I.3.1. Inspeção Visual

Consiste em agrupar as peças apenas pela análise visual de suas características. É um método simples e pouco dispendioso, mas também o menos eficiente. Ele é altamente limitado pela experiência humana e é limitado em sua efetividade quando trabalhando com um número grande de peças.

I.3.2. Análise do Fluxo de Produção

É uma técnica analítica para se encontrar famílias através de análise de sequência de operações e o percurso da peça através das máquinas e estações de trabalho dentro de fábrica. As peças com rotas e operações comuns são agrupadas e identificadas como uma família de peças. Similarmente, as máquinas e estações de trabalho usados para produzir as famílias de peças podem ser agrupadas para formar os grupos ou células de máquinas.

Nos métodos de análise de fluxo de produção (PFA), trabalha-se sobre uma matriz que relacione as máquinas e as peças que é a chamada matriz de incidência peça-máquina. Procura-se reunir aquelas peças que necessitem dos mesmos processos e tenham um mesmo fluxo na fabricação, de acordo com parâmetros de similaridade, através das chamadas de técnicas de elustering.

O método por embasar-se nas folhas de rota e falhas de

operações das peças, tem sua precisão limitada, e depende da confiabilidade dos dados registrados nas falhas de processo.

		PEÇAS				
		1	2	3	4	5
MÁQUINAS	1		1		1	1
	2	1		1		
	3		1		1	
	4	1		1		

Matriz de incidência peça-máquina

		PEÇAS					
		1	3	2	4	5	
MÁQUINAS	2	1	1				CÉLULA - 1
	4	1	1				
	1			1	1	1	CÉLULA - 2
	3			1	1		
		FAMÍLIA - 1		FAMÍLIA - 2			

Matriz peça máquina com células destacadas

I.3.3. Sistema de Classificação e Codificação

O método pressupõe um sistema de codificação, quer seja de propósito geral ou específico, que permita codificação das peças onde

atributos geométrico, de processo, ou outros, sejam de modo claro e preciso, bem representados.

Uma vez as peças estando codificadas, e de acordo com determinados parâmetros, definidos em função dos critérios de similaridade desejados, pode-se inferir sobre os códigos para determinar os agrupamentos. Diversos critérios podem ser estabelecidos para se agrupar as peças e a classificação pode ser feita basicamente sob três orientações quanto ao seu objetivo:

a) Classificação orientada por características de projeto;
b) Classificação orientada por identidade de processos;
c) Classificação orientada por identidade de rotas.

A classificação e codificação para aplicações de Tecnologia de Grupo é um problema muito complexo, embora muitos sistemas tenham sido desenvolvidos e incontáveis esforços tenham sido feitos para melhorá-los não existe ainda um sistema universalmente aceito. Uma vez que cada indústria tem suas condições e necessidades específicas, é necessário pesquisar por um sistema adequado que possa ser adaptado para as necessidades e requerimentos específicos da indústria.

I.3.4. Layout de Célula

Em geral, existem três tipos básicos de layout de fábrica, a saber:

a) layout de linha para produção em massa
b) layout funcional
c) layout de grupo

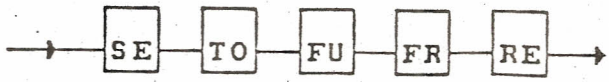
Na figura abaixo os três tipos de layout estão apresentados.

Na prática de Tecnologia de Grupo, um grupo de máquinas para a produção de uma ou mais famílias de peças, pode ser formado tal que ele possa realizar todas as operações requerida pela família. Neste layout de grupo as máquinas são arranjadas em grupos de tipos diversos destinados a atender inteiramente a fabricação de uma família de peças. Caracteriza-se assim pela diversificação de produtos, ou seja, uma família de peças com diferentes tamanhos de lotes. Em relação a outros tipos de arranjo, diminuem consideravalmente os tempos improdutivos, como os de movimentação e manuseio das peças, além dos de preparação das máquinas. Reunem-se assim as vantagens dos arranjos em linha e funcionais, pois se dispõe de todas as máquinas próximas

umas das outras, na sequência mais adequada ao processo, ao mesmo tempo que se tem flexibilidade de execução, não mais para um só produto, mas uma família deles.

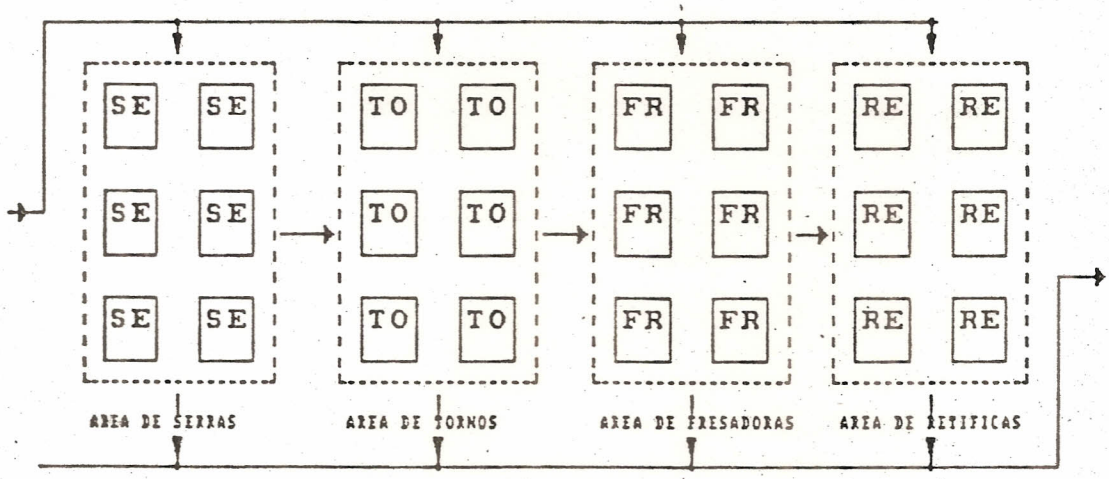
Apesar destas vantagens ainda existem alguns problemas, como:

- pode ser difícil balancear a utilização de máquina e de mão-de-obra;
- pode-se ter dificuldades em encontrar pessoal adequado para a supervisão;

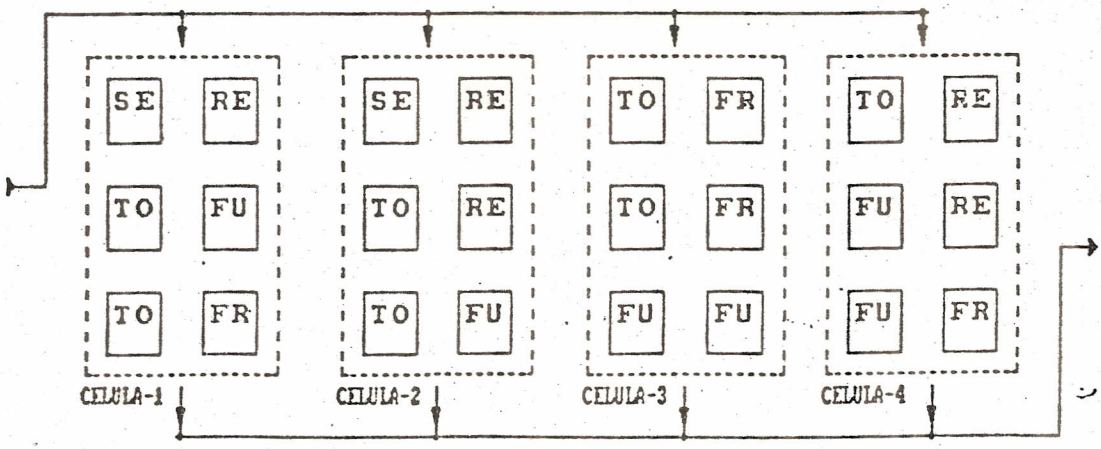


SE = Serra
TO = Torno
FU = Furadeira
FR = Fresadora
RE = Retífica

Esquema de um "lay-out" em linha.



Esquema de um "lay-out" funcional



Esquema de um "lay-out" de grupo

I.4. SISTEMAS DE CLASSIFICAÇÃO E CODIFICAÇÃO

I.4.1. Caracteristicas

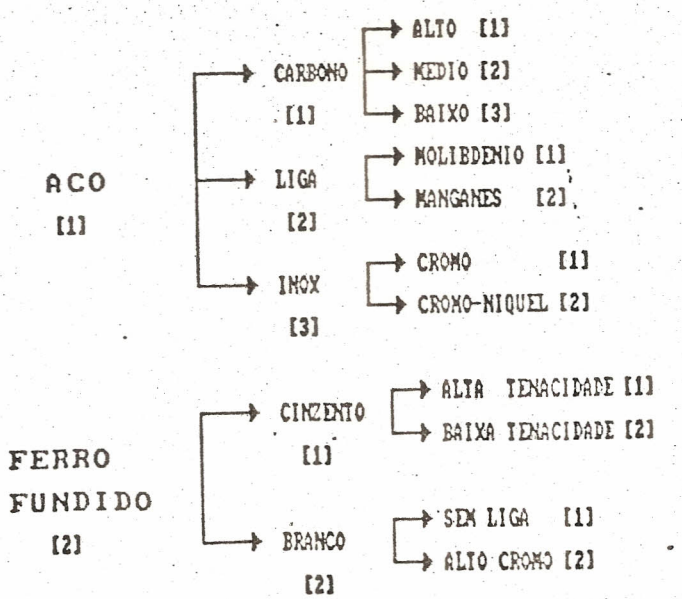
Os tipos básicos de sistemas de classificação e codificação podem ser colocados dentro de várias categorias, tais como funcionais ou descritivo, orientado para o projeto ou para a produção, estrutura tipo cadeia ou hierárquico, etc... Independentemente de qual sistema seja selecionado, ele deverá ser modificado e adaptado para satisfazer necessidades especificas de indústria.

Existem três formas básicas de sistemas de classificação e codificação para as aplicações correntes de Tecnologia de Grupo:

a) Estrutura hierárquica (monocódigo)
b) Estrutura do tipo cadeia (policódigo)
c) Estrutura combinada (multicódigo)

a) Estrutura Hierárquica

É uma estrutura tipo árvore, onde cada dígito ou caracter amplia as informações do seu anterior, ou seja, o valor do dígito no código tem seu significado atrelado ao antecessor e não pode ser interpretado ou atribuído isoladamente. Esta hierarquia proporciona uma análise muito ampla dos itens codificados, torna a estrutura extremamente compactada, podendo assim em um número relativamente pequeno de dígitos representar grande quantidade de informações. A figura a seguir ilustra um exemplo de estrutura de um código para codificação de material.



b) Estrutura do Tipo Cadeia

Neste tipo de código, cada símbolo é independente dos anteriores, isto é, cada símbolo identifica isoladamente um parâmetro. O código de estrutura em cadeia é também tratado como policódigo, em virtude da característica de independência dos símbolos, transparecer como um encadeamento de códigos isoladamente significativos. Não existe nenhma hierarquia para a construção do código. Uma determinada coluna sempre conterá a mesma informação naquela posição, independente do valor do código que o precede. O exemplo a seguir constitui-se de uma especificação de máquinas com os seus respectivos mnocódigos e depois apresenta um policódigo, representativo do processo de peças. Pode-se determinar assim um código de processo de cada peça, onde os dígitos podem ser interpretados separadamente, pois representa cada um determinada máquina.

TIPO DE MAQUINA	CODIGO
A-B → FURADEIRA	1
C → TORNO	2
D → PRENSA	3
E-F → FRESADORA	4
G → POLITRIZ	5
H-I → RETIFICA	6
J-K → SERRA	7

Código para as máquinas

PECAS	PROCESSO
a,f,l	567
c,e,o	467
b,d,g	367
m,n	167
h,k	12
j	24
i	124

Código para o processo

c) Estrutura Combinada

Constitui de uma associação de pequenos monocódigos interligados e policódigos. Na prática a maioria dos sistemas de classificação e codificação são deste tipo. Observe o exemplo a seguir:

- peça a: Código combinado 132567
  onde : 132 código de material (monocódigo)
  567 código do processo (policódigo)

Os maiores benefícios de um sistema de classificação e codificação bem projetados para aplicações de Tecnologia de Grupo podem ser sumarizados como segue.

a) Formação de famílias de peças e grupos de máquinas
b) Recuperação efetiva de desenhos e processos
c) Racionalização e redução de custos em projetos
d) Padronização de projeto do produto
e) Estatísticas de peças seguras e confiáveis
f) Estimativa acurada dos requisitos das máquinas ferramentas, carga de máquina racionalizada e gastos otimizados de capital
g) Racionalização de ferrametnal e redução de tempo de preparação da máquina e do tempo total de produção
h) Padronização de processos e ferramental
i) Melhor utilização das máquinas ferramentas, dispositivos e mão-de-obra
j) Estabelecimento de uma base de dados

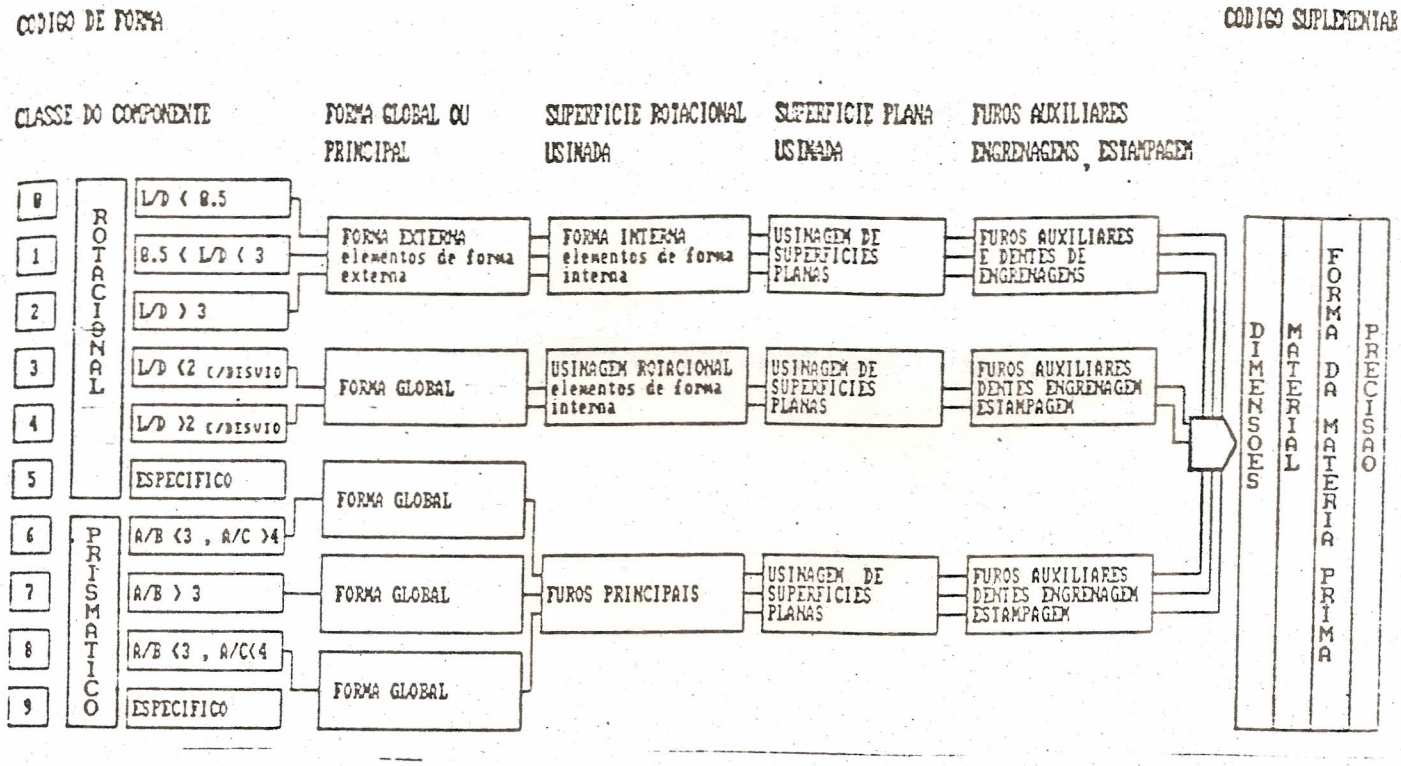
É importante ressaltar os meios de melhoria de produtividade de fabricação onde uma grande variedade de peças e lotes com pequenas quantidades são característicos.

I.4.2. Exemplo de um Sistema de Codificação - Sistema OPTIZ

Este sistema foi desenvolvido por H. Opitz, da Universidade de Aachen na Alemanha, tendo servido de base para inúmeros outros sistemas criados posteriomente. Ele representa um dos esforços pioneiros na área de Tecnologia de Grupo, sendo de fácil compreensão, e adequabilidade e diversas aplicações.

Inicialmente desenvolvido para investigações estatísticas de componentes, evoluiu para outras áreas de aplicação, como de projeto, para racionalização e recuperação de desenhos, e uma manufatura com as aplicações especificas de organização do ambiente, como ferramenta de Tecnologia de Grupo.

A concepção básica do sistema está definida em dois campos de código. Um código de forma, composto de único dígito e uma parte sumplementar, com outros quatro dígitos. Pode ainda ser acrescido de um campo de código secundário, conforme foi necessário e determinada aplicação. O esquema básico da estrutura do código está representada na figura abaixo indicando o conteúdo dos campos, na sua forma básica e suplementar.



Esquema geral do código

Na figura abaixo é mostrada a descrição dos dígitos para a definição do código de forma. Um exemplo de codificação de geometria básica é mostrado nas peças da figura abaixo.

DIGITO 1 — CLASSE DOS COMPONENTES

0	ROTACIONAL	L / D < 0.5
1	ROTACIONAL	0.5 < L/D < 3
2	ROTACIONAL	L/D > 3
3	ROTACIONAL	L/D < 2 com desvios
4	ROTACIONAL	L/D > 2 com desvios
5	ROTACIONAL	componente especifico
6	PRISMATICO	componente chato A/B < 3 , A/C > 4
7	PRISMATICO	componente longo A/B > 3
8	PRISMATICO	componente cubico A/B < 3 , A/C < 4
9	PRISMATICO	componente especifico

DIGITO 2 — ELEMENTOS DE FORMA EXTERNA

0	uniforme, sem elemento de forma		
1	escalonado num sentido	sem elemento de forma	
2	escalonado num sentido	uniforme	com rosca
3	escalonado num sentido	uniforme	com ranhura funcional
4	escalonado dois sentidos	sem elemento de forma	
5	escalonado dois sentidos	com rosca	
6	escalonado dois sentidos	com ranhura funcional	
7	cone funcional		
8	rosca operacional		
9	outros		

DIGITO 3 — ELEMENTOS DE FORMA INTERNA

0	sem furo passante furo cego		
1	uniforme ou escalonado num sentido	sem elemento de forma	
2	uniforme ou escalonado num sentido	com rosca	
3	uniforme ou escalonado num sentido	com ranhura funcional	
4	escalonado dois sentidos	sem elemento de forma	
5	escalonado dois sentidos	com rosca	
6	escalonado dois sentidos	com ranhura funcional	
7	cone funcional		
8	rosca operacional		
9	outros		

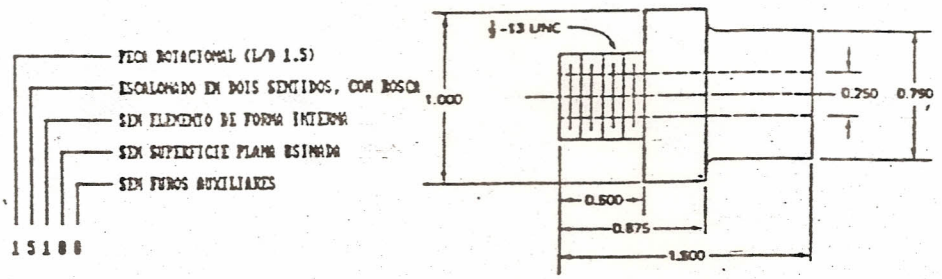
DIGITO 4 — SUPERFICIE PLANA USINADA

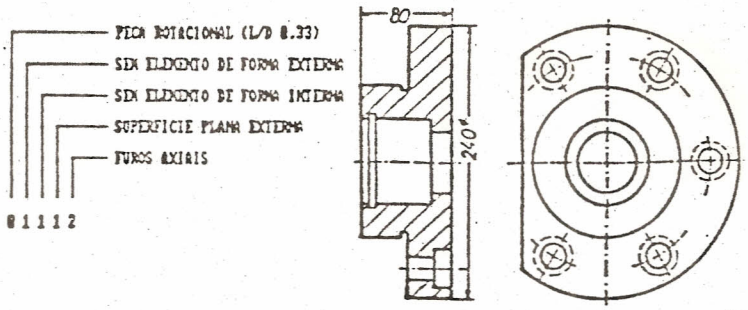
0	sem superficie plana usinada
1	plana externa ou uma direcao curva
2	plana externa relacao circulo
3	ranhura externa ou rasgo chaveta
4	spline externo e ou poligono
5	sup.plana externa e ou rasgo, spline
6	sup.plana interna e ou ranhura
7	spline interno e ou poligono
8	spline ext./int.e ou rasgo ranhura
9	outros

DIGITO 5 — FUROS AUXILIARES E DENTES DE ENGRENAGENS

0	sem dentes de engrenagem	sem furos auxiliares
1	sem dentes de engrenagem	furos axiais sem padrao
2	sem dentes de engrenagem	furos axiais com padrao
3	sem dentes de engrenagem	furos radiais sem padrao
4	sem dentes de engrenagem	axial ou radial qualquer sentido
5	sem dentes de engrenagem	rd/ax. padrao ou qualquer sentido
6	com dentes de engrenagem	engrenagem de dentes retos
7	com dentes de engrenagem	engrenagem conica
8	com dentes de engrenagem	outros tipos de engrenagens
9	com dentes de engrenagem	outros

Definição dos dígitos do código de forma





Exemplos de codificação da geometria básica

Enquanto a parte suplementar descreve características gerais de interesses da área de manufatura, como tipo de material, sua forma original e precisão, o código secundário é sempre uma extensão criada para aplicação específica, melhor detalhamento, ou para atender particularidades de determinada companhia.

			CODIGO SECUNDARIO										
TIPO DA PECA	CODIGO DE FORMA	CODIGO SUPLEMENTAR	CORTE	FURACAO	TORNEAMENTO	INSPECAO	FRESA RASGO	TRAT. TERMICO	RETIFICA CIL.	FRESA DENTE	PERFIL DENTE	RETIFICA SUP.	REBARBACAO
ENGRENAGEM			28	41	81	95	54	66	31	25	53	33	73
	04166	2489	X	X	X		X	X	X		X	X	X
	01186	2488	X	X		X		X	X	X		X	
	14166	2489	X	X	X		X			X		X	X
	14166	3489	X	X	X	X	X			X			

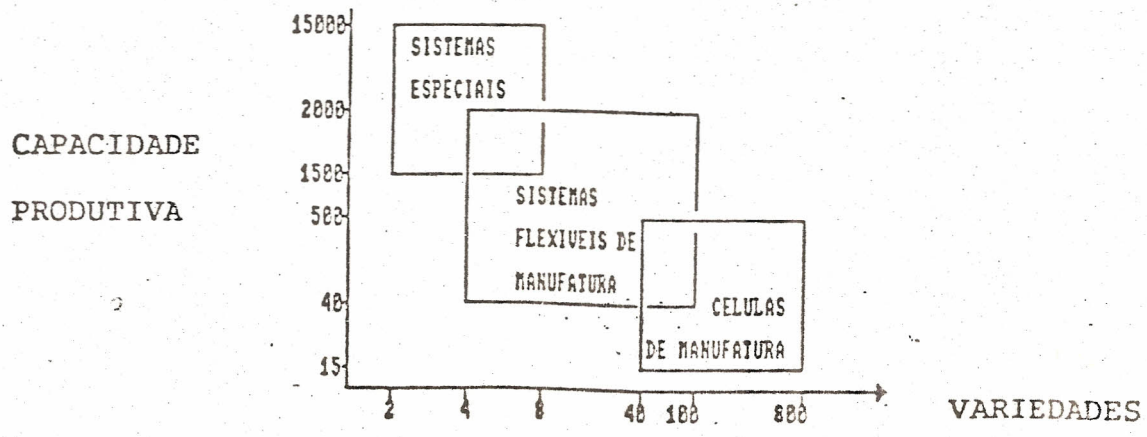
Código secundário para operação

I.5. COMO O TG INTERAGE COM OUTROS SISTEMAS

I.5.1. O TG e os Sistemas Celulares de Manufatura

Os sistemas celulares de manufatura (FMC), bem como os Sistemas Flexíveis de Manufatura (FMS), se constituem na mais moderna concepção para sistemas de produção integrados por computador, com capacidade de gerar produtos com elevada qualidade e baixos custos.

O elemento fundamental é a flexibilidade operacional, cujo compromisso com a capacidade de produção pode definir diferentes tipos de sistemas celulares conforme mostrado na figura abaixo.

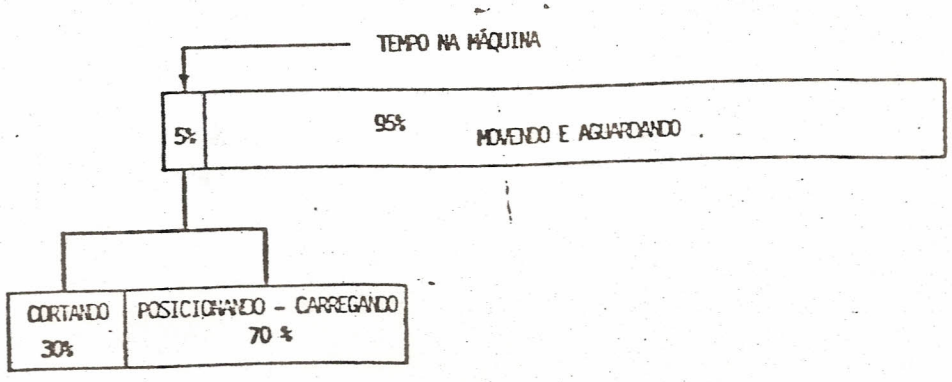


A tecnologia de grupo (GT), por sua vez é a base racional

pode fornecer os meios de organização da manufatura celular, e através das aplicações da filosofia, se obterem uma série de vantagens operacionais e econômicas.

Um aspecto fundamental é trabalhar com famílias de peças que possibilitam a fabricação em sistemas celulares flexíveis, sistemas estes que facilmente podem ser reconfigurados de um tipo de peça para outro com mínimo tempo de "set-up" de máquinas. Em razão de se reduzirem consideravelmente os tempos de preparação e ajustes das máquinas, que se traduzem nos custos fixos de produção, possibilita-se operar economicamente com menores tamanhos de lotes de produção.

Conforme a figura abaixo os tempos improdutivos na fabricação chegam a representar 95% do tempo total necessário à produção num sistema tradicional de fabricação.



Distribuição do tempo em processo

A organização celular permite processar a matéria prima de seu estado inicial até atingir o produto acabado, com as tarefas conduzidas por pequeno número de trabalhadores, o que lhes permite acompanhar todas as fases e ver o resultado de seu empenho até o estágio final. Isto proporciona ao elemento humano um maior nível de satisfação pessoal, e de sentir os resultados de seu trabalho para as atividades da empresa.

Pelo fato também de manter-se mais próximo da atividade, integrado no ambiente o elemento humano sente-se mais responsável e detecta erros em condições de corrigi-los em tempo de processo, contribuindo para melhoria da qualidade. São evidentes, portanto

ganhos em produtividade e qualidade, em confronto com os sistemas convencionais.

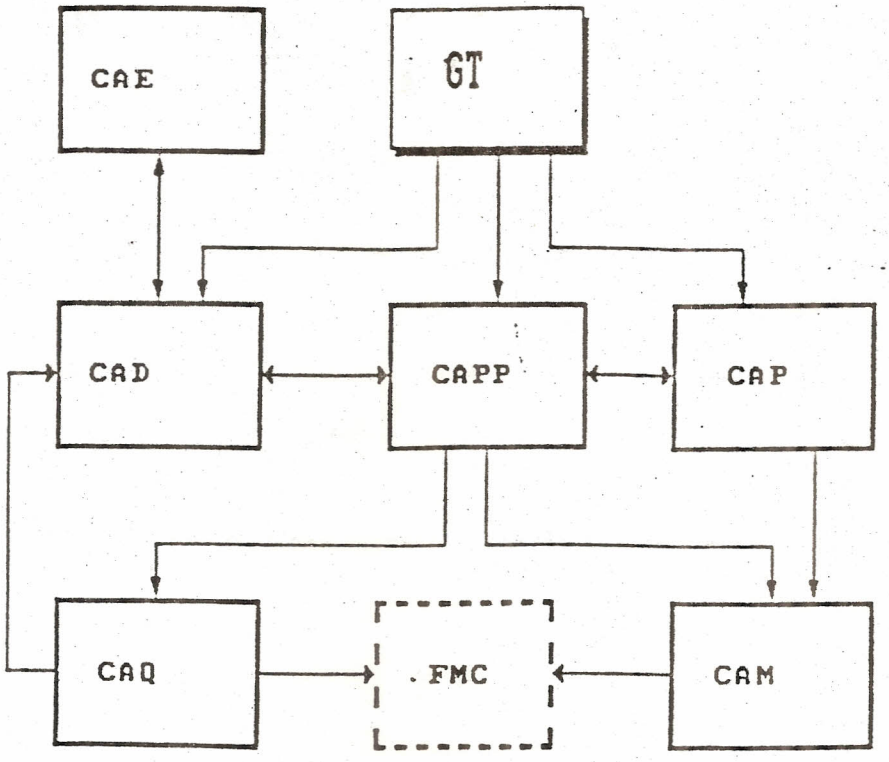
I.5.1.1. O FMC e o TG num ambiente CIM

A concepção de FMC engloba a idéia de uma célula de manufatura onde se preocupa com o projeto físico de maneira que os trabalhos sejam completados dentro do ambiente de célula, e que se busque sempre obter o maior grau de automatização e flexibilidade possível. Flexibilidade esta, que permite facilmente expandir-se na medida das necessidades, efetuar a inclusão de novos componentes, ou alterar o estado corrente para adaptações com economia, qualidade e rapidez.

Numa concepção de fabricação assistida por computador torna-se possível uma FMC ser perfeitamente integrada as demais áreas e tecnologias envolvidas com a manufatura. A atividade em uma FMC, que é a fabircação de um produto, representa o objetivo final de todas as demais etapas de manufatura. Nos sistemas CAE (Engenharia) e CAD (Projeto) inicia-se com a concepção e definição do produto. Nos sistemas CAPP (Planejamento) e CAP (Produção) são definidos a sequência e os meios de produção, que devem ser executados de acordo com sistemas CAQ (Qualidade). A TG (Tecnologia de Grupo) por sua vez é o elemento que permite um meio de organização e comunicação interdisciplinar, fornecendo as ferramentas para o próprio projeto de FMC.

Esta integração, mostrada na figura abaixo, facilita a automatização, permite um melhor desempenho operacional, e principalmente obtenção de ganhos com redução de custos, e melhoria de qualidade.

No capítulo deste trabalho referente ao CIM mais detalhes serão comentados a respeito.



Integração do TG e FMC na manufatura

I.6. IMPLANTAÇÃO DO TG: CRITÉRIOS, VANTAGENS E DESVANTAGENS

A filosofia de TG pode ser implementada em uma empresa independente do ciclo de produção adotado assim como a implantação pode ser total ou parcial.

O critério utilizado para avaliar a similaridade dos desenhos ou função das peças pode variar de um grau muito amplo e um mais estreito, possibilitando obter-se famílias de peças grandes em pequenas com ou sem subdivisões. Quando da classificação e do agrupamento e do agrupamento em família de peças observando-se critérios referentes aos desenhos (forma) ou aspectos funcional (processo de fabricação), obtém-se inúmeras vantagens desde as fases iniciais de projeto até a fabricação.

Durante as fases de cálculo e detalhamento de um novo componente pode-se utilizar dados ou métodos de cálculo de componentes da família da qual o novo componente fará parte, dada a sua semelhança funcional ou física. Desta forma evita-se duplicidade de trabalho, eliminando-se fontes de erros e revisando-se indiretamente componentes projetados anteriormente.

Maior probabilidade de obter-se, quando do projeto, peças e componentes similares e, consequentemente, com os mesmos processos de

fabricação, fluxo de produção, dimensão, materiais (até 35% das peças projetadas).

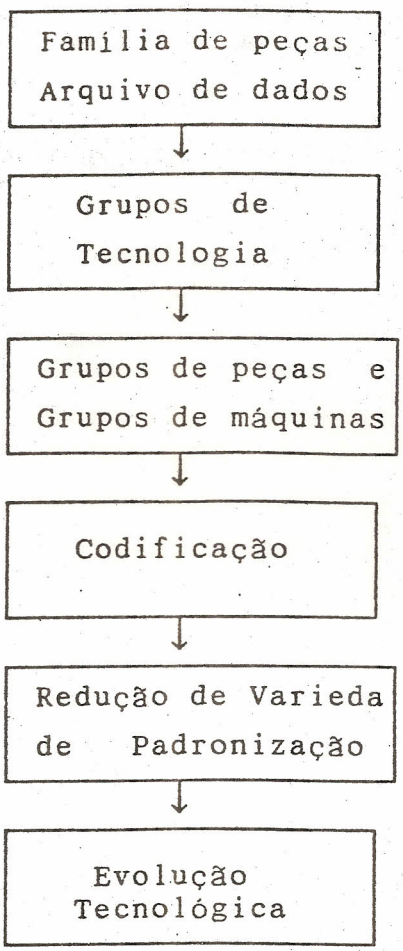
Redução da variedade de itens originários do projeto (30%), reduzindo-se consequentemente todos os problemas de fabricação de um novo lote (estoques, ferramental, plano de fabricação etc.).

Cabe porém ressaltar que a obtenção destas vantagens e de outras a nível de implementação de TG na fabricação só são possíveis com a organização de um arquivo de dados referentes às peças. A manipulação deste arquivo de dados será muito facilitada com a existência de um sistema de codificação. A integração deste banco de dados com sistemas CAD/CAM é essencial para o bom funcionamento dos mesmos. Os elementos básicos deste banco são:

a) Características da família: forma; função; material; e dimensões (limites).
b) Dados referentes à peça: desenho; função; material; tolerâncias; dimensões; modificações de projeto; processos de fabricação; dispositivos de fixação e ferramental (tempos de preparação); fluxo de produção; e forma e dimensões da matéria-prima, entre outros.

Uma vez definida a implantação de um banco de dados na empresa, com base nas famílias de peças, a implantação de TG nos setores dessa empresa torna-se mais simples. A figura abaixo presenta a sequência da implantação de TG na empresa onde, partindo-se dos dados existentes no arquivo de família de peças, a nível de fabricação, formam-se os grupos de tecnologia e, a partir disto, busca-se formar o melhor grupo de máquinas. A nível de projeto e gerenciamento forma-se um sistema de codificação, redução de variedade e padronização com base em análise de valor e, por último, uma evolução tecnológica nos processos.

—



A "filosofia" de TG pode ser implantada no setor de produção em três níveis:

a) Nível de máquina: O grupo de máquinas é constituído de uma máquina e a semelhança entre as peças deve ser grandes. As vantagens são pequenas e restringem-se principalmente à economia no tempo de preparação e de ferramental.

b) Nível de grupo de máquinas: A semelhança não precisa ser muito grande, as peças que formam uma família clara são agrupadas e fabricadas em grupos de máquinas. Com isto a "filosofia" de TG é aplicada a certos produtos da empresa. Cabe, porém, ressaltar que surgem problemas advindos da existência de sistemas distintos de gerenciamento.

c) Nível global da empresa: A empresa passa a operar como a "filosofia" operacional baseada em TG: busca-se a redução das variedades de peças e a redução das informações necessárias para a fabricação; os planos são executados em relação a um grupo de peças e não há peças individuais. Obtém-se todas as vantagens de TG dadas a racionalização e a maior versatilidade da empresa em seu sistema

global, o que não acontece quando implementada a nível de máquina ou de grupo.

A adoção de TG na fabricação de séries pequenas e médias traz, na maioria das vezes, vantagens como: redução dos investimentos; diminuição dos estoques intermediários; diminuição dos tempos de processamento; redução dos tempos de transporte e fixação das epças; redução dos custos de produção; simplificação do sistema de PCP; redução do fluxo de informações entre diversos setores; redução das peças em processamento (tipos); melhor carregamento e sequenciamento de operações entre as máquinas; melhor controle dos custos indiretos e diretos de produção; melhor e mais efetivo controle de qualidade; maior definição de responsabilidade; maior satisfação do trabalhador; e redução do espaço ocupado.

Estas vantagens, e ainda outras, proporcionam à empresa maior agilidade e rapidez na tomada de decisões, possibilitando o aumento das vendas, a redução nos tempos de processamento de ordens de produção, a diminuição do movimento de materiais e maior dinamismo e qualidade do PCP.

Existem casos da adoção de TG também na produção seriada, utilizando-se grupos de operadores para a execução de um conjunto de atividades, resultando isto em diminuição do absenteismo, maior produtividade e maior motivação para o trabalho.

Mas a adoção de TG pode também trazer inúmeras desvantagens quando não for bem aplicada e estudada: - maior ociosidade do equipamento (dificuldade de balanceamento); problemas de PCP devido à falta de controle dos grupos; rivalidade entre os grupos; dificuldade para efetuar-se mudança de projetos; maior rigidez do sistema para contornar problemas de refugos (recuperação), falhas de manutenção, atrasos, entre outros; e maior ociosidade de operadores.

A implantação de TG em uma empresa deve ser realizada em conjunto com outras filosofias de apoio tais como células de fabricação, justin-time, RQC, FMC, etc... reforçando aqui a idéia de que a TG é uma ferramenta de apoio, e para que se possa obter dela todas as suas vantagens ela deve fazer parte de um sistema maior que vise a produtividade total da empresa.

Deve-se ressaltar também a importância de um estudo eficiente quando da colocação de uma técnica operacional como é o grupo de tecnologia, dadas as necessidades de racionalização na empresa influenciando sobremodo todos os seus setores.

I.7. CONCLUSÕES

A migração de um sistema tradicional de manufatura para um ambiente de Tecnologia de Grupo leva a uma crescente simplificação em todo o ambiente a medida que é organizado, racionalizando recursos e tempo. São evidentes os progressos constatados no desempenho operacional, seja na significante redução dos tempos de processoe de "set-up", ou no número de novos projetos que deixam de ser criados. Outro fator importante é destacar a implantação em conjunto de células de fabricação que permite através do trabalho em equipe a melhoria do clima de trabalho e moral do operário que, de modo geral, fica mais envolvido no processo como um todo, favorecendo a qualidade.

Há de ressaltar ainda, que a Tecnologia de Grupo, aplicada a sistemas produtivos, cria todo um ambiente que facilita a automatização, notadamente favorecendo a utilização das modernas tecnologias computacionais de auxílio a manufatura, e que podem ser totalmente integradas como um sistema CIM.

Cabe aqui ressaltar que a Tecnologia de Grupo é uma das principais técnicas de manufatura, junto com o sistema Kanban, o controle total da qualidade e o controle estatístico do processo, que exercem influência em cima de um sistema JIT. Pois o Just-in-Time pode ser representado como uma filosofia "guarda-chuva", com subsistemas de manufatura integrados em um sistema global, e a Tecnologia de Grupo se incorpora ao JIT trazendo consigo seus aspectos importantes.

Diante de todas estas considerações conclue-se que a Tecnologia de Grupo não deve ser utilizada só para melhorar os aspectos de fabricação, mas juntamente com todo o sistema de produção deve ser amadurecida e utilizada por todos os setores da indústria dentro de um conceito de Integração total.