

# ESTÁGIOS DE PASSAGEM DA MANUFATURA CONVENCIONAL PARA A FLEXÍVEL NOS SISTEMAS DE FABRICAÇÃO

Código do Trabalho: 161029294

**Resumo.** As alterações verificadas no mercado consumidor, como a elevada diversificação e o reduzido ciclo de vida dos produtos, têm determinado a necessidade de adequação dos sistemas de manufatura às novas necessidades de fabricação. Com estas novas características, é uma tendência marcante e até necessária a de produzir-se lotes pequenos e médios, desautorizando cada vez mais e em muitas situações a utilização dos sistemas de fabricação tipicamente convencionais. Uma das condições essenciais para a sobrevivência das empresas nesse mercado é a busca da flexibilidade, ou seja, produzir e suprir produtos de maneira flexível. Este trabalho tem o objetivo de mostrar o que pode e deve ser feito para se atingir esta condição.

**Palavras-chave:** sistema de fabricação, manufatura convencional, manufatura flexível.

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1. Considerações Gerais

Em relação ao desenvolvimento tecnológico, observa-se grandes mudanças, tais como o desenvolvimento de novos materiais, a modernização dos processos produtivos e a evolução da tecnologia da informação. Estas afetam as empresas e muitas vezes exigem reestruturação em busca de sobrevivência e/ou aumento de competitividade, conforme Figura 1.

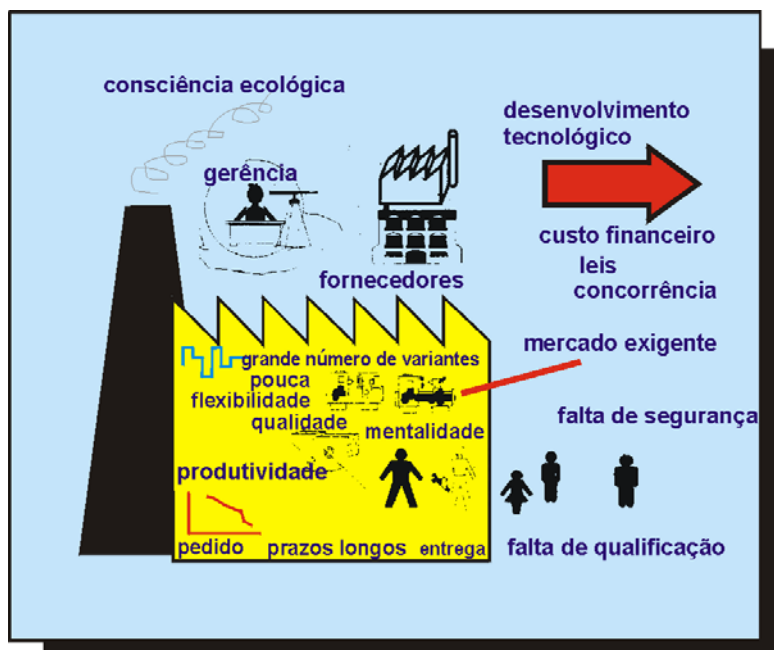


Figura 1. Situação Atual das Indústrias de Manufatura (AGUIAR<sup>(1)</sup>)

No caso brasileiro, em consequência da abertura da economia no início da década de 90, observa-se que essas pressões vêm sendo sentidas por empresas que concorrem no mercado

mundial e, de forma mais acentuada, pelas empresas que atuam no mercado interno. Novas formas de organização foram introduzidas, embora as condições brasileiras (instabilidade de demanda, altas taxas de juros, alta taxa de analfabetismo e pequeno mercado consumidor dentre outros fatores) sejam peculiares em relação àquela dos países onde emergiram essas novas formas de organização industrial.

O Brasil, pela sua inércia em atualização tecnológica, causada principalmente pelo desenvolvimento científico e tecnológico deficiente e dependente, somente agora começa a tomar consciência dessa profunda alteração na filosofia da manufatura, que pode ser explicada em decorrência de:

- desenvolvimento de novos produtos;
- vida dos produtos estar diminuindo sensivelmente, enquanto a diversificação destes está aumentando na mesma proporção;
- procura de produtividade cada vez maior através da implantação de novas técnicas gerenciais e tecnologia produtiva;
- diversificação dos produtos devido a uma exigência do mercado consumidor.

Os principais desafios a serem enfrentados, principalmente pelos setores industriais são:

- aumento de competitividade;
- melhoria dos parâmetros de qualidade;
- atualização do nível tecnológico das empresas.

Por outro lado, a realidade da atual política industrial brasileira revela a necessidade de substituição do modelo tradicional; e de substituição de importações por medidas que viabilizem o surgimento de um novo parque industrial; eficiente e competitivo.

## **1.2. Objetivo e Composição do Trabalho**

Com inúmeras opções de tecnologia e de sistemas gerenciais, cuja aplicação propicia resultados excepcionais quando correta e adequadamente selecionadas e implementadas, observa-se que existem elevados investimentos que são totalmente subutilizados e inoperantes, tanto por falta de conhecimento e domínio quanto pela aquisição inadequada. Principalmente no Brasil, onde muitas empresas ainda não tiveram acesso a essas tecnologias/sistemas e outras até mesmo as desconhecem totalmente, não se pode esperar que num passe de mágica as indústrias se modernizem e então avancem nas etapas que são inerentes ao processo de modernização. Muitas vezes é preciso começar do zero, cumprir etapa por etapa, aprender, desenvolver, mesmo quando não se têm limitações de recursos financeiros.

Diante do contexto exposto, pode-se definir como sendo o objetivo principal deste trabalho a realização de uma pesquisa bibliográfica das tecnologias existentes para os sistemas de produção, bem como mostrar os possíveis estágios de passagem de uma estrutura convencional para uma estrutura mais flexível. Este modelo está direcionado principalmente as pequenas e médias empresas as quais normalmente não dispõem de grandes investimentos.

## **2. TECNOLOGIAS**

A tecnologia pode estar ou não incorporada a bens físicos. A tecnologia incorporada está contida em bens de capital, matérias-primas básicas e intermediárias ou componentes. A tecnologia não incorporada encontra-se nas pessoas, como técnicos, peritos, especialistas, engenheiros, pesquisadores, sob formas de conhecimentos intelectuais ou operacionais, facilidade mental ou manual para executar as operações, ou em documentos que a registram e visam assegurar sua conservação e transmissão.

Dentre essas opções de tecnologias, relacionamos algumas estudadas e aplicadas neste trabalho:

- Tecnologia de Grupo – GT (*Group Technology*);
- Manufatura Integrada por Computador – CIM (*Computer Integrated Manufacturing*);
- Projeto Auxiliado por Computador - CAD (*Computer Aided Design*);
- Engenharia Auxiliada por Computador – CAE (*Computer Aided Engineering*);
- Manufatura Auxiliada por Computador – CAM (*Computer Aided Manufacturing*);
- Automação da Manufatura;
- Controle Numérico – NC (*Numerical Control*);
- Controle Numérico Direto – DNC (*Direct Numerical Control*);
- Veículos Guiados Automaticamente – AGV (*Automatic Guided Vehicles*);
- Robotização da Manufatura;
- Planejamento de Processos Assistido por Computador – CAPP (*Computer Aided Process Planning*);

Segundo Pires<sup>(2)</sup> a cada instante novos paradigmas são incorporados ao ambiente industrial, e outros, até então tidos como eternos, passam a ser contestados ou viram exemplos do que não se deve mais fazer. O aumento da competitividade tem sido caracterizado pela diminuição dos ciclos de vida dos produtos e pelo aumento na diversificação dos mesmos, impulsionados pelo uso, cada vez mais intenso, do computador no ambiente industrial.

## **2.1. Tecnologia de Grupo – TG**

Dentre as tecnologias citadas, abordamos neste artigo a mais simples delas que é a Tecnologia de Grupo – TG, principalmente aplicadas à produção.

Esta tecnologia já é aplicada há cinco décadas, abrangendo funções como:

- Projeto do produto;
- Planejamento do processo de fabricação;
- Planejamento e controle da produção;
- Controle de qualidade;
- Movimentação de materiais, etc.

É uma técnica essencialmente destinada a reduzir a complexidade dos sistemas de manufatura, que identifica e explora a similaridade nos projetos e processos das peças e na formação de grupos de máquinas operatrizes ou células de fabricação. Estuda-se detalhadamente: família de componentes; célula de máquinas; classificação; codificação; sistemas de classificação e codificação.

Pode ser visto sob dois aspectos; um macroscópico identificando o tipo de indústria que mais se adapta à aplicação dos conceitos da TG e um microscópico, realçando os departamentos da indústria onde sua implantação proporciona maiores benefícios.

Preferencialmente se restringe às indústrias que produzem uma variedade de produtos e que são fabricados em lotes pequenos e médios. Como exemplo os setores: metal-mecânico, móveis, fundição, calçados, eletro-eletrônicos, etc.

### **2.1.1. TG Aplicada ao Projeto do Produto**

O problema no departamento de projeto do produto é o da proliferação incontrolável de componentes semelhantes e da dificuldade de padronização. O método mais adequado é o agrupamento de peças em famílias usando um sistema de classificação e codificação (SCC). Pode-se optar por um sistema projetado sob medida para a firma ou por sistemas de domínio público, tais como, o sistema de OPITZ (Alemão) e o sistema KK-1 (Japonês). Os quais merecem um estudo detalhado em caso de se optar por um deles.

### 2.1.2. TG Aplicada ao Planejamento do Processo de Fabricação

Nesta área muitas decisões subjetivas devem ser tomadas pelo processista quando da elaboração do processo de fabricação de uma peça, como consequência, o plano de fabricação gerado para a peça reflete o grau de conhecimento do processista das facilidades da fábrica.

É muito comum ter-se processos de fabricação completamente diferentes para peças semelhantes. Esta dificuldade de padronização e otimização de processos de fabricação tem motivado a indústria e institutos de pesquisa a desenvolverem sistemas computacionais para planejamento do processo (CAPP).

Essa sistemática evita duplicidade de processos e aumenta a produtividade auxiliando o processista com a padronização de ferramentas e dispositivos utilizados por máquinas, principalmente as convencionais. Como ele tem o conhecimento da capacidade fabril, deve estudar todas as alternativas de usinagem em máquina e elaborar o fluxo otimizado de dispositivos e ferramentas.

### 2.1.3. TG Aplicada à Produção

Uma grande parte dos produtos industrializados (em torno de 75%) são produzidos em lotes pequenos e médios ou mesmo unitários. Devido ao baixo volume e a grande variedade de componentes, as indústrias são obrigadas a utilizarem um sistema de produção baseado em arranjo físico (*layout*) funcional ou convencional para obter máxima flexibilidade. Assim é comum nas indústrias mecânicas encontrarmos todos os tornos juntos formando uma seção de torneamento, as fresadoras, formando uma seção de fresamento e assim por diante.

Uma peça, quando produzida dentro desse , deverá percorrer as diversas seções à fim de sofrer as operações necessárias à sua produção. Como consequência têm-se tempos de produção muito longos e ainda um alto volume de peças em processamento, isto é, um inventário em processo excessivo, uma vez que para manter o homem e a máquina trabalhando é necessário manter estoques de matéria-prima ou de peças semi-processadas ao lado de cada máquina é, então, comum depararmos com caixas de peças aguardando processamento junto de cada máquina, nesse tipo de *layout*.

Segundo Gonçalves Filho<sup>(3)</sup> (1994) estudo realizado nos EUA e Alemanha em indústrias mecânicas que utilizam o *layout* funcional mostrou que do tempo total de produção de um componente (entendendo-se por tempo total de produção o tempo gasto desde a emissão da ordem de fabricação até a entrega do componente pronto no almoxarifado) cerca de 95% era gasto com movimentação e esperas nas máquinas. Somente 5% do tempo era realmente dispendido na máquina.

Ainda, este estudo mostrou que dos 5%, somente 30% deste tempo, ou seja, 1,5% do tempo total de produção, era gasto com corte sendo os restantes 70% gastos com posicionamento, carga e descarga, medições, etc., com mostra a Figura 2.

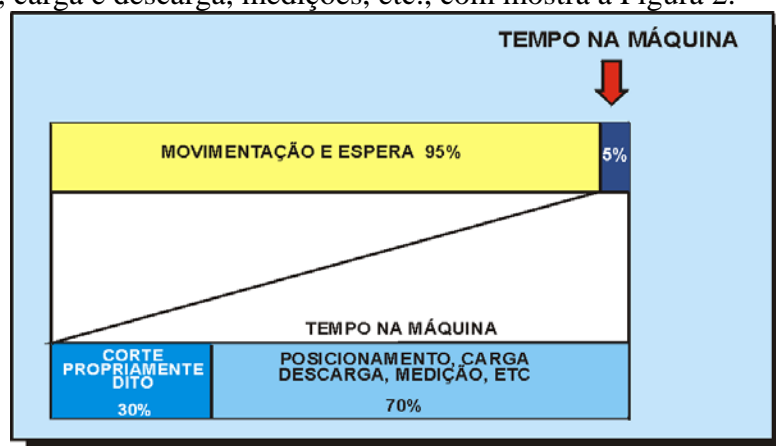


Figura 2. Composição dos Tempos de Fabricação

Assim as indústrias foram pressionadas a pesquisar sistemas de produção mais eficientes, ou seja, um sistema de manufatura que seja ao mesmo tempo produtivo e flexível.

O sistema de manufatura, capaz de harmonizar os requisitos de produtividade e flexibilidade é o sistema de manufatura celular conforme Tabela 1 e Figura 3, baseado nos conceitos da Tecnologia de Grupo.

Tabela 1 - Relação peça/máquina após o agrupamento baseado na TG

Máquina \ Nº peça	1	2	2	7	1	1	9	5	4	1	1	8	1	1	1	3	1	6	1	1
	1	2	0	7	1	4	9	5	4	8	2	8	7	5	9	3	3	6	6	0
T	x	x	x	x	x	x	x	x												
FR1	x	x	x	x	x	x	x	x												
FU	x	x	x	x	x	x														
R	x	x	x				x													
T									x	x	x	x	x	x	x					
FR2									x	x	x	x	x	x	x					
FU									x	x	x	x								
R									x	x	x			x						
FR1																x	x	x	x	
FR2																x	x	x		x
FU																x	x	x	x	x
R																x	x	x		

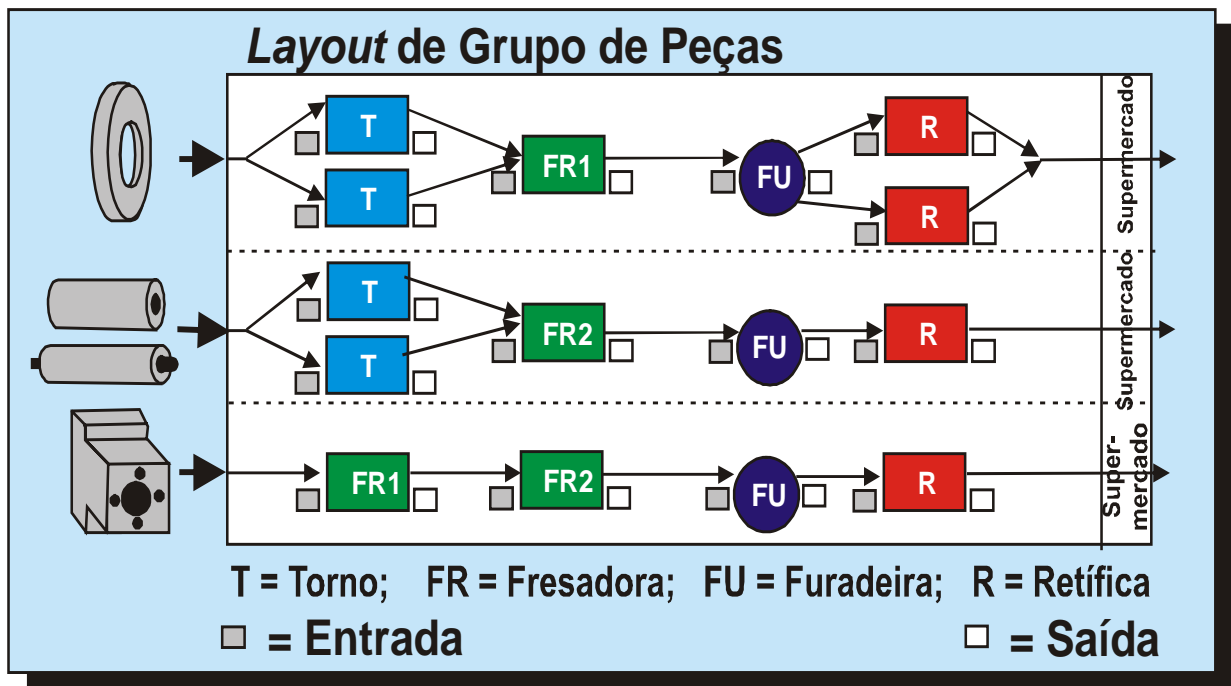


Figura 3. Layout Celular por Tecnologia de Grupo

Na Figura 4 fazemos um resumo das ações e resultados da aplicação da TG no Projeto, Processo e Produção:

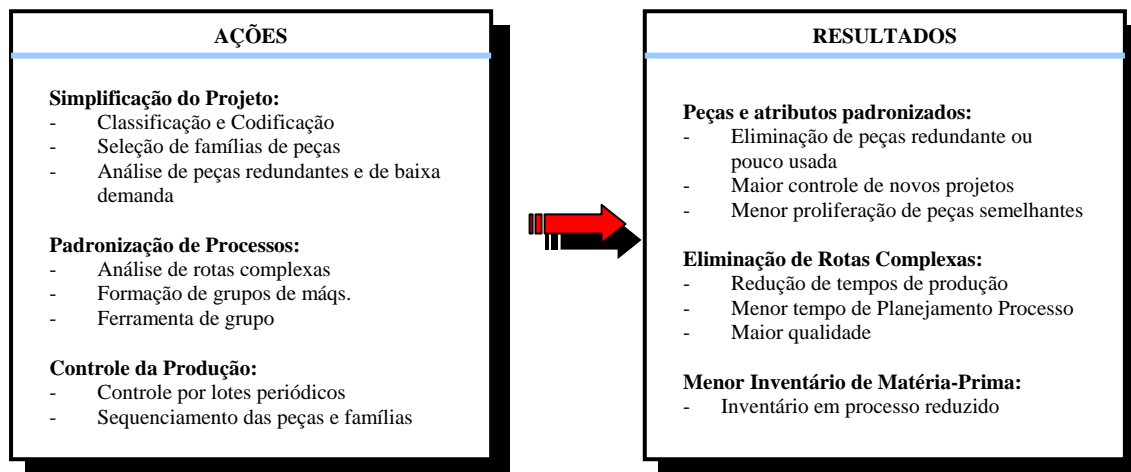


Figura 4. Ações e Resultados da TG nos 3 setores (GONÇALVES FILHO <sup>(4)</sup>)

A implantação da TG proporciona um efetivo aumento de produtividade nas indústrias envolvidas com a fabricação de pequenos lotes e grande diversificação de peças. É um estágio importante para a passagem de uma estrutura convencional para uma estrutura mais flexível.

### 3. ESTÁGIOS DE PASSAGEM DA ESTRUTURA CONVENCIONAL PARA A FLEXÍVEL

Flexibilidade é a capacidade de adaptação das atividades de chão-de-fábrica para implementar alterações de quantidades, tamanhos de lotes, itens diferentes e produtos nos tempos adequados. Ela pode se fazer necessária nas seguintes situações: em montagem de máquinas para novas peças; para mudanças do produto; para operações sazonais, que se reflete em flexibilidade durante as flutuações de carga de trabalho; para compensar maus funcionamentos do sistema produtivo; para suportar erros de previsão.

Existem muitas outras conceituações de flexibilidade, mas as acima citadas atendem adequadamente ao propósito deste artigo.

Segundo Agostinho<sup>(5)</sup> a chamada flexibilidade operacional, que é expressa pela capacidade do equipamento de produzir peças diferentes em um certo período de tempo, levando-se em conta tanto as condições tecnológicas, quanto as condições de suporte administrativo da estrutura operacional da instalação industrial, ou seja, "a flexibilidade de uma célula de manufatura é igual a de sua máquina menos flexível" e "a máquina não é flexível e sim o estado operacional que é flexível".

A produtividade é o parâmetro (termômetro) para distinguir se a organização está ou não integrada, isto é, mede o nível de integração da empresa. Também devemos lembrar que nenhuma automação substitui a informação (*software*), mas sim a mão-de-obra (*hardware*) se considerarmos o homem como a máquina operatriz mais simples existente. (AGOSTINHO<sup>(5)</sup>)

A automação e a flexibilidade caminham juntas, pois a ligação entre ambas, é relativa, então o objetivo é determinar o ponto ótimo de equilíbrio em termos de retorno sobre o investimento. A transformação da estrutura convencional em flexível, considerando-se à implantação de técnicas bastante acessíveis para as empresas em termos econômicos, ou seja, com baixa necessidade de investimentos, utilizando ao máximo os recursos materiais (máquinas, equipamentos, etc.) já disponíveis na empresa.

Essa sugestão baseia-se no conceito de que é melhor automatizar o que já é flexível do que flexibilizar o que é automatizado. Essa colocação é bastante importante, principalmente para aquelas empresas que pretendem se iniciar nas tecnologias de automação. Cumprida essa etapa de flexibilização da manufatura, pode-se partir para a automatização do sistema em direção à adoção ou a implantação dos sistemas flexíveis de manufatura (FMS). A Figura 5 ilustra de maneira simplificada os estágios de passagem da estrutura convencional para a estrutura flexível.

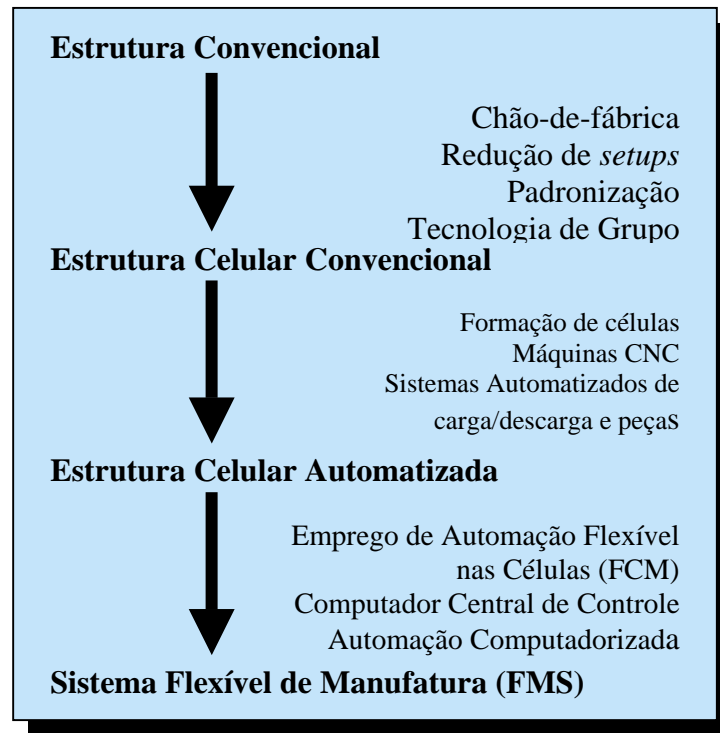


Figura 5. Estágios de Passagem da Estrutura Convencional para a Flexível (GROOVER,<sup>(6)</sup>)

O FMS é a mais altamente automatizada das células de máquinas. Combina estações de processamentos automatizados com um sistema de transporte totalmente automatizados. Consiste de um grupo de estações de processamento máquinas CNC interligadas através de um sistema de transporte e de estocagem de materiais, peças e ferramentas automatizadas e controlado por um sistema integrado de computador.

O que dá ao FMS o seu nome é o fato dele ser capaz de processar simultaneamente uma variedade de diferentes tipos de peças sob o controle do programa CNC nas várias estações de trabalho. Portanto, se passar de uma célula de manufatura convencional para um sistema flexível de manufatura, são necessários elevados investimentos em máquinas e sistemas, investimentos estes proporcionais ao grau de sofisticação pretendido.

#### 4. CONCLUSÃO

O caminho que se sugere às empresas tipicamente convencionais é de que dêem primeiro um passo em direção à flexibilidade dos seus sistemas de produção e, a partir daí, sigam em direção à automatização dos mesmos em função das suas necessidades e da disponibilidade de recursos.

A flexibilidade é, sem dúvida, a condição essencial para se manter competitivo no mercado atual. A busca da flexibilidade em todos os níveis da empresa, isto é, de maneira integrada e globalizada, deve ser um objetivo permanente para que as empresas se mantenham no mercado atendendo com sucesso às necessidades e imposições dos consumidores, operando com rentabilidade, competitividade, estabilidade e em crescente desenvolvimento.

A aplicação de alguns recursos, ou seja, técnicas administrativas e gerenciais e determinadas tecnologias relativamente simples e que não requerem elevados investimentos, como por exemplo, a tecnologia de grupo e a manufatura celular, podem proporcionar a flexibilidade e a produtividade necessárias e adequadas às exigências primárias do atual mercado, permitindo após esse estágio, que se caminhe em direção a tecnologias mais avançadas e sofisticadas, como os sistemas flexíveis de manufatura, na busca da produção de pequenas e médias quantidades a um custo equivalente àqueles da produção em massa.

As pequenas e médias indústrias brasileiras que, em sua maioria, ainda mantêm sistemas produtivos inadequados à realidade atual, podem e devem utilizar tais recursos, obtendo os seus benefícios, adaptando-se às necessidades de hoje e, o mais importante, mantendo-se no mercado.

## 5. REFERÊNCIAS

1. AGUIAR, A. F. S., et al. Integração da Manufatura: O Caminho para a Modernização. **Revista Máquinas e Metais**, Nº 344, p.98, Setembro, 1994.
2. PIRES, S. R. I. **Gestão Estratégica da Produção**. Editora UNIMEP:1995. 269p.
3. GONÇALVES FILHO; E. V., PhD - USP S.Carlos/CHRISTIANO, A C. MsC. Sade – Vigesa. Implantado Células de Manufatura em uma Empresa com Fabricação sob Encomenda. **Revista Gestão & Produção**, Universidade Federal de São Carlos, Vol. 1, abril, 1994.
4. GONÇALVES FILHO, E. V - **Tecnologia de Grupo: conceitos básicos e modo de aplicação/células de fabricação: projeto e implantação** - cadernos D.E.P.,1990.
5. AGOSTINHO, O. L. **Sistemas de Manufatura**. Universidade Estadual de Campinas - Faculdade de Engenharia Mecânica,1994.
6. GROOVER, M. P. **Automation, production Systems and Computer Aided Manufacturing**. Prentice – Hall, Inc. New York, 1987.

## STAGES WHEN CHANGING CONVENTIONAL TO FLEXIBLE MANUFACTURING SYSTEMS

**Abstract:** *The present alterations on the consuming market, as the reised diversification and the short circle of life of the manufacturing products, have showed a need of adaptation of the manufacturing systems to a new manufacturing necessities. Just with those new characteristics, it is a remarkable tendency and even a need to produce small and intermediate lotes of manufacturing goods, replacing once for all the conventional manufacturing systems. One out of the vital condition for an enterprise to survive in that market is the search of flexibility, to produce and also supply goods in a flexible way.*

*The goal of this study means to point out what can and also must be done to really achieve that new condition.*

**Key Words:** *manufacturing system, conventional manufacturing, flexible manufacturing.*