

4

Produção sob Encomenda e Customização em Massa Aplicadas na Indústria Automotiva

O presente capítulo tem como primeiro objetivo apresentar uma revisão bibliográfica sobre as tendências de Produção sob Encomenda e de Customização em Massa. Essa revisão bibliográfica procura reunir os conhecimentos necessários para suportar a análise dos métodos e dos modelos de produção sob a ótica destas tendências, análise esta que é o segundo objetivo deste capítulo.

A Seção 4.1 introduz a Produção Sob Encomenda (*Build to Order – BTO*), a Seção 4.2 introduz a Customização em Massa (*Mass Customization*) e a Seção 4.3 apresenta a análise dos métodos e modelos de produção de veículos associada às tendências de BTO e de Customização em Massa.

4.1. Produção sob Encomenda

A acirrada competição na Indústria Automotiva vem forçando as montadoras a buscarem novas vantagens competitivas (Holweg & Miemczyk, 2003). Porém, para conseguir vantagens, é preciso inovar e vencer os desafios presentes hoje nessa indústria. Segundo Waller (2004), os principais desafios dos próximos dez anos dentro dessa indústria são: eliminar estoque e seguir em direção a um procedimento de produção de veículos puxado pelo cliente final.

Grande parte da produção existente na Indústria Automotiva é hoje ainda baseada em previsões de demanda associadas às definições de tendências e expectativas de consumo que muitas vezes não ocorrem, o que leva a um procedimento de produção predominantemente empurrado. Como consequência, têm-se elevados custos de imobilização de capital ao longo da cadeia de suprimentos dessa indústria e um baixo nível de atendimento às expectativas do cliente. Cliente este que tem que se satisfazer com a oferta de veículos disponíveis no mercado, que muitas vezes não atendem as suas reais necessidades e/ou preferências, ou então enfrentar uma longa espera para receber um veículo

customizado (Holweg & Jones, 2001).

Muitas montadoras têm declarado suas intenções de aumentar a proporção de veículos feitos por encomenda e reduzir o tempo de espera desde a colocação do pedido pelo cliente até a entrega do veículo (Holweg & Jones, 2001). Na Europa, por exemplo, a BTO vem sendo amplamente aceita com cerca da metade dos veículos vendida sob encomenda. No Reino Unido esta porcentagem está em torno de 32% (Kiff *apud* Holweg & Miemczyk, 2003; Williams *apud* Holweg & Miemczyk, 2003).

A alteração dessa lógica empurrada de produção para uma produção sob encomenda, produção esta puxada a partir das solicitações dos clientes, pode trazer benefícios tanto para as montadoras, como também para fornecedores e clientes (Holweg & Pil, 2001; Waller, 2004; Holweg & Jones, 2001). Estes benefícios serão apresentados no transcorrer deste capítulo, assim com as definições, desafios, além de outras particularidades da BTO.

Em trabalhos como Krajewski & Ritzman (1996) e Pires (2004) é utilizado o termo MTO (*Make to Order*) para se referir à Produção sob Encomenda, porém, nesta dissertação, adota-se o termo BTO (*Build to Order*) por ser um dos jargões mais utilizados, podendo ser encontrado em trabalhos como: Holweg & Jones (2001), Holweg & Pil (2001), Waller (2004) e Holweg & Miemczyk (2003). A definição de MTO utilizada por Krajewski & Ritzman (1996) e Pires (2004), assunto da Seção 4.1.1, será a mesma adotada nesta dissertação para a BTO.

4.1.1. Definições

Krajewski & Ritzman (1996) destacam três estratégias fundamentais de produção: Produção para Estoque (*Make to Stock – MTS*), Montagem sob Encomenda (*Assemble to Order – ATO*) e Produção sob Encomenda (*Make to Order – MTO*). Pires (2004) refere-se às estratégias de produção como uma classificação que divide os sistemas produtivos¹⁴ de acordo com a forma que eles interagem com os clientes na Cadeia de Suprimentos, ou seja, conforme o nível de interferência que o comprador pode ter no produto final. Pires (2004) destaca ainda uma quarta estratégia, menos freqüente, mas importante em termos de

¹⁴ Um sistema produtivo é definido por Pires (2004) como um elemento capaz de transformar alguns recursos de entradas (*inputs*) em produtos e/ou serviços como saídas (*outputs*).

tendências e de modelo de negócio, a Engenharia sob Encomenda (*Engineering to Order* – ETO).

- Produção para Estoque (MTS) – Nesta estratégia as empresas produzem itens padronizados (produtos de prateleira) para estoque com base em previsões de vendas - *forecasting* (Krajewski & Ritzman, 1996; Pires, 2004). De acordo com Pires (2004), a ordem natural dos principais processos de negócios, conforme ilustra a Figura 7, geralmente é prever vendas, planejar produção, produzir, vender e entregar. Pires (2004) ainda ressalta que nesse caso a interferência dos clientes no ciclo produtivo é inexistente, salvo em momentos de pesquisas de mercado. Segundo Krajewski & Ritzman (1996), o termo Produção em Massa é freqüentemente utilizado para definir a estratégia de Produção para Estoque.

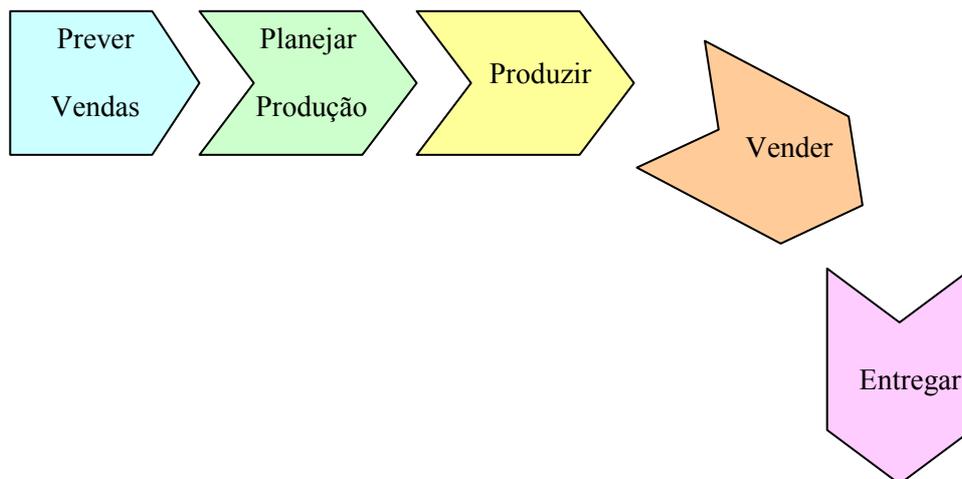


Figura 7: Ordem dos principais processos de negócios na MTS

Fonte: Adaptado de Pires (2004)

- Montagem sob Encomenda (ATO) – Nessa estratégia, alguns componentes (geralmente itens de uso comum e de maior demanda) são produzidos para um estoque intermediário em que permanecem até o fechamento de uma venda. Após o fechamento de um pedido realiza-se a segunda etapa do ciclo produtivo em que esses componentes serão utilizados na produção de produtos com especificações próprias (Pires, 2004). Para Krajewski & Ritzman (1996), nessa estratégia a operação segura a montagem e

componentes em estoque até a chegada do pedido do cliente, logo o produto específico que o cliente quer será montado com os apropriados componentes. Krajewski & Ritzman (1996) ressaltam ainda que estocar produtos acabados poderá ser economicamente inviável, porque as numerosas combinações (produtos finais) fazem a previsão ser relativamente ineficaz. Segundo Pires (2004), a ordem natural dos principais processos de negócios nessa estratégia, conforme ilustra Figura 8, costuma ser: prever demanda de componentes, planejar produção de componentes para estoque, produzir componentes para estoque, vender, planejar produção final, realizar produção final e entregar.

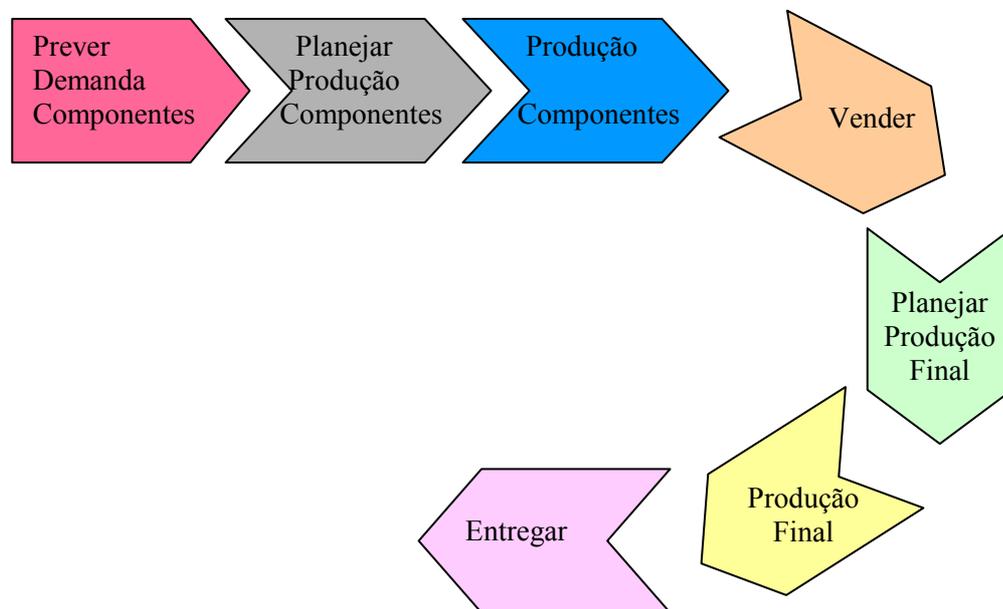


Figura 8: Ordem dos principais processos de negócios na ATO

Fonte: Adaptado de Pires (2004)

- Produção sob Encomenda (MTO) – Nessa estratégia, geralmente a produção só é executada após a venda do produto, ou seja, produz-se mediante pedidos firmados em carteira. Significa que o processo de negócio “vender” antecede o processo “produzir”. A ordem natural dos principais processos de negócios nessa estratégia, conforme ilustra Figura 9, geralmente é vender, planejar, produzir e entregar (Pires, 2004). Para Krajewski & Ritzman (1996), nessa estratégia a operação produz produtos conforme especificações dos clientes, ou seja, possui um alto grau de

customização, logo o processo de produção precisa ser flexível para acomodar as variedades. Para Pires (2004), o que vai ser produzido sob encomenda pode variar desde um produto inédito, produzido de forma customizada para o cliente, ou um produto escolhido entre um conjunto de opções. Para o caso da Indústria Automotiva a escolha entre um conjunto de opções é a mais realista para os dias de hoje.

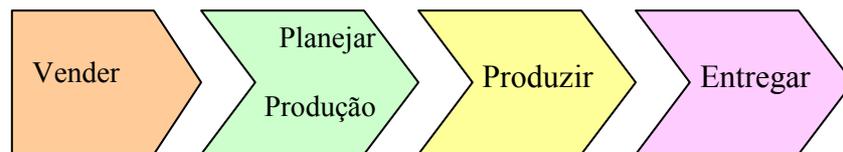


Figura 9: Ordem dos principais processos de negócios na MTO

Fonte: Adaptado de Pires (2004)

- Engenharia sob Encomenda (ETO) – É uma extensão da estratégia MTO, onde a etapa de projeto do produto feita também sob encomenda, ou seja, com base nas necessidades do cliente. Os produtos tendem a ser altamente customizados (“um de cada tipo”) e o nível de interação com os clientes costuma ser muito grande. A ordem dos principais processos de negócios nessa estratégia é bem parecida com o caso da MTO, apenas com a inclusão do processo “projetar produto” logo após o processo “vender”, completando o ciclo, de acordo com a Figura 10, tem-se: vender, projetar produto, planejar produção, produzir e entregar (Pires, 2004).

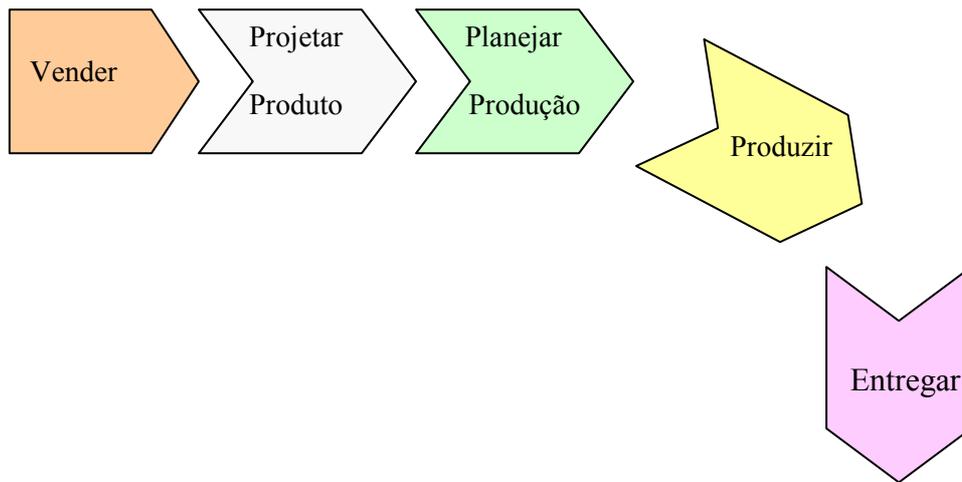


Figura 10: Ordem dos principais processos de negócios na ETO

Fonte: Adaptado de Pires (2004)

A Figura 11 ilustra as estratégias de produção descritas comparando o tempo total de operação de produção do produto (bem/serviço) com o *lead time* de entrega (tempo de espera do cliente compreendido entre a colocação do pedido e o recebimento do produto) desde a etapa de projeto até a etapa de entrega (envio). Na ETO o lead time de entrega é igual ao tempo total de operação de produção do produto, isto mostra a total participação do cliente na concepção do produto, ao contrário da MTS que praticamente não oferece participação do cliente no ciclo produtivo.

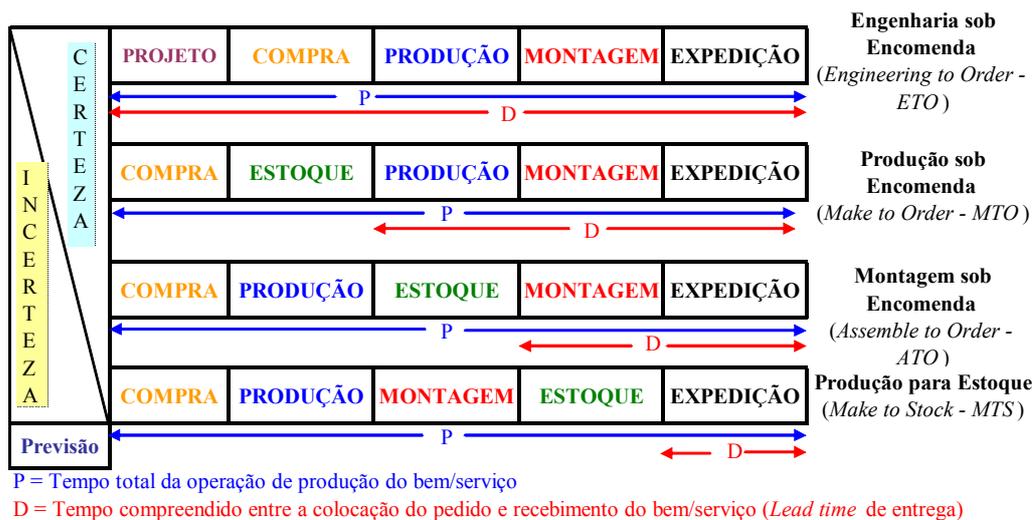


Figura 11: Comparação do tempo total de operação de produção do produto com o *lead time* de entrega

Fonte: Adaptado de Slack *et al.* (2002)

A Figura 12 relaciona as três estratégias fundamentais de produção com a variedade de materiais que entram (matérias-primas, componentes etc.) e que saem (produtos acabados), além dos materiais intermediários que são as sub-montagens. A estratégia MTS tipicamente produz uma pequena variedade de produtos acabados de uma grande variedade de produtos não acabados (matérias-primas). Na estratégia MTO observa-se o contrário, produz-se uma variedade relativamente maior de produtos acabados e sub-montagens de uma variedade menor de matérias-primas. Na ATO observa-se uma situação interessante, produz-se uma variedade menor de sub-montagens comparada a variedade de produtos acabados e matérias-primas ao longo do processo produtivo (Krajewski & Ritzman, 1996; Pires, 2004).

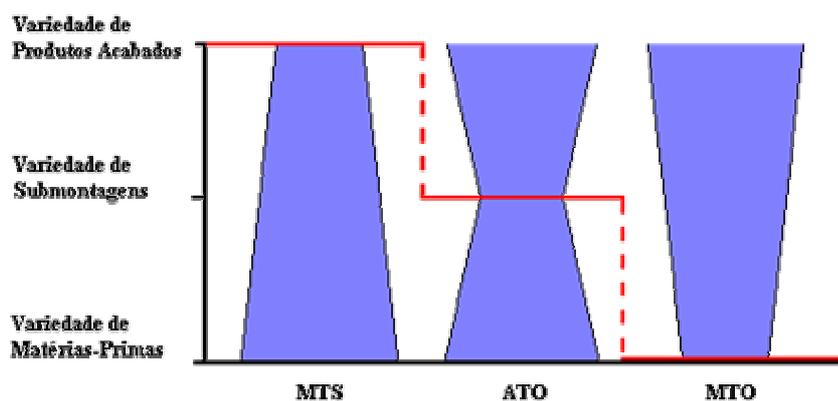


Figura 12: Relação das estratégias fundamentais de produção com a variedade de matérias primas

Fonte: Adaptado de Slack *et al.* (2002)

Conforme mencionado anteriormente, a definição adotada nesta dissertação para a BTO é a mesma utilizada para a MTO, porém alguns acadêmicos e alguns setores industriais, como a Indústria de Computadores, costumam utilizar o jargão BTO para se referir a ATO. A Dell é um exemplo clássico de ATO, segundo Holweg & Pil (2001) ela monta seus computadores através de componentes pré-fabricados, estocados em armazéns, conforme o pedido do cliente. Para Holweg & Pil (2001), a ATO funciona bem em ambientes relativamente simples e com produtos que tenham poucos componentes, mas muitas variantes. Estes autores

ressaltam ainda que indústrias complexas como a de automóveis têm mais dificuldades de implementar a ATO. A Dell gerencia de 15 a 50 componentes por computador, na Indústria Automotiva trabalha-se com pelo menos 2000 componentes por produto acabado. A Dell monta sistemas por encomendas que apresentam não mais que 100.000 combinações diferentes. Os automóveis, em contraste, são montados com bilhões de combinações (Holweg & Pil, 2001).

Existem ainda outras variações de terminologias, como “Configuração sob Encomenda” (*Configure to Order*), que segundo Pires (2004) é equivalente à ATO, “*Resource to Order*”, que é semelhante à ETO e “Alocação sob Encomenda” (*Locate to Order – LTO*), que segundo Holweg & Pil (2001) é utilizada para se referir a BTO virtual (assunto da Seção 4.1.5).

Uma boa definição de BTO é utilizada por Holweg & Jones (2001). Para estes autores, a BTO significa produzir carros somente quando os clientes os solicitam, utilizando diferentes lead times aceitáveis para cada tipo de cliente, para serem construídos numa determinada seqüência de montagem.

Destacam-se ainda três tipos de BTO: para o importador, para o concessionário e para o cliente final.

A BTO para o importador é utilizada para *overseas*, onde os veículos são encomendados normalmente de países de outros continentes pelo importador para serem vendidos no mercado local. Neste tipo de BTO o sistema é puxado apenas até o importador, a partir daí as vendas são empurradas.

Na BTO para o concessionário o sistema é puxado pelos concessionários e empurrado para os clientes finais. Os veículos são produzidos sobre encomenda para os concessionários baseados em previsão de vendas para os clientes.

A BTO para o cliente final é a que promete grandes transformações na Indústria Automotiva, muda-se de um sistema empurrado para um sistema puxado pelo cliente final. É nesta BTO que o presente capítulo está focado.

4.1.2. Benefícios

Para Holweg & Jones (2001), a BTO anuncia uma mudança tão importante na Indústria Automotiva neste início de século como a que a Produção Enxuta representou para o final do século passado. Para estes autores a BTO promete uma

diminuição do lead-time, além de aprimorar o mix de carros encomendados, que é confirmado na experiência da Renault que mostra que o mix de produtos com a BTO é mais rico e estável (e então mais confiável) que o mix determinado pelas previsões. Os principais benefícios obtidos com a BTO são:

- Reduzir os elevados custos de imobilização de capital ao longo da cadeia de suprimentos dessa indústria, seja em produtos acabados (veículos prontos) ou em produtos em processo e matérias-primas (Holweg & Jones, 2001; Agrawal *et al.*, 2001, Holweg & Miemczyk, 2003);
- Aumentar o nível de serviço de atendimento ao cliente, que é obrigado a (1) se satisfazer com a oferta de veículos disponíveis no mercado, freqüentemente com combinações de opcionais e customizações fora de suas reais necessidades (Holweg & Jones, 2001), ou então (2) enfrentar uma longa espera para receber um veículo customizado, tempo este muitas vezes superior ao tolerado pelo mercado (Holweg & Jones, 2001; Agrawal *et al.*, 2001).

O custo de estoque do produto acabado é o mais caro na cadeia de suprimentos (Fisher *apud* Holweg & Miemczyk, 2003). O benefício financeiro previsto em produzir sob encomenda está em torno de \$500 a \$1500 por veículo através de todo mercado global (Lapidus *apud* Holweg & Miemczyk, 2003; Roland Berger *apud* Holweg & Miemczyk, 2003).

Analistas industriais estimam que se os clientes comprassem a maioria dos carros por encomenda, a indústria poderia capturar em torno de 70% do capital perdido ou parado no sistema atual (Agrawal *et al.*, 2001).

De acordo com Holweg & Jones (2001), o ganho vindo da BTO é enorme. O “International Car Distribution Programme” (ICDP) estima um ganho potencial de 4 bilhões de Euros em custos de operações anuais e uma economia de 11,4 bilhões de Euros com a queda dos estoques (Holweg & Jones, 2001).

4.1.3. Desafios

Para Holweg & Jones (2001), a implementação da BTO não é simples e aparece como um desafio para as montadoras. Há um grande receio de que as encomendas possam reduzir a utilização da capacidade de produção, aumentando a tentação de voltar às vendas empurradas. A BTO precisa ser acompanhada de

um gerenciamento proativo de demanda, usando incentivos para dar suporte e nivelar a entrada de pedidos sob encomenda, ao invés de simplesmente eliminar os excessos de estoques (Holweg & Jones, 2001).

Holweg & Jones (2001) ainda ressaltam que existe uma lacuna entre o tempo que os clientes estão dispostos a esperar por um novo carro e o tempo em que o sistema poderá atendê-los. Segundo estes mesmos autores, trinta por cento dos clientes das revendedoras no Reino Unido querem seus carros dentro de sete dias e apenas 39% estão dispostos a esperar mais que 30 dias. No resto da Europa o tempo de espera aceitável pelos clientes é um pouco maior. A média dos tempos de entrega dos pedidos sob encomenda de veículos na Europa é de 48 dias.

De acordo com Agrawal *et al.* (2001), a porcentagem de veículos vendida sob encomenda na Europa é maior que nos EUA. Os pátios dos distribuidores europeus são tipicamente pequenos, logo existem menos veículos disponíveis para os compradores escolherem. Para Agrawal *et al.* (2001), a Indústria Automotiva nos EUA tem como tradição construir, montar e distribuir para estocar. Entretanto, os clientes que querem um pedido especial de veículo têm que esperar semanas, ou até mesmo meses pela entrega. Estes autores ainda ressaltam que numerosas pesquisas observaram que muitos compradores preferem ficar com o que está disponível a esperar pelo carro dos seus sonhos. Embora os europeus tenham que esperar tanto quanto os americanos para receber um veículo encomendado (em torno de seis semanas, podendo chegar a seis meses ou mais), eles estão mais dispostos a esperar que os americanos.

Para Holweg & Jones (2001), a única maneira de entender realmente porque o tempo de entrega dos automóveis é tão grande é mapeando o processo de pedidos e produção em detalhes. O “3DayCar” mostra que se gastam 40,1 dias para suprir um carro produzido conforme o pedido do cliente. Entretanto, apenas 4% dos 40,1 dias são gastos na produção e apenas outros 12% na entrega do carro para o cliente. Isto significa que 84% do tempo é gasto na espera devido à programação (Holweg & Jones, 2001). Verifica-se que as tentativas de reduzir tempos nos processos de produção não fazem muita diferença no tempo de espera dos clientes finais, pois as atividades relacionadas à produção não são as principais causas dos atrasos (Holweg & Jones, 2001), conforme ilustra a Figura 13.

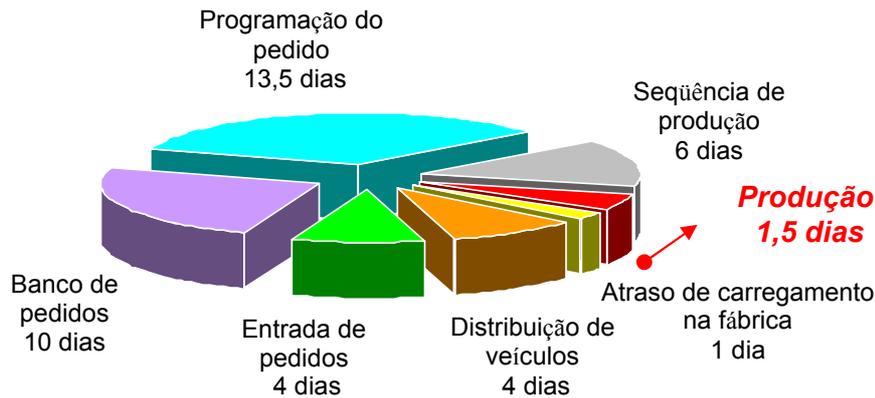


Figura 13: Tempo gasto nas etapas de processamento de pedidos, produção e distribuição de veículos

Fonte: Holweg & Pil (2001)

Para Agrawal *et al.* (2001), ainda existem incertezas sobre os benefícios da BTO, pois os desafios para implementá-la são desencorajadores, principalmente na América do Norte. Mudar de um sistema de Produção em Massa (ou “empurrado”) para um sistema BTO (ou “puxado”) requer numerosas mudanças operacionais e organizacionais por toda cadeia de suprimentos da Indústria Automotiva. De acordo com Agrawal *et al.* (2001), é muito cedo para se dizer se os clientes querem comprar seus veículos por encomenda e quanto eles estão dispostos a pagar por isso. As montadoras não conseguem avaliar a receptividade dos compradores dos carros produzidos em massa na Europa e América do Norte. Para estes mesmos autores, a BTO não se tornará uma realidade até que as indústrias tenham um melhor entendimento de quanto isto irá custar para os clientes.

Para Agrawal *et al.* (2001), será difícil alcançar a BTO pela produção de veículos individuais com milhares de partes distintas conforme fazem algumas montadoras. Eles acreditam que as montadoras podem alcançá-la através de modularização, isto é, pela produção de veículos compostos por uma dúzia de módulos maiores e adaptáveis. Eles ressaltam também que a cadeia de suprimentos é desenhada para entregar, no tempo certo e no local exato, quantidades em massa de componentes padrão e não para ajustar saída de mix de acordo com pedidos individuais. Isto requer uma mudança de paradigma em relação à gestão da cadeia automotiva.

Um outro fator preocupante para implementação da BTO, segundo Agrawal *et al.* (2001), são os concessionários. Embora existam leis na maioria dos estados americanos que proíbem as montadoras de venderem diretamente aos clientes, os concessionários ainda sentem-se ameaçados pela BTO. Eles se sentem mais confortáveis com grandes estoques em seus pátios, abertos para negociar, oferecendo muitas opções aos seus clientes (Agrawal *et al.*, 2001).

Para Agrawal *et al.* (2001), a Tecnologia de Informação (TI) também se torna um entrave para a BTO. Muitas fábricas utilizam sistemas com TI projetados para dar suporte à Produção em Massa. Estes sistemas incluem Gerenciamento de Demanda (*Demand Management*), Planejamento dos Recursos de Produção (*Manufacturing Resource Planning – MRP*), Planejamento dos Recursos das Empresas (*Enterprise Resource Planning – ERP*), Execução de Produção (*Manufacturing Execution*) e Sistemas da Cadeia de Suprimentos (*Supply Chain Systems*).

Para Holweg & Jones (2001), a escala de transição para a BTO não deve ser subestimada. Mudar um sistema de informações legado é uma tarefa difícil. A BMW, por exemplo, alocou 300 trabalhadores internamente e mais 50 externamente por 15 meses para implementar seu sistema BTO na Europa, ao custo de 38 milhões de Euros. Os clientes também terão que saber como se usa este sistema para conseguir exatamente o carro que eles desejam e quando eles vão recebê-lo (Holweg & Jones, 2001).

4.1.4. Flexibilidade na Indústria Automotiva

Para Holweg & Pil (2001), as empresas além de alterar sistemas de informações e projetos de produtos, precisam ter flexibilidade ao longo de toda cadeia de suprimentos: flexibilidade em processo, em produto e em volume.

A flexibilidade em processo está relacionada à velocidade na qual a empresa pode tomar decisões, alterar programações ou corrigir pedidos existentes para se adequar às necessidades dos clientes.

A flexibilidade em produto refere-se à maneira como a empresa consegue adaptar bem os produtos às especificações dos clientes e o quanto ela é capaz de atrasar ou reduzir o grau de customização do produto. A Customização em Massa

(que será abordada no próximo capítulo) e o *postponement*¹⁵ podem ser caminhos para a flexibilidade de produto. Na produção do Smart, por exemplo, há flexibilidade em produto no que se refere aos painéis que dão cor ao veículo. Estes são de fácil montagem e são os últimos componentes a serem adicionados ao Smart.

A Flexibilidade em volume é a habilidade que a empresa tem de reagir a todas as variações de demanda alterando o volume de produção. A demanda por automóveis sofre flutuações substanciais durante o ano todo. O Audi A4 conversível produzido pela Karmman é um bom exemplo. Visto que o conversível é um veículo sazonal em termos de vendas, a Audi especificou uma capacidade diária bem flexível para a Produção do A4 conversível na planta da Karmman.

A Tabela 3 apresenta algumas características das flexibilidades da cadeia de suprimentos que devem ser seguidas para que a BTO tenha êxito.

Tabela 3: Características das flexibilidades da cadeia de suprimentos

Flexibilidade em processo	Flexibilidade em produto	Flexibilidade em volume
Liga as necessidades dos clientes diretamente à produção, tomando decisões baseadas na demanda real dos clientes ao invés de prever a demanda	Traz a customização para próximo do cliente para evitar confiar em estoques de produtos acabados	Reduz a dependência da capacidade total negociando jornadas de trabalho com os trabalhadores e fornecedores
Fornecedores integrados para que os pedidos dos clientes estejam visíveis a todos os parceiros da cadeia	Gerencia a variedade de produto pelo entendimento das implicações de custo e benefícios das escolhas	Diversifica a produção das fábricas cobrindo com a variabilidade de volume
Perpetua os dados das vendas através da cadeia de suprimentos para evitar atrasos e permitir reagir rapidamente às mudanças	—	Usa incentivos para gerenciar o nível de demanda e benefícios ao invés de oferecer descontos aos estoques excedentes

Fonte: Adaptado de Holweg & Pil (2001)

¹⁵ No *postponement*, ou princípio da postergação, a configuração final só acontece quando as preferências do consumidor são conhecidas, ou seja, a configuração final é feita mais próxima da encomenda (adaptado de Cardoso, 2002).

4.1.5. BTO Virtual

Para Agrawal *et al.* (2001), a BTO virtual é um caminho alternativo para as montadoras enfrentarem muitos dos desafios apresentados anteriormente na Seção 4.1.3. A alternativa se faz ao conectar os pedidos customizados dos clientes aos diversos carros já construídos, incluindo os veículos nos pátios dos concessionários, em trânsito, na linha de montagem e na programação de produção. Desta maneira, os clientes provavelmente encontrarão veículos próximos aos desejados (cores e opcionais desejadas) (Agrawal *et al.*, 2001; Holweg & Pil, 2001).

Para Holweg & Pil (2001), a BTO virtual, ou Alocação sob Encomenda (*Locate to Order – LTO*), é uma variante do sistema puxado, porém o custo de transporte do veículo até o revendedor mais próximo ao cliente pode sofrer acréscimos dependendo da distância em que este último estiver do veículo desejado.

Segundo Agrawal *et al.* (2001), as montadoras não terão que produzir por encomenda, para eles esta é uma solução de baixo custo que é mais fácil de implementar que a BTO e é bem provável que haja uma grande satisfação dos clientes. Esta alternativa oferece aos concessionários acessos aos dados e conhecimento das preferências dos clientes como opções, cores e características.

Várias montadoras já estão experimentando a BTO virtual. A Ford, por exemplo, lançou o *FordDirect.com*. Através do *FordDirect* os consumidores podem procurar seus veículos nos estoques dos concessionários e poderão adquirir informações sobre os veículos que seguem para os concessionários e que estão na linha de produção. Já a GM lançou o *GMBuyPower.com*, permitindo aos seus clientes pesquisarem e encontrarem carros existentes com as características desejadas ou adquirir os veículos com pedidos especiais junto a montadora (Agrawal *et al.* 2001).

4.1.6. Princípios

Holweg & Jones (2001) destacam quatro princípios identificados pela pesquisa 3DayCar que precisam ser seguidos para o sucesso da BTO.

O primeiro princípio diz que os veículos devem ser produzidos somente por encomenda. O planejamento de capacidade e as vendas por previsão precisam ser separadas da programação operacional e focadas na alocação de mercado para alcançar melhores rendimentos e gerenciar restrições no sistema de produção. Precisa-se de uma interface com a programação diária especificando quais tipos de pedidos podem ser construídos em cada *slot* de produção, dado o suprimento atual e a capacidade restringida.

O segundo princípio diz que os pedidos devem ser registrados diretamente em *slots* de produção. Essa é a chave para alcançar pequenos lead times e dar *feedbacks* instantâneos e confiáveis para o consumidor, informando quando o veículo vai ser entregue. Assim que o pedido for registrado em um *slot* de produção ele não deve ser nem adiantado e nem ultrapassado por um outro pedido.

O terceiro princípio diz que os *slots* de produção devem estar visíveis aos parceiros da cadeia de suprimentos, ou seja, os *slots* e seus conteúdos devem estar visíveis aos provedores de serviços de suprimentos e logística para alcançar as informações contidas em seus sistemas. Este acesso deve ser *on line* e em tempo real, junto com um mecanismo de *feedback*, para que os parceiros da cadeia de suprimentos estejam habilitados a comunicar qualquer restrição ou problema nas fábricas de veículos. Nos sistemas atuais, a confiabilidade das informações avaliadas é quase sempre criticada e acusada de ineficiência, impedindo que as operações sejam planejadas a frente.

O quarto princípio implica em minimizar complexidades técnicas, enquanto mantém opções aos consumidores. Sempre existe uma forte tentação de aumentar o número de especificações na intenção de atrair novos clientes. Assumiu-se que isto provocaria uma forma de produção mais complexa e difícil. Entretanto a pesquisa “3DayCar” descobriu que o aumento de opções para os clientes não acarreta necessariamente no aumento das complexidades na produção. A redução de complexidades na fabricação é muito importante para poder fazer pedidos customizados. Os pedidos customizados podem ser estruturados depois da pintura e montados numa seqüência ininterrupta conforme planejado. Isto também permite grandes remessas na pintura, que minimiza o impacto ambiental.

4.1.7. Projetos das Montadoras

Para Holweg & Miemczyk (2003), construir carros por encomenda não é uma idéia nova. Segundo estes autores a maioria das montadoras está trabalhando com iniciativas BTO. Pode-se citar como exemplos: a BMW com o *10-day-car* que visa construir e entregar o veículo em 10 dias após a solicitação da compra pelo cliente, a Volvo com o *21-day-order-to-delivery target*, a Ford com o *15-day Order Fulfilment Project* e a Renault e a Nissan com o *14-day-car* em seus projetos *Projet Nouvelle Distribution (PND)* e *Supply Chain Optimization for Partnes in Europe (SCOPE)*. Dentre essas iniciativas, destaca-se o programa de BTO desenvolvido pela BMW chamado *customer-oriented sales and production process (KOVP)* que tem três objetivos, são eles:

- Atender os prazos de entrega, onde o cliente recebe o seu automóvel na data programada, sendo essa data sempre que possível determinada pelo cliente;
- Reduzir o tempo de atendimento ao cliente, onde o período máximo de atendimento de um automóvel desde a sua solicitação pelo cliente até a sua entrega não pode exceder 10 dias úteis;
- Permitir mudanças após a encomenda feita pelo cliente, onde este pode efetuar diversas mudanças no automóvel até 8 (oito) dias antes que ele seja entregue pela fábrica-planta à concessionária.

A construção do BMW 1 Series, por exemplo, segue o modelo proposto pelo KOVP. Ele pode ser produzido de maneira bem customizada, de acordo com as necessidades e preferências do cliente. Segundo GCF (2004), existem várias opções de configuração desse veículo, dentre as opções estão: diferentes motores, acessórios, pintura externa e estofamentos que permitem uma grande possibilidade de customização. O BMW 1 Series é único, cada veículo é especial. É praticamente impossível saírem da fábrica dois veículos BMW 1 Series idênticos dentro de um intervalo de 1 (um) ano (GCF, 2004).

Apesar das inúmeras possibilidades de customização, o tempo de entrega do veículo ao cliente é curto e confiável. Estas características são fundamentais para a credibilidade dos clientes perante a montadora e para o sucesso da BTO.

4.2. Customização em Massa

No velho mundo da Produção em Massa os produtos padronizados, os mercados homogêneos e longos ciclos de vida e desenvolvimento dos produtos eram a regra (Pine II, 1994). Com o aparecimento da Produção Enxuta essas características deixaram de ser regras e novos princípios foram introduzidos na Indústria Automotiva. Porém, para Cusumano *apud* Alford *et al.* (2000), a igualdade de desempenho em processos específicos (*core processes*) está forçando as montadoras a procurarem vantagens competitivas, não seguindo simplesmente os princípios enxutos, mas definindo outros domínios de competição.

Para Pine II (1994), hoje um novo paradigma está emergindo, no qual variedade e personalização suplantam produtos padronizados, mercados heterogêneos surgem onde antes havia mercados homogêneos, produtos ficam com ciclos de vida mais curtos e novos modelos passam a ser entregues de forma mais rápida aos mercados. Surge, portanto, a tendência de Customização em Massa.

Segundo Royer (2001), os produtos customizados são aqueles que atendem, em maior ou menor grau, às demandas específicas dos clientes. Nesse sentido a Customização em Massa procura atender às necessidades individuais dos clientes oferecendo uma grande variedade de produtos (Westbrook & Williamson *apud* Royer, 2001).

4.2.1. Definições

Para Pine II (1993), os praticantes da Customização em Massa (os *mass customizers*) desenvolvem, produzem, vendem e distribuem mercadorias e serviços com variedade, onde todos possam encontrar exatamente o que desejam a um preço que possam pagar.

Para Simchi-Levi *et al.* (2003), a Customização em Massa, chamada por estes autores de Personalização em Massa, envolve a entrega de uma grande variedade de bens ou serviços personalizados, de maneira rápida e eficiente, a baixos custos.

Segundo Eastwood (1996), a Customização em Massa fornece aos clientes produtos em grandes quantidades, que possam atender às preferências individuais dos clientes, a preços similares aos de produtos padronizados.

Para Zipkin (2001), a Customização em Massa é a capacidade, realizada por poucas companhias, para oferecer produtos ou serviços customizados individualmente em larga escala.

Davis *apud* Royer (2001) define Customização em Massa como uma estratégia de produção que visa trazer as necessidades dos clientes para dentro dos processos produtivos, utilizando para isto um processo com alta agilidade, flexibilidade e integração, aumentando assim a competitividade das empresas.

Alinhando os conhecimentos do autor desta dissertação no tema em questão com as definições apresentadas nos parágrafos anteriores e com outros trabalhos encontrados na literatura, adotar-se-á para o presente trabalho a seguinte definição:

“A Customização em Massa é uma tendência que se caracteriza pela produção e venda de produtos ou serviços customizados em grande escala, oferecendo uma grande variedade destes produtos ou serviços a um preço que os clientes possam pagar”.

4.2.2. Benefícios

De acordo com Agrawal *et al.* (2001), a Customização em Massa é uma proposta muito atrativa tanto para os clientes quanto para as montadoras. Os clientes querem preços razoáveis e produtos que contenham suas preferências de cores, funções, características e estilos, já as montadoras querem reduzir seus estoques e custos de produção para eliminar aspectos que não agregam valor na cadeia de suprimentos e obter informações mais precisas sobre a demanda.

Pine II (1994) relata que nesta tendência de Customização em Massa, a empresa que melhor satisfizer as necessidades e preferências individuais de seus clientes terá maior volume de vendas, tendo como consequência maiores lucros. Com lucros mais elevados, bem como um melhor entendimento das exigências dos clientes, a empresa pode proporcionar maior variedade e customização, fragmentando ainda mais o mercado. Desta forma, a empresa obtém vantagens,

distanciando-se ainda mais de seus concorrentes, o que permite, mais uma vez, satisfazer melhor as necessidades e preferência dos clientes. A partir daí, reinicia-se todo o processo.

Segundo Barbosa (2000), o resultado obtido neste processo produtivo é uma menor demanda para cada produto individual, se comparada a Produção em Massa, mas demanda crescente para a empresa como um todo (conjunto de todos os produtos).

A Customização em Massa é o conceito que visa compatibilizar a Produção em Massa e a produção customizada de forma complementar. Assim, uma cadeia de suprimentos que trabalha sob a orientação desse conceito é a que visa obter, simultaneamente, as vantagens intrínsecas da Produção em Massa e as da produção customizada (Pires, 2004).

4.2.3. Desafios

Segundo Alford *et al.* (2000), a customização e mais variedades implicam no aumento do custo e da complexidade de produção. Isso não significa uma garantia de melhor satisfação dos desejos e necessidades dos clientes. Para estes autores, o desafio para as montadoras está em formular uma estratégia efetiva que satisfaça as necessidades dos clientes sem abrir mão do custo, qualidade e entrega dos veículos.

As montadoras estão experimentando modelos de linhas de montagens e de cadeia de suprimento para reagirem aos acréscimos de custos e complexidades na fabricação. Estes modelos podem ser vistos como um envolvimento contínuo dos fornecedores nos processos de montagem. Eles representam ainda uma tentativa das montadoras encontrarem um equilíbrio ótimo entre os custos totais de produção, retenção do controle da cadeia de suprimento e devolução do risco e responsabilidade para os fornecedores. Enquanto o envolvimento dos fornecedores com o processo de montagem aumenta, algumas restrições de customização podem ser removidas ou terem seus efeitos reduzidos (Alford *et al.*, 2000).

De acordo com Zipkin (2001) e Eastwood (1996), para vencer os desafios atrelados a Customização em Massa é necessário mudanças nos processos

produtivos introduzindo equipamentos mais flexíveis.

Pine II (1994) ressalta um fator limitador para a Customização em Massa, a sobrecarga de informação. À medida que novos produtos e serviços são desenvolvidos, os clientes podem se tornar oprimidos com a proliferação de variedade e com a informação exigida para decidir qual é o produto que vai se adequar melhor as suas necessidades. Quanto mais funções se encaixam em produtos customizáveis, mais difícil e mais demorada pode se tornar a sua compra. Pine II (1994) destaca duas alternativas para prevenir esta limitação, são elas:

1) Adicionar variedade e customização ao longo daquelas dimensões que realmente proporcionarão a percepção de maior valor do produto ou serviço aos clientes. Com isso, eles conseguirão distinguir mais facilmente as diferenças entre os vários produtos e serviços oferecidos e saberão quais destes produtos e serviços atenderão suas reais necessidades e preferências.

2) Tomar a informação necessária para selecionar o produto ou serviço certo tão acessível quanto fácil de usar e tão rápido quanto possível de assimilar.

Alford *et al.* (2000) acreditam que o cliente pode ser envolvido com a concepção do produto trabalhando com os projetistas para determinar o *design* e as características que melhor se encaixam às suas necessidades.

4.2.4. Tipos de Customização

Alford *et al.* (2000) descrevem a cadeia de suprimentos como uma série de quatro processos: projeto (*design*), produção, montagem e distribuição. A padronização de todos os processos desconsidera efetivas necessidades dos clientes e empurra os produtos para o mercado, ou seja, define a tradicional estratégia de Produção em Massa. Estes autores ainda introduzem três distintos tipos de customização para a Indústria Automotiva: *form*, *optional* e *core customization*. Estes tipos de customização refletem a progressiva integração do cliente com o design, produção e distribuição respectivamente.

O *core customization* envolve o cliente com o projeto do veículo, veículo este projetado para atender as exigências de um mercado específico. A Land Rover, por exemplo, fabrica veículos clássicos para todo tipo de terreno, com

características opcionais para satisfazer aos gostos pessoais dos clientes. Além de oferecer veículos clássicos, permite que os clientes se comuniquem com as montadoras para discutir suas necessidades para um uso e ambiente específico. No *core customization*, os volumes de produção são baixos, portanto, este tipo de customização não pode ser considerada um tipo de Customização em Massa.

O *optional customization* permite que o consumidor escolha seu veículo dentre várias opções, embora o design do veículo não possa ser mudado em nenhuma etapa. O cliente é integrado dentro do processo de produção enquanto o veículo é montado de acordo com as suas exigências. Este tipo de customização se difere da variedade excessiva empurrada enquanto as montadoras não conhecem as preferências dos clientes. Em adição à escolha do estilo de estrutura e cores, os clientes selecionam o modelo do veículo para definir as características padrão e podem suplementar estas características com opções disponíveis com um preço extra.

O *form customization* caracteriza-se por mudar a forma do produto padrão no concessionário. Novas partes podem ser adicionadas ao veículo ou até mesmo partes padrão podem ser modificadas para dar ao cliente as características por eles exigidas. O *form customization* também inclui a customização em termos de venda. Os concessionários oferecem um pacote de serviços que ajudam a diferenciar seus veículos dos seus competidores. Estes pacotes incluem opções de financiamentos, garantias e opções de serviços, seguro e serviços de recuperação.

Para a maior parte dos veículos, apenas um limitado número de características podem ser mudadas no concessionário. Alford *et al.* (2000) ressaltam que para permitir mais mudanças no concessionário, seria necessária uma transformação tanto no design do veículo quanto no processo de montagem. A medida que os veículos tornam-se mais modulares no design e na montagem, algumas das tarefas de configuração para atenderem os clientes podem ser transferidas para o concessionário.

4.2.5. Princípios

Segundo Pine II (1994) existem nove princípios que regem a tendência de Customização em Massa, são eles:

1º) A demanda por produtos individuais ficou instável. Nos mercados em que antes havia grande demanda por produtos padronizados houve uma fragmentação em diferentes “nichos” de produtos.

2º) Devido à fragmentação de demanda, os mercados grandes e homogêneos se tornaram crescentemente heterogêneos.

3º) Como não é possível manter os lucros obtidos através do sistema anterior de produção, deve-se explorar alguns nichos de mercado onde variações adicionais são desejadas pelos clientes.

4º) Um alto nível de diversificação em fabricação requer a flexibilidade nos processos de fabricação

5º) O sistema de produção é agora dirigido por mercados e consumidores, devendo, portanto, ser alterado para um maquinário multifuncional e trabalhadores altamente qualificados e habilitados.

6º) Inicialmente pode-se cobrar um pequeno ágio sobre os produtos customizados, devido ao fato destes atenderem melhor aos desejos dos consumidores. Porém, à medida que vai aumentando a experiência com os processos de Customização em Massa, os preços poderão ser iguais ou até menores aos praticados anteriormente.

7º) Os ciclos de desenvolvimento de produto devem ser reduzidos drasticamente, devido às altas taxas de alterações tecnológicas a que os produtos estão submetidos. Os nichos de mercados menores e constantemente cambiáveis possibilitam a produção de grande variedade mais rapidamente.

8º) Os ciclos de produção também devem ser reduzidos, impulsionados pela necessidade de se atenderem melhor os desejos dos consumidores e pelo surgimento de novas tecnologias.

9º) A tendência é que existam demandas cada vez menores para cada produto; porém, esperam-se demandas cada vez maiores para o conjunto de produtos da organização, se comparadas ao antigo sistema.

O autor desta dissertação considera os dois primeiros princípios da Customização em Massa, propostos por Pine II (1994), como sendo premissas e o nono princípio uma conclusão.

4.3.

Análise dos Métodos e Modelos de Produção de Veículos sob a Ótica da Produção sob Encomenda e Customização em Massa.

Para Agrawal *et al.* (2001), a Customização em Massa não é necessariamente aplicável a qualquer tipo de mercadoria, sendo muito mais fácil aplicar este conceito para produzir computadores do que para produzir veículos. De acordo com estes mesmos autores, a BTO seria mais apropriada para a Indústria Automotiva. Enquanto que a Customização em Massa significa vender produtos customizados em grande escala ao preço que os clientes possam pagar, a BTO constrói produtos apenas se estes forem encomendados, podendo estes ser ou não customizados. Esta é uma sutil diferença entre essas tendências. Os executivos da Indústria Automotiva consideram o termo Customização em Massa ilusório, com isso evitam usá-lo (Agrawal *et al.*, 2001). Já para o autor desta dissertação, é possível associar a Customização em Massa a alguns casos desta indústria, conforme apresentado nas subseções desta seção.

Alguns autores as vezes misturam os conceitos de Customização em Massa e BTO, outros ressaltam que a BTO é uma variante da Customização em Massa, porém para o autor desta dissertação estes conceitos são distintos. É possível aplicar a BTO sem necessariamente estar utilizando a Customização em Massa e vice-versa, assim como também é possível aplicá-las simultaneamente.

Estes conceitos não são tão simples de serem implementados. Alterar a lógica de produção empurrada para uma produção puxada (BTO) ainda é um desafio a ser superado por grande parte das montadoras, assim como oferecer produtos em grande quantidade de forma customizada sem que o cliente tenha que pagar mais por isso (Customização em Massa). Embora existam desafios, algumas montadoras já utilizam estes conceitos em suas fábricas.

Esta seção tem como principal objetivo analisar, no ponto de vista do autor desta dissertação, os principais métodos de produção apresentados no Capítulo 2 e os modelos de produção apresentados no Capítulo 3 sob a ótica da Produção sob Encomenda e da Customização em Massa apresentadas neste Capítulo. Nesta análise procura-se associar os métodos e modelos de produção aos conceitos de BTO e Customização em Massa.

4.3.1. Análise dos Métodos de Produção de Veículos

Comparando as características da Produção Artesanal do início do século XX ao conceito de BTO, verifica-se que produzir sob encomenda não é nenhuma novidade. Naquela época, até antes do aparecimento da Produção em Massa, todos os veículos eram produzidos desta forma. Na verdade, a Produção Artesanal era uma forma clássica de Engenharia sob Encomenda (*Engineering to Order - ETO*), os veículos eram projetados e construídos conforme solicitação do cliente.

Embora houvesse um alto grau de customização no método de Produção Artesanal, ele não se enquadra no conceito de Customização em Massa, pois construía veículos a um preço bem elevado e com volumes de produção muito baixos. Até mesmo as montadoras que ainda utilizam este método de produção, como a Ferrari e a Aston Martin, continuam possuindo este tipo de característica, porém não necessariamente utilizando a ETO e sim a BTO.

O Fordismo Tradicional é um método que não se enquadra nem à BTO e nem à Customização em Massa. Este método produzia veículos através de previsão de vendas, vendas estas que eram empurradas para os clientes praticamente sem customização. Hoje se vê empresas tradicionais como a Ford e a GM com iniciativas de BTO até com certo grau de customização tais como a BTO virtual.

O caso da Toyota no Japão, ao contrário do Fordismo Tradicional, é um bom exemplo de BTO. Segundo Holweg & Jones (2001), a Toyota produz um pouco mais que 60% de seus veículos sob encomenda para o mercado interno japonês, exportando o resto de sua produção.

A BTO praticada pela Toyota possuía características exclusivas existente apenas no Japão. Segundo Womack *et al.* (1992), esta montadora possuía canais¹⁶ de distribuição que trabalhavam com diferentes tipos e modelos de carros com o objetivo de desenvolver uma ligação entre o sistema de fabricação e o cliente e não estabelecer a identidade da marca conforme ocorre no ocidente. Estes canais possuíam equipes de vendas que se dispersavam na maior parte do dia para vender carros de porta em porta. Durante suas visitas às residências, o representante de

¹⁶ O canal seria o nome da revenda e vende seus carros através de dezenas de firmas revendedoras de propriedade dele, ou pertencentes em parte a ele ou até mesmo de propriedade independente ainda que o treinamento seja centralizado no canal (Womack *et al.*, 1992).

vendas atualizava o perfil do domicílio e realimentava tal informação às equipes de desenvolvimento. Uma vez o cliente pronto para a compra, elaborava-se um pedido especial através do representante de vendas. Os gerentes de fábrica procuravam prognosticar a demanda de cada versão, cor etc. Com base nesta previsão, estabeleciam o cronograma de fabricação, também passado para os fornecedores de componentes. Uma vez entrado os pedidos, o montador ajustava o cronograma de fabricação para os carros específicos que os clientes desejavam (Womack *et al.*, 1992).

A BTO da Toyota torna-se exclusiva principalmente por estar associada ao estilo de vendas agressivas. Este estilo de vendas faz parte da cultura japonesa e é fundamental para as equipes de desenvolvimento e projeto manterem-se sempre atualizadas com os gostos e preferências dos clientes. É uma forma eficaz de desenvolver veículos que realmente vão atender às exigências do mercado e, além disso, é uma maneira de incentivar os clientes a trocarem seus veículos “antigos” por veículos novos em intervalos de tempo mais curtos.

Essa característica de vendas agressivas não se vê presente nas montadoras ocidentais, nem mesmo naquelas que já utilizam a BTO. Para que a BTO tenha sucesso, é importante conhecer as necessidades e exigências do cliente e integrá-las ao processo de fabricação.

Embora a Toyota produza seus veículos sob encomenda para o mercado japonês, o autor desta dissertação não associa a Produção Enxuta necessariamente à BTO. A Toyota é um caso particular, não podendo generalizar para outras montadoras que utilizam este método de produção. É possível que montadoras de Produção Enxuta produzam veículos baseadas em previsões de demanda, como exemplo tem-se a NUMMI nos EUA.

O autor desta dissertação também não associa a Produção Enxuta à tendência de Customização em Massa. Esta tendência é um conceito novo na Indústria Automotiva, portanto, seria prematuro estabelecer uma relação entre a Customização em Massa e a Produção Enxuta.

Tabela 4: Síntese da análise dos métodos de produção sob a ótica da BTO e da Customização em Massa

Tendência Método de Produção	BTO	Customização em Massa
Artesanal (início do Século XX)	Ótimo exemplo, pois a Produção Artesanal produz sob encomenda conforme o desejo do cliente. Pode-se considerar este método como sendo em muitos casos mais do que uma BTO e sim uma ETO	Embora os veículos sejam customizados, a Customização em Massa não pode ser associada e este método, pois ele não possui altos volumes de produção e nem é de massa
Fordismo Tradicional (1ª metade do Século XX)	Não é BTO. Os veículos são feitos por previsão de vendas. As vendas são empurradas. O cliente não tem praticamente nenhuma interferência no produto	Não é Customização em Massa, pois embora a produção seja em massa, não há customização propriamente dita no caso tradicional
Toyotismo Tradicional (anos 60, 70 e 80)	É um exemplo de BTO no caso da Toyota, que produz atualmente no Japão 60% de seus veículos via BTO e exporta o resto (Holweg & Jones, 2001). Porém a BTO não pode ser generalizada para este método	Não se aplica

Fonte: Elaborado pelo Autor

4.3.2. Análise dos Modelos de Produção de Veículos

Analisando a Integração de Sistemas, verifica-se que dependendo da montadora este modelo de produção pode ou não ser exemplo de BTO ou de Customização em Massa.

A Integração de Sistemas pode ser associada à Customização em Massa tanto no caso do Smart como no caso da VW de Resende. A principal característica de customização no Smart se refere às cores, já que os painéis (parte que dá a cor ao carro) são facilmente montados e removíveis, possibilitando, na teoria, aos próprios clientes mudarem a cor de seus veículos. A VW de Resende, além dos veículos *standard* (não customizados), atende pedidos no formato *Tailor Made*, que é o atendimento no padrão BTO, mas de pedidos fora do catálogo, e procura também atender até mesmo a solicitação de veículos especiais, com atendimento do pedido de forma bem próxima ao padrão ETO (Pires, 2004).

Embora este modelo de produção seja baseado fortemente em módulos,

não significa necessariamente que irá produzir por encomenda. A produção do Smart, por exemplo, não é um exemplo de BTO. Estes veículos são produzidos e colocados em revendas (Torres de Vendas) que funcionam como uma vitrine para a escolha dos clientes caracterizando uma produção empurrada.

O caso da fábrica de caminhões e chassis de ônibus da VW de Resende é um exemplo de BTO com 80% de sua produção sob encomenda.

O autor desta dissertação discorda do ponto de vista de Holweg & Jones (2001) no primeiro princípio da BTO. Este princípio diz que para que a BTO tenha sucesso, os veículos devem ser produzidos somente por encomenda, o que não acontece na VW de Resende. Esta montadora destina 20% de sua produção para estoque, produção esta principalmente de veículos de maior demanda. Embora esta pequena parcela produzida para estoque possa gerar custos de imobilização de capital, pode ser uma maneira de manter o nível de produção, de certa forma, uniforme na fábrica mesmo em épocas de menores vendas e de disponibilizar estes veículos de maior procura com menores lead times de entrega para os clientes.

Analisando a Montagem Sub-contratada, verifica-se que este modelo de produção é limitado à montagem, por conseqüência não tem relação direta com a Customização em Massa. Tomando como exemplo a produção do Audi A4 conversível pela Karmann, observa-se que, embora estes veículos sejam customizados, com 14 diferentes padrões de cores para serem escolhidas, além de três opções de cores para a capota, eles não possuem um elevado volume de produção. Analisando este modelo de produção agora sob a ótica da BTO, verifica-se que não há contato direto da sub-contratada com o cliente final, logo no caso de haver um veículo produzido por encomenda por parte do cliente final, a sua produção é gerida pela empresa contratante, que por sua vez passa as ordens de montagem para a sub-contratada. Porém, a produção da Karmann para a Audi é toda sob encomenda, diferente da BTO definida nesta dissertação em que o sistema é puxado pelo cliente final.

A Engenharia e Produção de Chassis e Motores Sub-contratados é um bom exemplo de BTO tanto na produção dos ônibus, como também na aquisição dos chassis e motores dos fornecedores por parte das encarroçadoras. Segundo Finger (2002), os produtos fabricados pela Marcopolo são na sua totalidade sob encomenda, onde o cliente define as características do ônibus baseado em

catálogos, produtos já comercializados e/ou necessidade específica de aplicabilidade e uso.

Os produtos da Marcopolo são bem customizados atendendo às especificações técnicas e às necessidades dos clientes. Além disso, esta encarregadora trabalha com consideráveis volumes de produção, portanto, a Marcopolo pode ser associada à Customização em Massa.

O modelo de produção “Sistemas Compartilhados”, no caso da planta da Sevel de Val di Sangro, na Itália, pode ser considerado um exemplo de Customização em Massa, pois pode produzir veículos em grande escala com certo grau de customização. Nessa planta os 82 tipos diferentes de carrocerias do Ducato, pintadas em 123 cores distintas, têm a finalidade de atender às demandas específicas de cada cliente (CorreioWeb, 2000). Segundo o autor desta dissertação, este caso da Sevel também pode ser considerado um exemplo de BTO, pois cada comprador faz previamente a opção mais adequada às suas necessidades entre as diferentes versões possíveis. Todos os modelos já entram na linha de montagem identificados para atender a cada cliente específico. Não existem estoques nesta fábrica (CorreioWeb, 2000).

Na Melhoria de Desempenho de Produtos existe uma influência forte do cliente para os casos da Prodrive e AM General, já que os produtos são construídos para fins que os clientes desejam, portanto a adaptação é BTO. Porém o processo de fabricação do veículo de série utilizado base pode ser feita adotando-se outros métodos, por exemplo, o da Produção em Massa, casos em que a AMG Mercedes e a M3 se assemelham. Embora os produtos deste sistema sejam muito customizados, são produzidos em escalas baixas, logo não podem ser associados à Customização em Massa.

Na Montagem por Kits, o veículo é produzido exatamente como o cliente deseja, e as vezes até ele mesmo monta seu próprio carro, portanto é um ótimo exemplo de BTO. Porém, este modelo não pode ser associado à Customização em Massa, pois, conforme a Melhoria de Desempenho de Produtos, seus veículos são produzidos em pequenos volumes e não em massa.

Tabela 5: Síntese da análise dos modelos de produção sob a ótica da BTO e da Customização em Massa.

Tendência Modelo	BTO	Customização em Massa
Integração de Sistemas	<p>Não é exemplo de BTO no caso do Smart, porém no caso da VW de Resende, 80% da produção é BTO.</p> <p>Este modelo de produção facilita a implementação da BTO, pois é baseado fortemente em módulos, porém não significa necessariamente que vai produzir por encomenda.</p> <p>No caso do Smart, os veículos são produzidos e colocados em revendas (Torres) para escolha do cliente (empurrados para o cliente), e não produzidos por encomenda</p>	<p>É exemplo de Customização em Massa no caso do Smart. Existe customização dos veículos quando se refere às cores, já que os painéis (parte que dá a cor ao carro) são facilmente montados e removíveis.</p> <p>Também há Customização em Massa no caso da VW, com exceções para o caso do <i>Taylor Made</i></p>
Montagem Sub-contratada	<p>Não há contato direto com o cliente final por parte da sub-contratada, logo no caso de haver um veículo produzido por encomenda por parte do cliente final, a sua produção é gerida pela empresa contratante, que por sua vez passa as ordens de montagem para a sub-contratada</p>	<p>Este modelo é limitado a montagem, por consequência não tem relação direta com a Customização em Massa</p>
Engenharia e Produção de Chassis e Motores Sub-contratados	<p>É um bom exemplo de BTO, tanto na aquisição dos chassis e motores dos fornecedores por parte das montadoras, como também a produção dos ônibus pelas encarroçadoras</p>	<p>No caso da Marcopolo, as carrocerias são produzidas de forma customizada para os clientes finais e com um volume de produção considerável, portanto, é um exemplo de Customização em Massa</p>
Sistemas Compartilhados	<p>Pode ser considerado um exemplo de BTO no caso da planta de Val di Sangro, na Itália, da Sevel. Não há estoques, cada cliente faz previamente a opção mais adequada às suas necessidades</p>	<p>Pode ser considerado um exemplo de Customização em Massa no caso da planta de Val di Sangro, na Itália, da Sevel, pois pode produzir veículos em grande escala com certo grau de customização das marcas</p>
Melhoria de Desempenho de Produtos	<p>Existe uma influência forte do cliente para os casos da Prodrive e AM General, já que os produtos são construídos para fins que os clientes desejam, portanto a adaptação é BTO</p>	<p>Embora os produtos sejam muito customizados, são produzidos em escalas baixas, portanto não pode ser associado à Customização em Massa</p>

Tendência	BTO	Customização em Massa
Modelo		
Montagem sobre Kits	É BTO, o veículo é produzido exatamente como o cliente deseja, e às vezes até ele mesmo monta seu próprio carro	Veículos produzidos em pequenos volumes e não em massa, portanto não pode ser associado à Customização em Massa

Fonte: Elaborado pelo Autor