

MANUFATURA ÁGIL: UM NOVO CONCEITO NA PRODUÇÃO INDUSTRIAL

Apresenta um novo conceito de produção industrial e sua cadeia de suprimentos. O conceito é adequado para ambientes produtivos fragmentados, desverticalizados e até, potencialmente desintegrado. A agilidade produtiva é uma extensão do conceito de produção enxuta.

RESUMO

Este trabalho apresenta uma visão geral de um novo conceito de produção industrial, que visa suprir a demanda de um mercado emergente com novas aspirações e necessidades. Dentre outras, podemos citar como características desse novo mercado a sua própria fragmentação, o atendimento de valores sociais predominantes, a redução do tempo de vida do produto e a personalização em massa. Para essas supostas condições de mercado, alguns autores estão propondo um novo sistema de produção (do tipo intermitente repetitivo e intermitente sob encomenda) que adequa a empresa a esse novo ambiente: a agilidade. Podemos dizer que esse sistema é uma tentativa de aprimoramento e evolução da produção enxuta. Este trabalho também introduz alguns dos elementos da manufatura ágil, fornecendo uma análise sucinta mesma. Posteriormente apresenta-se o exemplo da estrutura de um projeto em andamento nos Estados Unidos, denominado infra-estrutura ágil para sistemas de manufatura. Finalizamos o trabalho com considerações acerca da adequação de um sistema desse tipo em um país como o Brasil, além de como poderíamos canalizar esforços futuros de uma maneira alinhada a esse novo conceito.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente muitas ocorrências apontam para um iminente processo de alteração nas condições de concorrência entre as empresas competitivas que atuam no mercado. Alguns autores como Goldman *et al.* (1995) e Kidd (1994) acreditam que esse processo irá culminar com a alteração do paradigma de produção industrial.

Historicamente, já passamos por grandes mudanças nas condições para produção de bens. A primeira delas, denominada **Revolução Industrial**, fez a produção humana passar de um nível artesanal para a produção industrial propriamente dita. Teve como principais pilares o motor a vapor e o conceito da divisão do trabalho.

A segunda foi a alteração sofrida pelo descobrimento da “Administração Científica” por Frederick Taylor e seus

contemporâneos. A indústria passa de um nível “não-científico” de produção industrial para um nível “científico”. Tem seu auge com a **produção em massa** e, como sua principal representação as linhas de produção da Ford Motor Company (Womack *et al.*, 1992). Segundo Monden (1992), a **produção enxuta** (*lean production*) não deve ser considerada como uma alteração da Administração Científica, mas sim como uma evolução da mesma. Apesar de ainda não ter atingido o seu auge de difusão e desenvolvimento, podemos dizer que a produção enxuta se destaca pela valorização do trabalhador e suas capacidades em geral, o íntimo relacionamento com o cliente e a capacidade de aprendizagem contínua da organização como um todo.

A passagem do paradigma da produção em massa para um novo paradigma está estreitamente relacionada ao desenvolvimento tecnológico dos sistemas produtivos

como também ao avanço da telemática (fusão entre a tecnologia de informação e a tecnologia de telecomunicações). As facilidades proporcionadas pelos componentes microeletrônicos presentes nas máquinas CNC (*Computer Numerical Control*) e nos próprios computadores têm um papel fundamental nesse processo de transição.

2 UM NOVO AMBIENTE COMPETITIVO PARA O SÉCULO XXI

As empresas que atuarão no ambiente do próximo século terão problemas de adaptação a esse novo mercado. Acredita-se que quem sair na frente no processo de adaptação às novas necessidades terá grandes benefícios. Goldman *et al.* (p.8-38), apresentam várias condições de mercado que estão ocorrendo. São elas:

1. *"Fragmentação do mercado"*. Cada vez mais os produtos estão se tornando itens customizados (conforme o cliente), fazendo-se com que haja uma discretização do mercado. A produção de relógios ou de armações de óculos são exemplos onde existem tantas variedades de itens que algumas vezes torna-se difícil encontrar o mais adequado.
2. *"Produção vinculada ao pedido em lotes pré-definidos"*. A produção em um mercado de produtos fragmentados tem diminuído o tamanho dos lotes de maneira crescente. O conceito convencional de lote econômico de fabricação (LEF) tem alterado o seu significado. O LEF deve ser no máximo o pedido do cliente. Reforça-se a idéia da diminuição dos tempos de *setup*.
3. *"Disponibilidade de informações para tratar massas de clientes como indivíduos"*. A disponibilidade de informações deve caminhar junto com a fragmentação do mercado. A empresa deve entender o que seus clientes querem, para então, se necessário, aumentar a variedade dos produtos.
4. *"Redução do tempo de vida do produto"*. É evidente que se temos uma maior variedade de produtos e uma demanda constante, o tempo de vida desses produtos diminui. Conseqüentemente, as empresas devem estar preparadas para obter o retorno de seus investimentos em um período de tempo menor.
5. *"Convergência entre produtos físicos e serviços"*. Existe uma grande tendência da integração entre produtos físicos e serviços. Cada vez mais os produtos físicos contêm uma dose maciça de serviços, enquanto que certos serviços estão sendo vendidos como produtos.
6. *"Rede global de produção"*. Reich (1994, p.75-109) aponta para uma iminente necessidade de um processo de reformulação estratégica para todo os Estados Unidos. Esse autor levanta a necessidade da criação da teia empresarial americana, que poderá ser formada por empresas americanas ou não. As várias plantas de uma mesma empresa estão começando a trabalhar como unidades onde cada um tem uma competência específica e não como unidades quase autônomas como acontecia anteriormente.
7. *"Concorrência e cooperação simultâneas entre empresas que participam do empreendimento"*. Pode-se dizer que o empreendimento é o conjunto de empresas que participam da produção de um determinado bem. Mais do que nunca, empresas têm firmado parcerias, *joint ventures*, e colaborações de diversos tipos como a formação de empresas virtuais. Os interesses dos participantes vão desde a integração de competências equivalentes até o desenvolvimento de competências específicas. Um fato interessante nessas colaborações é a grande participação de concorrentes diretos com diversos objetivos como por exemplo a redução de gastos no desenvolvimento de produtos comuns.
8. *"Infra-estruturas de distribuição buscando a personalização em massa"*. Esse fator tem crescido bastante, entretanto sua importância ainda é pequena. Um exemplo bastante evidente é a proliferação do *Network Marketing* praticado por empresas fabricantes de bens de consumo. O consumidor consegue ter um contato muito mais próximo com a empresa do que o que ocorre normalmente, devido à eliminação de intermediários, distribuidores e até mesmo anunciantes. Com isso a empresa consegue ter um melhor retorno das necessidades do consumidor.
9. *"Estímulo à reorganização corporativa"*. Se não todas, boa parte das tendências administrativas recentes devem ser analisadas, mesmo quando não implementadas pelas empresas. Não se pode considerar nenhuma delas intrinsecamente boa ou má. Cada uma possui sua aplicabilidade e funcionalidade em situações específicas. A aprendizagem organizacional é fundamental nesse processo. Um ponto em que as empresas devem se preocupar é a utilização de vários desses recursos ao mesmo tempo, sem os mesmos entrarem em conflito.

10. “Pressão no sentido de atender os valores sociais predominantes”. O mercado emergente também cobra da empresa fatores de importância social. Esse fato nunca havia ocorrido anteriormente em toda a trajetória da produção industrial. Os consumidores têm se preocupado com elementos como o meio ambiente e o nível de emprego oferecido pela empresa.

3 A MANUFATURA ÁGIL

Em 1991 o congresso norte-americano solicitou um estudo ao Iacocca Institute, para definir as **bases da indústria do próximo século**. A pesquisa deveria definir como as empresas americanas poderiam voltar a ser competitivas internacionalmente, fazendo frente às novas potências industriais e principalmente ao Japão. Um grupo de pesquisa constituído de 15 executivos, 4 pesquisadores e 1 representante do governo encarregou-se da tarefa. O resultado deste esforço foi apresentado em um relatório dividido em dois volumes, com o seguinte título: *21st Century Manufacturing Strategy*. A partir de então os termos manufatura ágil e agilidade se difundiram e vários movimentos de estruturação da rede ágil americana começaram a se tornar correntes.

De acordo com Kidd (1994, p.10), a **manufatura ágil** pode ser considerada como a integração de organização, pessoas altamente capacitadas e tecnologias avançadas para obter cooperação e inovação em resposta à necessidade do fornecimento de produtos customizados e de alta qualidade aos clientes. Essa definição parece ir de encontro às necessidades do novo ambiente de mercado apresentadas anteriormente. A manufatura ágil é extremamente adequada a **ambientes de mudanças rápidas** e com **alta incerteza**. O mesmo autor apresenta uma estrutura conceitual genérica para a manufatura ágil. Obviamente, como em qualquer outra estrutura genérica, seus elementos devem ser adaptados aos casos específicos.

O empreendimento da manufatura ágil deve ser elaborado tendo-se em mente cinco princípios básicos, sem ordem de importância, podendo ser definidos como (Kidd, 1994): 1)“*mudança contínua*”; 2)“*resposta rápida*”; 3)“*melhoria da qualidade*”; 4)“*responsabilidade social*”; 5)“*foco total no cliente*”.

Esses princípios básicos são uma síntese do que algumas empresas têm buscando atualmente, só que de uma forma isolada. Como exemplo pode-se citar os esforços exercidos por montadoras de veículos sob seus fornecedores para obtenção da qualidade assegurada.

Raramente algo como a busca pela responsabilidade social é levado em consideração.

Utilizando-se os 5 princípios, temos os seguintes tópicos como principais conceitos para a elaboração de uma metodologia de projeto e de implementação de uma manufatura ágil (Kidd, 1994):

- “*Uma estratégia para transformar um empreendimento convencional em um empreendimento com manufatura ágil*”. O objetivo deve ser o uso das habilidades humanas associadas à utilização de recursos computacionais disponíveis. Deve-se levar em consideração os fatores organizacional, pessoal e tecnológico de uma maneira associativa, integrativa e complementar, sem priorizar nenhum dos mesmos.
- “*Uma estratégia para explorar a agilidade, obtendo-se vantagem competitiva*”. Assim como o item anterior, uma estratégia para se tornar um empreendimento ágil deve levar em consideração a organização, as pessoas e a tecnologia. Como exemplo pode-se citar os tempos mais curtos no processamento e no desenvolvimento de produtos; os custos de operação reduzidos através de menores estoques e menor quantidade de material em processamento; as respostas rápidas às necessidades dos clientes; os baixos custos indiretos, etc.
- “*Integração da organização, pessoas e tecnologia em um sistema de coordenação interdependente*”. O maior inconveniente encontrado neste conceito é a dificuldade de um balanceamento entre organização, pessoas e tecnologia. Por exemplo, empresas que são altamente automatizadas, costumam dar uma maior importância para tecnologia em detrimento das pessoas e da organização.
- “*Uma metodologia de projeto interdisciplinar para obter uma integração da organização, pessoas e tecnologia*”. Esta metodologia deve estar estreitamente associada à integração da organização, pessoas e tecnologia. Desde seu princípio, o empreendimento deve ser encarado de uma maneira interdisciplinar e fatores como o projeto organizacional por exemplo não podem ser deixados de lado. Deve-se deixar oportunidades para as possíveis alterações de estratégia.

Para alcançarmos esses conceitos, devemos tratar algumas características genéricas do empreendimento,

ao invés de se tentar soluções para problemas localizados. As características genéricas devem ser adaptadas a cada empreendimento e de maneira alguma podem ser consideradas como “fórmulas de sucesso”.

4 EXEMPLO: PROJETO DO EMPREENDIMENTO INFRA-ESTRUTURA ÁGIL PARA SISTEMAS DE MANUFATURA

Atualmente existem vários consórcios entre universidades e indústrias para a implementação da rede ágil de manufatura dos Estados Unidos. Aqui será analisado o consórcio chamado infra-estrutura ágil para sistemas de manufatura. Ele acontece entre a Universidade de Stanford, a Universidade da Califórnia (em Berkeley) e mais cinco empresas, entre elas Lockheed Missiles & Space Co, Martin Marietta e Texas Instruments.

Os resultados das pesquisas deste grupo são apresentados em um fórum, denominado AMEF (Agile Manufacturing Enterprise Forum). Foi criado a partir de uma recomendação apresentada no relatório de 1991 do Iacocca Institute. No fórum são apresentados os últimos avanços com relação aos empreendimentos ágeis americanos, além de ser uma tentativa de aceleração da disseminação desses conceitos em larga escala no meio industrial.

As empresas participantes do consórcio almejam “fazer e montar produtos a um custo mais baixo, com maior nível de qualidade, com menores tamanhos de lote, com menor risco e com menores tempos de processamento” (Tenenbaum *et al.*, 1996, p.2).

Para ser participante da rede ágil, as empresas devem ser **certificadas** pela rede. Uma vez certificada, ela poderá participar no mercado nas mesmas condições das empresas que já eram certificadas e, não há distinção entre “grandes” empresas e “pequenas” empresas. A distinção ocorre apenas entre as certificadas e as não certificadas. A certificação de empresas acontecerá com base em um grande número de características, entre as quais destacam-se o planejamento e a programação da produção, o controle de compras e de estoques, o controle do processo, a administração de ferramentas e acessórios, a capacidade de assessoria e desenvolvimento de projetos, etc. Essas características de operação estarão inter-relacionadas através de um *software* facilitador, sendo que o mesmo estará disponibilizando as informações para uma estrutura de informações.

A **estrutura de informações** será a ponte que liga a empresa ao empreendimento ágil de produção. Os dados da estrutura de informações deverão ter os mesmos formatos nas diversas empresas, permitindo o acesso de outros participantes. Tudo isso exige que empresas participantes do empreendimento devam possuir sistemas avançados de fabricação e controle. Outra característica peculiar é o nível de utilização de tecnologia de informação para obter e disponibilizar informações.

O consórcio espera que a rede ágil se transforme e cresça e para isso, estão prevendo três cenários distintos no decorrer de seu desenvolvimento. São eles (Tenenbaum *et al.*, 1996):

Cenário inicial: as empresas apresentam grandes dificuldades para desenvolver e trabalhar com os fornecedores, devido a problemas relativos a protótipos e produção JIT. Outro grande problema é a incompatibilidade entre sistemas de informações como por exemplo diferentes versões de CAD (*Computer Aided Design*) e diferentes *softwares* de monitoramento da produção.

Cenário para 18 meses: supõe-se que em 18 meses as empresas que estavam no início do empreendimento já estejam completamente integradas a um nível operacional. Nesse ponto, os índices de custos, capacidades e disponibilidades deverão estar acessíveis para os outros participantes da rede. Os pedidos serão eletrônicos e programados para serem executados no próximo dia. Os maiores problemas que poderão ocorrer nesta fase serão os picos de produção, as quebras de máquinas e a falta de materiais.

Cenário para 5 a 10 anos: nesse estágio, presume-se que a rede inicial de 5 empresas tenha se transformado em uma rede ágil de nível nacional. Pequenos fornecedores terão infiltração e poderão fornecer para todo o território americano. Várias condições de mercado mudarão. Oportunidades poderão aparecer como no caso de uma grande redução no preço de fornecimento de um determinado produto devido à ociosidade da capacidade de uma determinada empresa.

A infra-estrutura para a implantação da rede ágil deve alinhar as transações comerciais, a tecnologia de informação e a tecnologia de fabricação. Os elementos desses três fatores podem ser resumidos como (Tenenbaum *et al.*, 1996):

Transações comerciais: 1) acordos comerciais padronizados; 2) fornecimento pré-qualificado; 3) protocolos pré-definidos; 4) formulários padrão e

descrição de peças; 5) relações de custos padrão; 6) formatos compatíveis de troca de dados.

Tecnologia de informação: 1) ferramentas dos servidores; 2) ferramentas dos clientes; 3) ferramentas dos mediadores entre os servidores e os clientes.

Tecnologia de fabricação: 1) tempo de *setup* de máquinas; 2) tempo de mudança de produtos; 3) inspeção metodológica de peças em processo; 4) administração de ferramentas de corte; 5) documentação de fábrica simplificada e eficaz.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo de transformação da base produtiva dos Estados Unidos vai tender cada vez mais para um sistema semelhante à manufatura ágil. Os vários grupos que estão trabalhando com este assunto estão profundamente interessados na implantação e principalmente no funcionamento real desse novo sistema produtivo.

O principal ponto que tem induzido essa transformação são as necessidades do mercado consumidor. Cada vez mais este mercado vem cobrando dos produtores fatores como a preservação do meio ambiente ou a customização de certos itens. Outro ponto é o relativo sucesso que países em desenvolvimento têm conseguido no mercado internacional com a produção em massa de bens. A China e os Tigres Asiáticos são exemplos típicos. Países desenvolvidos perdem espaço, pois alguns elementos internos que afetam diretamente as empresas, como as exigências e aspirações da massa trabalhadora, são muito maiores.

A manufatura ágil é um sistema adequado a ambientes competitivos onde acontecem mudanças rápidas e o grau de incerteza é alto. Esse tipo de ambiente é muito mais freqüente em sociedades e mercados tecnologicamente avançados. Mesmo assim, devemos nos manter alertas para esse novo cenário considerando que historicamente temos consciência da importância dos critérios competitivos emergentes.

No Brasil, empresas competitivas têm buscado implantar elementos da produção enxuta. Isso de certa forma está alinhado aos empreendimentos que buscam agilidade,

pois os elementos da produção enxuta constituem-se pré-requisitos para um empreendimento ágil.

Não encontramos nenhuma referência que demonstrasse alguma análise de viabilidade do empreendimento sob o ponto de vista financeiro.

Para o momento, a manufatura ágil parece ser algo bem distante. Mesmo em um âmbito internacional, poucas empresas possuem um nível relativamente alto de tecnologia de fabricação ou de tecnologia de informação. Contudo, outros elementos como a importância do projeto organizacional podem ser facilmente incorporadas em nosso dia-a-dia.

6 BIBLIOGRAFIA

- [1] Goldman, Steven L.; Nagel, Roger N.; Preiss, Kenneth. *Agile Competitors: concorrências, organizações virtuais e estratégias para valorizar o cliente*. Tradução Klauss Brandini Gerhardt. São Paulo, Érica, 1995.
- [2] Iacocca Institute. *21st Century Manufacturing Enterprise Strategy: An Industry-Led View*. 2 volumes. Bethlehem, PA, Iacocca Institute, Lehigh University, 1991.
- [3] Kidd, Paul T. *Agile Manufacturing: Forging New Frontiers*. Wokingham, UK, Addison-Wesley, 1994.
- [4] Monden, Yasuhiro. Just-in-time production system. In: Salvendy, Gavriel (ed.) *Handbook of Industrial Engineering*. 2. ed. New York, Wiley, 1992. p.2116-30.
- [5] Reich, Robert B. *O trabalho das nações: preparando-nos para o capitalismo do século 21*. Tradução de Claudiney Fullmann. São Paulo, Educator, 1994.
- [6] Tenenbaum, Jay M.; Park, Hisup; Dove, Rick. *Agile Infrastructure for Manufacturing Systems (AIMS) - A Vision for Transforming the US Manufacturing Base*./Apresentado no Agility Forum. <http://www.agilityforum.org/>, 1996.
- [7] Womack, James P.; Jones, Daniel T.; Roos, Daniel. *A máquina que mudou o mundo*. 4. ed. Rio de Janeiro, Campus, 1992.



Sobre a Verax Consultoria

A Verax é uma empresa de consultoria especializada em gestão. Temos uma ampla gama de experiências e competências como pode ser consultado em www.veraxc.com/areas.htm. Os líderes da empresa já proveram serviços de consultoria para mais de 60 organizações de diferentes segmentos e tamanhos, em mais de 150 projetos.

Temos experiência de mais de 20 anos no segmento de produção industrial, com projetos nas áreas de planejamento, engenharia industrial e de produção, produtividade, otimização, etc. Já trabalhamos para os segmentos automotivo, autopeças, construção civil, construção naval e eletroeletrônico dentre outros.

Informações adicionais

Para informações adicionais você pode nos contatar em contato@veraxc.com ou visite nosso sítio de internet em www.veraxc.com.

Autoria e publicação

Emerson Colin, Roberto Quinino e Tamio Shimizu são os autores do documento. Emerson é sócio da Verax Consultoria.

O documento foi apresentado originalmente no congresso da SBPN.

Verax
consultoria

© Verax Consultoria, 2009
Tel: +55-11-3266-7000

Rua Pamplona, 1018 – cj 51 – Jardim Paulista
01405-001 – São Paulo – SP, Brasil