

## **Customização em massa na indústria automotiva: os casos Scania e Randon\***

Mass Customization in the automotive industry: the cases of the Scania and Randon

André Gustavo Carvalho Machado<sup>1</sup>

Walter Fernando Araújo de Moraes<sup>2</sup>

### **Resumo**

O objetivo deste artigo é analisar como empresas pertencentes à indústria automotiva estão trabalhando em prol da customização em massa dos seus produtos. Para isto, foram realizados estudos de caso em duas empresas produtoras de veículos. A principal técnica adotada para a coleta de dados consistiu de entrevistas semi-estruturadas. A análise dos dados ocorreu em quatro fases: relatórios específicos foram elaborados para cada caso, envio de relatórios individuais para cada entrevistado, revisão dos relatórios a partir das considerações de cada entrevistado, análise cruzada dos casos. Como resultado, evidenciou-se que as empresas pesquisadas executam suas atividades de customização em três diferentes estágios da cadeia de valor. A utilização de componentes modulares e a viabilidade técnica, econômica, mercadológica e legal são os principais critérios para seleção dos componentes dos produtos a serem customizados. Elementos associados ao projeto do produto, flexibilidade do processo produtivo e da cadeia de suprimentos e tecnologia de informação são habilitadores da customização em massa. Por fim, também foram identificadas as principais dificuldades para execução da customização em massa.

**Palavras-chave:** customização em massa; indústria automotiva; estratégia.

---

\* Artigo recebido 21.12.2008, aprovado em 30.07.2009

<sup>1</sup> Doutor em Administração. Professor e Pesquisador da Universidade Federal da Paraíba. Endereço: Rua Ovídio Mendonça, 50/201 – Miramar – João Pessoa/PB – CEP: 58043-210. E-mail: andregcm@terra.com.br.

<sup>2</sup> Doutor em Administração. Professor e Pesquisador da Universidade Federal de Pernambuco. E-mail: wfam@br.inter.net

**Abstract**

The objective of this paper is to analyze as companies belonging to the automotive industry are working to mass customization of your products. For this, case studies were accomplished in two vehicle manufacturers. The main technique adopted for the collection of data it consisted of semi-structured interviews. The analysis of data took place in four phases: specific reports were drawn for each business; each report was sent to the respective person interviewed; once in possession of the comments given by the person interviewed, the results of each individual business were reviewed; cross case analysis. As result, was evidenced that the researched companies execute your customization activities in three different apprenticeships of the chain of value. The use of modular components and the technical, economic, marketing and legal viability are the main criteria for selection of the components of the products they be her customizing. Elements associated to the project of the product, flexibility in the productive system and of the supply chain management and information technology are enablers that should be emphasized to achieve the performance objectives of mass customization. Finally, were also identified the main difficulties for execution of the mass customization.

**Key Words:** mass customization; automotive industry; strategy.

**1 Introdução**

Com a intensificação da competição nos mercados mundiais, as empresas têm se esforçado para não só agregar mais valor aos seus produtos e serviços, mas também para desenvolver uma relação duradoura com seus clientes, de modo que estes não tenham a intenção de mudar de produto nem de fornecedor. Neste sentido, a utilização de estratégias de customização em massa pode contribuir para atingir estes objetivos.

É o que se depreende dos resultados das pesquisas de Tu, Vanderembse e Ragu-Nathan (2001), os quais concluíram que há uma associação positiva entre a capacidade de customizar em massa e o grau de satisfação dos consumidores. Isto implica que os consumidores desejam e valorizam produtos que atendem às suas necessidades individuais. Por conseguinte, de acordo com esses autores, empresas que têm a capacidade de customizar em massa estariam aptas a alcançar maior volume de vendas e ganhos mais significativos do que aqueles concorrentes que não apresentam a mesma capacidade.

A fundamentação para esta última afirmativa, por sua vez, parece estar associada ao fato de que há evidências de relações positivas entre o nível de satisfação dos consumidores e o desempenho empresarial (VAN DER WIELE; BOSELIE; HESSELINK, 2002), bem como orientação para o mercado e desempenho empresarial (NARVER; SLATER, 1990; SLATER; NARVER, 1994). Logo, o empreendimento de esforços em prol da customização em massa pode constituir uma fonte de vantagem competitiva e corroborar para o alcance de desempenhos superiores.

Atentas aos resultados das pesquisas supracitadas, as montadoras de automóveis têm empreendido esforços em direção a customização em massa. Exemplo disto são os investimentos

em desenvolvimento tecnológico, em particular no que diz respeito a projetos que utilizam a *internet* para permitir uma maior interação com o cliente e a comercialização dos produtos.

Apesar de certas estratégias de customização em massa já estarem sendo implementadas no âmbito da indústria automobilística, o desafio para o setor continua sendo encontrar o melhor meio de satisfazer às necessidades individuais dos consumidores, sem comprometer os custos de produção e comercialização, qualidade e o prazo de entrega. O problema central, todavia, está relacionado ao fato de que, para a maioria dos automóveis, apenas um número limitado de atributos pode, atualmente, ser personalizado, sugerindo que são necessários maiores esforços para atender às exigências dos consumidores, sem afetar o desempenho do sistema produtivo.

Neste contexto, questiona-se: como certas empresas brasileiras pertencentes ao setor automobilístico estão trabalhando em prol da customização em massa dos seus produtos?

Para responder a este questionamento, assim como avaliar as ações adotadas e as dificuldades encontradas pelas empresas no cenário brasileiro, foi realizado um estudo de caso em duas empresas pertencentes ao setor em enfoque.

Desta forma, este artigo está estruturado da seguinte maneira: inicialmente será realizada uma breve fundamentação teórica, contemplando elementos conceituais da estratégia de customização em massa e as alternativas estratégicas para a sua implementação. Em seguida, são apresentados os procedimentos metodológicos adotados, para logo depois ser realizada a apresentação dos casos estudados.

Aspectos relacionados ao processo de customização, estágios onde ocorrem a customização, critérios para seleção dos componentes dos produtos a serem customizados, habilitadores da estratégia de customização em massa, e as dificuldades para execução da estratégia são discutidos no decorrer da apresentação dos resultados da pesquisa. Por fim, são apresentadas as conclusões.

## **2 Estratégias de customização em massa**

Estratégia refere-se “aos planos da alta administração para alcançar resultados consistentes com a missão e os objetivos gerais da organização” (WRIGHT; KROLL; PARNELL, 2000, p.24). Customização, entendida no âmbito desta pesquisa como sinônimo de personalização, significa “fabricar um produto segundo o pedido individual de um cliente” (PEPPERS; ROGERS, 1997, p.117). Customização em massa, por sua vez, diz respeito à “habilidade de fabricar, rapidamente, uma diversidade de produtos customizados, em grande escala, e a custos comparáveis à produção em massa” (TU *et al*, 2004, p.152).

Desta forma, a estratégia de customização em massa pode ser entendida como o conjunto de planos que irá servir de referência para a tomada de decisões (associadas à alocação de recursos e implementação de ações), no sentido de satisfazer às necessidades individuais dos clientes, por meio da rápida disponibilização de bens e serviços, a custos baixos e em grande escala.

A análise dos trabalhos desenvolvidos por diversos autores (SPIRA, 1993; PINE, 1994; LAMPEL; MINTZBERG, 1996; GILMORE; PINE, 1997; DURAY *et al*, 2000; ALFORD; SACKETT; NELDER, 2000; SILVEIRA; BORESTEIN; FOGLIATTO, 2001), evidencia que as diferenças entre as

estratégias de customização em massa estão relacionadas, principalmente, aos pontos onde ocorrem a customização, podendo ser tanto dentro quanto fora dos limites da empresa.

Especificamente no contexto da indústria automotiva, Alford, Sackett e Nelder (2000) identificaram três estratégias distintas para customização, são elas: 1- customização essencial (*core customisation*); 2- customização facultativa (*optional customisation*); e 3- customização da aparência (*form customisation*). Estas estratégias refletem a progressiva integração do cliente com as atividades da cadeia de valor, envolvendo o projeto, montagem e distribuição.

A cadeia de valor, por sua vez, constitui-se de atividades de valor e margem. "As atividades de valor são as atividades físicas e tecnologicamente distintas, através das quais uma empresa cria um produto valioso para seus compradores. A margem é a diferença entre o valor total e o custo coletivo da execução das atividades de valor" (PORTER, 1989, p.34). Portanto, destaca o autor, "toda empresa é uma reunião de atividades que são executadas para projetar, produzir, comercializar, entregar e sustentar seu produto".

Assim, no caso da customização essencial, o cliente colabora em todas as fases, desde o projeto até a entrega do produto. Esta estratégia é percebida em veículos que são fabricados em pequenos volumes, para um segmento específico de clientes, tais como de automóveis de alto luxo ou fora-de-estrada.

A estratégia de customização facultativa prevê a participação do cliente a partir do processo de manufatura (fabricação e montagem). Isto quer dizer que o projeto é padronizado, mas, devido às diferentes possibilidades de configuração dos componentes, pode-se ofertar uma grande variedade de opções aos clientes, produzindo em grandes volumes. Assim, esta seria a melhor abordagem a ser adotada pelas montadoras que perseguem a customização em massa.

Por fim, a customização da aparência ocorre no ponto de venda, ou seja, o cliente apenas participa no processo de entrega do veículo. Neste caso, os consumidores têm possibilidades limitadas para efetuar mudanças no produto padrão, as quais são realizadas em conjunto com o revendedor, restringidas pelo número de peças opcionais dos respectivos veículos. Entretanto, como forma de diferenciar ainda mais os serviços prestados, os revendedores têm oferecido planos personalizados para os consumidores, incluindo descontos, promoções, opções de financiamento, garantia estendida, seguros, entre outros.

A seguir, são explicitados os procedimentos metodológicos adotados na presente pesquisa.

### **3 Procedimentos metodológicos**

É possível agrupar a pesquisa em dois níveis, quais sejam: exploratório e descritivo (GIL, 1999). No primeiro caso, uma vez que a teoria sobre a estratégia de customização em massa ainda está em fase de construção, teve-se a finalidade de esclarecer idéias pouco exploradas sobre o tema. No nível descritivo, pretendeu-se delinear os processos de customização em massa nas empresas selecionadas, incluindo a extensão da customização.

Ademais, o pesquisador deve escolher uma estratégia de pesquisa que melhor permita responder suas questões ou testar suas hipóteses e o melhor tipo de modelo (CONTANDRIOPOULOS *et al.*, 1999). Nesta perspectiva, "[...] os estudos de caso representam a estratégia preferida quando se colocam questões do tipo 'como' e 'por que', quando o pesquisador

tem pouco controle sobre os eventos e quando o foco se concentra em fenômenos contemporâneos inseridos em algum contexto da vida real” (YIN, 2001, p.19). Desta forma, foram utilizados estudos de casos múltiplos.

O estudo de casos múltiplos (ou coletivos) permite prover *insights* sobre um determinado assunto ou mesmo refinar uma teoria de forma mais consistente (STAKE, 1994); contribui para que o pesquisador perceba padrões e aspectos complementares sobre o fenômeno, corroborando para construção de novas teorias (EISENHARDT, 1991); e o resultado da replicação de casos individuais contribui sobremaneira para a validade externa ou generalização das suas descobertas (MERRIAM, 1998).

O número de empresas alvo do estudo, bem como o número de entrevistados, decorreu da disponibilidade de acesso e recursos, bem como da complexidade envolvida para coleta e investigação apurada dos dados. Para obtenção dos dados necessários, foram entrevistados profissionais das seguintes áreas: logística, engenharia de produto e análise de mercado.

Para a coleta de dados primários, foi realizada uma pesquisa de campo exploratória. Neste caso, foram utilizadas várias fontes de evidência, tais como observação, documentos, registros e entrevistas semi-estruturadas (esta última adotada como principal técnica de coleta de dados), as quais foram utilizadas no processo de triangulação de dados.

O uso de múltiplas fontes de dados corresponde a uma das grandes forças do estudo de caso (ROWLEY, 2002), contribuindo para que as descobertas e conclusões decorrentes da análise sejam mais convincentes e acuradas (CHETTY, 1996; YIN, 2001). Além disto, a triangulação corrobora para garantir a validade interna e a confiabilidade da pesquisa (MERRIAM, 1998).

A análise dos estudos de caso, por sua vez, foi realizada em quatro fases: na primeira fase, foi construída uma explanação sobre cada caso, descrevendo as principais características da empresa, as ações implementadas e associadas à estratégia de customização, incluindo a extensão e o processo de customização, bem como os critérios adotados para seleção dos produtos a serem customizados. Ainda nesta fase foi examinado o uso de habilitadores, procurando identificar as razões de sua utilização e as peculiaridades operacionais.

Numa segunda fase, foram elaborados relatórios distintos, por empresa, contendo os resultados da análise empreendida. Cada relatório foi enviado (por *e-mail*) para os respectivos representantes de cada empresa pesquisada. Por meio de uma carta, anexada a cada relatório, foi solicitado que se fizesse uma avaliação a respeito da análise dos dados desenvolvida, com o objetivo de verificar a conformidade dos resultados à realidade observada. Pretendeu-se, por meio deste procedimento, contribuir para o alcance da validade interna dos dados.

De posse dos comentários realizados pelos entrevistados, os pesquisadores, numa terceira fase, revisaram a análise previamente realizada, de modo a torná-la o mais realista possível. Na quarta e última fase, as descobertas de cada caso foram comparadas entre si, de modo a identificar a existência de similaridades e contradições de respostas entre entrevistados. Estes últimos esforços estiveram vinculados à obtenção da validade externa dos resultados.

#### 4 Apresentação dos casos

Caso 1: a primeira empresa analisada foi a Randon. As Empresas Randon atuam nas áreas de implementos rodoviários, veículos especiais, autopeças, sistemas automotivos e serviços, comercializando seus produtos no mercado interno e exportando para mais de uma centena de países. A Randon S.A. Divisão de Implementos, objeto do estudo, possui 55 anos de atividades, deu origem às demais empresas da *holding* (composta por sete empresas) e detém cerca de 42% do mercado brasileiro do segmento de reboques e semi-reboques, encerrando o ano de 2003 entre os cinco maiores fabricantes mundiais do setor. Dentre os produtos fabricados nesta divisão, destacam-se as carrocerias tipo: basculante, canavieiro, carga seca, silos, tanques, transporte de bebidas, graneleiras (responsável por 65% da produção), furgões, carrega tudo, frigoríficos, porta *containers* e *sider*.

A instalação industrial pesquisada se localiza na cidade de Caxias do Sul-RS, possui 2.100 empregados e apresenta um volume mensal de produção de, aproximadamente, 1.600 produtos. Deste total, aproximadamente, 60% dos produtos são customizados.

Caso 2: o segundo caso estudado foi a Scania, uma das líderes mundiais na fabricação de caminhões pesados, ônibus, motores industriais e marítimos. A empresa possui instalações de produção em seis países: Suécia, Holanda, Argentina, México, França e no Brasil, alcançando, no total, uma capacidade de produção de aproximadamente 70.000 veículos por ano. Além disto, a empresa possui linhas de montagem em mais de dez países, distribuídas em quatro continentes. Com mais de 28.000 funcionários (sendo 9.900 alocados apenas na área industrial), sua área de atuação estende-se por mais de 100 países.

A unidade produtiva alvo do estudo se localiza em São Bernardo do Campo, município do estado de São Paulo, possui cerca de 2.900 funcionários e o volume médio de produção é de 80 veículos/dia, sendo 100% customizados. Responsável pela montagem dos produtos que são comercializados no mercado nacional e em mais 35 países, a unidade também fabrica três dos quatro principais componentes para montagem de um caminhão: motor, cabine e eixo. A caixa de câmbio (quarto principal componente) é importada de uma das unidades de fabricação de componentes localizada na Argentina.

#### 5 O processo de customização

No caso da Randon, a customização se inicia no ponto de venda do distribuidor. Neste momento, o cliente interage com o profissional de vendas, que irá identificar as necessidades específicas em termos de tipo de produto e características de utilização. Para dar suporte ao atendimento do cliente, o distribuidor faz uso de um Configurador de Produto.

O Configurador de Produto é um *software* que funciona tanto nas dependências do distribuidor quanto internamente à fábrica. Neste último caso, ele funciona em conjunto com o MRP. A partir de uma série de perguntas e respostas, monta-se, por meio de uma programação lógica de estrutura de itens, o produto final.

A este respeito, comenta o Engenheiro de Produto:

No passado, a lista de materiais de um produto possuía menos de 10 itens, tais como: chassi, suspensão, caixa de carga, instalação pneumática, instalação elétrica. Cada item continha centenas de peças, sendo 1.500 o número médio de peças por produto. A partir de 1998 começamos a utilizar um configurador de produtos (que possui uma lista de todos os componentes padronizados do produto) e o número de itens aumentou bastante, pois cada item foi desmembrado em vários subitens necessários para sua composição. Assim, aquele chassi que era formado por 50 peças e considerado um item único, transformou-se em uma série de conjuntos de itens menores de 10 a 15 peças, de modo que se pudessem montar estes conjuntos separadamente. Com isto, não é mais necessário reprojeter todo o produto para realizar a modificação de um tipo de pára-choque, por exemplo. Deste modo, a partir de um chassi básico é possível agregar diferentes tipos de componentes no mesmo, sem maiores esforços, pois tudo é intercambiável.

Após a configuração do produto, as respectivas informações são enviadas para a área de vendas localizada na fábrica, a qual irá analisar se o pedido pode ser atendido a partir dos itens padronizados incluídos no Configurador. Caso seja possível, será gerado um projeto e este será encaminhado diretamente para o PCP. Caso as necessidades dos clientes não sejam atendidas por meio das combinações de itens padronizados, o *software* informa a necessidade de desenvolver um novo item. Assim, são disponibilizados, principalmente, dois tipos de customização: adequação do projeto e customização planejada.

O primeiro tipo corresponde a customização de pouco volume (que pode ser de um produto ou um lote) e maior complexidade, pois serão necessários esforços da área de engenharia para adequar o projeto original às exigências do consumidor. Neste caso, as informações são repassadas para as áreas de *marketing*, engenharia e custos a fim de identificar a viabilidade mercadológica, técnica, legal e financeira de atender a um novo pedido.

O tempo compreendido entre o primeiro contato do cliente e a finalização da fabricação de um produto que sofrerá adequação do projeto pode ser de nove semanas. Este é o período de tempo envolvido para a execução da análise de viabilidade e efetiva fabricação do produto.

Isto significa que após passar inicialmente pelo *marketing* para uma avaliação mercadológica, a área de engenharia irá realizar uma análise técnica e elaborar um ante-projeto, que será enviado para a área de custos. Daí é repassado para a área de *marketing*, a qual será responsável pelo apetrechamento do produto. Caso seja viável, será enviada a informação para o distribuidor que consultará o cliente a fim de que este decida pela aquisição do novo produto. Estas atividades demoram pelo menos uma semana.

Concretizada a venda, o produto é acrescentado à linha de produtos especiais. Neste momento, o tempo do pedido irá depender tanto do tamanho da fila de produtos programados para serem desenvolvidos, que pode demorar, em média, um mês, quanto da complexidade da tarefa de adequação (que pode demorar uma semana), somado ao tempo para fabricação, que pode demandar mais três semanas.

Ainda que a customização desde o projeto ocorra também para atender aos clientes nacionais, ela é mais comum para os produtos comercializados no mercado externo, pois cada país tem a sua particularidade, que envolve, principalmente, legislações diferentes.

O segundo tipo corresponde a customização planejada, a qual é fruto da combinação de componentes padronizados modulares. Neste caso, o tempo compreendido entre o recebimento do

pedido e a finalização da produção é de apenas sete dias, pois não será necessário realizar adequações do projeto. Como destaca o Analista de Mercado:

O que nos viabiliza fazer a customização planejada é o volume de produção. Trabalhamos com um produto composto por componentes padronizados modulares, que permite realizar uma série de configurações, de modo que possamos atender a diferentes necessidades sem alterar o projeto inicial. É uma situação similar a um computador, que torna possível escolher diversas opções sem muita complexidade para a área produtiva. No nosso caso, existem milhares de possibilidades de combinação das variáveis que são oferecidas aos clientes.

Além dos dois principais tipos de customização considerados, há ainda a possibilidade de desenvolvimento de novas famílias de produtos (em conjunto com suas respectivas variantes), as quais não foram anteriormente fabricadas. Neste caso, como destaca o Analista de Mercado, “[...] durante o desenvolvimento, já estamos pensando em modular os conjuntos que irão compor os produtos para que possamos utilizar o conceito de customização planejada”.

No caso da Scania, o cliente entra em contato com as concessionárias e especifica suas necessidades para o vendedor. A partir da compreensão dos requisitos especificados pelo cliente, o vendedor utiliza um Configurador de Produto para auxiliar no processo de seleção dos itens que irão compor o pedido a ser encaminhado, *on-line*, para a unidade produtiva.

Este profissional de vendas da concessionária, por sua vez, é treinado pela área de Engenharia de Vendas da Scania para realizar uma série de questionamentos que possibilitem identificar, de forma rápida e apurada, as reais necessidades operacionais e técnicas dos clientes.

Além disto, de modo a evitar modificações de projeto que se reflitam em tempos mais longos para atendimento, maior complexidade para a área produtiva e preços mais caros para o cliente, os profissionais são instruídos para se esforçarem no sentido de suprir os desejos dos clientes preferencialmente a partir do conjunto de alternativas previamente padronizadas e configuradas.

Para itens solicitados que ainda não estão contemplados no configurador, é necessário que haja uma análise pela área de Pesquisa e Desenvolvimento do Produto, a fim de avaliar a viabilidade técnica da produção dos mesmos. Além disto, também são realizadas reuniões envolvendo as áreas de *marketing* e finanças no sentido de diagnosticar o preço e a rentabilidade das vendas.

Caso o projeto do novo produto, ou componente, seja aprovado, a área de compras irá desenvolver os fornecedores para cada componente e, em paralelo, a área produtiva começa os preparativos para a montagem. Conforme explica o Gerente de Logística:

Hoje introduzimos, só na linha final de montagem, de oitenta a cem modificações no produto por mês. Podem ser novas variantes, variantes antigas que não são mais utilizadas ou podem ser melhorias do produto. Nosso produto está em constante evolução. O Scania de hoje é melhor que o de ontem.

Outra possibilidade de customização envolve as necessidades específicas dos grandes clientes. Neste caso, um engenheiro de desenvolvimento da Scania se desloca para a empresa cliente a fim de identificar quais as suas necessidades e quais as aplicações do produto a ser

customizado. De posse das informações, a área de Pesquisa e Desenvolvimento irá se esforçar para atender às exigências de customização a partir da gama de itens já padronizados e montados sob a perspectiva modular.

Caso não haja possibilidade de se utilizar itens padrões, é realizado um novo projeto para suprir as necessidades. Devido à complexidade para atendimento de produtos, esta situação é preferencialmente evitada, pois irá implicar em ações diferenciadas associadas ao projeto, fabricação e montagem do novo produto ou item. Além dos custos envolvidos, o tempo compreendido entre o início dos trabalhos e a aprovação do cliente para posterior fabricação e montagem pode demandar meses. A este respeito, comenta o Gerente de Logística:

[...] Nós trabalhamos com dois tipos de pedido: 'A' Order e o 'S' Order. O 'A' Order é o pedido normal, utilizando as variantes padronizadas e que gerará as milhões de combinações disponíveis. São pedidos que seguem a rotina, que seguem o percurso normal desde a colocação do pedido até a entrega do produto. Porém, existem pedidos que têm características muito especiais, que não estão dentro do *range* – um 'S' Order (*Special Order*). Um pedido especial é tratado e acompanhado de forma totalmente à parte, por uma organização específica, quase que artesanalmente [...] Neste último caso, o tempo empreendido vai depender da complexidade do pedido. Desde algo que seja simplesmente uma adaptação de um componente já existente, até o desenvolvimento de uma solução totalmente nova.

A seguir, é apresentada a sistemática interna à unidade de produção para disponibilização do produto customizado para o cliente:

O Planejamento da Scania faz uma previsão de demanda para um período de doze meses, baseado em pedidos em carteira, dados históricos regionais, sazonalidade e tendências do mercado. A área de Vendas, na Scania, baseada nos dados das concessionárias, reserva produtos para determinados períodos com as respectivas especificações. Três a cinco semanas antes da data de entrega, os pedidos são confirmados, incluindo as especificações e o volume a ser produzido.

Assim, depois de realizado o pedido, o cliente ainda tem a possibilidade de alterar a especificação do produto até cinco semanas antes do caminhão ser entregue (três semanas em certos casos). Este período considerado é essencialmente ditado pelo mercado, e envolve grandes riscos para a Scania, pois componentes fornecidos por empresas localizadas na Europa, por exemplo, requerem 35 dias para chegar à montadora brasileira.

Como o pedido para os sub-fornecedores tem que ser realizado com certa antecedência, significa que há probabilidade de um componente ser despachado e não ser utilizado no produto final porque o cliente pode ter mudado a especificação no último momento do prazo estipulado.

Confirmado o pedido, parte-se para a etapa final do planejamento da produção para fabricação do produto. Estas tarefas envolvem contatos com fornecedores locais, programação de tarefas, elaboração e controle de planos de produção, gerenciamento de estoques, entre outras. Quatro dias antes da data de entrega inicia-se a montagem do produto, a qual consome aproximadamente 12 horas. Finalizada a montagem são realizadas auditorias de produto e o veículo está apto para ser faturado para a área de vendas, para enfim ser transportado para a concessionária, onde será realizada a última inspeção antes da entrega para o cliente.

## **6 Estágios onde ocorrem a customização**

Na Randon, customização pode ocorrer em três estágios distintos: projeto (novos desenvolvimento de produtos), fabricação (adequação do projeto) e montagem (customização planejada). A customização no estágio do projeto exige esforços de diferenciação nos três estágios supracitados, vez que não se trata de tarefas e componentes totalmente padronizados.

No estágio de fabricação, devido à grande variedade de componentes já catalogados, os esforços de adequação do projeto irão se concentrar em apenas 30% dos itens que irão compor o produto especial, pois o restante já se encontra projetado e disponível para fabricação. Na customização planejada, por sua vez, os esforços de customização irão se concentrar especificamente na montagem de componentes modulares.

Na Scania, por sua vez, a customização pode ocorrer em diferentes estágios. Sob a perspectiva da customização em massa, vez que são adotados componentes modulares para disponibilização dos produtos, a customização ocorre nas fases de fabricação (motor, cabine, eixos) e na montagem final (chassis).

Por outro lado, quando há pedidos que não podem ser atendidos a partir das opções constantes no Configurador do Produto, as atividades de customização ocorrem desde o projeto, ainda que haja esforços no sentido de utilizar o máximo de componentes padronizados nas etapas de fabricação e montagem.

Estes resultados estão em consonância com os resultados das pesquisas empreendidas por Amaro, Hendry e Kingsman (1999), Carmo e Gavronski (2002) e MacCarthy, Brabazon e Bramham (2003), os quais destacaram haver mais de um nível de customização proporcionado por uma empresa a seus clientes. O número de níveis de customização parece ser decorrente dos atributos do produto ou serviço a serem customizados e o grau de envolvimento do cliente no processo de personalização, a fim de não comprometer o desempenho do sistema produtivo.

## **7 Critérios para seleção dos componentes dos produtos a serem customizados**

No caso da Randon, há o empreendimento de esforços para que seja realizado o desenvolvimento de componentes modulares e intercambiáveis para fabricação do produto, de modo que permita variações futuras sem muitas alterações no projeto original do produto.

Apesar de a empresa realizar muitas adequações do projeto de acordo com as necessidades dos clientes, procura-se evitar esta prática, pois reduz a produtividade, uma vez que se consome mais tempo, retrabalho e aumenta-se a possibilidade de ocorrência de erros de projeto e na montagem. Ademais, pode exigir mais assistência técnica. Por isto, antes da sua execução, é realizada uma análise de viabilidade, a qual envolve aspectos técnicos, legais, financeiros e mercadológicos.

Sob a perspectiva técnica, observa-se, principalmente, a complexidade para elaboração e execução do projeto, discriminação de roteiros de produção e disponibilidade de máquinas e equipamentos. Em termos de processo, por exemplo, há limites impostos pelos gabaritos de montagem da estrutura do chassis. "Não é interessante atender pedidos que não caibam nos gabaritos, pois isto implicaria em realizar montagens manuais, algo que evitamos, pois vai ocupar

mão-de-obra de dois produtos para confecção de um só, podendo comprometer a qualidade”, ressalta o Engenheiro de Produto.

Sob a perspectiva legal, não se pode ir de encontro à legislação, pois há critérios de dimensionamento, segurança, carga, capacidade, etc. Financeiramente, são analisados os custos incorridos para executar um projeto em particular. Mercadologicamente, identifica-se a importância do atendimento do pedido a um cliente específico, seja porque ele é tradicional, formador de opinião ou será importante para a introdução de produtos em novos mercados. Ademais, também é analisado o potencial de vendas de um novo produto.

A exemplo da Randon, a Scania também adota como principal critério para selecionar os produtos a serem customizados a potencialidade de utilizar peças e componentes modulares, que possam ser intercambiáveis entre os diferentes produtos que são montados, possibilitando oferecer diferentes combinações a partir de um conjunto pré-determinado de itens. Neste sentido, existem 1.200 variações diferentes de opções que, quando combinadas, geram seis milhões de combinações de configuração do produto final.

Ademais, esta característica de modularização é que permite a disponibilização de um produto global, que atenda aos mais diferentes mercados mundiais a partir de projetos padrões executados nas várias unidades da Scania nos diferentes continentes.

Neste contexto, as atividades envolvidas na seleção dos produtos ou componentes a serem customizados para um determinado mercado iniciam na identificação de uma necessidade que ainda não foi atendida, e que pode ser suprida por meio das variações existentes de alternativas modulares.

Estas tarefas são realizadas pelas áreas de Planejamento de Vendas e Inteligência de Mercado, por meio de *workshops*, seminários e clínicas com clientes para identificar quais são as características que um produto deveria oferecer para satisfazer suas necessidades. A seleção dos itens tem um forte cunho regional, pois há exigências diferentes de acordo com a região que será atendida, conforme explica o Gerente de Logística:

[...] Um exemplo bem prático: aquecimento no banco do motorista. É uma resistência que aquece o assento e o encosto do banco. Esse opcional nunca foi montado em nossa unidade brasileira. Era montado quase que exclusivamente para clientes de países com inverno rigoroso, como a Finlândia, Suécia e Noruega. Só que, numa dessas clínicas, chegamos à conclusão que motoristas brasileiros que trafegam pelos Andes enfrentam temperaturas bastante similares. Assim, passamos a estudar a possibilidade de oferecer esta opção. Em alguns casos avaliamos o custo objetivo do opcional – valor que faz com que o cliente passe a considerar sua compra. A partir desse momento, essa variante passa a ser válida para montagem para os mercados atendidos por nossa fábrica.

A identificação apurada dos itens que serão disponibilizados para definir a extensão da customização dos produtos é importante para não gerar impactos logísticos e industriais, os quais elevem os custos operacionais respectivos, como explica o Gerente de Logística:

[...] Porque a partir do momento que oferecemos um opcional para um cliente, para um mercado, essas peças precisam estar rapidamente disponíveis nos concessionários, pois em caso de quebra ou acidente, precisamos estar preparados para substituí-las imediatamente. Tal disponibilidade se traduz em custo de capital pra atender uma eventual quebra daquele componente, além dos custos

decorrentes da preparação da linha de montagem para aquele componente específico, com ferramentas, treinamento e pessoal.

Por outro lado, como fruto das atividades de inovação, periodicamente, há a inclusão de novos itens, sob a perspectiva de inovação dos produtos. Os novos itens, todavia, apenas serão incluídos nas linhas de montagem a partir dos resultados de pesquisas de mercado que indiquem que o cliente percebe que haverá agregação de valor ao produto acabado por meio de sua produção, conforme explica o Gerente de Logística:

Há muitos anos atrás só montávamos veículos com roda raiada – uma roda mais pesada, mais complexa, que demandava muita manutenção. Surgia então, a opção da roda disco, para pneus sem câmara – mais barata, mais simples e mais segura. Só que existia uma barreira: todas as borracharias de beira de estrada do Brasil habituadas com roda raiada não estavam preparadas para reparar pneus com roda disco, criando insegurança para o futuro comprador. Sendo assim, decidimos introduzir o opcional gradualmente, iniciando na época com 1% de participação até que dois, três anos depois praticamente eliminamos a roda raiada da gama de opcionais para o mercado brasileiro.

Assim, a utilização de componentes modulares para aumentar a eficiência na disponibilização das diferentes configurações de produtos demandadas pelos clientes, de forma rápida e econômica, corresponde a um dos principais critérios para seleção dos componentes a serem customizados. Esta abordagem é defendida por diversos autores encontrados na literatura, tais como Gustavsson (1984), Pine, Victor e Boynton (1993), Lau, (1995), Baldwin e Clark (1997), Feitzinger e Lee (1997), Duray *et al* (2000), Silveira, Borenstein e Fogliatto (2001) e Tu *et al* (2004).

Observa-se, ainda, que a existência de regulamentação atua como limitador para a execução da customização. Esta constatação complementa a percepção de Pine; Victor e Boynton (1993, p.111), os quais destacaram que nos mercados de utilidades públicas e serviços governamentais a regulamentação poderia atuar como fator impeditivo para customização de produtos e serviços.

## **8 Principais habilitadores da customização em massa**

### **8.1 Randon**

A adoção de tecnologia de informação (CAD, CAE, robôs, MRP, ERP, e o *software* configurador de produto) representa uma dos principais elementos para viabilizar a customização na Randon.

A utilização de elementos associados à manufatura baseada no tempo também é essencial para a customização em massa. A redução dos tempos produtivos é decorrente, principalmente, do uso de *kanbans*, os quais são utilizados em todos os itens que possam afetar o *lead time*. “Sem o uso de *Kanbans* não seria possível viabilizar a customização planejada. Ele serve para programar a fabricação e movimentação das peças de prateleira, as quais são fundamentais para o sistema”, destaca o Engenheiro de Produto.

Ademais, a velocidade também é fruto da utilização de gabaritos de montagem (o qual ajusta e fixa todas as peças, evitando a necessidade de medições, facilitando a soldagem). Sem os mesmos, a montagem seria muito artesanal. Somada a isto, a precisão das peças projetadas, resultando no perfeito encaixe das mesmas no momento da montagem, contribui sobremaneira para a diminuição dos tempos operacionais. A existência de linhas dedicadas também reduz os tempos envolvidos no *setup* de máquinas e equipamentos. Além disto, a adoção de *kaizen*, programas de sugestões, grupos de melhoria, e análises sistemáticas de falhas contribuem para otimizar os tempos e os custos nos processos.

Devido ao grande volume de produção, são realizadas pré-montagens de peças (reservatório de água, pára-choques, lateral para graneleira, caixa de rancho, etc.) que posteriormente serão montadas no produto. Estas são realizadas em áreas específicas, próximas das linhas de produção e colaboram para agilizar a montagem do produto final.

Os fornecedores também têm um papel relevante para a customização. Além de fornecerem itens padronizados, tem que haver um processo de parceria, particularmente no que diz respeito à flexibilidade para atendimentos a pedidos e ao desenvolvimento conjunto de peças. "A depender da situação, é interessante que tenhamos apenas um ou dois fornecedores. Estes casos envolvem a necessidade de desenvolver peças exclusivamente para Randon. É o caso da parte elétrica, por exemplo, que nós temos apenas um fornecedor" destaca o Engenheiro de Produto.

A programação do fornecimento, para alguns produtos, por sua vez, é realizada por *kanbans* e existem entregas diárias. Para produtos com menor consumo, entretanto, utilizam-se estoques para reduzir o tempo de atendimento ao mercado.

A proximidade física dos fornecedores, por seu turno, é importante para reduzir custos com estoques e permitir entregas mais rápidas. Desta forma, 90% dos componentes dos produtos são fabricados por fornecedores localizados a pequenas distâncias da fábrica.

Sob a perspectiva dos processos, utiliza-se o sistema de produção em série, composto por linhas de montagem específicas para cada produto. Todavia, uma vez que existem produtos que são fabricados apenas durante um período do ano, o processo tem que ser flexível para que naquela mesma linha, nos demais períodos, seja fabricado outro produto.

Para tornar possível a flexibilidade nos processos, além de máquinas e equipamentos, investe-se na qualificação da mão-de-obra, de modo que se atinja a multifuncionalidade necessária para lidar com um *mix* de produtos diferenciados.

Por outro lado, também existem linhas inteiramente dedicadas, onde não é possível o compartilhamento para fabricação de produtos distintos, pois as especificações técnicas são bastante diferentes. É o caso da fabricação de tanques e silos. Assim, diz o Engenheiro de Produto, "o nosso grande desafio é possuir uma fábrica flexível"

Pelo lado do mercado, a área de *marketing* tem que buscar compreender quais as necessidades dos clientes nacionais e internacionais, qual a tendência de mercado, para que se possam projetar produtos que atendam não apenas a um cliente em particular, mas uma gama de clientes por meio de mudanças em especificações planejadas para um mesmo produto.

Nesta perspectiva, a intenção é desenvolver um produto que permita a intercambialidade de peças modulares. Assim, no momento em que se está desenvolvendo um novo produto tem-se

que possuir uma visão de futuro, planejando quais as versões possíveis daquele modelo para que se possam desenvolver gabaritos específicos. Caso contrário, quando houver a necessidade de modificações o esforço irá ser muito maior.

Esta modulação, por sua vez, tem que estar alinhada com a seqüência das linhas de fabricação, pois cada conjunto de subitens que será pré-montado deverá ser posteriormente montado no produto final.

Assim, tem que haver um estudo prévio do fluxo dos componentes e produto no processo porque, como explica o Engenheiro de Produto,

[...] não se pode simplesmente separar itens do chassi e largar as peças avulsas para montar no momento adequado. Esta modulação tem que ser pensada para que o produto possa fluir rapidamente no processo. O conjunto da suspensão, por exemplo, é todo pré-montado em uma linha de fabricação para ser acoplada no chassi. [...] Quando se pensa em modulação, não se deve focar apenas na relação de códigos de itens, mas também no processo de montagem desta relação de códigos, no roteiro de produção.

A definição prévia de limites para customização também é importante. Neste sentido, certos componentes são projetados ou comercializados de forma padronizada, sem alternativas de personalização pelo cliente, para ganhar tempo na montagem final. É o caso das caixas de ferramentas e de rancho que são fabricadas exclusivamente na cor preta, ou do aparelho de refrigeração, o qual, por ser entregue por dois fornecedores parceiros (Thermo King ou Carrier), ainda que haja algumas opções, não há possibilidade de customização do seu projeto.

Outro objetivo contemplado na fase de desenvolvimento está na seleção das peças e componentes e a facilidade de execução de tarefas para fabricação do produto. Para isto, tem-se que enxergar todas as interfaces do projeto com o processo e com o fornecedor. Afinal, "quem determina o preço do produto, antes do *marketing*, é a engenharia, pois a depender da especificação das peças e materiais, o custo aumenta consideravelmente. Logo, quanto maior o esforço de simplificação menor os custos", explica o engenheiro de produto.

A conjugação de esforços para o atendimento do cliente de acordo com as suas necessidades está permeada por toda a empresa. A este respeito, comenta o Analista de Mercado:

Nós trabalhamos com soluções para o transporte. Nosso produto é específico para cada cliente. Por mais que tenhamos dificuldades para fabricar o produto, caso seja viável, buscamos romper barreiras técnicas para que sempre tenhamos um produto que satisfaça o cliente, isto está na cultura da empresa. Além disto, procuramos romper barreiras de informações, hierarquia, setores e relacionamento, a fim de que tenhamos um bom fluxo de informações.

Em relação às diferenças existentes entre a qualificação exigida dos profissionais que trabalham em uma empresa que customiza produtos em massa, daquelas que fabricam em massa, constata-se que no primeiro caso os profissionais têm que possuir um nível de qualificação maior, principalmente em termos de desenvolvimento de novos produtos.

Na linha de produção tem que existir pessoas que possuam a habilidade para fabricar continuamente diferentes produtos e que possuam uma visão ampla do processo. "O funcionário

tem que entender que ele não está colocando um tijolo, mas sim construindo uma igreja”, ressalta o Engenheiro de Produto.

Observar-se, pois, que a empresa adotou uma série de habilitadores, os quais podem ser agrupados em certas categorias e estão em consonância com os achados de diversos pesquisadores: manufatura baseada no tempo (TU; VANDEREMBSE; RAGU-NATHAN, 2001), cadeia de suprimentos (EASTWOOD, 1996; FEITZINGER; LEE, 1997; SILVEIRA; BORENSTEIN; FOGLIATTO, 2001; TU, VANDEREMBSE; RAGU-NATHAN, 2001; HERMANSKY; SEELMANN-EGGEBERT, 2003), flexibilidade produtiva (PINE, 1994; AHLSTROM; WESTBROOK, 1999; LEE; CHEN, 2000); projeto do produto (JIAO; MA; TSENG, 2001; GAITHER; FRAZIER, 2001), tecnologia de informação (KOTHA, 1995; LAU, 1995; EASTWOOD, 1996; ROSS, 1996; DURAY *et al*, 2000; SILVEIRA; BORENSTEIN; FOGLIATTO, 2001).

## 8.2 Scania

A modularização representa o elemento fundamental para viabilizar a customização em massa na Scania, pois permite oferecer um leque muito grande de opções de configuração de produtos a partir de um *mix* reduzido de itens projetados. Como afirma o Gerente de Logística, “[...] caso oferecêssemos a customização sem modularização, nossos custos de desenvolvimento, administração, estoque e produção seriam muito mais elevados, inviabilizando muitas das alternativas que oferecemos hoje”.

Em termos do sistema produtivo, a flexibilidade necessária é alcançada por meio da interação de três aspectos: o projeto modular do produto, produto global, e eficiência da cadeia de fornecimento. Por meio de peças e componentes padrões e intercambiáveis fabricados nas diferentes unidades de componentes (Suécia – caixa de câmbio, motores, eixos e cabine, Argentina – diferencial e caixa de câmbio, Brasil – eixo, cabine e motores), a Scania consegue lidar com variações da demanda nos diferentes mercados mundiais e ocorrências internas não planejadas em suas fábricas.

Os produtos finais montados em quaisquer das unidades produtivas da Scania são comercializados em todos os mercados onde a empresa atua. Isto significa que a empresa possui um produto global, como enfatiza o Gerente de Logística: “[...] Um Scania é sempre um Scania, independente de onde ele foi montado”. Este fato contribui para otimização da utilização da capacidade instalada, pois se pode direcionar um maior volume de produção para as unidades que estão ociosas. Esta flexibilidade permite também reduzir custos com investimentos em novas fábricas, ou em máquinas, equipamentos e treinamento de pessoal para suprir as fábricas já existentes, para fabricação e montagem de produtos muito especializados e que têm uma pequena demanda.

Por outro lado, os processos produtivos que fazem parte da cadeia de abastecimento são considerados fatores limitantes para o alcance da flexibilidade, pois na medida em que os fornecedores não são ágeis o bastante para entregar seus produtos no menor tempo e com confiabilidade, há perda de desempenho do processo de customização. “Não podemos conceber uma customização financeiramente viável se não pudermos contar com parques de fornecedores versáteis, não apenas especializados em seus produtos, mas também com processos que sigam os mesmos princípios da Scania. O fornecedor é a extensão da fábrica”, afirma o Gerente de Logística.

A empresa, em nível mundial, adota os conceitos da produção enxuta para reduzir perdas e aumentar a eficiência do processo produtivo. A área de produção trabalha com a perspectiva de montagem baseada no consumo e adota o conceito de *takt time* para impor o ritmo da produção de acordo com a demanda do mercado. Desta forma, não há estoque de produto acabado. Ademais, há forte padronização das tarefas, os funcionários têm autonomia e são estimulados para gerir e garantir a qualidade do produto em seus respectivos postos de trabalho. Como meio de gerir o fluxo de informações e produção, também é adotado *kanban* em certos fluxos logísticos.

O sistema de produção da Scania tem como objetivo central a melhoria contínua de suas operações e processos. Para isto, o sistema implantado está alicerçado na padronização e possui como pilares a “produção baseada no consumo” e o conceito de “correto a partir de mim”.

Com relação à tecnologia de informação, a empresa desenvolveu internamente os principais sistemas para dar o apoio à área produtiva. Neste sentido, três dos principais sistemas são: MC (*Material Control*), Simas, e Mona. O MC é responsável pelo planejamento e controle das necessidades de materiais (atuando como um MRP). O sistema Simas tem como objetivo prover o apoio para movimentação de materiais. Por sua vez, o sistema Mona possui o propósito de lidar com a montagem de componentes.

Para reduzir os tempos de *setup* no processo de fabricação são utilizadas máquinas CNC. Ademais, são realizadas pré-montagens em paralelo (na periferia da linha) à montagem principal, no intuito de otimizar o processo produtivo. Estas tarefas visam preparar sub-montagens que requerem maior área do que a disponível na linha.

Além disto, a empresa adota o princípio da manufatura celular, conforme destaca o Gerente de Logística: “Nós dividimos a linha em cinco grandes áreas, ou funções. Cada função tem uma especialidade e é basicamente uma célula com subcélulas (postos de montagem)”.

Por sua vez, para garantir que os pedidos sejam atendidos de forma customizada, é fundamental que as informações sobre possíveis alterações no produto fluam de maneira rápida e eficaz entre a área de vendas e o chão de fábrica, garantindo que as modificações solicitadas de última hora pelo cliente sejam atendidas integralmente. Por isso, a qualificação do pessoal e o nível de relacionamento entre eles são tarefas críticas dentro da empresa.

Desta forma, além dos habilitadores associados ao projeto do produto, manufatura baseada no tempo, flexibilidade, cadeia de suprimentos e tecnologia de informação, a Scania também implementa elementos relacionados à produção enxuta. A produção enxuta visa aumentar o desempenho da empresa por meio da eliminação de perdas e agregação de valor aos produtos disponibilizados. Neste sentido, Kotha (1995), Ross (1998), Mann (2000) e Silveira, Borenstein e Fogliatto (2001) destacam a importância da adoção de práticas relacionadas à produção enxuta para habilitar a empresa a implementar com sucesso a estratégia de customização em massa.

## **9 Principais dificuldades para a implementação da customização em massa**

A maior dificuldade na Randon está na constante adequação do projeto para personalização dos produtos. Por exemplo: algumas usinas de cana-de-açúcar realizam grandes pedidos à empresa. Contudo, cada usina, ainda que seja do mesmo setor, possui necessidades distintas,

exigindo produtos com características diferenciadas. Além disto, a cada ano, as mesmas usinas fazem pedidos de modificações para o mesmo produto adquirido no ano anterior.

Algo semelhante ocorre na comercialização de produtos para exportação, conforme explica o Analista de Mercado:

Os clientes uruguaios, por exemplo, não aceitam ser atendidos a partir da combinação dos componentes modulares padronizados. Eles exigem projetos exclusivos. É uma questão cultural de cada país. No Brasil, nós ainda conseguimos que a maioria dos clientes opte pela customização planejada.

Na Scania, uma consequência de se trabalhar de forma customizada é que se gera maior complexidade tanto para a logística quanto para a área industrial. Como explica o Gerente de Logística:

[...] A partir do momento que você oferece a customização para seu cliente final, gera-se a necessidade de que toda a cadeia logística que está por trás para finalizar o produto funcione com uma eficiência muito maior do que a média do mercado e faz com que os tempos de resposta também sejam reduzidos. Porque não adianta você customizar alguma coisa que leva um ano pra ficar pronta, daí isso não é mais customização, isso é artesanato, não é? Então, a gente tem que ter um sistema industrial eficiente, que eu possa oferecer algo customizado num prazo de entrega que seja compatível com as expectativas do cliente.

Neste contexto, sob a perspectiva da logística, a falta de previsibilidade em relação ao desempenho dos fornecedores e a falta de ferramentas que permitam uma melhor integração entre a fábrica e seus fornecedores constituem as principais dificuldades para o alcance dos objetivos. Como afirma o Gerente de Logística:

[...] Nós somos uma montadora, só que por trás dessa linha são oitocentos e trinta e seis fornecedores. E nós não temos como administrar eventuais desvios ou problemas desses oitocentos e trinta e seis fornecedores. E cada vez mais a gente está trabalhando com produção enxuta, e isso faz com que a gente esteja constantemente desafiando os saldos, desafiando os tempos; trabalhando sempre no limite. Então, qualquer desvio de um fornecedor desse, cria, desencadeia uma série de ações que a gente tem de investigar e com criatividade propor uma saída. É isso que é o mais crítico dentro da logística. Por outro lado, o Brasil hoje está muito aquém no que diz respeito à comunicação com o fornecedor por EDI, o que faz com que nós tenhamos uma previsibilidade menor de alguma falha ou de algum atraso do fornecedor. É uma área que a gente ainda tem que crescer muito e criar ferramentas que possibilitem uma integração cada vez maior do fornecedor com a montadora; na administração de estoque; na segurança de entrega.

A falta de confiabilidade das máquinas e equipamentos no processo produtivo, por sua vez, é um aspecto crítico, pois como os prazos de entrega são estreitos, as perdas de tempo ocorridas devido à quebra de máquinas ou eventos não planejados podem vir a comprometer a data prometida de entrega do produto para o cliente.

## 10 Conclusões

Diferente das montadoras de automóveis, os setores de implementos rodoviários e de caminhões pesados parecem possuir a característica de oferecer aos seus clientes a possibilidade de adquirir um produto a partir de milhares de combinações possíveis, alterando, inclusive,

atributos estruturais de cada modelo ofertado. Isto se deve a uma certa imposição do mercado para a customização dos produtos ofertados nestes setores.

Evidenciou-se que as empresas pesquisadas executam suas atividades de customização em três diferentes estágios da cadeia de valor: projeto, fabricação e montagem. Todavia, são os esforços nas atividades de fabricação e montagem que configuram uma estratégia de customização em massa, pois o desenvolvimento de novos produtos (a partir do projeto) exige maior complexidade operacional, tempos e custos elevados, bem como menor escala de produção.

A potencialidade de utilizar peças e componentes modulares, que possam ser intercambiáveis entre os diferentes produtos que são fabricados e montados, representa um dos principais critérios para seleção dos componentes dos produtos a serem customizados. Somado a isto, analisam-se aspectos associados à viabilidade técnica, econômica, mercadológica e legal. A respeito deste último critério, constatou-se que a existência de regulamentações no setor atua como limitador para a execução da customização.

O exame dos habilitadores da estratégia de customização em massa permitiu constatar que ambas as empresas selecionadas destacaram elementos comuns, tais como: projeto modular do produto, flexibilidade tanto do sistema produtivo como dos fornecedores, adoção de atividades associadas à redução de perdas e tempos de *setup*, utilização de tarefas de pré-montagem em paralelo à linha de montagem principal (com o intuito aumentar a velocidade do processo produtivo), otimização do fluxo de informações por meio de tecnologias apropriadas, qualificação de pessoal com foco na multifuncionalidade. Como as empresas ofertam uma extensa variedade de alternativas de customização para o mercado e lidam com uma grande quantidade e diversidade de itens em seu processo produtivo, a utilização de um *software* Configurador de Produto tem contribuído, sobremaneira, para aumentar a eficiência do processo de customização.

No que diz respeito às dificuldades constatadas para o sucesso da customização em massa não foram observados pontos comuns entre as empresas analisadas. No caso da Randon, a necessidade de constantes adequações do projeto do produto para atender às necessidades dos clientes torna crítica a busca por resultados alinhados com os objetivos da customização em massa. Já na Scania, a falta de previsibilidade em relação ao desempenho dos fornecedores e a falta de ferramentas que permitam uma melhor integração entre a fábrica e seus fornecedores constituem os principais empecilhos para o alcance dos objetivos da customização em massa.

## Referências

AHLSTROM, P.; WESTBROOK, R. Implications of mass customization for operations management: an exploratory survey. **International Journal of Operations and Production Management**, v.19, n.3, p.262-274, 1999.

ALFORD, D.; SACKETT, P.; NELDER, G. Mass customisation: an automotive perspective. **International Journal of Production Economics**, v.65, p. 99-110, 2000.

AMARO, G.; HENDRY, L.; KINGSMAN, B. Competitive advantage, customization and a new taxonomy for non make-to-stock companies. **International Journal of Operations and Production Management**, v.19, n.4, p.349-371, 1999.

- BALDWIN, C. Y. CLARK, K. B. Managing in an age of modularity. **Harvard Business Review**, p.84-93, sep.-oct. 1997.
- CARMO, F. D. C. F.; GAVRONSKI, I. Jit approach to mass customization: a case study. In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO DOS PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO, 26., 2002, Salvador. **Anais...** Bahia: ANPAD, 2002. 1CD.
- CHETTY, S. The case study method for research in small- and medium- sized firms. **International Small Business Journal**, v.15, n.1, p.73-85, 1996.
- CONTANDRIOPOULOS, A. P. *et al.* **Saber preparar uma pesquisa**. 3. ed. São Paulo: Hucitec; Rio de Janeiro: Abrasco, 1999.
- DURAY, R. *et al.* Approaches to mass customization: configurations and empirical validation. **Journal of Operations Management**, v.18, p.605-625, 2000.
- EISENHARDT, K. M. Better stories and better constructs: the case for rigor and comparative logic. **The Academy of Management Review**, v.16, n.3, p.620-627, jul.1991.
- EASTWOOD, M. A. Implementing mass customization. **Computers in Industry**, v.30, n.3, p.171-174, 1996.
- FEITZINGER, E.; LEE, H. Mass customization at Hewlett-Packard: the power of postponement. **Harvard Business Review**, p.116-121, jan/feb. 1997
- GAITHER, N.; FRAZIER, G. **Administração da produção e operações**. 8.ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2001.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.
- GILMORE, J. H.; PINE, J. The four faces of mass customization. **Harvard Business Review**, p.91-101, jan.-feb. 1997.
- GUSTAVSSON, Sten-Olof. Flexibility and productivity in complex production process. **International Journal of Production Research**, London, v.22, n.5, p.801-808. 1984.
- HERMANSKY, J.; SEELMANN-EGGEBERT, R. Manufacturing postponed. **IEE Manufacturing Engineer**, p.38-41, aug./sep. 2003.
- JIAO, J.; MA, Q.; TSENG, M. M.; Towards high value-added products and services: mass customization and beyond. **Technovation**, p.1-13, 2001.
- KOTHA, S. Mass customization: implementing the emerging paradigm for competitive advantage. **Strategic Management Journal**, v.16, p.21-42, 1995.
- LAMPEL, J.; MINTZBERG, H. Customizing Customization. **Sloan Management Review**, v.38, n.1, p.21-29, fall, 1996.
- LAU, Ronald S. M. Mass customization: the next industrial revolution. **Industrial Management**, v.37, n.5, p.18-19, sep/oct, 1995.
- LEE, S.; CHEN, J. C. Mass customization: methodology for an apparel industry with a future. **Journal of Industrial Technology**, v.16, n.1, nov./jan. 2000.
- MacCARTHY, B.; BRABAZON, P. G.; BRAMHAM, J. Fundamental modes of operation for mass customization. **International Journal of Production Economics**, v.85, p.289-304, 2003.
- MANN, P. Mass customization simplified. **Manufacturing Systems**, Wheaton, v.18, Iss. 9, p.16, sep. 2000.
- MERRIAM, S. B. **Qualitative research and case study applications in education**. Jossey-Bass: San Francisco, 1998.

- NARVER, J. C.; SLATER, S. F. The effect of a market orientation on business profitability. **Journal of Marketing**, v.54, n.4, p.20-35, oct. 1990.
- PEPPERS, Don; ROGERS, Martha. **Empresa 1:1**: instrumentos para competir na era da interatividade. Rio de Janeiro: Campus, 1997.
- PINE, B. J. **Personalizando produtos e serviços** – customização maciça. São Paulo: Makron Books, 1994.
- PINE, B. J.; VICTOR, B.; BOYTON, A. C. Making mass customization work. **Harvard Business Review**, p.108-116, sep./oct. 1993.
- PORTER, M. E. **Vantagem Competitiva**: criando e sustentando um desempenho superior. 22.ed. São Paulo: Campus, 1989.
- ROSS, A. Selling uniqueness. **IEE Manufacturing Engineer**, p.260-263, dec. 1996.
- ROWLEY, J. Using case studies in research. **Management research news**, v.25, n.1, p. 16-27, 2002.
- SILVEIRA, G. da; BORENSTEIN, D.; FOGLIATTO, F. S. Mass customization: literature review and research direction. **International Journal of Production Economics**, v.72, p. 1-13, 2001.
- SLATER, S. F.; NARVER, J. C. Does competitive environment moderate the market orientation-performance relationship. **Journal of Marketing**, v.58, n.1, p.46-65, jan. 1994.
- STAKE, Robert E. Case Studies. In: DENZIN, Norman, K. LINCOLN, Yvonna S. **Handbook of qualitative research**. London: Sage, 1994
- TU, Qiang; VANDEREMBSE, Mark A; RAGU-NATHAN, T. S. The impact of time-based manufacturing practices on mass customization and value to customer. **Journal of Operations Management**, v.19, p.201-217, 2001.
- TU, Qiang. *et al.* Measuring modularity-based manufacturing practices and their impact on mass customization capability: a customer-driven perspective. **Decision Sciences**, v.35, n.2, p.147-168, 2004.
- VAN DER WIELE, T.; BOSELIE, P.; HESSELINK, M. Empirical evidence for relationship between customer satisfaction and business performance. **Managing Service Quality**, v.12, n.3, p.184-193, 2002.
- WRIGHT, P. L.; KROLL, M. J.; PARNELL, J. **Administração estratégica**: conceitos. São Paulo: Atlas, 2000.
- YIN, Robert K. **Estudos de caso: planejamento e métodos**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.