

## Capacitação do processo produtivo em uma empresa de alta tecnologia para a Customização em Massa

Cláudio Marcos Vigna (USP) [claudio.vigna@poli.usp.br](mailto:claudio.vigna@poli.usp.br)

Dario Ikuo Miyake (USP) [dariomiv@usp.br](mailto:dariomiv@usp.br)

### Resumo

*A customização é uma estratégia que tem sido adotada por um número crescente de empresas como diferencial competitivo. Seu objetivo é atender os anseios mais específicos dos clientes oferecendo produtos customizados. A busca destes objetivos requer profundas alterações nos seus processos de negócios das empresas. Uma mudança muito importante é quanto ao processo produtivo da empresa, uma vez que a adoção da customização ocasiona uma maior complexidade quanto ao fluxo de informação e de material. Customização em Massa é o novo paradigma de produção que permite à empresa customizar seus produtos e serviços sem perda excessiva de eficiência e conseqüente aumento de custo.*

*O presente artigo faz uma análise do processo produtivo de uma empresa de alta tecnologia, fabricante de computadores pessoais customizados. Será analisado como seus recursos e processos estão organizados e foram capacitados para operar sob a perspectiva da Customização em Massa. Será abordado também possibilidades de melhoria no atual processo produtivo com a aplicação do *postponement*.*

Palavras-chaves: Customização em massa, Processos produtivos, Capacitação.

### 1. Introdução

A maioria das empresas gostaria de produzir exatamente o que os clientes desejam e quando eles desejam. A habilidade de ser preciso não somente agradaria os clientes como reduziria os custos (HOLWEG e PIL, 2001). O mercado de produtos padronizados tende a se tornar hostil e de lucratividade decrescente. Desta forma as empresas são obrigadas a inovar a gestão de seu negócio, buscando alternativas para se manterem competitivas no mercado. É neste contexto que emergiu nos mercados mais desenvolvidos e competitivos a estratégia de Customização em Massa (CM).

A capacidade de operar sob o prisma da CM é um diferencial competitivo importante por ser difícil de ser alcançado (BROEKHUIZEN e ALSEM, 2002; SELLADURAI, 2004). A principal barreira para que as empresas possam efetivamente adotar a CM é a necessidade de realizar mudanças significativas em todos os processos de negócios da empresa (BROEKHUIZEN e ALSEM, 2002).

Selladurai (2004) afirma que a produção é considerada o coração do negócio, e apesar disto, existe um limitado número de publicações acadêmicas que tratam a questão do gerenciamento de operações em CM. Na mesma linha, Skipworth e Harrison (2004) relatam que embora existam na literatura muitas publicações sobre os benefícios do *postponement*, poucas são as publicações sobre a efetiva implementação desta prática. Já Broekhuizen e Alsem (2002), afirmam que são relativamente poucas as publicações sobre os fatores críticos de sucesso para efetiva

implementação da CM. Desta forma, o presente artigo considera os principais requisitos e elementos que capacitam os processos de uma empresa orientada à CM. Para tanto é apresentado um estudo de caso em que se analisa o processo produtivo de uma empresa de alta tecnologia fabricante de computadores pessoais (PC) que vem realizando esforços para desenvolver competitividade como adepta da CM.

## 2. Referencial teórico

O termo CM foi cunhado por Stan Davis em seu livro “Futuro Perfeito” de 1987, porém somente tornou-se mais conhecido no meio empresarial com a publicação do livro “Customização em Massa” por Pine (1993). Desde então, houve um gradual crescimento na quantidade de estudos sobre a CM.

Segundo Lau (1995) e Svensson e Barford (2002), o surgimento da CM se deve principalmente ao fato de que a tradicional estratégia de manufatura não era suficientemente responsiva para capacitar as empresas a enfrentar mudanças mais rápidas e freqüentes no mercado e o concomitante encurtamento do ciclo de vida do produto. A CM pode ser vista como uma abordagem resultante do aperfeiçoamento de processos tradicionais que aumenta sua flexibilidade, reduz o *leadtime*, garante altos índices de qualidade e mantém os custos competitivos. Neste sentido, a CM representa a evolução ou melhoria do paradigma da produção em massa (LAU, 1995; SAHIN, 2000).

Segundo Pine (1993), a CM é a produção em massa de bens e serviços que atendam aos anseios específicos de cada cliente individualmente a custos comparáveis aos dos produtos não customizados. Desta forma a proposta da CM é a de oferecer produtos únicos numa escala de produção agregada comparável a da produção em massa, a custos relativamente baixos (LAU, 1995). Vale salientar que a CM não visa a capacidade da empresa oferecer uma grande variedade de produtos, mas sim a capacidade de oferecer o produto desejado pelo cliente (BROEKHUIZEN e ALSEM, 2002).

Para disponibilizar o produto, tal como cada cliente deseja receber, a empresa precisa adotar modos de operação que possibilitem maior interação com seus clientes. Desta forma, a opção de organizar seus processos para a CM, leva as empresas à adoção da estratégia de produção *Build to Order* (BTO), pois os produtos customizados devem ser fabricados ou montados conforme cada pedido (SVENSSON e BARFORD, 2002; KOCHAN, 2003). Se uma empresa produzisse para estoque, a mesma teria de manter uma enorme quantidade de produtos acabados, cobrindo as mais variadas configurações que um cliente poderia encomendar, de tal forma que a adoção da CM se tornaria concomitantemente inviável.

### 2.1. Classificação das estratégias de produção

Existe na literatura diferentes taxonomias para estratégias de produção e, assim, muitas vezes uma mesma estratégia é referida por diferentes denominações, gerando dúvidas sobre qual denominação utilizar. Com o intuito de evitar tal problema, são apresentadas, a seguir, as principais alternativas de estratégia de produção. Pires (2004) apresenta quatro definições de estratégia de produção:

A. Produção para estoque (MTS –*Make to Stock*): Esta estratégia é caracterizada pela produção de bens com base em previsão de demanda (*forecast*). As vendas são atendidas a partir de estoques pré-existentes de produtos não customizados. A estratégia MTS tem como principais

vantagens a possibilidade de explorar economia de escala, o baixo custo da produção e a rapidez na entrega do produto; porém, tem desvantagens como alto custo de estoque e a impossibilidade de oferecer uma ampla variedade de produtos. A opção por esta estratégia dificulta, portanto, o atendimento de pedidos customizado.

B. Montagem sob encomenda (ATO – *Assemble to Order*): Esta estratégia é caracterizada pela manutenção de estoques de subconjuntos, componentes e materiais diversos até o recebimento do pedido do cliente contendo as especificações do produto final. Embora estas sejam selecionadas pelo cliente, as possibilidades de influenciar no o projeto do produto são muito limitadas. A customização pode ser operacionalizada com sucesso organizando os processos produtivos conforme a lógica do sistema ATO.

C. Produção sob encomenda (MTO – *Make to Order*): a alternativa do MTO caracteriza-se pela interação do cliente com o produto, isto é, o cliente pode participar no desenvolvimento do projeto básico. Esta estratégia permite à empresa oferecer um maior grau de customização ao cliente, quando comparada à estratégia ATO. Outra vantagem é a possibilidade de diminuição drástica dos estoques. Porém uma desvantagem desta estratégia está no fato de requerer um tempo mais longo para o atendimento de um pedido. Os clientes contudo desejam a entrega de produtos customizados em prazos cada vez menores.

D. Engenharia sob encomenda (ETO – *Engineering to Order*): É uma extensão do MTO, em que o projeto do produto é elaborado com grande interação com o cliente. É a melhor opção em termos de customização, pois oferece ao cliente, mais liberdade de escolha. Porém, é uma estratégia muito complexa, que se justifica somente quando há necessidade de específicos projetos como a construção de uma casa, fabricação de máquinas especiais, elaboração de móveis customizados, entre outros. Apesar de ser a estratégia que oferece o maior grau de customização, esta estratégia é incompatível com os custos e prazos menores requeridos pela CM.

Referência	BTF	BTO
Marketing	Sistema empurrado: venda a partir do estoque	Sistema puxado: produzido após o pedido do cliente
Produção	Focada na estabilidade da programação	Focada na demanda do cliente e na flexibilidade da cadeia de suprimentos
Logística	Em massa, sem diferenciação	Rápida, confiável, customizada.
Relacionamento com o cliente	O varejo detém o contato com o cliente	A empresa tem contato com o cliente e repassa a informação de demanda aos fornecedores
Gerenciamento da incerteza	Amortecimento da incerteza com estoques de produtos acabados	Amortecimento das incertezas com estoques de matéria prima e gerenciamento da informação
Estoques de produtos acabados	Alto nível de estoque	Baixo, restringindo-se basicamente aos estoques do varejo.

Fonte: GUNASEKARAN e NGAI (2004)

**Tabela 1:** Diferenças entre as estratégias BTF e BTO.

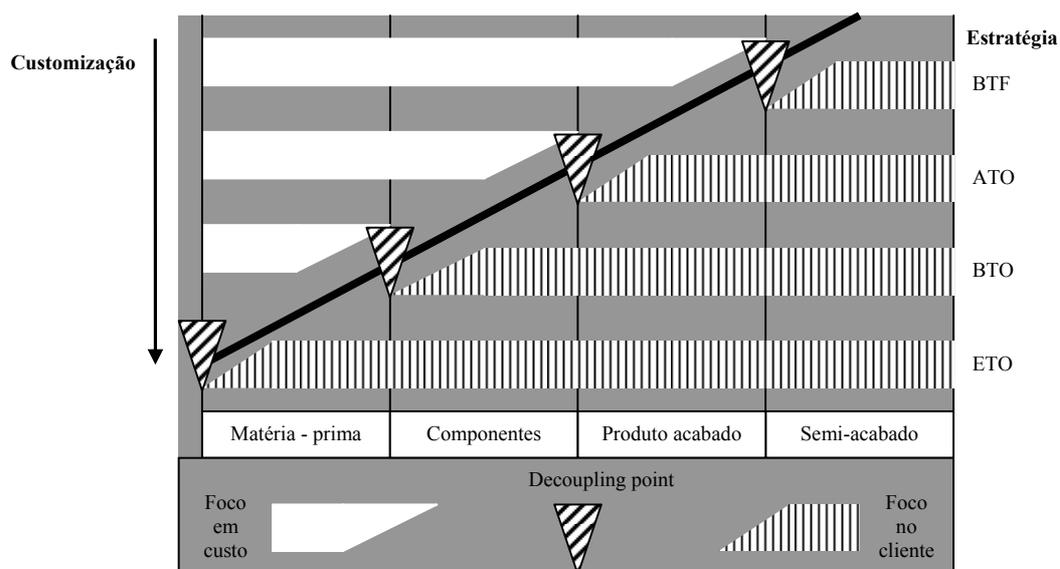
Além desta classificação apresentada por Pires (2004), outras definições têm aparecido na literatura, como o termo *Build to Order* (BTO). Para Gunasekaran e Ngai (2004), a estratégia

BTO é semelhante à estratégia MTO. Da mesma forma, Chen, Lu, Yu *et al* (2003) observam que a estratégia *Build to Forecast* (BTF) é semelhante à estratégia MTS. Com o intuito de evitar a falta de clareza que diferentes definições causam, no presente trabalho optou-se por adotar os termos BTO e BTF referindo-se respectivamente às estratégias MTO e MTS. A Tabela 1 apresenta as principais diferenças entre as estratégias BTF e BTO.

## 2.4 Ponto de inserção do pedido e *postponement*

Nesta seção são apresentados dois elementos importantes para a CM. O primeiro é o conceito do ponto de inserção do pedido, conhecido também como ponto de desacoplamento ou *Decoupling Point* (DP). Trata-se do ponto a partir do qual ocorre a diferenciação do produto no processo. O DP separa a parte inicial onde a manufatura é baseada em previsões de demanda da parte em que a manufatura é baseada em pedidos do cliente (ALFNES e STRANDHAGEN, 2000).

O segundo elemento é a prática do *postponement* ou a postergação da diferenciação do pedido. A chave da CM está em postergar o máximo possível a diferenciação do produto na cadeia de suprimentos para atender pedidos específicos de clientes (PARTANEN e HAAPASALO, 2004). Módulos e componentes padrão são produzidos em série e a configuração final do produto é customizada após o DP, atendendo as necessidades dos clientes (FEITZINGER e LEE, 1997; ALFNES e STRANDHAGEN, 2000; HOLWEG e PIL, 2001; SELLADURAI, 2004; PARTANEN e HAAPASALO, 2004). Desta forma, a postergação da diferenciação do produto na cadeia de suprimentos provê à empresa um meio de assegurar a flexibilidade, requerido pela CM (FEITZINGER e LEE, 1997; PARTANEN e HAAPASALO, 2004). No contexto da prática do *postponement*, os processos anteriores ao DP são admitidos menos críticos. Estes processos permitem manter o foco em custo e a busca da eficiência pode ser conduzida pela abordagem da PE (ALFNES e STRANDHAGEN, 2000). A postergação da diferenciação do pedido permite às empresas serem mais eficientes em custo, porém quanto mais à jusante estiver posicionado o DP, menor é o grau de customização do produto oferecido ao cliente, conforme ilustra a Figura 1.

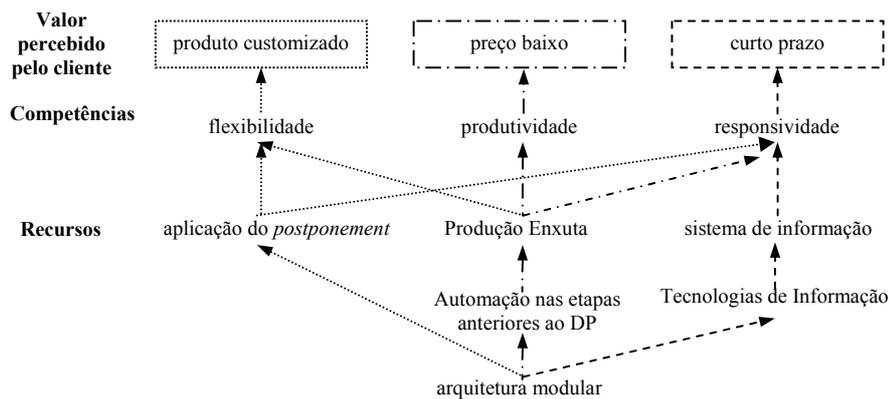


Fonte: adaptado de ALFNES e STRANDHAGEN, 2000

Figura 1 – Posicionamento do DP conforme o tipo da estratégia de produção

## 2.5 Capacitação em CM

Pronça (1999) define capacitação organizacional como sendo as habilidades específicas que nascem de combinações complexas de ativos, pessoas e processos da organização. Desta forma a capacitação organizacional pode ser entendida como a competência da empresa em executar com eficácia cada função que agrega valor ao cliente (MILLS, PLATTS, BOURNE *et al*, 2002). Mills, Platts, Bourne *et al* (2002) afirmam que as competências são construídas a partir da adequada articulação e coordenação dos recursos de uma empresa. Os mesmos autores criaram uma metodologia para avaliar as capacitações organizacionais, denominada “arquitetura de competências e recursos”. Segundo esta metodologia, para entender uma competência, é necessário, primeiramente, separar aspectos relacionados à percepção do cliente; a seguir, avaliar as competências técnicas e de apoio que sustentam esta percepção; e finalmente, decompor os recursos constituintes de cada tipo de competência. A Figura 2 apresenta a aplicação da metodologia de Mills, Platts, Bourne *et al* (2002), na estruturação da perspectiva analítica adotada neste trabalho para identificar as competências necessárias à implementação da CM em empresas que atuam no mercado de PC's.



Fonte: Adaptado de Mills, Platts, Bourne *et al* (2002)

Figura 2 – Competências necessárias para a CM segundo metodologia de Mill et al (2002).

## 3. Metodologia

Para investigar como uma empresa deve investigar seus recursos e processos para ser bem sucedida na adoção da estratégia de CM, o presente trabalho incluiu a realização de uma pesquisa de campo baseada no método do estudo de caso. A adoção deste método implica em investigar empiricamente um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto real em que as condições contextuais sejam altamente pertinentes ao fenômeno focado como objeto de estudo (YIN, 2001).

A empresa escolhida foi uma empresa nacional de grande porte do setor de alta tecnologia. Trata-se de um setor de concorrência acirrada onde as competências nos processos produtivos e no gerenciamento da informação são vitais para a sobrevivência no mercado. Isso tem motivado empresas líderes neste setor a introduzirem a possibilidade de customizar o produto aos clientes.

#### 4. Estudo de caso

Com o intuito de desenvolver uma visão sistêmica do processo produtivo da empresa a pesquisa de campo incluiu o trabalho de mapeamento do fluxo de materiais no chão de fábrica da empresa, desde a entrada de insumos, até a saída do produto acabado. O resultado deste mapeamento é apresentado pela Figura 3 no formato recomendado pela metodologia do Mapeamento do Fluxo de Valor (ROTHER e SHOOK, 1998).

No presente trabalho o processo de fabricação a empresa foi dividido em duas fases, a anterior e a posterior ao DP. A primeira fase, anterior ao DP, é uma fase caracterizada pelo fluxo de material empurrado e estratégia de produção BTF, enquanto a segunda fase, posterior ao DP, é caracterizada pelo fluxo de material puxado e estratégia de produção BTO.

- Capacitação na primeira fase

O processo tem início com a produção da base da placa mãe. Nesta etapa, que é automatizada, a tecnologia de automação desponta como um elemento importante de capacitação para a CM. Por ser uma etapa muito complexa, a automação do processo de montagem automática sobre a superfície da placa mãe permite à empresa obter a máxima eficiência no processo produtivo. O foco nesta parte do processo recai portanto em custo. A Figura 4 detalha o processo automatizado.

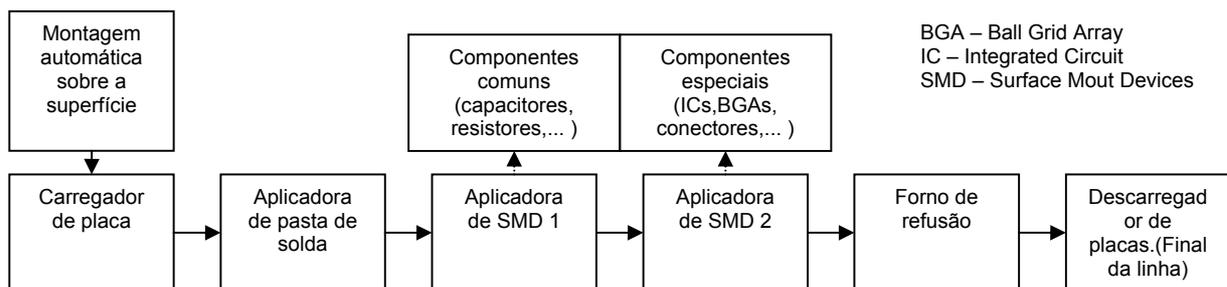


Figura 4 – Detalhamento do processo de montagem automática

Apesar de extremamente eficiente, a automação deve ser evitada, pois segundo Sahin (2000), a automação reduz flexibilidade e traz complexidade às máquinas. Assim a tarefa de complementação manual da placa mãe, não é automatizada devido à simplicidade da tarefa. Desta forma, o emprego da mão de obra cujo custo é relativamente baixo e oferece alta flexibilidade de processo atende eficazmente os propósitos desta tarefa. Neste ponto do fluxo o aproveitamento da flexibilidade da mão de obra em detrimento da automação representa um elemento capacitador para a CM. O que diferencia esta etapa da anterior é a complexidade da mesma, por isso a automação capacita a empresa na primeira e não capacita na segunda.

A primeira fase é portanto caracterizada pelo foco em custo, ou seja, a empresa opera totalmente conforme a lógica do sistema BTF, e desta forma direciona seus esforços para priorizar a eficiência e assegurar a estabilidade da programação da produção (GUNASEKARAN e NGAI, 2004).

- Segunda fase

A fase posterior ao DP é considerada como a fase crítica, uma vez que determina o tempo de entrega do produto e é a fase em que a customização propriamente dita é realizada. Segundo

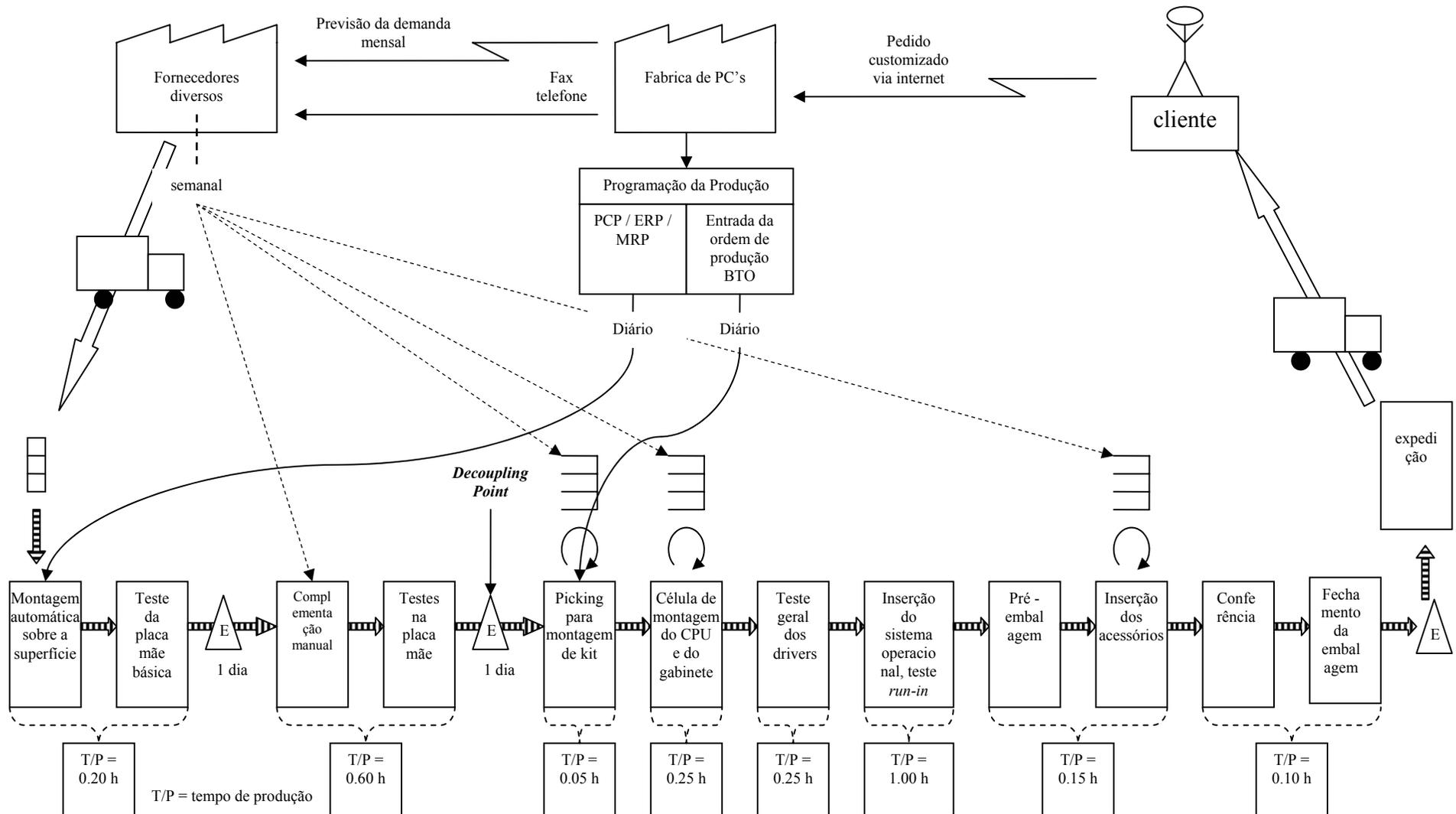


Figura 3 – Mapa do estado atual do chão de fábrica da empresa

Partanen e Haapasalo (2004) o tempo entre a inserção do pedido do cliente até a entrega é dado pelo tempo de customização e de distribuição. A segunda fase inicia-se a partir da entrada do pedido customizado do cliente. A partir de um estoque de componentes mantido para amortecer as variações da demanda, kits são montados na tarefa de *picking*. Na área de *picking*, a placa mãe é depositada num cesto que é colocado sobre uma esteira. Este cesto é então conduzido ao longo do supermercado donde os componentes do CPU são retirados. A operação de *picking* é realizada por meio de dois métodos distintos. O primeiro é baseado num *check-list* gerado a partir do pedido do cliente. Este *check-list* consiste de uma lista contendo a composição do requerido pedido. O sistema de informação que disponibiliza o *check-list* para a montagem do produto é um elemento habilitador para a CM.

O segundo método é o *pick-by-light*. Neste método, os componentes do pedido que devem ser coletados pelo operário na área de *picking* são identificados eletronicamente por *displays* luminosos. Este controle visual incrementa a produtividade na tarefa de *picking* minimiza os possíveis erros, e reduz desperdícios como retrabalho (CHEN, LU, YU *et al*, 2003). Desta forma, esta prática também constitui um habilitador para a CM.

A partir deste ponto começa a operação de montagem dos kits e do gabinete, para formar a unidade de processamento central (CPU) do PC. Os kits de componentes provenientes da área de *picking* são transportados por uma esteira no qual também é colocado o gabinete do produto especificado em cada pedido. A alimentação do gabinete é puxada através de um sistema Kanban. Ao longo da esteira existem células independentes onde o kit de componentes é montado no gabinete, formando o CPU propriamente dito. nestas células trabalham operários com habilidades múltiplas com um certo grau de autonomia.

A abordagem da produção celular possibilita capacitar o sistema de produção para a CM, uma vez que as células de montagem trazem flexibilidade para o processo (Miyake, 2005). A flexibilidade, segundo Pine (1993), é imprescindível para a CM. Assim, a mão de obra com habilidades múltiplas para o aumento da flexibilidade dos operadores tornam-se elementos fundamentais para a implementação da CM com sucesso (SAHIN, 2000; KARUPPAN, 2001). A Figura 5 ilustra a combinação da abordagem de produção celular e em linha para a montagem de PC's.

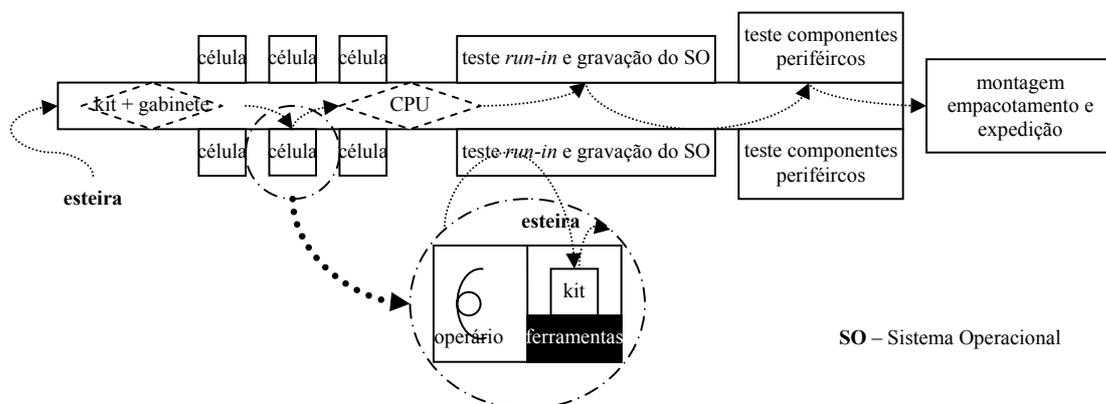


Figura 5 – Sistema de montagem de PC's

A inspeção da qualidade é a tarefa que precede à montagem do CPU, assim testes são realizados antes do empacotamento do produto. O CPU é levado pela esteira até os testes de *run-in* e de funcionamento dos *drivers*.

O teste de *run-in* é um teste de longa duração para verificar a qualidade do conjunto. Antes do processo de produção ter a configuração atual, a etapa de gravação do sistema operacional (SO) era executada logo após o DP, assim, o SO tinha de ser definido no início da segunda fase do processo, resultando em uma etapa adicional para o processo como um todo.

Capacitador		Benefícios para o processo produtivo	Valor gerado ao cliente
Primeira fase	Automação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Torna a linha de produção eficiente com foco em custo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• custo</li> </ul>
	Mão de obra qualificada	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Possibilita maior flexibilidade para a execução de tarefas específicas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• flexibilidade</li> <li>• custo</li> </ul>
Segunda fase	Sistema de informação eficiente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emite ordem de montagem com base no pedido do cliente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• responsividade</li> <li>• flexibilidade</li> </ul>
	Controle visual	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Através do <i>pick-by-light</i> é possível evitar desperdícios e aumenta a produtividade</li> <li>• Utilizado para facilitar a aplicação de Kanban</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• responsividade</li> <li>• flexibilidade</li> </ul>
	Treinamento dos operários	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Possibilita a aplicação da abordagem da produção celular que, por sua vez, traz mais flexibilidade ao processo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• flexibilidade</li> </ul>
	Bancada de montagem multi-funcional	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilita a abordagem de produção celular</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• flexibilidade</li> </ul>
	<i>Postponement</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eliminou desperdícios, postergando a gravação do SO para a etapa do teste de <i>run in</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• flexibilidade</li> <li>• responsividade</li> </ul>
	Autonomia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilita a aplicação da abordagem celular que por sua vez traz mais flexibilidade ao processo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• flexibilidade</li> </ul>
	Tecnologia de informação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permite rastrear o pedido durante a fabricação, e fazer a conferência final do pedido, além de contribuir para a acurácia na expedição</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• custo</li> </ul>
	Sistema Puxado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilita um melhor gerenciamento dos estoques</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• custo</li> <li>• flexibilidade</li> </ul>
	Mapa de flexibilidade	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aponta os operadores mais produtivos e flexíveis, que podem atuar nos gargalos da produção</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• flexibilidade</li> </ul>
Geral	ERP	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permite integração organizacional e conseqüente aumento da performance no atendimento de pedido</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• responsividade</li> <li>• flexibilidade</li> </ul>
	Métodos e processos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permite visualizar, racionalizar e controlar o fluxo do processo produtivo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• custo</li> <li>• flexibilidade</li> </ul>
	Arquitetura de produto modular	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permite à empresa disponibilizar um grau maior de customização sem perder flexibilidade ou responsividade</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• custo</li> <li>• flexibilidade</li> <li>• responsividade</li> </ul>
	5S	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A organização do espaço facilita o trabalho, eliminando desperdícios e aumentando a produtividade do operário.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• custo</li> </ul>
	Projetos de Kaizens	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Essas melhorias tem custo baixo, diminuem os desperdícios e aumentam a motivação e produtividade do operário</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• custo</li> </ul>
	Manutenção preventiva	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diminui quebra de máquinas, paradas repentinas e evita desperdícios</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• custo</li> <li>• responsividade</li> </ul>
	Internet	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Possibilita a venda de pedidos <i>on-line</i> e fácil interação do cliente com o processo de configuração do produto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• custo</li> <li>• flexibilidade</li> <li>• responsividade</li> </ul>

Tabela 2 – Elementos capacitadores e seu impacto no processo produtivo

Foi através da adoção do *postponement* que a etapa de gravação do SO foi postergada para ser realizada junto ao teste de *run-in*. Desta forma, esta atividade foi otimizada, trazendo benefícios

para o processo como um todo. A aplicação eficaz do *postponement* é um elemento capacitador para a CM. A chave da CM está em postergar o máximo possível a diferenciação do produto para atender o pedido específico de cada cliente (PARTANEN e HAAPASALO, 2004).

O teste de saída dos *drivers* e demais periféricos é realizado para averiguar se todos os atributos do CPU estão operando sem erros. Para isto o CPU é colocado numa célula de testes. Um operário altamente qualificado testa todas as saídas do equipamento. A competência da mão de obra é essencial neste teste, constituindo mais um elemento habilitador para a CM.

As tarefas seguintes são de empacotamento e *picking* de acessórios, para posterior conferência e expedição, que por sua vez é terceirizada. A tarefa de *picking* de acessórios é semelhante ao *picking* de kits para o CPU, sendo baseado nos métodos *check-list* e *pick-by-light*. A expedição não faz parte do escopo do presente artigo, porém vale ressaltar que a expedição é terceirizada, e a empresa utiliza todos os modais de transporte viáveis para entregar o produto dentro do prazo de entrega previsto ao cliente. Como o prazo de entrega é uma variável importante para a CM, a eficiência do sistema de distribuição é também um elemento habilitador para a CM. A distribuição tem de estar alinhada com a eficácia da produção, pois a redução do tempo de manufatura pode ser um esforço em vão, se a logística não estiver alinhada com esta estratégia (HOLWEG E MIEMCZYK, 2003).

A inspeção final é realizada para assegurar que todos os acessórios solicitados estão dentro do pacote que será entregue ao cliente. Esta tarefa é facilitada pela aplicação de um sistema código de barras. O código de barras permite o gerenciamento do andamento do pedido no processo de produção. Além destes elementos capacitadores, a empresa possui outras competências como a aplicação dos princípios de Produção Enxuta (PE). São aplicadas na empresa práticas como 5S, Kanban, controle visual de estoques, e melhoria contínua. A busca da CM nesta empresa tem sido também sustentado pela arquitetura de produto modular, manutenção preventiva, pessoal de suporte técnico atuante no processo produtivo e sistemas Planejamento de Recursos Empresariais (ERP). Na interface com o mercado o canal de marketing e atendimento ao cliente permite uma ágil interação entre o cliente e a empresa; via Internet, o cliente pode solicitar seu pedido customizado, e efetuar o pagamento. Todas estas práticas, que tornam os processos mais flexíveis e “responsivos” permitem a empresa operar prevendo um prazo de cinco dias para a entrega do produto, habilitando-a para a CM.

### **5. Possibilidade de aplicação do *postponement***

Nesta seção sugere-se a possibilidade de melhorar o processo produtivo da empresa através da aplicação do *postponement*. Esta possibilidade de melhoria foi endossada pelos próprios gerentes da empresa objeto de estudo que pretendem implementá-las. Na Figura 6 estão representadas duas situações. A superior representa o estado em que encontra-se atualmente o processo produtivo. O DP encontra-se no estoque de placa mãe básica, ou seja, no estoque de placa mãe sem componente.

Na nova situação, o DP encontra-se no estoque de CPU genérico. Entende-se como CPU genérico a montagem da placa mãe com componentes básicos e gabinete baseada no princípio de Pareto. Desta forma, ao receber um pedido customizado, a fase dois se inicia a partir de um CPU genérico. Se o pedido coincidir com o CPU montado, o processo terá andamento, avançando este CPU genérico para o empacotamento, *picking* de acessórios, conferência e expedição. Caso a

especificação do pedido seja diferente do da placa de CPU básica, este CPU genérico retorna à célula de montagem e o operário completa o CPU genérico de acordo com o pedido do cliente.

Esta postergação implica em estender a fase baseada na lógica do BTF, aumentando a programação empurrada em todo o processo. Conseqüentemente o tempo de customização será encurtado, uma vez que a quantidade de tarefas, e o tempo de execução das mesmas, serão menores.

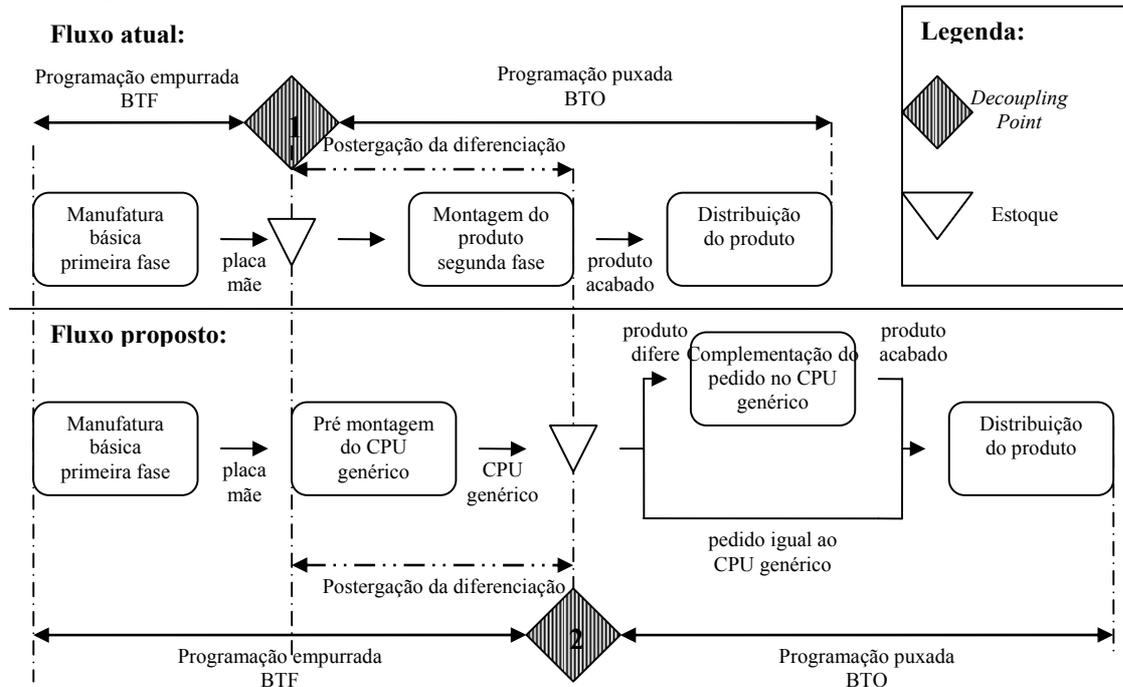


Figura 6 – aplicação do postponement para aumento da flexibilidade do processo e diminuição do lead time.

## 6.Considerações finais

O presente artigo apresentou um estudo de caso de uma empresa que tem focado seus esforços para manter-se competitiva, tornando-se mais flexível e “responsiva” a fim de oferecer a possibilidade de customização de seus produtos aos clientes.

Este artigo apresentou uma análise do processo produtivo da empresa investigada para avaliar como ela se capacitou para a CM. Tendo sido observado que a empresa é flexível e responsiva, tem práticas enxutas, operários com habilidade múltiplas, excelente canal de marketing para captação dos pedidos dos clientes, e um sistema de distribuição eficaz; constatou-se que esta empresa conseguiu desenvolver capacitações fundamentais para a CM. O estudo de caso possibilitou também a identificação de uma oportunidade de aplicação do *postponement* como forma de aumentar a flexibilidade e responsividade da empresa.

## 7.Referências Bibliográfica

- ALFNES, E., STRANDHAGEN, J. O., Enterprise Design for Mass Customization: The Control Model Methodology. *International Journal of Logistics*, July 1, V3, N2, pp. 111-125, 2000.
- BROEKHUIZEN, T. L. J., ALSEM, K. J., Success factors for Mass Customization: A conceptual model. *Journal of Market-Focused Management*, 5, 309-330, 2002.

- CHEN, R.S., LU, K.Y., YU, S.C., TZENG, H.W., CHANG, C.C. A case study in the design of BTO/CTO shop floor control system. *Information & Management*, 41 25-37, 2003.
- FEITZINGER, E., LEE, H., Mass customization at Hewlett-Packard: The power of postponement, *Harvard Business Review*, 75 (1) 116-121, 1997.
- GUNASEKARAM, A., NGAI, E. W. T., Build to order supply chain management: a literature review and framework for development. *Journal of operations management*, 2004.
- KARUPPAN, C. M., Strategies to foster labor Flexibility. *International Journal of Productivity and Performance Management*, V53, N6, pp. 532-547, 2004.
- HOLWEG, M., MIEMCZYK, J., Delivering the '3-day car' - the strategic implications for automotive logistics operations. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 9 63-71 2003.
- HOLWEG, M., PIL, F. K., (A) Successful Build-to-order Strategies: Start with the Customer, *MIT Sloan Management Review*, Fall 2001.
- KOCHAN A. Renault aligns production to market demand. *Assembly Automation*, V23, N4, pp. 331 - -335, 2003.
- LAMPEL J., MINTZBERG, H. Customizing Customization. *Sloan Management Review*, Fall, 1996.
- LAU, R. S. M. Mass Customization: The Next Industrial Revolution. *Industrial Management*, 37, 5, pp. 18-19, Sep/Oct 1995.
- MILLS, J.; PLATTS, K.; BOURNE, M.; RICHARDS, H. **Competing through competences**. Cambridge: Cambridge University Press, 2002.
- MINTZBERG, H. Generic strategies: toward a comprehensive framework. *Advances in Strategic Management* 5, 1-67, 1988.
- MIYAKE, D. I.A turnaround in the Japanese electronics industries: The shift from belt conveyor line to work-cell based assembly systems to cope with increasing demand variation and fluctuation. Thirteenth GERPISA International Colloquium, Jun 2005.
- PARTANEN, J., HAAPASALO, H. Fast production for order fulfillment: Implementing mass customization in electronics industry. *International Journal of Production Economics*, 90, p. 213-222, 2004.
- PINE B. *Mass Customization: the new frontier in business competition*. Cambridge, MA: Harvard University Press; 1993.
- PIRES, S. *Gestão da Cadeia de Suprimentos*, Editora Atlas, São Paulo, 309p, 2004.
- PROENÇA, A. Dinâmica estratégica sob uma perspectiva analítica: refinando o entendimento gerencial. **Arché**, ano VIII, n.23, p. 96-133, 1999.
- ROTHER, M., SHOOK, S. *Aprendendo a enxegar*. Lean Institute Brasil, São Paulo, 1998.
- SAHIN, F. Manufacturing competitiveness: Different systems to achieve the same results. *Production and Inventory Management Journal*, first quarter, 2000.
- SELLADURAI, R. S., Mass customization in operations management: oxymoron or reality. *The International Journal of Management Science*, 32, p. 295-300, 2004.
- SILVEIRA, D. G., BORENSTEIN, D., FOGLIATTO, F. S. Mass customization: Literature review and research directions. *International Journal of Production Economics*, 72, p.1-13, 2001.
- SKIPWORTH, H., HARRISON, A. Implications of form postponement to manufacturing: a case study. *International Journal of Production Research*, V.42, N. 10, 2063-2081, may 2004.
- SVENSSON, C., BARFOD, A. Limits and opportunities in mass customization for "build to order" SMEs. *Computers in Industry*, 49, p.77-89, 2002.
- YIN, R. *Estudo de caso: Planejamento e Métodos*. 2ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.