Capacitação das operações internas para a customização em massa: estudos de caso em indústrias brasileiras

Claudio Marcos Vigna, Mestre

Depto. de Engenharia de Produção — Escola Politécnica da USP
claudio.vigna@hotmail.com

Dario Ikuo Miyake, PhD

Depto. de Engenharia de Produção — Escola Politécnica da USP
dariomiy@usp.br

A Customização em Massa (CM) é uma estratégia de negócios que emergiu no meio empresarial em meados dos anos oitenta, e desde então tem sido adotada por empresas inovadoras interessadas no diferencial competitivo que ela pode propiciar. O sucesso na adoção da CM depende, contudo, de profundas alterações em áreas críticas da organização. Os objetivos do presente trabalho são: elucidar quais são essas áreas críticas, identificar elementos que capacitam as operações internas de produção para a CM e verificar a aplicabilidade destes elementos em diferentes setores industriais. Este artigo fornece uma estrutura conceitual sobre capacitação organizacional para CM que relaciona os elementos capacitadores para esta estratégia identificados em uma revisão da literatura. O modo como o sistema de produção e seus processos são organizados para sustentar efetivamente a busca da CM é investigado por meio de estudos de caso realizados em dois setores industriais: o automobilístico e o de computadores.

Palavras-chave: customização em massa, montadora de automóveis, fabricante de computadores

Mass customization (MC) is a business strategy that arose in the corporate scenario in the mid-80s and since then has been embraced by innovative companies interested in the competitive differential it may bring about. The successful adoption of MC, though, demands deep changes in critical areas of the organization. The purpose of this work is to elucidate which are these critical areas, to identify the elements that enable the internal production operations for MC, and to assess the applicability of these elements in different industrial sectors. This article provides a conceptual framework on the organizational capabilities for MC which relates the enabling elements for this strategy identified in a literature review. The way the production system and its processes are organized to effectively support the search of MC is examined by case studies carried in two industrial sectors: the automobile and computer industries.

Keywords: mass customization, car manufacturer, computer manufacturer

1 Introdução

O termo Customização em Massa (CM) foi cunhado por Stan Davis (1987) no livro *Futuro Perfeito*, mas a difusão de seu conceito no meio empresarial somente ganhou maior impulso com a publicação do livro *Customização em Massa: a nova fronteira de negócios* (PINE II, 1993).

Não obstante a CM seja apontada como uma estratégia de difícil implementação, empresas líderes nos mais variados setores têm procurado dedicar esforços e recursos

para atender à demanda por produtos customizáveis, uma vez que o mercado pode se tornar cada vez menos atraente à oferta de produtos manufaturados padronizados cuja lucratividade revela uma tendência decrescente (PINE II, 1993). Já o mercado de produtos customizados, conforme pedidos de clientes, pode oferecer um retorno financeiro maior às empresas que desenvolverem a capacidade de produzir exatamente o que os clientes desejam e entregar num prazo que estes estejam dispostos a esperar, a custos operacionais competitivos (HOLWEG, PIL, 2001).

Quadro 1 — Casos de customização em massa no mercado brasileiro

Empresa	Produto	Mote publicitário	Fonte
Conceição Bem Casados	Doces (bem casados, bem nascidos)	"... para as mais diferentes ocasiões, desenvolvemos embalagens exclusivas que contribuirão para o sucesso do seu evento"	www.conceicaobemcasados.com.br
Paramount Têxteis	Terno, blazer	"A partir de uma estrutura industrial, os mestres alfaiates farão ajustes de acordo com seu corpo"	www.alfaiatariaparamount.com.br
Whirlpool	Geladeira, fogão, lava-louça	"Com a linha YOU é assim... você monta um Brastemp com a sua cara"	www.brastemp.com.br
Dell	Notebook, computador	"São diversas opções de cores. Uma delas tem a sua cara"	www.dell.com.br
Volkswagen Caminhões e Ônibus	Caminhão	"Feitos sob medida para o seu negócio"	www.vwcaminhoes.com.br

Dadas as dificuldades de implementar a CM, o nível de adoção desta estratégia por parte das empresas ainda é baixo, pois customizar produtos em grande escala com eficiência exige mudanças significativas em muitos processos de negócio da organização. Por outro lado, empresas bem sucedidas na implementação de tal estratégia podem obter uma nova vantagem competitiva em relação à concorrência. Isso tem motivado certas empresas a buscarem a adoção da CM, já que em um futuro não muito distante, a capacitação para competir apoiando-se em tal estratégia tende até a deixar de ser um diferencial competitivo para se tornar um fator qualificador (HILL, 1993; SELLADURAI, 2004). Entretanto, a quantidade de publicações acadêmicas dedicadas ao estudo do projeto e gerenciamento do sistema de produção visando à CM ainda é relativamente pequena (SELLADURAI, 2004).

No Brasil, algumas iniciativas de busca dessa estratégia podem ser identificadas em empresas do setor automotivo bem como entre fabricantes de móveis, máquinas, aparelhos elétricos, artigos de vestuário e produtos químicos (MACHADO; MORAES, 2008). O Quadro 1 apresenta exemplos de produtos customizáveis oferecidos no mercado brasileiro em escala industrial, relacionados aos motes publicitários com que são anunciados, sugerindo o benefício da possibilidade de sua customização.

Contudo, estas evidências de promoção ou implementação da CM constituem casos isolados, e as empresas de manufatura no Brasil, em geral, ainda não estão efetivamente empenhadas na adoção deste sistema de produção. O paradigma de produção que prevalece nas indústrias brasileiras é o do sistema de "empurrar" produtos para abastecer mercados de produtos padronizados. Isso implica formas de organização e gestão da manufatura incompatíveis com os padrões de desempenho necessários a uma efetiva adoção da CM. Portanto, faz-se

necessário organizar referências conceituais sobre a CM, metodologias para planejar a implementação da CM e construção das capacitações necessárias para esta estratégia, que possam orientar os esforços de desenvolvimento e atualização das indústrias brasileiras.

Um requisito básico para conseguir operar efetivamente sob a perspectiva da CM é possuir as capacitações de processo requeridas por esta estratégia. O presente trabalho é um estudo de natureza exploratória, que tem como propósito identificar elementos fundamentais que capacitam uma empresa para a CM, bem como padrões de sua aplicação nas indústrias. O desenvolvimento do trabalho foi direcionado por três questões de pesquisa fundamentais, as quais são enumeradas a seguir:

Q1. Quais são os elementos que capacitam o processo produtivo a sustentar uma estratégia voltada à CM?

Q2-a. Como os elementos fundamentais para a capacitação em CM possibilitam que o processo produtivo alcance os requisitos de desempenho requeridos por esta estratégia?

Q2-b. Como os elementos para a capacitação em CM são aplicados em diferentes setores industriais em função do tipo de produto fabricado/montado?

Destas questões, a primeira busca um melhor entendimento sobre a estrutura requerida para a busca da CM enquanto as demais visam a um melhor entendimento da dinâmica e racionalidade do modo de operação aplicado em sistemas de CM. Devido à amplitude do tema, a fronteira de pesquisa foi restrita à análise dos elementos capacitadores no âmbito dos processos de produção internos a uma fábrica.

2 Fundamentação teórica

A CM é definida como a produção em massa de bens e serviços que atendam aos anseios específicos de cada cliente, individualmente, a custos semelhantes aos dos produtos não customizados. Dessa forma, a CM se propõe a oferecer produtos únicos a baixo custo, com prazo de entrega relativamente curto, num ambiente de produção em alto volume (DAVIS, 1987; PINE II, 1993; PILLER, MOESLEIN; STOTKO, 2004).

A CM pode ser entendida como uma evolução natural dos processos de negócios e dos padrões tradicionais de organização em direção a um aumento significativo da flexibilidade e agilidade da empresa, mantendo-se a competência de produzir com qualidade e a custos competitivos (LAU, 1995; SAHIN, 2000). A Figura 1 sugere que o tradicional sistema de produção em massa (PM) alavancou a transição da produção de produtos manufaturados, da escala de produção artesanal para a escala do mercado de consumo em massa às custas de uma drástica limitação da variedade de produtos a ser ofertada (padronização) e que, posteriormente, a Produção Enxuta (PE) possibilitou o atendimento da demanda por um *mix* ampliado de produtos desenvolvendo a flexibilidade de processos. Neste contexto, a emergência da CM pode ser entendida como uma extensão desta tendência iniciada pela PE de procurar oferecer produtos que possam satisfazer necessidades mais específicas dos consumidores.

Dentre as práticas que ajudam a capacitar uma empresa na busca da CM, aquelas que constituem a PE são consideradas por muitos autores como uma plataforma que facilita o avanço nesta direção (LAU, 1995; ALFNES; STRANDHAGEN, 2000; SAHIN, 2000; ANDERSON, 2004). Isso se deve especialmente ao fato da PE ter se consolidado como o principal meio para a construção de fluxos de produção que tendo como premissa a criação de valor na visão dos clientes, sejam capazes de operar de modo eficiente e rápido, mas também flexível para acomodar a demanda por maior variedade de produtos (DA SILVEIRA *et al.*, 2001).

Figura 1 – Evolução dos paradigmas de produção da PM à CM.

2.1 Customização em massa e a estratégia de produção Build to Order

Um dos fatores imprescindíveis à adoção da CM é a existência de um meio de interação entre a organização e o cliente que possibilite produzir e entregar um produto tal como cada cliente deseja receber. A busca da efetiva implementação da CM induz à adoção da estratégia de produção *Build to Order* (BTO) (SVENSSON; BARFORD, 2002; KOCHAN, 2003; ANDERSON, 2004; GUNASEKARAN e NGAI, 2005). Caso uma organização decida oferecer a possibilidade de customização do produto, mas continue a produzir para estoque (*Make to Stock* – MTS) a partir de previsões de demanda, ela teria de manter um enorme estoque de produtos acabados para dar cobertura a uma miríade de configurações de produto que os clientes poderão encomendar, e isso tornaria a adoção da CM inviável. Por esta razão, muitas empresas têm procurado viabilizar a estratégia de produção BTO agilizando a transferência do pedido do cliente à produção e tornando seus processos capazes de reagir mais rapidamente para facilitar a busca da CM (HOLWEG; PIL, 2001).

2.2 Capacitação organizacional

É imperativo que o planejamento e a gestão das operações estejam devidamente alinhados à estratégia competitiva da empresa para contribuir com objetivo maior de maximização dos lucros, e que, para isso, contemplem prioridades como a demanda, as condições da concorrência e os resultados. Contudo, é crescente o entendimento de que os planos e decisões dos gestores devem também estar firmemente balizados no conhecimento dos recursos de que dispõem, bem como daqueles que faltam. Esta abordagem é conhecida como *Resource Based View* (RBV), ou visão baseada nos recursos organizacionais (WERNERFELT, 1984).

Na perspectiva da RBV, uma vez conhecido o perfil dos recursos que constituem uma organização, seria possível encontrar o nicho de mercado a que melhor ela se adapta e, assim, maximizar seu lucro. Ela também enfatiza que no âmbito de um determinado mercado, o fato de uma concorrente já possuir os recursos mais adequados para nele competir afeta o lucro das demais organizações. Assim, o gerenciamento estratégico de organizações com base na abordagem da RBV oferece uma perspectiva distinta da abordagem que privilegia a visão voltada ao mercado conhecida como *Market Based View* (MBV) (WERNERFELT, 1984; GAGNON, 1999).

Uma das principais motivações do planejamento estratégico baseado na RBV é desenvolver os recursos organizacionais necessários para criar novos atributos qualifica-

dores e ganhadores de pedido que venham a fortalecer a competitividade. Esta forma de conduzir o planejamento da estratégia de operações deve ser suportada por capacidades operacionais ancoradas em processos e rotinas organizacionais adequados (GAGNON, 1999).

Vale notar que no passado muitas empresas já falharam tentando implementar a CM. Tais fracassos suscitaram a dúvida se a CM realmente propicia vantagens competitivas. Hoje, sabe-se que muitas tentativas infrutíferas de implementação da CM cometeram o equívoco de manter o planejamento de sua estratégia de negócio orientado somente pelo mercado, e esperar que seus sistemas produtivos se adequassem às novas demandas impostas pela necessidade de customizar. Para obter sucesso num negócio de produtos customizados, as empresas precisam antes capacitar suas operações para poderem vislumbrar os lucros que estas mudanças podem proporcionar (GAGNON, 1999). Mills *et al.* (2002) definem o conceito de capacitação conforme segue:

- **Recurso Organizacional:** Pode ser entendido como um ativo que a organização possui, ou a que tem acesso, ainda que temporariamente, podendo ser bens físicos ou intangíveis como conhecimentos, habilidades específicas, além de experiências.

- **Técnica Operacional:** Meio de articular e coordenar efetivamente determinados recursos.

- **Competência Funcional:** Uma área funcional é delimitada por um conjunto de atividades voltadas a um fim prático. Em uma estrutura organizacional funcional, cada área responde pela função que lhe foi designada na organização. Assim, entende-se a competência funcional como a habilidade de gerenciar efetivamente as atribuições de uma dada área.

- **Capacitação Organizacional:** Capacitação no nível macro que uma organização alcança pelo desenvolvimento de um conjunto de competências funcionais.

A Figura 2 ilustra a estrutura de relacionamento entre capacitação organizacional, competência funcional, técnicas operacionais e recursos organizacionais. Segundo essa concepção, uma competência funcional é construída a partir dos elementos da base, pela aplicação de deter-

minadas técnicas operacionais de articulação e mobilização dos recursos organizacionais disponíveis. Analogamente, uma adequada combinação de competências organizacionais pode culminar com o desenvolvimento de uma capacitação organizacional, que, em última instância, confere uma vantagem competitiva à organização.

Figura 2 — Capacitação organizacional sob a perspectiva de competências, técnicas e recursos.

Vale salientar que a formação das competências funcionais, a rigor, não envolve apenas a disponibilização de recursos organizacionais e técnicas operacionais; ela depende de ações e conhecimentos que promovam a exploração do conjunto formado por estes elementos na implementação de estratégias bem definidas. A construção de uma sólida capacitação organizacional que sustente uma estratégia voltada à CM depende, portanto, do desenvolvimento de competências pelas áreas funcionais envolvidas de forma alinhada a este direcionamento estratégico.

2.3 Capacitação para a customização em massa

A literatura sobre gestão estratégica da manufatura considera que o modo como uma empresa planeja e controla aspectos como custo, qualidade, flexibilidade de produto, flexibilidade de processo, confiabilidade e disponibilidade do produto, entre outros, influencia o desempenho operacional de seu sistema de produção e que, dependendo da estratégia de negócio a ser buscada, alguns se revestem de maior relevância (SLACK, 1993; HAYES; WHEELWRIGHT, 1984; BOLWIJN; KUMPE, 1990; HILL, 1993). Para ser bem sucedida na implementação de uma estratégia voltada à CM, é preciso que a organização priorize a adequação de seus processos operacionais para dotá-la de competências internas que possibilitem atingir desempenho competitivo especialmente em relação aos atributos-chave relacionados no Quadro 2.

Quadro 2 — Atributos-chave para a Customização em Massa.

Atributo	Descrição
Flexibilidade	O produto em si, seus processos de produção e a organização devem ser flexíveis para customizar o produto conforme a configuração pedida pelo cliente
Agilidade	O tempo de entrega de um produto customizado deve ser curto
Qualidade	O produto customizado deve satisfazer padrões de qualidade (conformidade) semelhantes aos de produtos padronizados
Custo	O produto deve ser customizado a um preço competitivo em relação ao de produtos não customizados

Segundo Svensson e Barford (2002), a capacitação em CM requer excelência de desempenho nas áreas funcionais de todas as operações envolvidas. Mais especificamente, Vigna e Miyake (2006a) sugerem que a capacitação pode ser obtida pelo desenvolvimento de competências funcionais em cinco áreas consideradas críticas para a CM, quais sejam:

- **Planejamento do produto e processo** que precisa desenvolver produtos que atendam às necessidades do cliente e não comprometam a eficiência dos processos operacionais;
- **Logística de abastecimento** que atua no relacionamento da organização com seus fornecedores e abrange as operações da logística de abastecimento;

• **Operações internas** que abrangem as operações do sistema de produção, bem como as operações de logística interna;

• **Logística de distribuição** que abrange as operações da logística de distribuição do produto, da expedição à entrega ao cliente;

• **Marketing e vendas** que abrangem os diferentes canais de promoção bem como as operações de captura de pedidos.

A Figura 3 ilustra o relacionamento entre recursos organizacionais e técnicas operacionais e a formação de competências funcionais nestas cinco áreas para sustentar a capacitação em CM.

Figura 3 — Fundamentos e pilares para a sustentação da CM.
(elaborada com base em Pine II (1993); Mills *et al.* (2002); Gunasekaran; Ngai (2005))

3 Metodologia

O desenvolvimento deste trabalho foi dividido em duas etapas. Inicialmente, a investigação da questão Q1 – “Quais são os elementos que capacitam o processo produtivo a sustentar uma estratégia voltada à CM?” a qual apoiou-se na realização de um levantamento bibliográfico para se identificar os principais elementos capacitadores (*enablers*) no âmbito das Operações Internas do sistema de produção considerados na literatura. Os resultados desta revisão bibliográfica estão organizados na seção 4.

Em seguida, para a investigação das questões Q2-a e Q2-b, foi realizado um estudo preliminar com a finalidade de explorar, no contexto da indústria brasileira, setores nos quais empresas que no passado fabricavam em massa apenas produtos padronizados, estão se mobilizando para a estratégia de oferecer ao consumidor final a possibilidade de customizar o produto que pretende adquirir.

A identificação de tais setores foi baseada em evidências de empresas que já customizam em massa seus produtos em determinados países onde as práticas de competição

e de interação com o consumidor estão mais evoluídas. O Quadro 3 lista exemplos de empresas que oferecem produtos que podem ser configurados pelo cliente em mercados em que a disseminação de iniciativas de CM está mais avançada que no mercado brasileiro.

Após este levantamento, foram realizados contatos com empresas dos mesmos setores que atuam no mercado brasileiro para verificar se elas possibilitam a customização de seus produtos. Dentre os setores contemplados nesse levantamento, mereceram destaque os setores de alta tecnologia (fabricantes de computadores) e o automobilístico (montadoras de automóveis), por contarem com empresas de grande porte que já se encontram em fase de planejamento ou de implantação da CM no mercado brasileiro. Tais movimentos refletem os esforços de busca da CM que algumas das empresas líderes nestes dois setores vêm empreendendo em países mais industrializados. Em seu estudo sobre o planejamento e desenvolvimento de competências de manufatura ágil para sustentar a CM, Brown e Bessant (2003) realizaram a pesquisa de campo na indús-

Quadro 3 – Exemplos de empresas com iniciativas de customização em massa no exterior.

Setor	Empresa/Marca	Produto	País em em que oferece customização
Alimentos	Mars	Confeitos de chocolate	EUA
Alta tecnologia	Dell	Computadores	EUA
Alta tecnologia	Sony	Computadores	Japão
Automóveis	Renault	Automóveis	França
Automóveis	Toyota	Automóveis	Japão
Calçados	Nike	Tênis	EUA
Ciclismo	Panasonic	Bicicletas	Japão
Mobiliário	Inwerk	Móveis/equipamentos de escritório/cozinha	Alemanha
Relógios	Citizen	Relógios de pulso	Japão
Vestuário	Ralph Lauren	Camisetas, camisas	EUA

Fonte: Sites oficiais das empresas na *www (world wide web)*.

tria norte-americana e identificaram casos de fábricas nestes mesmos setores que aspiram a atingir a capacitação em CM por entenderem ser esta uma estratégia crucial para sua sobrevivência.

Assim sendo, no presente trabalho estes setores foram selecionados para a realização de uma pesquisa de campo visando à investigação das questões Q2-a e Q2-b. Tal escolha foi também motivada pelo fato de serem setores industriais que frequentemente se posicionam na vanguarda em termos de adoção de práticas e tecnologias mais modernas tanto de manufatura como de gestão de operações.

Para a investigação destas duas questões de pesquisa, dada a natureza das mesmas, foi adotada uma abordagem do tipo qualitativa baseada no procedimento do estudo

de caso. Como unidades de estudo, foram selecionados os casos de duas fábricas, sendo uma em cada setor considerado. Ambas as fábricas estão instaladas no Estado de São Paulo. A coleta de dados apoiou-se no método de observação direta, sem ações de intervenção. Em ambas as fábricas, foram entrevistados pelo menos dois gestores da média gerência seguindo um roteiro semiestruturado e, posteriormente, foram mantidos contatos com os mesmos para validação de dados coletados e elucidação de questões específicas identificadas na visita ou reunião. Na condução do trabalho de campo, as observações e levantamentos de dados foram direcionados para se poder entender como a aplicação de elementos capacitadores contribui para o atendimento dos requisitos de desempenho para CM apresentados no Quadro 2 e ilustrados na Figura 4.

Figura 4 — Requisitos de desempenho para CM e sua relação com elementos capacitadores

4 Competência funcional em operações internas

O levantamento bibliográfico visando à identificação de elementos que capacitam o processo produtivo a sustentar uma estratégia voltada à CM possibilitou a identificação de um conjunto de 15 referências, entre livros e artigos publicados em periódicos acadêmicos voltados a áreas como Produção, Gestão de Operações, Administração de Empresas, Logística e Planejamento Estratégico. As competências em operações internas apontadas como relevantes para a capacitação em CM pelos autores considerados

podem ser agrupadas em cinco categorias abrangentes como sintetiza a Tabela 1.

Os trabalhos considerados compartilham a perspectiva exposta na Figura 2, de que estas competências resultam da utilização bem articulada de recursos organizacionais e técnicas operacionais. Os elementos capacitadores destacados de um modo mais específico pelos mesmos como balizadores da competência funcional em Operações Internas para implementação da CM estão organizados conforme sua natureza na Tabela 2.

Tabela 1 — Competência funcional em operações internas para CM.

Competências	Referências														
	Sahin, 2000	Anderson, 2004	Fine, 1999	Pine II, 1993	Oleson, 1998	Partanen e Haapasalo, 2004	Kochan, 2003	Alfnes e Strandhagen, 2000	Svensson e Barford, 2002	Selladurai, 2004	Lau, 2005	Karuppan, 2004	Holweg e Pil, 2001	Holweg e Miemczyk, 2003	Feitzinger e Lee, 1997
Construção de fluxos com <i>lead time</i> reduzido	X	X		X	X	X	X	X		X		X		X	X
Assimilação dos princípios de produção enxuta (PE)	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X		X		
Desenvolvimento de recursos humanos	X			X		X	X	X	X		X		X		
Desenvolvimento de processos flexíveis com <i>setup</i> rápido	X	X		X			X					X	X		
Integração das áreas funcionais		X	X	X	X				X	X				X	

Tabela 2 — Elementos capacitadores em Operações Internas para CM.

Elementos		Referências														
		Sahin, 2000	Anderson, 2004	Fine, 1999	Pine II, 1993	Oleson, 1998	Partanen e Haapasalo, 2004	Kochan, 2003	Alfnes e Strandhagen, 2000	Svensson e Barford, 2002	Selladurai, 2004	Lau, 2005	Karuppan, 2004	Holweg e Pil, 2001	Holweg e Miemczyk, 2003	Feitzinger e Lee, 1997
Técnicas Operacionais	Processo de produto com arquitetura modular	X	X	X	X		X			X	X	X			X	X
	Job rotation e treinamento cruzado	X					X	X	X	X		X		X		
	Postponement no processo de produção	X	X		X		X	X			X			X		
	Maior autonomia da mão de obra	X						X	X		X		X			
	Acionamento da produção via fluxo puxado	X	X		X	X		X	X							
	Sistema de rastreamento do pedido do cliente no "chão de fábrica"					X				X						
Recursos Organizacionais	Mão de obra multifuncional	X	X		X		X	X	X	X		X		X		
	Tecnologias avançadas de manufatura	X	X		X	X		X		X		X	X			
	Software de gestão integrada (ERP)		X			X			X			X				

5 Estudos de caso

O objetivo dos estudos de caso foi de, num primeiro momento, buscar subsídios para um melhor entendimento do modo “como os elementos fundamentais para a capacitação em CM possibilitam o processo produtivo alcançar as prioridades competitivas requeridas por esta estratégia” (Q2-a). Para isso, na pesquisa de campo realizada junto à fábrica da montadora de automóveis e do

fabricante de computadores, procurou-se examinar como os elementos apresentados na Tabela 2 são aplicados em seu sistema produtivo. Os casos estudados são apresentados nas duas seções seguintes. Em seguida é apresentada uma análise comparativa dos padrões de aplicação dos elementos capacitadores para CM nos dois setores industriais investigados (Q2-b).

5.1 Caso de uma montadora de automóveis

A empresa objeto de estudo é uma montadora de automóveis multinacional que atua nos segmentos de veículos de passeio e utilitários. Esta empresa foi selecionada como objeto de estudo por já produzir e vender alguns modelos de automóveis configurados pelo cliente final no mercado alemão e pela sua potencial vocação para adotar a estratégia de CM no Brasil. No decorrer da pesquisa, constatou-se que esta empresa vem desenvolvendo esforços para migrar gradativamente para a CM, como ilustra a Figura 5.

Nos anos oitenta, esta empresa produzia veículos de acordo com a previsão de demanda preparada pelo seu departamento de marketing e os clientes adquiriam somente automóveis já produzidos e disponíveis no estoque. A partir de meados dos anos noventa, a empresa começou a produzir

automóveis conforme encomendas feitas pelas concessionárias de sua rede de distribuição. Esta mudança foi motivada pela percepção de que estas demonstravam melhor sensibilidade para capturar as preferências dos clientes.

Atualmente, esta montadora está desenvolvendo esforços para poder migrar para o sistema planejado no cenário 3 da Figura 5, em que o cliente final encomenda um veículo customizado cuja configuração é definida por intermédio de uma concessionária. Uma vez constatada esta tendência de promover a CM, a pesquisa foi direcionada à análise da competência funcional de suas operações internas para a produção de veículos com configuração customizada.

A partir das observações realizadas nesta empresa, foi elaborado um Mapa do fluxo de valor de seu processo de produção de automóveis, conforme proposto por Rother e Shook (1998). O mapa obtido para o atual fluxo de valor no nível macro é apresentado na Figura 6.

Figura 5 — Evolução das estratégias de produção e distribuição na montadora de automóveis.

Figura 6 — Mapa do fluxo de valor da montadora de automóveis.

Dada a enorme quantidade de operações que constituem este fluxo, o desenho do mapa foi sintetizado agregando-se as operações de acordo com suas similaridades em quatro etapas básicas, os quais são enumerados a seguir na mesma sequência em que ocorrem no fluxo de produção de um automóvel:

1. Operações da Estamparia: As operações são, em geral, acionadas por meio de um sistema MRP, porém, podem ser também acionadas para repor supermercados de peças localizados antes da Armação. Nesta etapa, a produtividade nos processos de estampagem é considerada como um indicador crítico para se minimizar o custo unitário das peças.

2. Operações da Armação: Abrangem as operações do processo de construção da estrutura do veículo. Esta etapa é executada numa linha de montagem onde é intensa a utilização de robôs que suportam a flexibilidade de produto e de *mix*.

3. Operações de Pintura: Nesta etapa, a utilização de robôs é intensa, mas seu *lead time* é longo, devido à complexidade de programação da pintura. Esforços de melhoria contínua para *setup* rápido estão em andamento.

4. Operações de Montagem Final: Esta é a etapa mais crítica de todo o processo de montagem do veículo, pois

é puxada pelos pedidos colocados pelas concessionárias para atender tanto pessoas físicas como jurídicas, e é nela que a maior parte das atuais possibilidades de customização é embutida no produto.

Na Figura 7, é apresentada uma descrição mais detalhada dos fluxos nas operações de Montagem Final. Vale salientar que para sustentar a CM, as sublinhas adjacentes à linha de montagem final devem ser capazes de fazer entregas de partes e componentes de modo sincronizado à sequência programada para a linha de montagem final. Neste cenário, as sublinhas precisam funcionar como se formassem um conjunto de engrenagens interligadas de modo que a falta de um dente em qualquer engrenagem, afeta seriamente o resultado da montagem do produto final. Esta sincronização de fluxos é denominada *Just-in-sequence* (JIS).

A Tabela 3 resume os principais elementos observados no caso da montadora estudada, que dão suporte à competência para CM em Operações Internas. Os elementos são apresentados em três grupos, quais sejam: 1. Elementos da Armação e Pintura; 2. Elementos da Montagem Final; e 3. Elementos Transfuncionais. Estes últimos se referem aos elementos compartilhados por mais de uma área funcional da empresa.

Figura 7 – Operações de Montagem Final.

Tabela 3 — Elementos capacitadores para a CM e seu impacto no processo produtivo de uma montadora de automóveis.

Área	Elemento	Benefícios para o processo produtivo	Requisitos de desempenho
Armação e Pintura	Sistema de programação da produção	Sequência e emite ordens de montagem com base nos pedidos dos clientes	agilidade flexibilidade
	<i>Just-in-time</i> (JIT)	Minimiza a necessidade de componentes e insumos em estoque	custos agilidade
	Robôs	Robôs com capacidade de executar diferentes operações conforme o modelo ou cor do veículo	flexibilidade
	<i>Setup</i> rápido	Diminui o tempo de <i>setup</i> do processo de pintura	agilidade flexibilidade custo
Montagem final	Sistema de rastreamento de produto	Permite acompanhar o processamento de cada veículo Utilização de <i>palmtops</i> para acessar informações sobre cada veículo e atualizar seus dados individuais	custo qualidade agilidade
	Código de barras	Facilita e torna mais confiável o fluxo de informação e possibilita o controle de montagem final do veículo, etapa por etapa	qualidade agilidade flexibilidade
	<i>Just-in-sequence</i> (JIS)	Agiliza a montagem de veículos customizados	agilidade flexibilidade
	Treinamento dos operadores	Capacita os operadores para a montagem sequenciada conforme o sistema JIS	agilidade flexibilidade
	Autonomia	Permite ao operador tomar decisões operacionais sem necessidade de aguardar autorização de um líder	qualidade
	Processo de produto com arquitetura modular	Como os produtos têm uma estrutura modular, componentes como o motor tem uma variedade bem limitada, mas podem constituir diversos produtos	flexibilidade agilidade custo
	Mão-de-obra multifuncional	Facilita a realocação de operadores polivalentes, por exemplo, para ajudar nos gargalos da produção	flexibilidade
Trans-funcional	<i>Software</i> de gestão integrada (ERP)	Viabiliza a integração organizacional e, consequentemente, agiliza o atendimento dos pedidos	agilidade flexibilidade
	Internet / EDI	Possibilita a venda <i>on-line</i> e facilita a interação do cliente com o processo de configuração do produto	custo flexibilidade agilidade

5.2 Caso de um fabricante de computadores

A empresa fabricante de computadores estudada pertence a um grande grupo econômico nacional. A fábrica visitada neste estudo iniciou suas atividades produzindo computadores padronizados para estoque, mas também produz por pedido, inclusive computadores customizados. Assim como no estudo de caso anterior, nas visitas

realizadas, o processo produtivo foi observado e descrito conforme a metodologia do Mapeamento do Fluxo de Valor (ROTHER; SHOOK, 1998). A Figura 8 exibe o mapa do fluxo de valor considerado neste caso. A partir desta visão geral, o sistema produtivo foi analisado para se identificar os elementos que capacitam as operações internas a suportar a estratégia de CM.

Figura 8 — Mapa do fluxo do valor da fábrica de computadores.

Figura 9 — Sistema de montagem de computadores.

Para contemplar o fluxo mapeado com mais clareza, o processo produtivo foi dividido em duas fases, a anterior e a posterior à posição conhecida como “ponto de desacoplamento” (PD) ou *Decoupling Point* (VIGNA; MIYAKE, 2006b). A fase anterior ao PD é uma fase em que a produção de itens para estoques intermediários é acionada pela lógica de “empurrar” o fluxo de material. Já a fase posterior ao PD é caracterizada pela lógica de “puxar” o fluxo dos materiais necessários para atender ordens de produção disparadas conforme os pedidos dos clientes (BTO).

O processo anterior ao PD é basicamente responsável por manter abastecido o estoque de placas que alimenta a fase posterior ao PD. Por ser empurrada, esta fase inicial tem foco na eficiência operacional de suas operações e na estabilidade do programa de produção.

A fase posterior ao PD é a fase mais crítica de todo o processo, uma vez que tem impacto no tempo de entrega do produto e é a fase em que ocorre a configuração final do produto, seja este um modelo padronizado ou customizado. Esta fase é alimentada pela entrada dos pedidos enviados pelos clientes, via internet, contendo as especificações do produto que desejam. O uso de um

software de gestão integrada (ERP) possibilita planejar e acompanhar o processamento de cada pedido. A partir das especificações destes pedidos, faz-se a tarefa de *picking* em que os componentes a serem enviados para montagem são separados. A execução da operação de *picking* é simplificada e é agilizada pelo uso da tecnologia *pick-by-light*. Por meio deste recurso, os componentes que devem ser montados em cada produto são indicados por meio de displays luminosos acionados eletronicamente facilitando sua separação física nos estoques. Este controle visual agiliza a preparação de *kits* específicos, reduz a documentação em papel, incrementa a produtividade e minimiza o risco de erros (CHEN *et al.*, 2003).

Em seguida, começa a operação de montagem do gabinete e dos componentes inclusos nos *kits* para formar a unidade central de processamento (CPU em inglês) do computador. Este conjunto é montado em células de montagem. Cada célula de montagem é constituída por uma bancada de montagem multifuncional em que um operador executa diversas tarefas trabalhando com grande autonomia. A adoção da abordagem de produção celular é uma medida que facilita a capacitação do sistema de produção para a CM, uma vez que as células de montagem trazem grande flexibilidade para o processo de manufatura (MIYAKE, 2006).

A Figura 9 descreve a combinação da abordagem de produção celular com a organização do fluxo em linha para a montagem de computadores. No caso considerado, cada CPU é montada por um único operador em uma das células de montagem. A inspeção de qualidade é realizada logo após a montagem da CPU e antes do empacotamento do produto. A CPU é colocada numa bancada de testes em que é submetida a dois tipos de testes, quais sejam:

• **Teste dos periféricos:** Teste para averiguar os atributos de qualidade dos periféricos conectados à CPU.

• **Teste de run-in:** Teste de longa duração para diagnosticar o desempenho funcional do conjunto.

Vale salientar que antes do processo de produção ser organizado como na configuração atual, a etapa de gravação do sistema operacional (SO) era executada mais cedo, logo após o PD, numa etapa adicional, mas esta etapa foi eliminada com a adoção do *postponement* da etapa de gravação do SO. Com essa medida, a execução desta etapa foi postergada para ser realizada juntamente com o teste de *run-in*.

Em seguida, são executadas as tarefas de *picking* de acessórios (exemplos: teclado, *mouse*, microfone, caixa acústica, câmeras), empacotamento, conferência e expedição. Todo o processo é suportado por um eficiente sistema de informação que rastreia as ordens de produção e identifica a localização de cada uma.

Além dos elementos capacitadores focados nesta pesquisa, a organização demonstrou estar aplicando outros que constituem o sistema de PE, tais como a prática dos 5S, fluxo puxado por *kanban*, controle visual de estoques, e projetos de melhoria contínua (*kaizen*). A busca da CM nesta organização tem sido também sustentada pela arquitetura de produto modular sem a qual a empresa não conseguiria ter flexibilidade para montar produtos de diferentes famílias (exemplos: computadores *desktop*, *notebooks* e servidores) numa mesma linha, com diferentes níveis de customização.

A Tabela 4 resume os principais elementos identificados no caso considerado que possibilitam as operações internas sustentar a CM na fase crítica do processo de montagem final de computadores.

Tabela 4 — Elementos capacitadores para a CM e seu impacto no processo produtivo de um fabricante de computadores

Elemento	Benefícios para o processo produtivo	Requisitos de desempenho
Setup rápido	Viabiliza a adoção da bancada multifuncional	agilidade flexibilidade
Sistema de programação da produção	Sequência e emite ordens de montagem com base nos pedidos dos clientes Elabora <i>check-list</i> para montagem	agilidade flexibilidade
Controle visual eletrônico	Controle visual por meio do <i>pick-up-by-light</i> , evita desperdícios e aumenta a produtividade. Facilita a separação de componentes seguindo a lógica puxada	custo agilidade qualidade
Bancada de montagem multifuncional	Permite a completa montagem de computadores com diferentes configurações numa mesma célula	flexibilidade agilidade
Postponement	A postergação da gravação do SO para a etapa do teste de <i>run-in</i> reduz <i>lead-time</i>	flexibilidade agilidade
Autonomia	Maior autocontrole dos operadores facilita a montagem de uma ampla variedade de produtos e o controle de sua conformidade	flexibilidade qualidade
Sistema de rastreamento de produto	Permite acompanhar o processamento de cada pedido até a conferência final do pedido, além de contribuir para a acurácia na expedição	custo qualidade agilidade
Processo de produto com arquitetura modular	Permite à organização disponibilizar um grau maior de customização com flexibilidade e responsividade	custo flexibilidade agilidade
Just-in-time (JIT)	Minimiza a necessidade de componentes em estoque	custo flexibilidade
Internet	Possibilita a venda <i>on-line</i> e facilita a interação do cliente com o processo de configuração do produto	custo flexibilidade agilidade
Software de Gestão Integrada (ERP)	Possibilita a integração organizacional e a consequente melhoria do desempenho no atendimento de pedidos	agilidade flexibilidade
Mão de obra multifuncional	Facilita a realocação de operadores polivalentes, por exemplo, para ajudar nos gargalos da produção Possibilita a aplicação da abordagem da produção celular que proporciona maior flexibilidade de processo	flexibilidade

5.3 Análise comparativa dos casos

Esta seção contempla a maneira “como os elementos para a capacitação em CM são aplicados em diferentes setores industriais em função do tipo de produto fabricado/montado” (Q2-b). Trata-se de um ponto de fundamental importância tendo em vista que na literatura sobre o desenvolvimento de competências para a estratégia de CM, os estudos já desenvolvidos procuraram em geral abordar esta questão de uma forma genérica sem considerar em maior profundidade o contexto de diferentes mercados e setores industriais e suas implicações no sistema de produção. Assim, esta seção apresenta uma análise entre os casos estudados comparando-se os padrões de aplicação dos elementos capacitadores para CM identificados nos mesmos.

Os principais elementos capacitadores para a CM identificados em cada caso são apresentados na Tabela 5. Apesar de produzirem dois produtos muito diferentes entre si, nota-se que as empresas consideradas aplicam muitos elementos em comum nas operações internas de seu sis-

tema de produção. Vale ressaltar, que dentre os elementos capacitadores implementados tanto na produção de automóveis como na de computadores, destaca-se o uso de tecnologias de informação como *software* ERP, código de barras, sistema de rastreamento de fluxo, sistema de programação da produção e internet, que facilitam tanto o gerenciamento das operações internas como a produção propriamente dita de produtos customizados no chão de fábrica.

A comparação dos casos revela também que há certos elementos com aplicações mais específicas. O controle visual pelo método *pick-by-light* é muito utilizado nos processos produtivos do fabricante de computadores, mas não na montadora de automóveis, e o mesmo ocorre com a realização da montagem em bancadas multifuncionais. Além disso, o conceito de *postponement* também foi observado somente no fabricante de computadores. Vale lembrar que a divulgação deste conceito ficou fortemente associada à sua aplicação nas fábricas da HP que é uma empresa de referência no setor de alta tecnologia (FEITZINGER; LEE, 1997).

Tabela 5 — Elementos capacitadores para a CM identificados nos estudos de caso.

Elemento	Caso	
	Montadora de automóveis	Fabricante de computadores
Bancada de montagem multifuncional		X
<i>Postponement</i>		X
Controle visual eletrônico (<i>pick-by-light</i>)		X
Robôs	X	
<i>Just-in-sequence</i> (JIS)	X	
<i>Just-in-time</i> (JIT)	X	X
<i>Setup</i> rápido	X	X
Mão-de-obra multifuncional	X	X
Treinamento dos operadores	X	X
Autonomia	X	X
Processo de produto com arquitetura modular	X	X
<i>Software</i> de Gestão Integrada (ERP)	X	X
Código de barras	X	X
Sistema de rastreamento de produto	X	X
Sistema de programação da produção	X	X
Internet	X	X

Quanto à lógica JIT, embora seja praticada na reposição de muitos componentes em ambas as empresas, na montadora de automóveis a abordagem de racionalizar os fluxos de suprimentos é levada ao extremo por meio do complexo sistema JIS. A aplicação deste sistema é intensa na montadora não apenas no âmbito das operações internas, mas desde o fluxo logístico para recebimento de componentes ou módulos previamente sequenciados por fornecedores diretos. A aplicação de robôs também é intensa apenas na montadora, sobretudo nas etapas de armação e pintura.

É importante ressaltar que o fato de um elemento ser aplicado nas duas empresas investigadas, não implica que isso ocorra em grau semelhante. Observou-se, por exemplo, que a exploração da arquitetura de produto modular, é mais avançada na produção de computadores do que na de automóveis. Em termos de multifuncionalidade da mão de obra, enquanto no fabricante de computadores, um operador chega a montar uma CPU completa num ciclo de trabalho mais longo, na linha da montadora de automóveis, o escopo de trabalho dos operadores é menos amplo. Por outro lado, o sistema de rastreamento de produto na montadora é mais sofisticado, envolvendo uma quantidade muito maior de estações de trabalho e dezenas de operadores equipados com *palmtops*.

Uma medida macro que indica o resultado da aplicação combinada dos elementos capacitadores nas fábricas consideradas é o *lead time* para se completar e disponibilizar um item para expedição desde a emissão de uma ordem de produção na fábrica para atender o pedido de um cliente. Considerando o *lead time* entre o PD e o estoque de produtos acabados antes da expedição, na montadora de automóveis este tempo é estimado em 3,5 dias e no fabricante de computadores é de um dia, observando que a disponibilidade de tempo de produção é de, respectivamente, três turnos e dois turnos de produção por dia. Vale notar que, deste modo, em condições normais, no caso da montadora, o prazo médio desde a colocação de um pedido numa concessionária à entrega do veículo é de 3 semanas, enquanto que o fabricante de computadores entrega um produto encomendado via internet no endereço do cliente em cerca de uma semana. Em ambos os casos, o prazo estimado é para um destino no Estado de São Paulo, sendo maior para localidades mais distantes da fábrica. Contudo, independentemente do local da entrega, os dados levantados indicam que o *lead time* para a montagem de um produto customizado nestas fábricas é significativamente menor que o tempo total consumido em etapas anteriores (comercial, programação) e posteriores (expedição, transporte).

6 Conclusões

Apesar de constituir uma alternativa de estratégia competitiva que passou a ser efetivamente implementada num

passado relativamente recente, a CM tem despertado crescente atenção no meio empresarial. Na indústria brasileira, ainda são poucas as empresas que já estão empreendendo esta estratégia. Mesmo entre as que a adotaram, o sistema de produção utilizado pode ser um sistema híbrido que produz tanto produtos não customizados para estoque como produtos customizados, conforme pedido. Esta situação foi constatada nas fábricas das duas empresas que foram objetos de estudo sendo que a participação de produtos customizados no volume total de suas vendas ainda é muito menor que a de produtos não customizados.

A capacitação para CM merece ser tratada com atenção pelas empresas, pois num futuro não muito distante, a demanda por produtos customizáveis deve crescer sensivelmente, especialmente nos mercados de bens de consumo. Para se tornarem capazes de atender as regras deste novo paradigma de negócio, as empresas devem capacitar seus processos produtivos desenvolvendo os elementos necessários para a efetiva adoção da CM.

Para que uma empresa seja bem sucedida na operacionalização da CM é preciso desenvolver a capacitação organizacional requerida considerando sistemicamente os processos de negócio afetados e investindo na construção de competências funcionais em cinco áreas críticas: Planejamento do Produto e Processo, Logística de Abastecimento, Operações Internas, Logística de Distribuição, além de Marketing e Vendas.

O desenvolvimento dessas competências funcionais depende da promoção de determinados elementos capacitadores. Tais elementos dividem-se no emprego de recursos organizacionais e na prática de técnicas operacionais, que quando combinados efetivamente, produzem a competência requerida para a CM numa área funcional.

Esta pesquisa identificou aplicações de certos elementos que são especialmente importantes no contexto de um setor, mas não no de outro. Isso sugere a importância da adoção de uma abordagem contingencial no desenvolvimento de pesquisas sobre o processo de capacitação de uma empresa para a adoção da CM.

O presente trabalho foi restrito à pesquisa dos elementos capacitadores que constituem a competência funcional para a CM no âmbito das operações internas do sistema de produção. Contudo, o alcance desta competência funcional isoladamente não é suficiente para capacitar uma empresa a ser competitiva com um modelo de negócio orientado à CM. Assim, sugerem-se possíveis extensões deste trabalho para investigar as questões aqui consideradas no âmbito das outras áreas funcionais que não foram contempladas.

Referências

- ANDERSON, D.M. Build-to-order & Mass Customization. Cambria, CA: CIM Press, 2004.
- ALFNES, E.; STRANDHAGEN, J.O. Enterprise design for mass customization: the control model methodology. *International Journal of Logistics*, v.3, n.2, p. 111-125, July, 2000.
- BOLWIJN, P.T.; KUMPE, T. Manufacturing in the 1990s: productivity, flexibility and innovation. *Long Range Planning*, v.23, n.4, p. 44-57, 1990.
- BROWN, S.; BESSANT, J. The manufacturing strategy-capabilities links in mass customization and agile manufacturing – an exploratory study. *International Journal of Operations & Production Management*, v.23, n.7, p. 707-730, 2003.
- 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*, v.41, n.1, p. 25-37, 2003.
- DA SILVEIRA, G.; BORENSTEIN, D.; FOGLIATTO, F.S. Mass customization: literature review and research directions, *International Journal of Production Economics*, v.72, n.1, p. 1-13, 2001.
- DAVIS, S.M. Future perfect. Reading, MA: Addison-Wesley Publishing, 1987.
- FEITZINGER, E.; LEE, H. Mass customization at Hewlett-Packard: The power of postponement. *Harvard Business Review*, v.75, n.1, p. 116-121, 1997.
- FINE, C.H. *Mercados em evolução contínua*. Conquistando vantagem competitiva num mundo em constante mutação. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1999.
- GAGNON, S. Resource-based competition and the new operations strategy. *International Journal of Operations e Production Management*, v.19, n.2, p. 125-138, 1999.
- GUNASEKARAN, A.; NGAI, E.W.T. Build-to-order supply chain management: a literature review and framework for development. *Journal of Operations Management*, v.23, n.5, p. 423-451, 2005.
- HAYES, R.H.; WHEELWRIGHT, S.C. *Restoring our competitive edge: competing through manufacturing*. New York: John Wiley & Sons, 1984.
- HILL, T. *Manufacturing strategy: text & cases*. New York: Irwin, 1993.
- HOLWEG, M.; PIL, F.K. *Successful Build-to-order Strategies: Start with the Customer*, MIT Sloan Management Review, v.13, n.1, p. 74-83, Fall 2001.
- HOLWEG, M.; MIEMCZYK, J. Delivering the ‘3-day car’ — the strategic implications for automotive logistics operations. *Journal of Purchasing and Supply Management*, v.9, n.2, p. 63-71, 2003.
- KARUPPAN, C.M. Strategies to foster labor flexibility. *International Journal of Productivity and Performance Management*, v.53, n.6, p. 532-547, 2004.
- KOCHAN, A. Renault aligns production to market demand. *Assembly Automation*, v.23, n.4, p. 331-335, 2003.
- LAU, R.S.M. Mass customization: the next industrial revolution. *Industrial Management*, v.37, n.5, p. 18-19, Sep/Oct 1995.
- MACHADO, A.G.C.; MORAES, W.F.A. Estratégias de customização em massa implementadas por empresas brasileiras. *Produção*, v.18, n.1, p. 170-183, 2008.
- MILLS, J.; PLATTS, K.; BOURNE, M.; RICHARDS, H. *Competing through competences*. Cambridge: Cambridge University Press, 2002.
- MIYAKE, D.I. The shift from belt conveyor line to work-cell based assembly systems to cope with increasing demand variation in Japanese industries. *International Journal of Automotive Technology and Management*, v.6, n.4, p. 419-439, 2006.
- OLESON, J.D. *Pathways to agility*. Mass customization in action. New York: John Wiley & Sons, 1998.
- PARTANEN, J.; HAAPASALO, H. Fast production for order fulfillment: implementing mass customization in electronics industry. *International Journal of Production Economics*, v.90, n.2, p. 213-222, 2004.
- PILLER, F.T.; MOESLEIN, K.; STOTKO, C.M. Does mass customization pay? An economic approach to evaluate customer integration. *Production Planning & Control*, v.15, n.4, p. 435-444, June, 2004.
- PINE II, B.J. *Mass customization: the new frontier in business competition*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1993.
- ROTHER, M.; SHOOK, S. *Aprendendo a enxegar*. São Paulo: Lean Institute Brasil, 1998.

SAHIN, F. Manufacturing competitiveness: different systems to achieve the same results. *Production and Inventory Management Journal*, v.41, n.1, p. 56-65, first quarter, 2000.

SELLADURAI, R.S. Mass customization in operations management: oxymoron or reality? *Omega*, v.32, n.4, p. 295-300, 2004.

SLACK, N. *Vantagem competitiva em manufatura*. São Paulo: Editora Atlas, 1993.

SVENSSON, C.; BARFORD, A. Limits and opportunities in mass customization for “build to order” SMEs. *Computers in Industry*, v.49, n.1, p. 77-89, 2002.

VIGNA, C.M.; MIYAKE, D.I. A conceptual framework for mass customization systems from the capability building viewpoint. In: *International Conference on Production Research*, Curitiba (PR) - Brazil. III ICPR – Americas’ Region, 2006a.

_____. Capacitação do processo produtivo em uma empresa de alta tecnologia para a Customização em Massa. *Revista Gestão da Produção, Operações e Sistemas*. Ano I, n.3, p. 23-35, 2006b.

WERNERFELT, B. A resource-based view of the firm, *Strategic Management Journal*, v.5, n.4, p. 171-180, 1984.