



Universidade Estadual de Maringá
Centro de Tecnologia
Departamento de Engenharia de
Produção
Curso de Engenharia de Produção

Produção Flexível:
Uma visão teórica sobre seus conceitos e as implicações no
processo de manufatura.

Henrique Barbosa Barbara

TCC-EP-29-2009

Universidade Estadual de Maringá
Centro de Tecnologia
Departamento de Engenharia de Produção
Curso de Engenharia de Produção

**Produção Flexível:
Uma visão teórica sobre seus conceitos e as implicações no
processo de manufatura.**

Henrique Barbosa Barbara

TCC-EP-29-2009

Monografia apresentada como requisito de avaliação no curso de graduação em Engenharia de Produção na Universidade Estadual de Maringá – UEM.
Orientador(a): Prof.^(a): Dr. Gilberto Clóvis Antonelli

**Maringá - Paraná
2009**

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao ser superior, pelas oportunidades que colocou em meu caminho, por me dar capacidade de poder distinguir qual o melhor caminho a ser seguido, nunca deixando de lado a minha essência e agradeço também pelo atual estado de espírito, harmonia e sintonia encontrada. Agradeço a minha família, minha raiz e fonte de energia, pois sem o apoio deles dificilmente estaria aqui e teria me tornado a pessoa que sou. Ao meu pai Wander de Mello Vasconcelos Barbara, bravo guerreiro o qual sempre foi fonte de inspiração, exemplo de dignidade, honestidade e através de quem tive conhecimento dos importantes valores que um homem deve prezar. À minha mãe Helena Maria Barbosa Barbara, mulher de fibra e batalhadora com a mais pura delicadeza, de coração com tamanho imensurável, sempre disposta a fazer o bem para todas as pessoas que cruzam seu caminho, mãe exemplar e pessoal excepcional. Agradeço aos meus irmãos Giseli, Danieli e Denis. Agradeço Também aos meus amigos(as) que sempre estão presentes sejam em momentos tristes ou alegres, os quais não preciso citar nomes pois sabem quem são, a todos os integrantes da República Alto da Colina que se tornaram minha família Maringaense, enfim a todas as pessoas que de alguma forma contribuíram positivamente para que eu trilhasse meu caminho buscando o que quero sem nunca prejudicar ao próximo.

Agradeço também ao professor orientador Dr. Gilberto Clóvis Antonelli pelos conhecimentos compartilhados e toda a orientação para a realização deste trabalho e aos colegas de sala que me acompanharam durante minha graduação.

RESUMO

Com o mercado cada vez mais instável, o ciclo de vida dos produtos e os lotes de produção, têm sofrido uma redução considerável, gerando para as indústrias de manufatura, a necessidade de se tornarem flexíveis, para atender às exigências deste mercado e satisfazer seus clientes. Sem estas condições e exigências de mercado a produção de grandes séries ainda seria viável. Para o suprimento dessa necessidade, o conceito de produção flexível vem sendo difundido, conceito este que se propõe a obter resultados satisfatórios de flexibilidade na indústria, através de mudanças na estrutura organizacional do trabalho, aliada às inovações tecnológicas, ou seja, através dos recursos humanos e dos equipamentos. É importante ressaltar que, para se obter sucesso, não basta apenas investir a qualquer custo em flexibilidade, a empresa deve identificar até que ponto deve ser flexível, além de contar com colaboradores multiquificados e recursos tecnológicos disponíveis. O presente trabalho apresenta, fundamentado em uma revisão bibliográfica diversificada, a evolução dos sistemas de produção, conceitos teóricos a cerca da produção flexível e quais as implicações da mesma no processo de manufatura.

Palavras Chave: Produção flexível, Mão de obra polivalente, Inovação tecnológica.

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	VI
1. INTRODUÇÃO	1
1.1 JUSTIFICATIVA	1
1.2 DEFINIÇÃO E DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA	2
1.3 OBJETIVOS	2
1.3.1 <i>Objetivo geral</i>	2
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i>	2
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	3
2.1 A FLEXIBILIDADE DEVIDO AOS RECURSOS HUMANOS	11
2.1.1 <i>Considerações quanto a flexibilidade dos recursos humanos</i>	14
2.2 A FLEXIBILIDADE DOS EQUIPAMENTOS DEVIDO À AUTOMAÇÃO FLEXÍVEL	15
3. METODOLOGIA	18
4. CONCLUSÃO	19
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	20
BIBLIOGRAFIAS CONSULTADAS.....	22

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

JIT *Just In Time*

CCQ Círculos de Controle da Qualidade

CQT Controle da Qualidade Total

CAPES Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

LER Lesão Por Esforço Repetitivo

1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho apresenta a contextualização através de uma revisão bibliográfica do tema produção flexível. Com a crescente competitividade no mundo corporativo, estratégias de produção inovadoras têm se tornado cada vez mais o diferencial dessas organizações.

Para o acompanhamento das evoluções do mercado, que está sofrendo uma alteração em seu padrão de consumo em direção a diversidade e diferenciação de produtos, a estrutura organizacional e o processo de fabricação das indústrias vêm sofrendo constantes mudanças, dentre estas mudanças as empresas estão buscando atingir níveis satisfatórios de flexibilidade nos processos produtivos. Considerando as características que compõem o sistema de produção flexível o trabalho procura considerar apenas os pontos que dizem respeito às estruturas organizacionais deste sistema, bem como as mudanças e inovações nos processos produtivos e também quais os pontos se fazem necessários nessa estrutura organizacional para que este sistema se concretize de maneira positiva e que gere resultados para a indústria que o utiliza.

Na realização deste trabalho foram realizadas diversas pesquisas, com o intuito de reunir o pensamento de diferentes autores e proporcionar uma visão geral de quais os principais conceitos que abordam a produção flexível.

1.1 Justificativa

A definição do tema se deu ao fato de depararmos diversas vezes com artigos e textos abordando a produção flexível, como sendo atualmente de grande importância para o sucesso na manufatura, juntamente com a produção enxuta, se mostra um sistema de produção bastante completo e indicado para a maioria das indústrias. Por se originar do sistema de produção da Toyota japonesa, esse sistema utiliza de conceitos como *Just in time*, *Kanban*, círculos de controle da qualidade (CCQ), porém grande parte dessas abordagens, são expostas de maneira superficial. Busca-se com este trabalho promover grande estudo do tema proposto, focando a estrutura organizacional das empresas e contribuindo assim com uma exposição mais clara e simplificada do assunto.

1.2 Definição e delimitação do problema

Atualmente considerando o processo de intensa globalização, as indústrias se vêem obrigadas pelo mercado a se mostrarem cada vez mais competitivas. Com isso torna-se necessário prover de grande flexibilidade nos processos de fabricação, objetivando promover continuamente melhorias tanto nos processos como nos produtos, visando sempre à satisfação do cliente. O conceito de produção flexível possui a característica de se adequar às exigências do mercado atual, gerando possibilidade de melhorias na qualidade dos produtos e processos, reduzindo custos de produção e maximizando lucros. Para a implantação de um sistema de produção flexível é necessário alguns ajustes e revisão de alguns conceitos na estrutura organizacional das empresas.

Fundamentado em uma revisão bibliográfica este trabalho se propõe a expor os principais conceitos da produção flexível e suas aplicações de uma maneira objetiva e simplificada.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral

Considerando os pré-conceitos apresentados, o presente trabalho possui como principal objetivo realizar uma revisão bibliográfica do conceito de “Produção Flexível”, visando considerar quais as suas aplicações e necessidades nas indústrias de manufatura.

1.3.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos são buscar sintetizar neste trabalho a visão de diferentes autores e estudiosos do assunto em questão, simplificando e comentando o que foi já publicado.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Após a 1^a guerra mundial Alfred Loan, da General Motors, e Henry Ford promoveram severas mudanças nas atividades fabris conduzindo as atividades de séculos de produção artesanal para a produção em massa, dessa mudança resultou grande parte do sucesso econômico dos Estados Unidos. Com o fim da segunda grande guerra o Japão em meio a uma intensa crise econômica pós-guerra se viu obrigado a reerguer o país a qualquer custo, foi aí que se deu a proeminência da Toyota japonesa liderada por Taiichi Ohno se tornando pioneiros da produção enxuta, também chamada de produção flexível, sistema de produção o qual até os dias de hoje é tido como exemplo para maioria das indústrias de setores diversificados.

O sistema de produção flexível é tido como “enxuta” devido à minimização de diversos fatores durante o processo de produção quando comparado com o sistema de produção em massa, quanto á necessidade de recursos, são necessários, segundo Womack (*et. al.*, 1992, p.3):

“Metade do esforço dos operários na fábrica, metade do espaço para fabricação, metade do investimento em ferramentas, metade das horas de planejamento para desenvolver novos produtos em metade do tempo. Requer também bem menos de metade dos estoques atuais no local de fabricação, além de resultar em bem menos defeitos e produzir uma maior e sempre crescente variedade de produtos.”

Womack (1992), ainda considera que uma das mais importantes diferenças, o que resulta na superioridade e sucesso do sistema flexível de produção em relação à produção em massa, seja em relação aos objetivos finais. Enquanto no sistema de produção em massa os produtores consideram uma parcela tolerável de defeitos, com grandes estoques de matéria-prima e produtos em estoque, e uma limitada variedade de produtos. Os produtores flexíveis buscam a perfeição minimizando ao máximo a quantidade de produtos defeituosos, custos sempre declinantes em função do aperfeiçoamento do processo, ausência de estoques e possibilidade de uma vasta gama de produtos diferenciados. Uma dificuldade encontrada no sistema de produção flexível é em relação aos trabalhadores que podem achar suas atividades mais estressantes devido à responsabilidade que é exigida dos mesmos, e também, pela necessidade de uma maior qualificação e capacidade de executar tarefas variadas.

Partindo dos primórdios da produção fabril mundial, especificamente na indústria automobilística que foi onde se identificou as grandes revoluções e revisões dos conceitos de sistemas de produção, tudo o que havia sido produzido até aquela época (final do século XIX) possuía como base a fabricação artesanal.

Para a consagração desta produção artesanal as indústrias automobilísticas detinham de uma força de trabalho altamente habilidosa e que conhecia com minúcia os conceitos de mecânica e as ferramentas com que trabalhavam. Artesãos estes que montavam cuidadosamente a mão os carros da época, o que fazia com que fossem capazes de produzir apenas um pequeno número de veículos. Um dos impasses encontrados e contornado com as habilidades destes artesãos era o de ajustar peça por peça, visto que essas não possuíam um tamanho padrão, até atingir a perfeição no encaixe para concluir assim o veículo. Em virtude disso quase a totalidade da produção da época era exclusiva, dois veículos resultantes de um mesmo projeto jamais saíam idênticos.

“Uma força de trabalho altamente qualificada em projeto, operação de máquinas, ajuste e acabamento. Muitos trabalhadores progrediam através de um aprendizado abrangendo todo um conjunto de habilidades artesanais. Muitos podiam esperar administrarem suas próprias oficinas, tornando-se empreendedores autônomos trabalhando para firmas de montagem. Organizações extremamente descentralizadas, ainda que concentradas numa cidade. A maioria das peças e grande parte do projeto do automóvel provinham de pequenas oficinas. O sistema era coordenado por um proprietário/empresário, em contato direto com todos os envolvidos: consumidores, empregados e fornecedores. O emprego de máquinas de uso geral para realizar a perfuração, corte e demais operações em metal e madeira. Um volume de produção baixíssimo, de um mil ou menos automóveis por ano, poucos dos quase (50 ou menos) conforme o mesmo projeto. E, mesmo entre estes 50, não havia dois que fossem idênticos, pois as técnicas artesanais produziam, por sua própria natureza, variações.” (WOMACK *et. al.*, 1992, p.12)

Na citação acima fica claro as principais características do sistema de produção artesanal empregado na época. Com o crescimento da demanda por uma maior quantidade de veículos a indústria deste setor passou a empregar técnicas de produção em massa, caindo em desuso o sistema de produção artesanal sendo nos dias atuais mantido somente em pequenos nichos de mercado como o de colecionadores.

Inserido neste contexto de busca de aumento de produtividade para atender à crescente demanda de automóveis, houve o surgimento de Henry Ford que com novas técnicas conseguiu superar problemas provenientes da produção artesanal, proporcionando uma avassaladora redução dos custos de produção e aumento na produtividade. Através de seu modelo T, Ford conseguiu projetar um veículo para a manufatura. Empregando um mesmo sistema de medidas para todas as peças do processo de fabricação, Ford conseguiu com essa padronização estabelecer facilidades de ajuste entre as peças o que possibilitou a constituição de uma linha de montagem com custos reduzidos em relação à produção artesanal. Com esta nova padronização certos ajustes se tornaram desnecessários, com isso ele pôde abrir mão de artesãos extremamente habilidosos o que reduziu expressivamente seus gastos com mão-de-obra. Além disso, os operadores agora trabalhavam em uma linha de montagem e executavam somente uma tarefa o que gerava uma familiaridade com a mesma, podendo assim executá-la mais rapidamente. Conforme Womack (*et. al.*, 1992, p.16) *“Por volta de agosto de 1913, às vésperas da introdução da linha de montagem móvel, o ciclo de tarefa médio do montador da Ford havia caído de 514 para 2,3 minutos.”*

Logo Ford identificou outra possibilidade de melhoria, que podia ser implantada em seu sistema de produção, ele percebeu que o deslocamento dos operários entre um veículo e outro para executar suas tarefas demandava tempo e muitas vezes devido ao operário anterior executar sua tarefa mais rapidamente, ocorriam engarrafamentos e acúmulo de tempo improdutivo. Foi então que Ford teve a idéia de implantar a linha de montagem móvel, na qual o operário permanecia em regime estacionário em seus postos de trabalho e o carro se movimentava no decorrer da linha. Esta inovação fez o tempo do ciclo de trabalho praticamente cair pela metade, devido ao operador estar sempre em seu posto de trabalho seu ritmo de trabalho era acelerado.

Com a linha de montagem móvel, Ford conseguiu reduzir o tempo e esforço humano necessário para a concepção de um veículo, atingindo, por volta de 1920 o auge de sua produção com cerca de dois milhões de veículos em um ano e com uma redução de cerca de 2/3 do custo real para o consumidor. A produção em massa de Henry Ford serviu como exemplo de sistema de produção para a indústria automobilística por mais de meio século, sendo adotada por quase toda produção industrial da Europa e América do Norte.

Apesar de ser o pioneiro da produção em massa Henry Ford teve seu sistema melhorado por Alfred Sloan, General Motors, empresa que mais tarde superaria a Ford. O termo produção em massa o qual aplicamos atualmente se refere ao sistema utilizado por Sloan, o mesmo implantou na produção da General Motors cerca de cinco modelos diferenciados com ordem crescente de preços. O sucesso de Sloan se deu devido à adaptação do sistema de Ford aliado a técnicas gerenciais e de marketing, tendo assim a produção em massa o seu apogeu em 1955.

Foi justamente nessa época que se deu o surgimento expressivo da Toyota japonesa guiada pelos sucessivos experimentos de seu principal engenheiro Taiichi Ohno, que baseado em suas experiências nos teares das fábricas têxteis empregou conceitos de polivalência e operadores multifuncionais, modificando assim a tarefa e a qualificação do homem em seu trabalho. Uma das primeiras mudanças estruturais que Ohno implantou, foi à utilização de uma mesma prensa para o processamento de vários moldes, coisa que anteriormente não era utilizada chegando uma mesma prensa a processar o mesmo molde por meses ou anos. Durante o experimento de troca de moldes identificou-se que quando produzido em pequenos lotes o custo por peça prensada era reduzido. Essa descoberta foi de suma importância, pois esta redução de custo se dava ao fato de eliminar os custos financeiros de armazenagem de grandes lotes de peças e também quando processados em pequenos lotes os produtos apresentavam um menor número de defeitos resultante da constante inspeção, se houvesse um erro de prensagem o mesmo era identificado quase que instantaneamente.

Juntamente com os experimentos bem sucedidos de Ohno, o sucesso do sistema de produção da Toyota e demais empresas japonesas se deu ao fato dos empregados estarem de acordo em serem flexíveis na atribuição das tarefas e ativos na promoção dos interesses da empresa, contribuindo assim com melhoramentos no decorrer dos processos. Essa fidelidade empresa/colaboradores foi possível devido a um trabalho de recursos humanos focado na permanência deste colaborador desde o momento em que ingressou na empresa até a sua aposentadoria uma política nomeada emprego vitalício. Além do emprego vitalício, foi implantada uma política de salários gradualmente crescentes, em que conforme o tempo de serviço o operário seria mais bem remunerado e não de acordo com a função específica, outro fator positivo dos recursos humanos era permitirem aos colaboradores acesso a algumas instalações da empresa como alojamentos, salas de recreação, etc.

Após a guerra Ohno realizou visitas e observações ao sistema de produção em massa e identificou que havia desperdícios de esforços, tempos e materiais. Foi então que se iniciou o que hoje é conhecido como círculos de controle de qualidade (CCQ), com o agrupamento dos trabalhadores em equipes, cada equipe possuía um líder, eliminando assim o supervisor, e era responsável por um conjunto de tarefas, pedia-se também que essas tarefas fossem executadas em grupo e da melhor forma possível. O próximo passo foi o de atribuir certas responsabilidades a estas equipes, como tarefas de limpeza, pequenos reparos de ferramentas e controle de qualidade. Foi implantado também nesta época, uma técnica bastante utilizada ainda nos dias de hoje, que era a de fazer reuniões periódicas com essas equipes buscando receber sugestões de melhorias no processo.

Através dos círculos de controle da qualidade, houve a possibilidade de reduzir significadamente os custos com produtos defeituosos, pois uma vez identificado o problema, ao contrário da produção em massa que tinha seu processo continuado e depois de concluído, os carros defeituosos se deslocavam para uma sessão de retrabalho, com os círculos de controle da qualidade não era dado seqüência na linha de produção antes que o mesmo fosse solucionado. Facilitou-se também a identificação da origem destes problemas no decorrer da produção, passando a considerar que os problemas não ocorriam de forma aleatória foi empregada a ferramenta da qualidade para solução de problemas denominada “os cinco porquês”, onde os operários remontavam sistematicamente cada erro até que chegassem à causa fundamental que, quando encontrada, buscava-se uma solução definitiva para que o mesmo problema não ocorresse novamente.

A indústria automobilística foi o grande palco do desenvolvimento de novos conceitos e desenvolvimento de transformações na produção industrial. Conceitos estes, que em grande parte baseados nas experiências bem sucedidas praticadas na Toyota, deram origem segundo Krafcik (1988) ao *lean production* (produção enxuta) que se opunha ao *buffered production* caracterizado pelo autor como a produção em massa. Conforme Levy (1997) entre os principais objetivos da produção enxuta destacam-se: entregas *Just in time* (JIT), estoques reduzidos, defeito zero, flexibilidade na produção e cooperação tecnológica entre os fornecedores.

A filosofia do JIT constitui-se, em produzir apenas o necessário e de que os materiais cheguem aos seus processos seguintes somente no momento em que forem ser processados, gerando estoques reduzidos tanto de materiais em processo quanto de produto acabado. O funcionamento deste sistema se deu graças a uma importante ferramenta empregada denominada *kanban*, ferramenta visual de controle de fluxo de materiais, que possibilitou a aplicação desta filosofia por ser capaz de controlar as quantidades demandadas, passando assim a se processar somente o necessário e em seu tempo certo. Com grande organização interna o sistema de produção enxuta utiliza-se do *kanban* também na parceria com os fornecedores, como relatado em agosto de 2001, no artigo escrito por Lindsay Cappell, na revista *Automotive News*, a respeito do abastecimento da fábrica da Toyota em Erlanger, Kentucky, EUA:

Título: "Em um mundo inundado pela logística computadorizada, a Toyota afirma que seus cartões coloridos - *kanban* - estão gerindo muito bem a cadeia de suprimentos."

*Alguém enviou um e-mail para o escritório na Toyota Motor Manufacturing North America em Erlanger, Kentucky, em que propunha um encontro entre o gerente geral de gestão de negócios e um vendedor de software e soluções eletrônicas. A Toyota poderia ser mais um cliente. A empresa acabara de anunciar as obras de sua terceira planta nos EUA para a montagem de motores, a quarta a ser instalada nos EUA e Canadá. Os fornecedores da Toyota encontram-se espalhados ao longo da costa leste dos EUA e precisam entregar just-in-time seus componentes a uma ou mais linhas de montagem. O gerente lê o e-mail e envia um "obrigado mas não" ao vendedor de software. Em sua resposta, justifica: " A Toyota realmente não busca esse tipo de solução". A Toyota prefere fazer as coisas através do TPS (Toyota Production System) explica. Diz ele à jornalista: "Eu vou a conferências sobre logística pelo menos uma vez ao ano e me parece que estão todas dominadas por pessoas falando sobre tecnologia, tecnologia, tecnologia. Isso não é o que somos. Não precisamos de uma solução técnica. Nós já temos um sistema que funciona bem. É o nosso já estabelecido sistema *kanban*." A Toyota transporta materiais e componentes que valem bilhões de dólares pelas estradas, ao longo de milhares de quilômetros para que sejam entregues just-in-time, confiando apenas nos pequenos laminados cartões coloridos e nos relatórios de programação de transporte, também codificados por cores.*

Dentro do centro de consolidação (cross-dock), parecido com um armazém, em Knoxville, a filosofia da empresa se traduz em soluções práticas. O prédio nitidamente não possui nada mais "tecnológico" do que uma impressora e um telefone, afirma a autora. Na medida em que os componentes chegam, algumas vezes de hora em hora, a maior parte dos 20 funcionários está no depósito descarregando as caixas dos caminhões, organizando-as corretamente sob o chão para, mais tarde, serem expedidas.

Os cartões

Os cartões coloridos do tamanho de uma passagem aérea são pendurados, ordenadamente, na parede. Elásticos prendem as faturas que permitem a cada fornecedor receber pelo carregamento. Quando as partes chegam por caminhão, os motoristas descarregam suas entregas, retiram os novos cartões dos suportes e pegam a estrada novamente em busca de outras. Os funcionários do depósito mantêm as caixas de peças juntas com os cartões kanban, unidos por um fio de arame. O motorista que transporta os produtos até uma planta de montagem usa o mesmo cartão para saber para qual planta levá-los. Uma vez entregues na planta, os colaboradores da Toyota usam os mesmos cartões para movimentar as partes ao longo do processo de montagem final e ainda para sinalizar a necessidade de mais componentes para a cadeia de suprimentos. É a continuação do mesmo sistema puxado da Toyota que dita o ritmo das linhas de montagem. Puxar é um dos princípios para a qualidade e eficiência. Se determinada linha de montagem não está pronta para receber componentes, nenhum componente deve ser entregue. Materiais em excesso geram seus próprios problemas de qualidade e suas próprias complicações. Levam ao desperdício de energia humana e espaço físico.

Administrando o fluxo

O depósito de Knoxville é uma das quatro instalações que compõe o sistema de distribuição cross-docking (centro de consolidação) da Toyota na América do Norte. Os outros três estão localizados em Battle Creek e Romulus, no Estado de Michigan e Georgetown em Kentucky. A Toyota lançou-se num projeto de cross-docking em 1993, quando as primeiras plantas instaladas na América do Norte, localizadas em Kentucky, Ontario e Canadá, começaram a produzir em volumes mais significativos. A Toyota passou a produzir carros nos EUA em 1984 - e em grandes volumes apenas a partir de 1990, sendo que o fluxo de materiais não era fator crítico até então. Anteriormente, cada uma das plantas enviava sua própria frota de caminhões até as instalações de cada fornecedor para a retirada dos materiais (milk run). Mas as coisas mudaram. À medida em que o volume de produção foi crescendo, o tráfego de caminhões, os gastos com combustíveis e a complexidade logística aumentaram muito. Uma investigação da Toyota sobre crossdocking mostrou que, mesmo considerando o crescimento da atividade de manufatura, a utilização dessa solução poderia reduzir o volume de tráfego de caminhões em 25%.

No texto citado fica explícito a importância e confiabilidade aplicada ao *kanban* no sistema de produção *Just in time* utilizado pela Toyota, exemplo e conceito fundamental da produção enxuta.

Com a ausência de estoques intermediários e de produtos acabados, materiais sendo processados, finalizados de acordo com a necessidade e em seu tempo certo, a eficiência deste sistema é comprovadamente satisfatória. Aliado com a qualidade gerada através dos círculos de controle da qualidade e a política de defeitos zero, o sistema de produção enxuta está quase

completo, restando somente o estabelecimento de uma política de cooperação com os fornecedores.

A relação com os fornecedores é estabelecida em regime de total confiabilidade, pois por trabalhar com nível reduzido de estoques o sistema de produção enxuta apresenta grande fragilidade, necessitando de abastecimento constante, uma vez que se os fornecedores não cumprirem seus prazos de entregas isto pode resultar em uma grande perda devido a paradas por falta de matérias-primas. Esta relação de confiança se dá de tal forma que não há segredos entre a fábrica e os fornecedores, que trabalham em regime de parceria e não como adversários. Sendo assim, ambos os lados se beneficiam, pois a fábrica garante demanda contínua e fixa de matéria-prima mesmo em períodos de baixa saída de produtos acabados, o que possibilita aos fornecedores executarem um melhor planejamento de sua produção devido ao conhecimento de dados como a previsão de demanda. E a fábrica pode fornecer auxílio tecnológico aos seus fornecedores e contar sempre com matéria prima de qualidade sendo entregue no tempo certo a preços fixos.

Fundamentado na filosofia do JIT e através desta cooperação mútua dá se origem a possíveis subcontratações, o que posteriormente facilita a constituição de pequenos negócios abrindo grande mercado para empresas terceirizadas, que são cada vez mais crescentes e integradas com as indústrias. Para essa integração, entre a indústria e seus fornecedores, se faz necessário grande eficiência no sistema de transportes e da comunicação, o que também se encontra facilitado atualmente devido aos grandes avanços tecnológicos.

Além disso, há também a tendência da constituição de verdadeiros aglomerados industriais, no que diz respeito ao espaço geográfico, nestas relações também como relata BENKO(op., p.144, 1996):

“À grande empresa integrada sucede a *rede de firmas especializadas*, ligadas por relações de subcontratação ou de parceria. No caso da pura subcontratação, as firmas que dão ordem podem, a rigor, dirigir-se a outra firma distante (na Ásia): mais ainda assim é preciso que ela seja encontrada, que esteja num mercado de firmas contratantes, agrupadas em torno de um porto ou de um aeroporto. Uma zona franca, por exemplo, mais em todo o caso uma concentração urbana. No caso da “parceria”, é preciso que se concentrem firmas num espaço tal que os engenheiros possam conhecer-se, trocar “macetes” e discutir problemas técnicos, é preciso que os operários qualificados possam circular de firma em firma.”

Em se tratando da flexibilidade propriamente dita, nas bibliografias consultadas, em sua grande maioria, seus respectivos autores se posicionam no seguimento de duas vertentes, sendo que uma dessas vertentes identifica que a flexibilidade da indústria está diretamente ligada aos processos e métodos de trabalho, exigindo para tal fim, colaboradores multiqualificados, com amplo conhecimento de todo o processo, capacidade para tomada de decisão, facilidade para o trabalho em equipe e aprendizado contínuo. Outra vertente, prega que a flexibilidade de uma empresa se dá através da “automação flexível”, onde os equipamentos e máquinas são capazes de produzir grande diversidade de peças com variações tanto em tamanhos de lote devido à redução do tempo de preparação o que possibilita a produção de pequenos lotes a baixo custo, quanto em um vasto *mix* de produtos, devido estes equipamentos e máquinas serem facilmente adaptáveis de acordo com as necessidades de demanda e mercado

2.1 A flexibilidade devido aos recursos humanos

Segundo ATKINSON (1984, p. 28-31), a melhor forma de se obter a flexibilidade de uma empresa e na força de trabalho, é através de alterações na organização do trabalho. Sendo assim, para o desenvolvimento desta flexibilidade seria necessário, segundo o autor, a implantação de um modelo chamado por Atkinson de “*the flexible firm*”(a firma flexível) onde seria necessário a implantação de políticas diferenciadas para determinados grupos de trabalhadores. Neste modelo, seriam divididos basicamente dois grupos de trabalhadores para a implantação dessas políticas, um seria a classe de trabalhadores com vínculos mais fracos com a empresa (grupo periférico) e o outro seria um grupo mais estável numericamente o qual desempenha funções específicas chaves para a empresa. Ao conjunto de trabalhadores mais estável, segundo este modelo a empresa deve buscar desenvolver a flexibilidade funcional, ao grupo periférico em contrapartida seria desenvolvida uma flexibilidade numérica onde este número de trabalhadores sofreria variações de acordo com a demanda de mercado, quando a demanda é alta aumenta-se a produção e conseqüentemente a quantidade de trabalhadores, quando a demanda cai ocorre a queda no número de trabalhadores.

Porém, segundo uma grande quantidade de autores, este modelo geraria uma força de trabalho insegura e desmotivada, para estes autores, uma força de trabalho motivada e comprometida é algo crucial. Na mesma linha estes conceitos, vão em desencontro com o “controle da

qualidade total”(CQT) que prega que todos os colaboradores envolvidos no processo de manufatura de determinado produto, independente da função em que executa, tem sua parcela de responsabilidade pela qualidade do produto final.

De acordo com as bibliografias consultadas, uma empresa que busque o acréscimo de flexibilidade em sua força de trabalho deve focar as seguintes características em seus funcionários:

Habilidades melhores e múltiplas (ADLER, 1987; KOHLER, 1989; GREY e CORLETT, 1989; HAYES et. al.,1988) - Quanto maior a faixa de diferentes habilidades de um trabalhador, mais flexível ele é, seja em termos de mudanças no mix de produtos ou seja em termos da possibilidade de mudar o trabalhador para outros postos de trabalho, característica útil para se lidar com absenteísmo e faltas locais temporárias de pessoal.

Habilidade de tomar decisões / resolver problemas (WOMACK et. al., 1992; HAYES et. al., 1988) - característica especialmente importante para que se possam obter respostas rápidas para circunstâncias em mudança. Permite descentralização da tomada de decisões e portanto evita que tempo seja perdido no aguardo das decisões por escalões superiores na organização.

Habilidade de trabalhar em equipe (WOMACK et. al., 1992; KOHLER, 1989) - Integração é importante para se obter flexibilidade na introdução de novos produtos. Forças-tarefa multifuncionais ou equipes têm sido crescentemente utilizadas quando as empresas pretendem ser ágeis no desenvolvimento de novos produtos ou nas alterações de produtos já existentes. Engenheiros de projeto, por exemplo, necessitam de um contacto próximo e constante com a equipe de produção, para que o projeto facilite ao máximo a produção dos produtos e para que possíveis problemas futuros de produção, causados por um projeto defeituoso, possam ser identificados ainda na prancheta. Este tipo de interação deveria ocorrer, com todas as áreas envolvidas, e o trabalho de equipes multidisciplinares parece ser a abordagem mais indicada.

Capacidade de comunicação (KOHLER, 1989) - para que se obtenha integração, uma eficiente comunicação inter e intra-funcional é essencial. Quanto mais a comunicação é praticada, mais fácil ela se torna. Algumas áreas das empresas têm seus próprios jargões que deveriam, ou ser padronizados, ou ao menos ser compreendido pelas outras áreas com as

quais haja interação. Desta forma, mal-entendidos são minimizados e dúvidas podem ser resolvidas rápida e eficazmente.

Habilidade de compreender o processo como um todo - o bom entendimento do processo como um todo ajuda a entender as conseqüências das decisões feitas localmente, tornando desta forma o processo de tomada de decisão mais fácil, rápido e as decisões se tornam mais consistentes, evitando decisões que levariam a conseqüências indesejáveis. (SKINNER, 1978).

Habilidade de adaptação a situações novas - ajuda a combater a resistência à mudança, o que pode prejudicar a flexibilidade. A aceitação da mudança como uma parte intrínseca do processo de produção mais do que como uma exceção é importante para se lidar com ambientes em mudança (HAYES et. al., 1988).

Habilidade / disposição para o aprendizado contínuo - É o ponto mais enfatizado por (HAYES et. al.,1988) como essencial para a criação do que eles chamam "the learning organization". Esta característica é condição para a criação de uma capacidade efetiva do sistema de produção de se adaptar a novas situações. Ao menos em parte, a resistência à mudança é o resultado do medo do desconhecido, causado, muitas vezes, por falta de informação apropriada. Se há a predisposição de aprender sempre, as barreiras de resistência podem ser mais facilmente quebradas.

Um dos pontos fortes para a obtenção da flexibilidade na força de trabalho e presente nas citações acima é a descentralização da tomada de decisões, abandonando assim velhos conceitos da administração científica, essa tomada de decisões descentralizada só é possível devido à presença de uma mão-de-obra com amplo conhecimento do processo como um todo. Isto gera uma facilidade para a formação de grupos de trabalho os quais realizam a tomada de decisões em conjunto e vai de encontro com os conceitos dos CCQ's (círculos de controle da qualidade).

2.1.1 Considerações quanto à flexibilidade dos recursos humanos

Em oposição à produção em massa e à artesanal, o produtor flexível combinaria as vantagens dos dois sistemas ao evitar os altos custos da produção artesanal e a rigidez da produção em massa. Para alcançar esses objetivos são utilizadas, na produção flexível, equipes de trabalhadores multiqualificados em todas as áreas da organização e máquinas flexíveis, além de automatizadas, para a produção de altos volumes de produtos com grande variedade (WOMACK et. al., 1992).

Com a adoção de trabalhadores multiqualificados pela organização do trabalho Monteiro e Gomes (1998), através de um estudo de caso realizado, discutem este assunto como uma vivência sempre ambígua, uma vez que aumenta o conhecimento e a experiência profissional dos trabalhadores, ao mesmo tempo em que intensifica o ritmo de trabalho e cria um descontentamento entre os envolvidos. Assim sendo, devido à necessidade de polivalência, muitas vezes os operários, acumulam zonas de ignorância e muitas vezes são condicionados à realização de funções abaixo de sua qualificação o que gera desconforto e afeta a saúde do trabalhador como exposto na passagem a seguir.

“O polivalente conhece um grande número de macetes, mas acumula também zonas de ignorância, e assim está confrontado a uma extensão do risco. Cresce seu medo, e é freqüente, então, que assistamos a uma descompensação, conduzindo à licença médica, ao repouso forçado e a um tratamento medicamentoso por depressão.” (DEJOURS, 1992, p.107).

Em função desta necessidade os colaboradores desenvolvem a capacidade de execução de diferentes tarefas, com isso, ocorre também à redução do número de trabalhadores, o que provoca uma intensificação do trabalho. Esta intensificação do trabalho proporciona aos operários um grande aumento em seus esforços e responsabilidades, podendo gerar patologias específicas como a LER (Lesão por Esforço Repetitivo) e doenças psíquicas. Grande parte dos autores, identificaram, a presença do stress laboral e de transtornos mentais em funções as quais, exigem grande responsabilidade, possuem a exigência de não cometer erros, há a presença de conflitos no local de trabalho e também onde há dificuldade de se manter sempre interado com as inovações tecnológicas. Características estas que estão em sua maioria implícitas no conceito de flexibilidade dos recursos humanos.

2.2 A flexibilidade dos equipamentos devido à automação flexível

Para uma efetiva flexibilidade nos equipamentos, utilizando-se dos recursos tecnológicos, se faz necessária a compreensão do conceito de economia de escala. Economia de escala ocorre quando o custo marginal de produção de um determinado produto decresce proporcionalmente ao aumento da produção. Para Besanko e Braeutigam (2004, p. 214), economia de escala ocorre quando “*o custo médio diminui a medida que a produção aumenta*”. Em outras palavras em um processo produtivo onde ocorre a economia de escala quanto maiores forem os lotes de produção de um mesmo produto o custo do mesmo será reduzido o que se torna mais viável.

A economia de escala ocorre basicamente devido aos custos fixos, dentre eles devemos destacar os custos de preparação de máquina (*setup*), que varia em função do tempo de preparação. Quanto menos relevante for o tempo de preparação de uma máquina, a ocorrência da economia de escala é diminuída, o que faz que o custo de produção de pequenos lotes, se aproxime do custo reduzido de grandes lotes. A redução de tempos de preparação de máquina é, portanto, uma das formas mais evidentes de se atingir níveis mais altos de flexibilidade de equipamento, ao menos em termos de resposta. Slack (1989) caracteriza como flexibilidade de resposta a facilidade, em termos de tempo, custo e esforço organizacional com a qual o sistema é capaz de mudar de estado ou mudar de atividade, dentro do dado "pacote" de habilidades.

Alguns estudiosos do assunto consideram a tecnologia, como sendo o ponto chave para uma organização atingir níveis satisfatórios de flexibilidade em seu processo de manufatura. Estes consideram que a obtenção da flexibilidade é oriunda da automação flexível, que é claramente exposta nas palavras de Zelenovic (1982):

"... o aumento da flexibilidade dos elementos do sistema de produção pode ser conseguido com sucesso mudando a estrutura dos elementos no sentido de maior automação, mantendo a produção a níveis ótimos mesmo com mudança de produtos ou de condições de operação..."

Conforme Coriat (1992), a flexibilidade associada às novas formas de automação gera vantagens dinâmicas com sua adoção. Tais vantagens dinâmicas estão relacionadas, com a possibilidade devido à utilização de novas tecnologias, de ajustamento do ciclo de vida dos

produtos, com isso é favorecida a renovação mais rápida dos modelos sem necessariamente requerer novos investimentos, o que não é possível quando se utiliza de máquinas as quais não apresentam esta flexibilidade. Assim, torna-se possível uma economia de capital fixo, sendo a magnitude da mesma dimensionada, por quanto as máquinas podem ser recicladas, pelo seu ritmo de obsolescência e pela alteração nos modelos. Esses aspectos são relevantes no cenário atual, no qual o aumento da incerteza sobre o comportamento dos mercados, bem como quanto à duração do ciclo de vida dos produtos, fragiliza a posição de uma firma que decida investir em equipamentos não flexíveis. Em tal contexto, a flexibilidade das novas tecnologias proporciona às empresas, no decorrer do tempo, mudanças em termos tanto do processo produtivo quanto da variedade de produtos, o que conseqüentemente gera uma superioridade econômica em relação às antigas formas de automação.

Sendo assim sistemas os quais possuem automação flexível, devido à facilidade de alteração nos processos e produtos, elevam os níveis de flexibilidade da empresa, passando esta a ter a capacidade de trabalhar, com um maior *mix* de produtos e possibilita a alteração nas quantidades. Porém, nem sempre tecnologia em si é suficiente para acompanhar as alterações do mercado e manter o processo de manufatura competitivo, devido ao alto investimento demandado tanto na aquisição de equipamentos como no treinamento de colaboradores.

Devido aos custos geralmente altos ocasionados pela automação flexível, é possível que se aumente a flexibilidade dos equipamentos de uma maneira mais econômica sem a necessidade da automação flexível propriamente dita. (Shonberger, 1986).

Shonberger (1986), alega que o aumento da flexibilidade dos equipamentos está relacionada a redução no tempo de preparação dos mesmos. O autor enfatiza também a necessidade de algumas características específicas nestes equipamentos, como a modularidade e a transportabilidade que contribuem não somente pra a flexibilidade do equipamento em si, mas também para a flexibilidade do sistema de produção. Como exemplo, se houvesse uma máquina com pequena capacidade e tamanho, baixo custo, preparação simples e barata, mesmo frente a uma alta demanda em termos de flexibilidade, ela seria preferível quando comparada a máquinas maiores. Isto se dá ao fato de que com máquinas menores, é possível a adição ou retirada das mesmas de acordo com as necessidades de aumento ou redução de volume na produção. Utilizando-se de máquinas maiores esta forma de manuseio se tornaria inviável.

É importante ressaltar de acordo com Carlota Perez (1986), que a busca da flexibilidade através dos equipamentos não significa que seja necessário que a grande empresa ou o porte de ampla dimensão do estabelecimento deixe de existir. A autora ressaltar, que a planta independente da escala e tamanho de mercado, deve ser capaz de absorver as adaptações necessárias e, ainda assim, continuar eficiente. A capacidade dos equipamentos serem programáveis é o que dá flexibilidade à produção, permitindo a fabricação de lotes menores e variáveis de produtos.

3. METODOLOGIA

Com relação à metodologia utilizada o projeto caracteriza-se como uma explanação teórica realizada em caráter de revisão bibliográfica, portanto buscou-se pesquisar por bibliografias pertinentes ao tema, e através de leitura minuciosa efetuar a compreensão contextual do que é explícito, para melhor exposição do mesmo. Além de bibliografias impressas, o estudo conta também com pesquisas a artigos, publicações acadêmicas e revistas eletrônicas encontradas através do portal eletrônico de periódicos da CAPES (Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) que conta com uma grande base de dados da produção científica mundial.

4. CONCLUSÃO

Baseado nos conceitos apresentados e considerando o perfil atual de mercado turbulento, o qual sofre constantes transformações de demanda, diversidade e diferenciação de produtos, é imprescindível que as indústrias de manufaturas que almejam prosperidade em suas atividades, provenham do mínimo necessário de flexibilidade em seus processos. Para a efetivação dessa flexibilidade, a empresa deve contar com uma estrutura organizacional comprometida e que siga basicamente os padrões da produção enxuta, desenvolvida pela Toyota japonesa, utilizando-se de técnicas como *Just in time*, *kanban*, círculos de controle da qualidade e relações de parceria com os fornecedores. Há duas vertentes na bibliografia que trata do assunto, uma propõe que, níveis satisfatórios de flexibilidade são atingidos através das inovações tecnológicas e automação flexível e a outra baseada mais no pensamento japonês que têm como abordagem o método de trabalho, prega que a flexibilidade é alcançada através de uma mão-de-obra comprometida, multiqualificada e capaz de tomadas rápidas de decisões.

Provavelmente nenhum sistema de manufatura, irá obter altos níveis de flexibilidade, utilizando-se somente de recursos tecnológicos ou de recursos humanos, por ambos serem integrantes de um mesmo sistema. Uma maior ênfase, em uma das duas correntes de pensamento, fazer-se há necessária de acordo com a situação particular enfrentada por cada empresa. Como exemplo, se uma empresa pretende desenvolver a flexibilidade de seus recursos tecnológicos, porém não possui capital suficiente para investimentos em automação flexível, esta linha de pensamento deve ser direcionada para o investimento nos recursos humanos, buscando a flexibilidade através dos mesmos. Por outro lado empresas que não disponham de mão-de-obra multiqualificada e tenham dificuldade de obter a flexibilidade da mesma devem optar por uma ênfase maior à automação flexível. Nesta linha de raciocínio, fica clara a importância, de se buscar a flexibilidade através da utilização de ambos os conceitos, efetuando um *mix* entre a automação flexível e a mão-de-obra polivalente, não esquecendo, de sempre ter em mente qual o nível de flexibilidade necessário, uma vez que, flexibilidade em excesso também se torna uma fonte de perdas e conseqüentemente gera um aumento de custos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADLER, P.A. *Managing Flexible Automation* . Working Paper. Dept. of Industrial Engineering and Engineering Management. Stanford University. 1987.
- ATKINSON, J. *Manpower Strategies for Flexible Organisations*. Personal Management. Agosto, 1984.
- BENKO, GEORGES; *Economia, Espaço e Globalização na aurora do século XXI*. São Paulo: Hucitec, 1996.
- BESANKO, D.; BRAEUTIGAM, R. R. *Microeconomia uma abordagem completa*. Rio de Janeiro: LTC, 2004.
- CAPPELL, LINSDAY; *Em um mundo inundado pela logística computadorizada, a Toyota afirma que seus cartões coloridos – kanban – estão gerindo muito bem a cadeia de suprimentos*. Revista Automotive News, Kentucky, EUA, 2001.
- CORIAT, B. *El taller y el robot - ensayos sobre el fordismo y la producción en masa en la era de la electrónica*. México: Siglo XXI, 1992.
- DEJOURS, C. *A loucura do trabalho*. São Paulo: Cortez Editora, 1992.
- GREY, S.M. e CORLETT, E.N. *Creating Effective Operating Teams*. in International Handbook of Production and Operations Management. Editora Wild, R.. Cassell - Londres, 1989.
- HARVEY, DAVID; *A condição Pós-Moderna* – São Paulo: Edições Loyola, 1989.
- HAYES, R.H., Wheelwright, S.C. e Clark, K. *Dynamic Manufacturing.*, The Free press. New York, 1988.
- KOHLER, E. *New Skills for New Technologies* in International Handbook of Production and Operations Management. Editora Wild, R.. Cassell - Londres, 1989.
- KRAFCHIK, John F. *Triumph of the Lean Production System*. *Sloan Management Review*, Fall, 1988.
- LEVY, David L. *Lean Production in International Supply Chain*. *Sloan Management Review*, 1997.
- MONTEIRO, M.; GOMES, J. *Reestruturação produtiva e saúde do trabalhador: um estudo de caso*. Cad. Saúde Pública. Rio de Janeiro, vol.14, n.2 , Apr./Jun 1998.
- PEREZ, Carlota. *Las Nuevas Tecnologías: una visión de conjunto*. Buenos Aires: Grupo Editor Latinoamericano, 1986.

SCHONBERGER, R.J. *World Class Manufacturing*. The Free Press. New York, 1986.

SKINNER, W. *Manufacturing in the Corporate Strategy*. John Wiley and Sons. New York, 1978.

SLACK, N.D.C. *Focus on Flexibility* in International Handbook of Production and Operations Management Editor Wild, R.. Cassell. London, 1989.

WOMACK, J.P.; JONES, D.T.; ROOSS, D. *A máquina que mudou o mundo*. 3.ed. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

ZELENOVIC, D.M. *Flexibility: A Condition for Effective Production Systems.*, International Journal of Production Research. vol 20, 1982.

BIBLIOGRAFIAS CONSULTADAS

FLEURY, A. & FLEURY, M.T.L. *Aprendizagem e inovação organizacional – as experiências de Japão Coréia e Brasil*. São Paulo: Atlas, 1995.

PONTES, S.K. *Produção enxuta e saúde do trabalhador: um estudo de caso*. Dissertação (Mestrado em Gestão da Produção) - faculdade de Ciência e Tecnologia de São Carlos, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2006.

PONTES, S.K.; ZANAROTTI, V.R.C. *Sistema de produção flexível e intensificação do trabalho: um ensaio teórico*. Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

SHINGO, S. *O sistema toyota de produção*. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. *Administração da Produção*. 2. ed. São Paulo: Atlas S.a., 2002. 747 p.

TUBINO, Dalvio Ferrari. *Sistemas de Produção: a produtividade no chão de fábrica*. Porto Alegre: Bookman, 1999.

TUBINO, Dalvio Ferrari. *Manual de Planejamento e Controle de Produção*. São Paulo: Atlas, 2000.