



Fundação Educacional do Município de Assis  
Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis  
Campus "José Santilli Sobrinho"

MAURÍCIO TOZONI JÚNIOR

## **SISTEMA FLEXÍVEL DE MANUFATURA NA INDÚSTRIA MOVELEIRA**

Assis  
2013

MAURÍCIO TOZONI JÚNIOR

## **SISTEMA FLEXÍVEL DE MANUFATURA NA INDÚSTRIA MOVELEIRA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de administração de empresas do Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis - IMESA e a Fundação Educacional do Município de Assis - FEMA, como requisito parcial à obtenção do Certificado de Conclusão.

Orientando(a): Maurício Tozoni Júnior

Orientador(a): Dr<sup>a</sup> Márcia Valério Seródio Carbone

Assis  
2013

# Errata

Folha	Linha	Onde se lê	Leia-se
-------	-------	------------	---------

# **Agradecimentos**

Dedico este trabalho a todas as pessoas que de alguma forma me ajudaram a prender alguma coisa nova.

*O gênio é 1% de inspiração e 99% de  
transpiração.*

*Thomas Alva Edison*

# Resumo

Este trabalho trata de como a aplicação da tecnologia CNC em novas máquinas possibilitará a implantação do Sistema Flexível de Manufatura, e como isso mudará o perfil das indústrias no futuro, não só com relação ao seu layout de chão de fábrica, mas também com relação ao seu mix de produtos e a reformulação de seus canais de distribuição.

Neste trabalho será apresentado o conceito do que é um Sistema Flexível de Manufatura, e como este conjunto de tecnologias irá revolucionar o formato das indústrias como um todo, conforme os seus custos irão diminuindo com o passar do tempo.

Palavras-chave: Sistema Flexível de Manufatura (SFM), Comando Numérico Computadorizado (CNC), Computer Aided Design (CAD), Computer Aided Manufacturing (CAM), usinagem, automação, robótica, design, desenho industrial.

# Abstract

This thesis discusses how the application of new technology in CNC machines enable the deployment of Flexible Manufacturing System, and how it will change the profile of the industry in the future, not only to their factory floor layout, but also its product mix and the reformulation of its distribution channels.

In this thesis will be presented the concept of what is a Flexible Manufacturing System, and how this set of technologies will revolutionize the format of industries as a whole, as their costs will decrease over time.

Keywords: Flexible Manufacturing System (FMS), Computer Numerical Control (CNC), Computer Aided Design (CAD), Computer Aided Manufacturing (CAM), machining, automation, robotics, design, industrial design.

# Lista de ilustrações

<b>Figura</b>	<b>Página</b>
Figura 01 – Matriz “Produtividade X Personalização” .....	13
Figura 02 – Fábrica de móveis Bartira.....	14
Figura 03 – Fábrica de móveis planejados Todeschini.....	15
Figura 04 – Fábrica de móveis planejados Todeschini.....	15
Figura 05 – Fábrica de móveis planejados Todeschini.....	16
Figura 06 – Exemplo de marcenaria.....	16
Figura 07 – Exemplo de marcenaria.....	17
Figura 08 – Exemplo de célula de produção de um SFM.....	20
Figura 09 – Exemplo de célula de produção de um SFM.....	20
Figura 10 – Exemplo de célula de produção de um SFM (indústria automotiva).....	21

# Lista de tabelas

<b>Tabela</b>	<b>Página</b>
Tabela 01 – Custo de produção da peça “Balcão atendimento em “L” por um marceneiro.....	27
Tabela 02 – Custo de produção da peça “Balcão atendimento em “L” por uma célula de SFM.....	27
Tabela 03 – Comparativo de maquinário “Marcenaria X SFM” .....	28
Tabela 04 – Comparativo geral sobre “Vantagens e desvantagens” do SFM em relação ao sistema de produção de marcenaria.....	29

## **Lista de abreviaturas e siglas**

SFM – Sistema Flexível de Manufatura

CAD – Computer Aided Design – Desenho Assistido por Computador

CAM – Computer Aided Manufacturing – Fabricação Assistida por Computador

# Sumário

<b>1 Introdução</b> .....	<b>11</b>
<b>2 Tópicos teóricos relevantes</b> .....	<b>12</b>
2.1 <i>A indústria moveleira no Brasil hoje</i> .....	12
2.1.1 Tipos de fábricas de móveis.....	17
2.2 <i>Comportamento do consumidor de móveis no Brasil atual</i> .....	18
<b>3 Sistema Flexível de Manufatura</b> .....	<b>19</b>
3.1 <i>O que é um Sistema Flexível de Manufatura</i> .....	19
3.1.1 Tipos de Sistemas Flexível de Manufatura .....	21
3.1.1.1 Flexibilidade básica .....	21
3.1.1.2 Flexibilidade do sistema .....	22
3.1.1.3 Flexibilidade agregada .....	22
<b>4 Viabilidade do Sistema Flexível de Manufatura no Brasil</b> .....	<b>24</b>
4.1 <i>Viabilidade financeira</i> .....	24
4.1.1 Custo de implementação.....	24
4.2 <i>Viabilidade operacional</i> .....	25
4.2.1 Pré-planejamento .....	25
4.2.2 Mão de obra especializada .....	25
4.3 <i>Viabilidade produtiva</i> .....	28
4.3.2 Comparativo de layouts de chão de fábrica .....	28
<b>5 Impacto do Sistema Flexível de Manufatura</b> .....	<b>33</b>
5.1 <i>Reflexo no comportamento do consumidor</i> .....	33
5.1.1 Customização em massa .....	33
5.2 <i>Como o Sistema Flexível de Manufatura irá mudar a industria moveleira</i> .....	34
<b>6 Considerações finais</b> .....	<b>36</b>
<b>Referências bibliográficas</b> .....	<b>37</b>

# 1 – Introdução

Esta pesquisa pretende mostrar como que através das máquinas CNC o Sistema Flexível de Manufatura irá mudar a forma de produzir para atender às futuras necessidades não só do consumidor do futuro, mas também as novas realidades políticas, tributárias e econômicas. Para isso, foi desenvolvido todo um estudo partindo desde a tecnologia da informação utilizada nos processos até a sua utilização prática contando inclusive com dados reais de fabricação para que possamos simular cenários o mais próximo possível do cenário real. Foram realizados vários experimentos, inclusive em linhas de produção real para que este trabalho pudesse ser apresentado de maneira incontestável. Neste trabalho, primeiramente será explicado sobre a parte referente a informática de todo o processo para depois com toda a explicação da parte mecânica, ser assim então possível de se abordar as questões referentes às máquinas computadorizadas.

O objetivo principal deste trabalho é demonstrar como esse novo sistema de produção possibilitará um novo modelo de indústria, uma indústria com uma enorme versatilidade em sua produção e funcionamento, que será capaz de atender a quaisquer das futuras necessidades do consumidor do futuro e também a quaisquer das futuras necessidades de operação, rompendo assim vários dogmas que hoje estão presentes na mentalidade de vários industriais, como por exemplo, possuir a instalação física de uma fábrica no Brasil enquanto todos os seus operários humanos estão trabalhando a distância de um centro de controle na Índia.

## **2 - Tópicos teóricos relevantes**

### **2.1 - A indústria moveleira no Brasil hoje**

A indústria moveleira no Brasil tem passado por sucessivas mudanças nos últimos anos, dia após dia os consumidores tem se demonstrado cada vez mais preocupados e conscientes com o design de seus móveis, e isso tem feito com que cada vez mais as fábricas de móveis mudassem o seu mix de produtos, parando assim de fabricar lotes e lotes de móveis padronizados em série e partindo assim para soluções com design e finalidades cada vez mais personalizadas.

Não podemos deixar de levar em consideração também que o cenário da indústria moveleira no Brasil tem sido impulsionado e muito pelas ações sociais do governo federal nos últimos anos, o programa Minha Casa Minha Vida tem auxiliado muitos brasileiros a conseguirem realizarem o sonho de adquirir a primeira casa própria, e quanto mais casas são vendidas hoje, mais móveis serão vendidos amanhã, afinal de contas toda casa precisa de móveis.

#### **2.1.1 - Tipos de fábricas de móveis**

No Brasil atualmente a industria de móveis se encontra dividida em sistemas de produção, a produção em série (exemplo: Bartira) a produção de móveis planejados (exemplo: Todeschini) e a produção artesanal de marcenaria.

A seguir uma matriz Produtividade X Personalização, que nos ajudará a entender melhor como que estes tipos de indústrias de móveis trabalham e como o SFM irá desestabilizar o mercado.

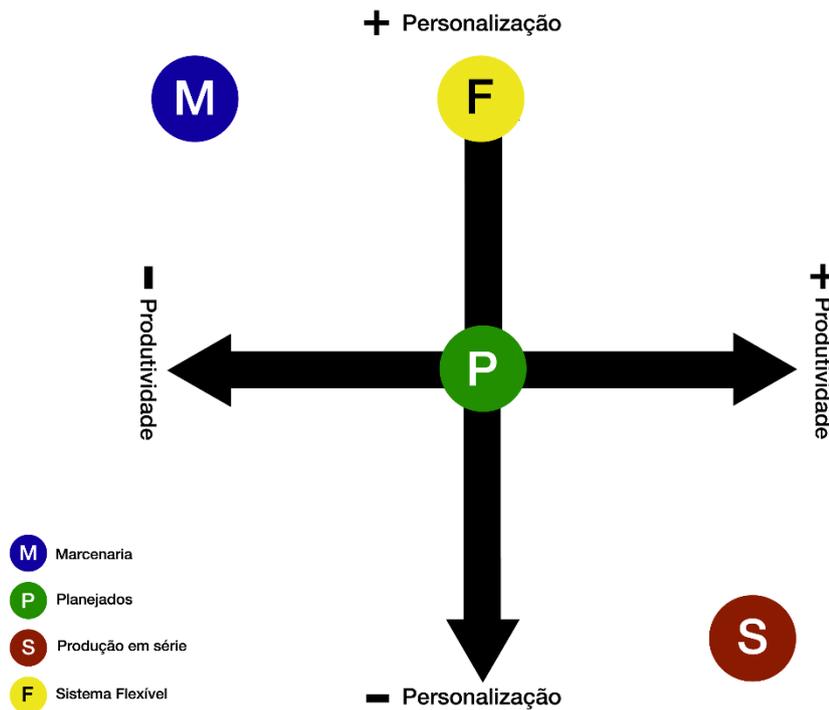


Figura 01 – Matriz “Produtividade X Personalização”  
Desenvolvida por Maurício Tozoni Júnior

### 2.1.1.1 – Fábrica de móveis em série

Nas fábricas em que se trabalha com a produção em série há pouquíssimas opções de personalização ou alteração nos móveis, tendo em vista que o foco principal desta produção é diminuir ao máximo o preço do móvel, sendo assim a sua produção é engessada de forma a se alcançar o maior aproveitamento possível da produção.



Figura 02 – Fábrica de móveis Bartira

### 2.1.1.2 – Fábrica de móveis planejados

Nas fábricas de móveis que trabalham com o sistema de móveis planejados (também chamado de “sob medida”) existe bem mais opções de personalização dos móveis para o consumidor, porém ainda há algumas restrições principalmente com relação ao design dos móveis, tendo em vista que neste sistema de produção os móveis possuem o seu formato parametrizado, fazendo com que ele possa ser esticado para se adequar as necessidades do cliente, porém o seu modelo não se altera, dos três sistemas de produção é o que possui melhor relação entre custo de produção e possibilidades de adaptação.



Figura 03 – Fábrica de móveis planejados Todeschini



Figura 04 – Fábrica de móveis planejados Todeschini



Figura 05 – Fábrica de móveis planejados Todeschini

### 2.1.1.3 – Marcenarias

No sistema de produção de marcenaria, as possibilidades de personalização são inúmeras, tendo em vista que a fabricação é em boa parte manual, porém essa é também a sua principal desvantagem devido à dificuldade em se achar mão de obra qualificada, e quando acha é muito cara, encarecendo assim e muito o custo de produção da peça.



Figura 06 – Exemplo de marcenaria



Figura 07 – Exemplo de marcenaria

## 2.2 - Comportamento do consumidor de móveis no Brasil atual

O comportamento do consumidor, é uma ciência humana que vem sofrido mudanças radicais nas últimas décadas, estamos passando de uma geração que tinha por padrão de consumo ideal o “american dream”, ou seja, tudo o que a família modelo americana de alto padrão consumia acabava se transformando em objeto de desejo de todas as outras famílias, as indústrias desenvolviam estratégias para vender os produtos que elas produziam, porém cada vez mais isso vem mudando, graças ao marketing, hoje em dia as indústrias é que procuram produzir o que os consumidores querem, o consumidor de hoje percebeu que ele não precisa ter os mesmos produtos que a família modelo para se satisfazer, os consumidores estão aprendendo a desenvolver uma especie de personalidade própria.

A internet tem colaborado, e muito, para o desenvolvimento dessa nova personalidade própria, com o auxílio das redes sociais a população está descobrindo grupos de pessoas com as mesmas preferências, os mesmos gostos, a população

hoje descobriu que não tem problema um jovem brasileiro gostar de desenho japonês, não tem problema em gostar de escutar discos de vinil em pleno ano de 2013, e que não tem problema nenhum em contrariar os padrões da moda.

## **2.3 - Efeitos no comportamento do consumidor**

Com o consumidor com preferências cada vez mais variadas, a indústria tem que se preparar para atender a esse novo consumidor, é justamente por isso que percebemos que, cada vez mais, as fábricas de móveis cuja fabricação é por linha de produção estão perdendo lugar para a indústria de móveis planejados e principalmente para as marcenarias, o consumidor de móveis de hoje em dia tem maior poder de consumo que o de antigamente, e com o auxílio da internet esse mesmo consumidor até mesmo o mais humilde, passou a adquirir senso crítico de design, é um novo tipo de consumidor que pode não saber descrever em termos técnicos o estilo de design dos móveis que ele procura, mas é um consumidor que consegue tranquilamente imprimir uma imagem dos móveis que ele gostou, e pedir para produzir outro igual.

## **3 - Sistema Flexível de Manufatura**

### **3.1 - O que é um Sistema Flexível de Manufatura**

O sistema flexível de manufatura é o sistema aonde se tem uma certa flexibilidade na linha de produção, tanto com relação a volume de produção, tipos de processos e design de produtos finais, neste sistema a mesma máquina pode realizar diferentes processos de fabricação sem que haja a necessidade da aquisição de mais máquinas.

A maior parte dos sistemas flexíveis de manufatura compõem-se de 3 partes, sendo elas:

Sistema de trabalho (ou usinagem) – Geralmente essas máquinas são operadas através de CNC para garantir a padronização das operações, tanto no aspecto da qualidade quanto no tempo necessário para a execução da operação.

Sistema de movimentação – Esse sistema abrange todas as máquinas e/ou equipamentos responsáveis por alimentar a produção e movimentar a carga dentro dela, essas tarefas podem ser executadas por humanos mas hoje em dia é muito comum vermos braços robóticos realizando essas tarefas no SFM.

Sistema computadorizado de controle central – Essa parte do sistema é responsável por controlar todo o fluxo de trabalho dos dois sistemas mencionados, determinando quais máquinas de trabalho realizarão determinadas tarefas e com qual fluxo as máquinas de movimentação irão alimentá-las.



Figura 08 – Exemplo de célula de produção de um SFM



Figura 09 – Exemplo de célula de produção de um SFM

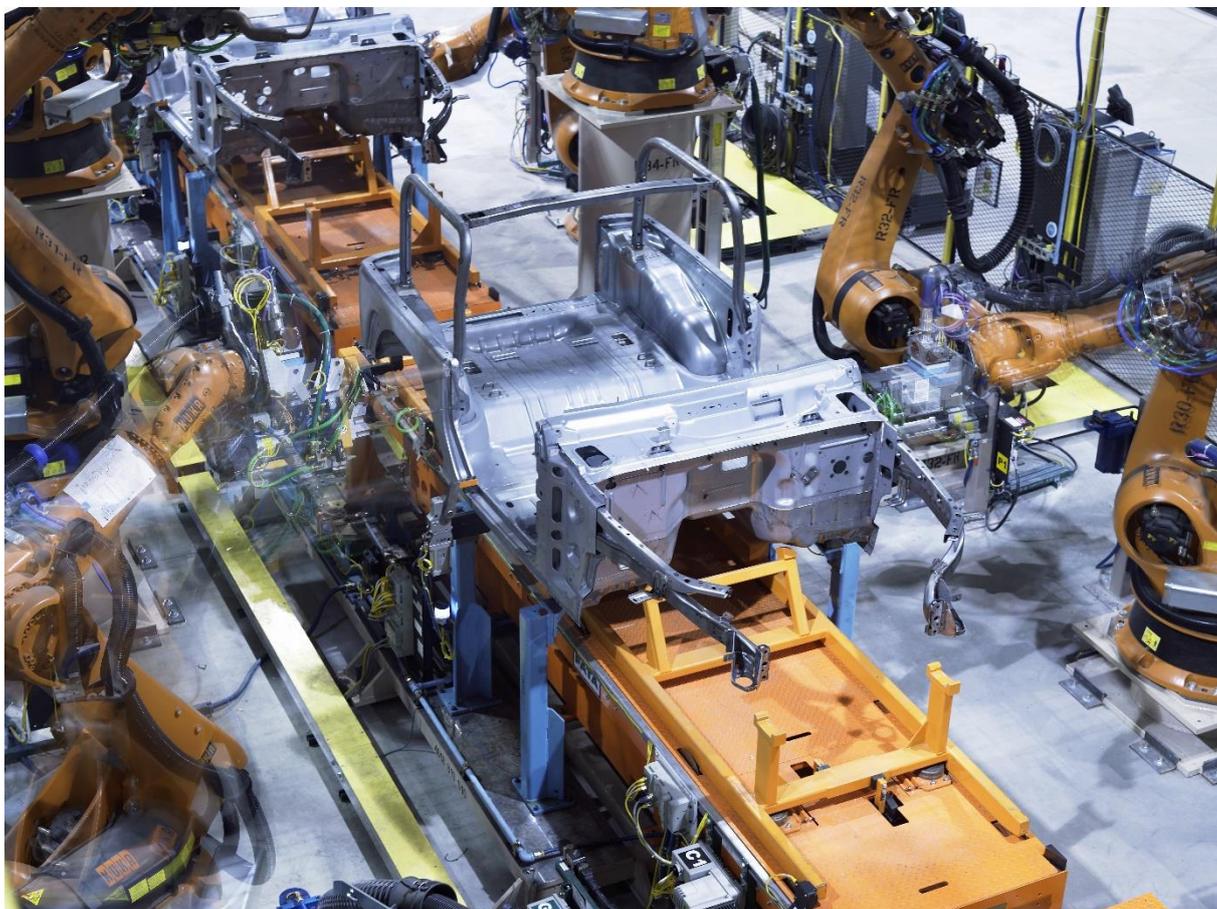


Figura 10 – Exemplo de célula de produção de um SFM (indústria automotiva)

### **3.1.1 – Índices de Sistemas Flexível de Manufatura**

Os índices listados abaixo são utilizados para determinar o grau de flexibilidade que o sistema de uma determinada fábrica possui, independente do seu ramo de atuação. Esse sistema de classificação se subdivide em três grandes áreas, flexibilidade básica, flexibilidade do sistema e flexibilidade agregada que por sua vez possuem diversas outras subdivisões.

#### **3.1.1.1 - Flexibilidade básica**

Flexibilidade maquinária – Esta flexibilidade está diretamente relacionada a facilidade com que uma máquina deste sistema pode processar diferentes operações.

Flexibilidade de manuseamento do material – Este índice mede a facilidade com que diferentes formatos de peças podem ser transportados no SFM e também devidamente posicionados na linha de produção para os próximos processos.

Flexibilidade operacional – Este índice mede a facilidade com a qual o sistema disponibiliza operações alternativas para uma parte específica do produto, com o intuito de viabilizar a produção do produto final.

### **3.1.1.2 - Flexibilidade do sistema**

Flexibilidade de volume – Este índice mede a capacidade do sistema de se adaptar lucrativamente a diferentes volumes de demanda do mercado.

Flexibilidade de expansão – Este índice mede a capacidade que o sistema possui de ser expandido e posteriormente incrementado com a inclusão de novas máquinas e equipamentos.

Flexibilidade de roteamento – Este índice é responsável por medir os caminhos alternativos que uma determinada peça de um produto poderá seguir pelo sistema através do plano de processo já estabelecido.

Flexibilidade de processo – Este índice é responsável por medir a quantidade de diferentes processos que as máquinas do sistema podem executar sem que haja a necessidade de diferentes setups.

Flexibilidade de produto – Este índice é responsável por indicar a quantidade de diferentes componentes que as máquinas do sistema podem produzir sem que seja necessário diferentes setups na máquina.

### **3.1.1.3 - Flexibilidade agregada**

Flexibilidade do programa – Este índice é responsável por medir a capacidade do sistema como um todo de operar a produção por períodos razoavelmente longos sem a necessidade de intervenção externa para correções.

Flexibilidade de produção – Este índice é responsável por determinar a capacidade do sistema de produzir diferentes componentes sem a necessidade de novos investimentos na linha de produção.

Flexibilidade de mercado – Este índice pode ser considerado o mais importante para a indústria moveleira, pois ele é responsável por medir a facilidade com que o sistema consegue se adaptar às novas tendências quaisquer sejam elas que o mercado possa determinar, sejam elas relacionadas ao aumento ou diminuição da demanda ou alteração do design dos componentes.

## **4 - Viabilidade do Sistema Flexível de Manufatura no Brasil**

### **4.1 - Viabilidade financeira**

Essa é uma questão muito interessante de ser analisada no cenário brasileiro, de um lado, com o crescente desenvolvimento de tecnologia por parte das indústrias chinesas e a rápida desvalorização de componentes eletrônicos, o preço das máquinas CNC necessárias para a criação de um SFM se tornaram muito acessíveis e por outro lado, o crescente aumento do custo do trabalhador da indústria moveleira, impulsionado principalmente pela captação de mão de obra da construção civil, fez com que hoje em dia já seja financeiramente viável (e muito) a aquisição deste tipo de sistema de produção por parte das fábricas de móveis, ainda mais se levarmos em consideração que há disponíveis várias linhas de crédito para a aquisição de maquinário importado com taxas de juros excelentes disponíveis hoje no mercado financeiro.

Geralmente, as pessoas, quando se dão conta desse cenário se perguntam “Então por que as fábricas de móveis no Brasil ainda não implantaram este sistema”?

O problema é que.....comprar as máquinas é a parte mais fácil de todo o projeto.

#### **4.1.1 - Custo de implementação**

Os custos de implementação de um SFM são relativamente altos se você for “adaptar” a sua atual fábrica de móveis a ele, porém, devido a grande disseminação de fábricas de máquinas chinesas no Brasil, hoje podemos dizer que se fôssemos criar uma fábrica de móveis nos moldes do SFM iríamos ter aproximadamente o mesmo custo de investimento inicial de uma marcenaria comum completa nos moldes tradicionais, porém teríamos uma produtividade muito maior.

O maior problema da implementação de um SFM em uma marcenaria brasileira não é mais o valor das máquinas automatizadas como a maioria dos industriais acredita, mas sim implantar este sistema pois no Brasil há pouquíssimos profissionais

com conhecimento na área de automação, se até mesmo para simples funções na indústria já está difícil conseguirmos mão de obra qualificada com o mínimo de capacitação, imagina uma mão de obra capaz de operar uma máquina CNC, ou mais difícil ainda, programá-la.

No Brasil, não existe ainda um serviço de consultoria específico para isso, as empresas que vendem essas máquinas até oferecem uma consultoria para implantar as suas máquinas CNC, mas essa consultoria ainda não é completa, ficando ao cargo da fábrica de móveis extrair dessas máquinas a sua capacidade de produção, fazendo com que assim a peça mais importante dessas máquinas seja o programador e/ou o engenheiro de produção que irá integrar todas as operações, e esse tipo de profissional demanda muito tempo e investimento para se criar.

## **4.2 - Viabilidade operacional**

### **4.2.1 - Pré-planejamento**

Conforme comentado no tópico anterior, o pré-planejamento está diretamente relacionado a implementação, um pré-planejamento bem elaborado é o que garantirá o sucesso da criação e do bom funcionamento da fábrica com SFM, toda a integração entre as 3 partes do sistema tem de ser precisamente calculados para que trabalhem em perfeita sincronia.

São vários esboços, idéias que vão constantemente sendo aperfeiçoadas na linha de produção, mesmo que sejam para produzir a mesma peça, e que conforme vão sendo realizadas as inúmeras simulações essas programações vão sendo alteradas.

### **4.2.2 - Mão de obra especializada**

Sabe-se que a educação sempre foi um assunto delicado no Brasil, as fábricas hoje em dia sofrem e muito para conseguirem encontrar simples operários de máquinas mecânicas que só fazem uma única operação, e com o alto encarecimento

da mão de obra operária causado pelo aquecimento do mercado imobiliário brasileiro, os operários de fábrica aumentaram seu custo de tal forma, que hoje em dia adquiriram uma importância muito maior na elaboração do cálculo do preço de venda do que antigamente, só para termos uma idéia, na indústria de móveis, enquanto o preço do MDF (matéria prima) se manteve praticamente inalterado nos últimos 5 anos, o custo de um operário aumentou em quase 200%. Esse novo cenário de custos e barateamento de equipamentos de alta tecnologia (principalmente graças a China) fez com que hoje em dia a idéia de implantar um SFM não pareça mais tanto uma idéia de outro mundo para as indústrias brasileiras.

Com o planejamento certo pode-se financiar a implantação de um SFM através de um financiamento de recursos financeiros, cuja parcela mensal seria menor do que o valor gasto mensalmente com a mão de obra, e neste contexto surge a indagação, se o novo sistema iria produzir mais, melhor e com uma variedade muito maior, porque que não encontramos várias fábricas implantando este novo sistema? A resposta é bem simples, a falta de mão de obra qualificada.

Esse novo tipo de mão de obra já recebeu até uma nova nomenclatura de alguns estudiosos da área da administração de “cabeças de obra”, e isso representa o perfil do novo colaborador do séc. XXI, a figura do operário está desaparecendo com a automação, com a evolução da robótica, só que para que essa transição prossiga, é necessário um novo modelo de trabalhador, um trabalhador que tenha boas noções de informática, de usinagem, e de várias outras áreas técnicas.

## 4.3 - Viabilidade produtiva

### 4.3.1 - Comparativos de produção – SFM X Marcenarias

Abaixo temos uma planilha com dados de fabricação obtidos referentes ao produto denominado **Balcão caixa em formato “L”**.

<b>Marceneiro</b>	
<b>Custos de produção</b>	<b>Valor</b>
Mão de obra (08 horas)	R\$ 150,00
Energia elétrica	R\$ 2,00
Ferramentas	10,00
Porc. no preço de venda	10,8%
Capacidade de produção	1 peça / dia / operário

Tabela 01 – Custo de produção da peça “Balcão atendimento em “L” por um marceneiro.

<b>Máquina CNC (com alimentador humano)</b>	
<b>Custos de produção</b>	<b>Valor</b>
Mão de obra (15 minutos)	R\$ 1,56
Energia elétrica	R\$ 0,60
Ferramentas	2,00
Porc. no preço de venda	0,2773%
Capacidade de produção	32 peças / dia / operário

Tabela 02 – Custo de produção da peça “Balcão atendimento em “L” por uma célula de SFM.

Mantendo o ritmo de produção constante, **por dia** a máquina CNC economizaria em torno de **R\$ 5.050,88** chegando tranquilamente ao volume de mais de **R\$ 100.000,00** de economia por mês.

### 4.3.2 - Comparativo de layouts de chão de fábrica

<b>Comparativo de layout – Marcenaria X Sistema Flexível</b>	
<b>Marcenaria</b>	<b>Sistema Flexível</b>
Furadeira múltipla	Router CNC
Seccionadora	Bomba a vácuo
Coladeira de bordo	Coletor de pó
Serra tico-tico	
Tupia	
Compressor	
Coletor de pó (para cada máquina)	
Formão manual	

Tabela 03 – Comparativo de maquinário “Marcenaria X SFM”

## 4.4 - Vantagens e desvantagens do Sistema Flexível de Manufatura

Segue abaixo uma tabela com uma comparação resumida entre as vantagens e desvantagens do SFM com relação a fabricação de móveis pelo sistema de marcenaria, características essas que serão discutidas de maneira mais detalhada nos tópicos abaixo.

Vantagens	Desvantagens
Redução no tempo de fabricação	Custo de implementação
Diminuição do custo por unidade	Pré planejamento substancial
Aumento de produtividade	Mão de obra qualificada
Aumento de eficiência do maquinário	
Aumento da qualidade do produto final	
Redução do estoque	
Adaptabilidade a operações CAD/CAM	
Diminuição do tempo na logística interna	

Tabela 04 – Comparativo geral sobre “Vantagens e desvantagens” do SFM em relação ao sistema de produção de marcenaria.

#### 4.4.1 - Diminuição do tempo na logística interna

Simplesmente pelo fato de que máquinas não tem sede, não tem necessidades fisiológicas, não tem sono, cansaço ou stress, nem mesmo problemas de caráter hormonal, psicológico ou comportamental que possam prejudicar ou comprometer as operações fabris, é óbvio que se alcançará um aumento significativo no tempo da logística interna, fazendo com que assim caia ainda mais o custo da produção.

#### 4.4.2 – Adaptabilidade a operações CAD/CAM

Essa é uma das mais importantes vantagens do CNC no SFM, a partir do momento em que a máquina CNC produz praticamente qualquer peça que você desenhar, você automaticamente acaba com a dependência de um marceneiro altamente qualificado, a produção não dependerá mais das habilidades de trabalho artesanal do operário, porque a máquina produzirá qualquer peça que você desenhe no software CAD, e com o auxílio do programa CAM você rapidamente configura os parâmetros de fabricação da peça e exporta a “receita” da peça em um arquivo de formato NC para que a máquina CNC leia e o execute.

Sendo assim o SFM deixará a sua fábrica livre da dependência do marceneiro, que nos últimos anos graças ao incentivos do governo a construção civil é um operário

cada vez mais caro e difícil de se encontrar, e o substituí por um operador de máquina CNC, funcionário este cujas habilidades requeridas em informática podem ser facilmente encontradas em jovens de 18 anos, ou então pode-se simplesmente partir para a flexibilização completa e trocar o operador de vez por um braço robótico, fazendo com que o sistema trabalhe 24 horas por dia incansável e intermetentemente.

#### **4.4.3 – Redução do estoque**

Com o aumento das opções de trabalho que as máquinas CNC do SFM possibilitam, notasse que as indústrias podem simplesmente reduzir o seu estoque principalmente com relação a matérias primas adquiridas de fornecedores com baixa manufatura como por exemplo o painel canaletado.

O painel canaletado é simplesmente um painel de MDF com canais atravessados por toda a extensão da peça com uma distância padrão de um canal para outro, em grande parte das marcenarias hoje se encontra um espaço do estoque destinado a essas duas matérias primas, porém com a máquina CNC pode-se produzir painel canaletado rapidamente sempre que precisar simplesmente usando uma placa de MDF, ou seja não haverá mais a necessidade de se destinar espaço e recursos para estocar painel canaletado, apenas chapas de MDF, e esse é só um dos muitos exemplos que podem ocorrer nesse caso.

#### **4.4.4 – Aumento da qualidade do produto final**

As máquinas CNC apresentaram um desvio padrão de repetição de 0,05mm margem esta que na indústria de móveis é muito mais do que o suficiente para os mais exigentes padrões de qualidade mundiais, e essa é uma excelente vantagem da máquina CNC pois mesmo se um móvel for descontinuado de produção porém for posteriormente reproduzido, o seu padrão de fabricação estará assegurado, ou seja os novos lotes sairão praticamente idênticos aos lotes anteriores em termos de tamanho, formato e acabamento.

#### **4.4.5 – Aumento da eficiência do maquinário**

Pelo fato de as máquinas possuírem seus movimentos controlados por CNC, pode-se notar que há uma queda nos gastos com relação a parte de ferramentaria, as ferramentas passam a quebrar menos pois não há movimentos “imprevistos” ou equivocados e a sua vida útil é significativamente aumentada pois sendo controlada por um computador a ferramenta é sempre utilizada na velocidade de corte e usinagem ideal.

#### **4.4.6 – Diminuição do custo de fabricação por unidade**

Na indústria moveleira o custo se divide basicamente em custo de produção e custo de matéria prima, nas duas formas de produção o custo da matéria prima quase não se altera, apesar de que há um aumento do aproveitamento do material devido ao fato de que o centro de usinagem CNC consegue realizar recortes de desenhos complexos que as tradicionais máquinas utilizadas para essa operação não conseguem, mas esse aumento no aproveitamento do corte foi desconsiderado na elaboração do estudo devido já que ele não acarretaria em uma grande alteração no valor final.

De acordo com os dados do estudo comparativo realizado, pode-se notar que as máquinas CNC geram uma diminuição nos gastos com energia elétrica, ferramentas e principalmente mão de obra fazendo com que o custo de produção caia até 39 vezes, fazendo com que em alguns móveis o custo de produção passe de 10,8% do preço de venda ao consumidor final para 0,2773% do preço de venda ao consumidor.

#### **4.4.7 – Redução do tempo de fabricação e aumento da produtividade**

É fato de que no SFM pode-se reduzir e muito o tempo de produção de qualquer móvel, tendo em vista que o centro de usinagem CNC pode possuir inúmeras ferramentas em seu cabeçote fazendo com que assim uma só máquina consiga

realizar de uma só vez operações que antes eram necessárias 6 ou até 8 máquinas diferentes. Só pelo fato de a máquina ter seus movimentos controlado por computador já garante que a operação em si já será mais rápida, com melhor padrão de qualidade e com melhor padrão de repetição, além do fato de que como a máquina possui várias ferramentas em seu cabeçote ela elimina todos os outros tempos de setup que nós encontramos nos demais sistemas de fabricação de móveis hoje em dia (marcenaria, móveis planejados e produção em série).

Em alguns dos casos em que pudemos levantar para o estudo comparativo o centro de usinagem CNC chegou a ser até 32 vezes mais rápido do que a produção comum de marcenaria.

## **5 - Impacto do Sistema Flexível de Manufatura**

### **5.1 - Reflexo no comportamento do consumidor**

#### **5.1.1 - Customização em massa**

Devido a uma tendência recente e bem disseminada hoje em dia nas indústrias conhecida como customização em massa, cada vez mais os consumidores estão querendo produtos ou totalmente personalizados ou pelo menos com pequenos aspectos de personalização, mas afinal de contas o quê é a customização em massa?

A Customização em massa nada mais é do que a produção em massa de determinados itens e/ou produtos que visam atender as necessidades pessoais de cada cliente com pequenas alterações em algumas etapas em sua linha de produção, e essa idéia de customização pode ser aplicada a qualquer segmento, desde a indústria automotiva até a indústria de alimentos.

E como funciona essa customização em massa? Tomemos por exemplo a rede de lanchonete Subway's, com cerca de 12 a 14 opções de lanches, a lanchonete te possibilita incluir ou excluir qualquer item do lanche durante o processo de montagem (que geralmente não demora mais do que 8 minutos), o interessante é que essas possibilidades de alterações durante o processo de montagem desses 12 ou 14 lanches acabam no final das contas virando mais de 2.000.000.000 de combinações diferentes, ou seja, é quase impossível você não encontrar pelo menos uma combinação que te agrade.

A customização em massa é encontrada também na indústria moveleira, só que apenas no segmento planejado, pois no segmento das marcenarias não há produção em massa já que a maioria das peças são de fabricação sob encomenda, e no segmento de produção em série a sua implantação fica muito difícil pois geraria um significativo acréscimo ao preço final do produto, e acréscimo ao preço final em indústrias de produção em série é o principal fator que mais se tenta evitar.

Devido a essa dificuldade do segmento de produção em série se adaptar a novas tendências e necessidades do consumidor, aliados ao aumento do poder

aquisitivo da população e ao desenvolvimento de um pequeno senso crítico dos consumidores, o segmento de indústrias de produção de móveis em série está passando por um cenário cada vez mais complicado de sobreviver ano após ano.

## **5.2 - Como o Sistema Flexível de Manufatura irá mudar (ou salvar) a indústria moveleira**

O SFM, de acordo com as pesquisas realizadas neste trabalho, conseguirá resolver dois grandes problemas que a indústria de móveis encontra em seu cenário atual, adaptação a produção de móveis com design diferenciado e a independência do fator humano na produção de móveis.

### **Adaptação a novos designs**

Esse é um dos principais trunfos do SFM, como as máquinas da produção operam através de comando numérico e o comando numérico é originado através dos vetores do desenho elaborado no software CAD, as máquinas CNC conseguem fabricar praticamente qualquer tipo de peça desenhada, dessa forma a linha de produção flexível se torna “a prova” de tendências, ou seja, não importa quais as novas tendências no segmento moveleiro, o SFM poderá se adaptar a sua produção sem problema algum.

### **Independência do fator humano**

O fator humano gera dois grandes problemas na indústria de móveis, o primeiro é o seu alto custo causado principalmente pela demanda de mão de obra no mercado da construção civil nos últimos anos, isso fez com que o custo de um marceneiro aumentasse em torno de 200% só nos últimos 5 anos, e as fábricas de móveis estão enfrentando um sério problema para repassar isso ao mercado, tendo em vista que a inflação no mesmo período não ultrapassou a casa dos 30%, e de onde sai esses 170% de diferença no preço final? Da margem de lucro, lógico.

O segundo grande problema que a indústria de móveis enfrenta com relação ao fator humano na linha de produção afeta principalmente às marcenarias e às fábricas de móveis planejados, a qualidade do colaborador, nas marcenarias isso fica

mais evidente pois a maioria dos processos são manuais, e cada ser humano tem o seu próprio padrão de qualidade, colaboradores diferentes irão gerar níveis de qualidade diferentes para os mesmos produtos, lógico que todos irão estar dentro de uma margem de desvio para obedecerem o mesmo padrão, porém esse desvio de qualidade é nitidamente perceptível de operário para operário, e como esse tipo de mão de obra está escasso na indústria moveleira devido a demanda por operários no segmento da construção civil, não é difícil de se encontrar marceneiros que são realmente habilidosos com salários por volta dos R\$ 4.000,00, só que o principal problema desse tipo de mão de obra é que é um colaborador muito complicado de se repôr, primeiro porque cada marceneiro trabalha de uma maneira diferente e segundo porque algumas vezes nem pagando salários acima da média você consegue encontrar essa mão de obra especializada.

## 6 - Considerações finais

O ramo da indústria moveleira no Brasil tem passado por um período economicamente confortável nos últimos anos, principalmente se analisarmos que esse segmento foi indiretamente estimulado pelas medidas do governo que tem mantido o mercado imobiliário aquecido.

Especialistas do segmento vêem que o cenário futuro para o segmento moveleiro não é dos mais animadores, principalmente se analisarmos que a concorrência aqui só não é pior porque o mercado brasileiro é geograficamente o mais distante para a indústria moveleira chinesa, e é fato que a indústria moveleira chinesa só ainda não desembarcou no Brasil devido ao fato de que ela ainda tem muitos outros mercados de mais fácil acesso para serem explorados antes de alcançar o Brasil.

Porém, com o SFM a indústria brasileira pode conseguir sim fazer frente a famosa eficiência produtiva chinesa, uma vez que os custos de produção serão drasticamente reduzidos, fazendo com que assim os móveis brasileiros consigam competir frente a frente aos móveis chineses, só que com uma significativa vantagem, o prazo de entrega, já que os móveis brasileiros não precisarão serem transportados da China para o Brasil e não precisarão passar pelo penoso e burocrático processo de importação nos portos brasileiros.

# Referências bibliográficas

AIZED, Tauseef. **Future Manufacturing Systems**, 1ª Edição. Rijeka, Croácia, Sciyo, 2010.

CAMARINHA MATOS, Luis M.. **Emerging Solutions for the Future Manufacturing Systems**. 1ª Edição. Editora Springer 2005.

DENG, Kent G. **Globalization – Today, Tomorrow**. 1ª Edição. Rijeka, Croácia, Sciyo, 2010.

KORDIC, Vedran; LAZINICA, Aleksandar; MERDAN, Munir. **Manufacturing the Future**. 1ª Edição, Croácia, 2006.

MAYER-SCHOLZ, Robert. **Cutting Edge Robotics**, 1ª Edição, Vukovar, Croácia, InTech, 2005.

SHIVANAND, H. K.; BENAL, M. M.; KOTI, V.. **Flexible Manufacturing System**. 1ª Edição, Nova Délhi, Índia, New Age International, 2006.

SILVESTRE-BLANES, Javier. **Factory Automation**, 1ª Edição. Vukovar, Croácia, InTech, 2010.

TRDINE, Janeza; QUAH, Chee-Heong; LIN DAR, Ong. **Busines Dynamics in the 21st Century**, 1ª Edição. Vukovar, Croácia, InTech, 2012.

ZEMLIAK, Alexander. **Frontiers in Robotics, Automation and Control**. 1ª Edição. Croácia, InTech, 2008.

