

Universidade de Brasília
Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade
Departamento de Economia

Inácio Calache Cozendey

Métodos de Produção: Origens da Customização em Massa

Brasília – DF

Dezembro/2014

Inácio Calache Cozendey

Métodos de Produção: Origens da Customização em Massa

Dissertação apresentada ao Curso de Graduação em Ciências Econômicas da Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Economia

Orientadora: Prof^a Dr^a. Andrea Felipe Cabello

TERMO DE APROVAÇÃO

Métodos de Produção: Origens da Customização em Massa

Esta monografia foi julgada e aprovada para a obtenção do grau de Bacharel em Economia pelo Departamento de Economia da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de Brasília

Brasília – DF, 08 de dezembro de 2014.

BANCA EXAMINADORA

Profª Drª. Andrea Felipe Cabello

Profª. Drª. Denise Imbroisi

Dedicatória

Aos meus pais que sempre me apoiaram e deram o melhor de si durante essa jornada, proporcionando a felicidade que todos deveriam ter.

Ao meu irmão, que por mais distante que esteja, sempre foi uma inspiração.

À minha namorada que me traz alegria e força para continuar traçando meu caminho.

Sumário

1 Introdução.....	7
2 Gerações pós Segunda Guerra de processos produtivos.....	9
2.1 Primeira fase: 1945-1960.....	9
2.2 Segunda fase: 1960-1970.....	11
2.3 Terceira fase: 1970-1980.....	13
2.4 Quarta fase: 1980-1990.....	15
3 Inovações por consumidores.....	18
3.1 Processos de inovação.....	20
3.2 Consumidores como inovadores.....	22
3.3 Razões para a inovação por consumidores.....	24
4 Customização em massa: um novo método produtivo.....	27
4.1 O que é a customização em massa.....	27
4.2 Transição da produção em massa para a customização em massa.....	29
4.3 Principais instrumentos para a implementação da customização em massa.....	32
5 Conclusão.....	37
6 Referências Bibliográficas.....	39

Resumo

Os modelos produtivos são constantemente alterados pelas empresas, que buscam sempre maiores níveis de competitividade. Este trabalho visa definir as origens da customização em massa, passando por um detalhamento histórico dos modelos de produção pós Segunda Guerra Mundial. Será analisado como a heterogeneidade das preferências do consumidor levam este a inovar, criando condições para a implementação deste novo método produtivo, junto a tecnologias modernas.

Palavras chave: customização em massa, inovação, métodos produtivos.

Abstract

Production models are constantly changed by companies, always seeking for higher levels of competitiveness. This work aims at defining the origins of mass customization, through a historical analysis of the post World War II production models. It will be detailed how heterogeneity of consumer preferences leads it to innovate, creating conditions for the implementation of this new production method, along with modern technology.

Key words: mass customization, innovation, production methods.

1. Introdução

Os métodos de produção evoluíram consideravelmente do artesanato à produção em massa. No primeiro caso a produção, individualizada, era operada por seus próprios donos com ferramentas de trabalho relativamente simples. As quantidades produzidas eram pequenas e muitas vezes era possível atender a pedidos por produtos específicos, personalizados. Na produção em massa, a linha de montagem permite a produção de grandes volumes de produtos padronizados. A redução do tempo de produção e maiores níveis de produção garantem a redução de custos ao produtor.

Após a Segunda Guerra Mundial, a produção em massa teve grande desenvolvimento. As condições de mercado e a competitividade alteraram as configurações de produção. Em particular, as indústrias japonesas tiveram grande influência neste processo. A necessidade de recuperação da economia pós-guerra levou empresas como Toyota e Nissan a buscarem novos métodos de produção cada vez mais eficientes, para competir em nível internacional.

O aumento da concorrência nas últimas décadas, impulsionado pela globalização e redução de barreiras ao comércio internacional, levou as empresas a buscarem novos mercados. Para tanto, foi observado que existe uma forte propensão dos consumidores a modificar produtos padronizados para que estes atendam mais especificamente às suas necessidades e desejos, customizando-os. Neste sentido, a customização em massa surge como novo método de produção de sorte a satisfazer essa demanda por bens personalizados, com produção em grandes volumes.

Este trabalho busca identificar as origens da customização em massa, passando por uma análise histórica da evolução dos métodos de produção pós Segunda Guerra Mundial. Será explicado como a inovação é o seu principal propulsor, assim como serão apresentados os principais viabilizadores deste novo método produtivo, que permitiram superar as dificuldades intrínsecas ao sistema.

A primeira parte do trabalho busca, por meio de revisão da literatura sobre o assunto, mostrar a evolução dos métodos de produção pós Segunda

Guerra Mundial, com foco nos papéis da logística, da inovação e da indústria de massa. Observa-se que estes elementos têm forte influência nas mudanças de gerações de produção, alterando os métodos produtivos.

Em seguida, serão abordadas, no segundo capítulo, as origens da customização em massa. Aqui procura-se mostrar que as inovações foram em grande parte realizada por consumidores, que, por terem preferências heterogêneas, alteravam o produto padronizado para melhor atender às suas necessidades e desejos. Isto acabou criando um novo nicho de mercado, uma demanda por bens customizados. Assim a customização em massa busca manter características da produção em massa, como baixos preços, porém integrando o consumidor ao processo produtivo, inserindo suas preferências nos produtos.

Por fim, será apresentado, no terceiro capítulo, o que é a customização em massa e como esta pode superar as barreiras encontradas em sua implementação. Serão apresentados os viabilizadores deste novo método de produção, com a finalidade de atender a demanda existente por bens customizados, mantendo características da produção em massa.

2. Gerações pós Segunda Guerra de processos produtivos

Os métodos de produção estão constantemente transformando-se à medida que ocorrem mudanças em relação ao mercado consumidor, ou conforme evolui a tecnologia. Para aprimorar a produção e se adequar às condições de mercado, novos métodos de produção são estabelecidos, resultando na evolução do produto final. Aqui serão apresentadas as principais formas de produção em massa pós Segunda Guerra Mundial dando enfoque ao papel da inovação, da logística e da indústria de massa.

2.1 Primeira fase: 1945-1960

Durante a Segunda Guerra Mundial, diversas empresas foram alocadas à produção de equipamentos militares. Estes esforços contribuíram fortemente para a evolução do processo produtivo, notadamente em relação à logística, controle de qualidade e métodos de produção mais eficientes, devido às pesquisas sobre o desempenho do armamento e estratégias militares (FGV, 2003). Houve, ademais, um grande avanço nas pesquisas voltadas ao desenvolvimento de algoritmos matemáticos com a finalidade de otimizar a produção (Bayraktar *et al.*, 2007).

As duas décadas que se seguiram à Segunda Guerra Mundial herdaram avanços tecnológicos adquiridos durante a guerra, que permitiram melhoras consideráveis quanto à produtividade das indústrias e à qualidade dos produtos (Rothwell, 1994).

Com o fim da guerra, a taxa de natalidade aumentou fortemente em países industrializados como Estados Unidos e França, período conhecido como “*baby boom*”. Nos Estados Unidos, por exemplo, a taxa de natalidade teve forte aumento entre 1945 e 1961, atingindo um crescimento anual médio de 2,5%, equivalente a multiplicar por 1,5 o número de nascimentos (Centre for Disease Control and Prevention, 2014). Fatores como este e a recuperação da economia nos países envolvidos levaram as empresas a produzirem produtos padronizados em larga escala para reduzir o preço, como indicam Gunasekaran e Ngai (2011). Com base na produção em massa, houve um

grande desenvolvimento de indústrias de produtos da linha branca, automobilística e de eletrônicos, segundo Rothwell (1994).

Todavia, nos Estados Unidos, devido a uma enorme demanda, que inclusive ultrapassava a oferta (Freeman, 1992), a qualidade dos produtos tinha pouca relevância, com pouca competição entre as empresas. Os Estados Unidos tinham a vantagem de não ter sua indústria afetada pela guerra como outros países, como o Japão. Este país tentou reestabelecer a sua produção, com foco na produtividade, que era 8 à 9 vezes inferior à americana, além de caracterizar-se por produtos de qualidade inferior aos produtos oferecidos pelos Estados Unidos.

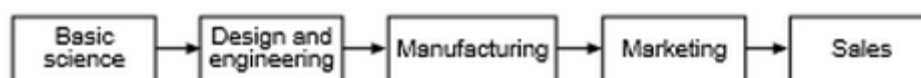
Ohno (1988) indica que para alcançar tais níveis de produtividade seria necessário aplicar amplamente os métodos americanos da produção em massa. Porém, havia uma grande escassez de recursos devido à Guerra precedente. Foi neste contexto que o *Just-In-Time* e o *Total Quality Management (TQM)* surgiram e teriam um enorme impacto nas décadas de 70 e 80. O *Just-in-Time (JIT)* é uma filosofia de administração e um conjunto social e técnico com objetivo de reduzir gastos na cadeia produtiva (Womack *et al.*, 1990). Foi originalmente concebido por Taiichi Ohno para ser implementado na empresa japonesa Toyota e teve como objetivo reduzir estoques e custos de transporte. Com esse objetivo, foi implementado o Kanban, que funcionava com o intuito de não acumular peças no processo produtivo que não seriam utilizadas, “puxando” a produção em pequenos lotes, em oposição à prática comum de “empurrar” a produção. Sendo assim, gastos de transporte e de estocagem eram reduzidos, aumentando a produtividade (Holweg, 2007).

O TQM tinha como objetivo reduzir defeitos na produção, que geravam elevados custos na cadeia produtiva. Com o comprometimento tanto de funcionários quanto da alta gerência, custos de produção seriam eliminados e haveria uma maior competitividade. Em relação à competitividade, outro aspecto que a Toyota incorporou em seu sistema de produção foi o SMED System (*single minute exchange of dies*), ou seja a troca de moldes em minutos, o que anteriormente levava horas. Isto permitia uma variabilidade maior de produtos em menores quantidades de cada modelo, podendo se

adaptar à flutuabilidade da demanda, e tornando-se um aspecto importante de competitividade (Moreira e Pais, 2010).

Ainda de acordo com Rothwell (1994), nesta fase, a indústria vivia um modelo onde a pesquisa e desenvolvimento (P&D) eram vistos como os precursores da inovação, tendo como premissa que mais investimento em P&D resultaria em mais produtos inovadores. Isto se deu em decorrência do desenvolvimento de novos setores intensivos em tecnologia como o da computação, farmacêuticos e novos materiais sintéticos. O foco era assim, principalmente no lado da oferta, e o mercado e o processo em si tinham pouca atenção (Carter e Williams, 1957; Cook e Morisson, 1961). Dessa forma, ainda se tratava de um período onde a produção em massa era pouco flexível e com pouca variabilidade, dado que a elevada demanda do período excluía a necessidade de grandes adaptações às exigências dos consumidores.

Gráfico 1 –Modelo de produção de 1945-1960

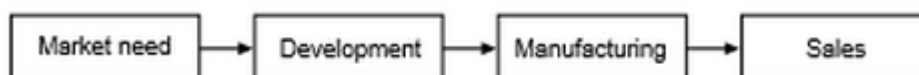


Fonte: Rothwell (1994)

2.2 Segunda fase: 1960-1970

No período de 1960 a 1970, a elevada demanda já havia sido satisfeita e observa-se um reequilíbrio da oferta com a demanda, no qual esta era recorrentemente superada por aquela, em decorrência dos investimentos na produção (Rothwell, 1994; FGV, 2003). Graças ao reequilíbrio, a competição entre empresas começou a crescer, pois o consumidor, satisfeito com o preço dos produtos, que havia sido reduzido, começou a integrar a qualidade como fator decisivo para a compra (Gunasekaran e Ngai, 2011). Deste modo, a competitividade se tornava cada vez mais um elemento central na política de gestão de operações, aspecto que se torna claro no início dos anos 70, com a inserção do Japão em ritmo acelerado no mercado mundial de automóveis.

Gráfico 2 – Modelo de produção na década de 1960



Fonte: Rothwell (1994)

Nos Estados Unidos, a computação começou a ser utilizada na indústria para o tratamento de listas de materiais que até então era feito manualmente. Este processo manual gerava erros e incertezas, além de ser trabalho intensivo, o que obrigava a ter elevados níveis de estoque, gerando ineficiência e gastos desnecessários.

Foi a partir da utilização do computador para fins industriais que surge o sistema de gestão de operação conhecido como MRP (*Material Requirements Planning*). Esta ferramenta tinha como utilidade principal reduzir estoques de insumos graças ao cálculo da quantidade futura necessária à produção, além da determinação do momento em que deveriam ser adquiridos (Benton e Shin, 1997). A técnica foi amplamente utilizada nas décadas seguintes, dominadas pelo planejamento computadorizado da produção (Bayraktar, 2007). Para a indústria americana, o novo sistema adotado foi considerado como uma boa resposta às novas práticas de gestão adotadas pelos japoneses.

Todavia, o MRP apresentava alguns problemas operacionais significativos segundo Benton e Shin (1997): o primeiro seria a suposição de que os parâmetros de produção como tamanho de lotes e tempo de entrega podem ser predeterminados, o que não acontecia na realidade. Isto levava a um efeito chicote, ou *bullwhip effect*, relatado por Forrester (1961), no qual uma pequena variação no final da cadeia produtiva levava a mudanças drásticas em seus momentos iniciais, em parte devido à natureza do MRP de ser um *push system*, ao contrário do JIT. Em segundo lugar, o MRP não levava em consideração as capacidades produtivas e, por último, como apontam Huq e Huq (1994), o armazenamento de produtos não finalizados era um grande problema para o sistema MRP.

Os problemas previamente assinalados do sistema MRP contribuíram para que o JIT se popularizasse um pouco mais mundialmente, porém, ainda era utilizado majoritariamente pela indústria automobilística japonesa, o que permitiria que na década de 70, esta indústria começasse a competir com a indústria americana, ganhando fatias cada vez maiores do mercado mundial.

2.3 Terceira fase: 1970-1980

A década de 70 foi marcada por duas crises do petróleo, além de altas taxa de inflação e demanda estagnada, levando frequentemente a oferta produtiva a superá-la (Rothwell, 1994). O crescimento da produtividade americana caiu para 2,4% em média ao ano entre 1965-1973, enquanto de 1948 a 1965 estava em 3,2% ao ano. O ritmo declinou ainda mais após a crise do petróleo de 1973, ficando em 1,1% entre 1973 e 1978 (Duguay *et al*, 1997).

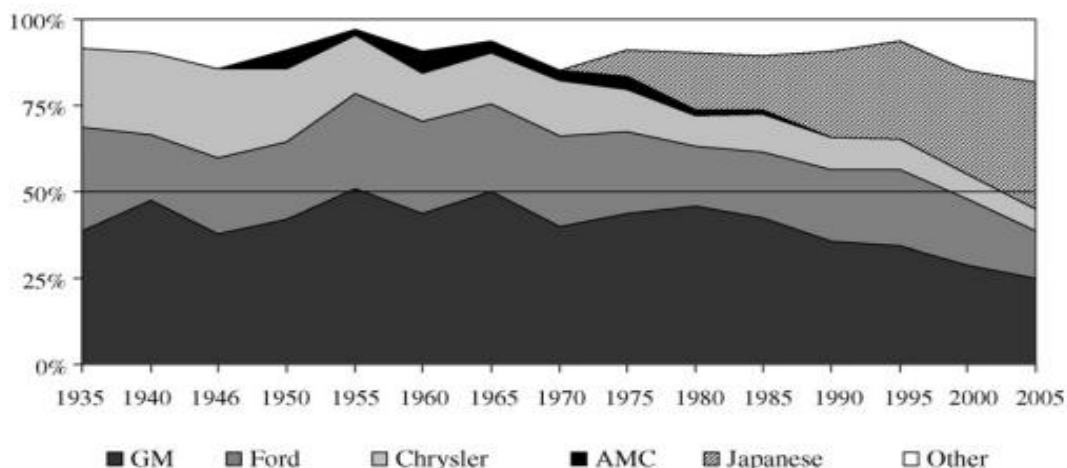
Skinner (1969) elencou alguns motivos para a perda de competitividade americana automobilística, que podem ser vistos no gráfico 3. O primeiro motivo seria que a manufatura mobiliza a maior parte do capital das empresas. Assim, variações de estoque que aparentam ser de pequeno porte, acabam tendo um impacto considerável nos gastos da empresa.

Em segundo lugar, existe um tempo entre uma tomada de decisão e o momento em que a decisão é efetivamente colocada em prática. Assim, é importante que as decisões sejam tomadas considerando o longo prazo, ponto que uma comissão do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), estabelecida para explorar as causas da perda de competitividade americana do início da década de 70, ressaltaria, em 1986, como ponto fraco da indústria americana, e logo, motivo de perda de competitividade no cenário mundial (Duguay, 1997).

O terceiro ponto levantado por Skinner (1969) refere-se à certeza das decisões. Dado que uma decisão muitas vezes é difícil de ser revertida, é necessário ser cauteloso quanto à certeza de sua execução. Como ressaltam Hayes e Pisano (1994), Skinner gerou grande impacto ao contradizer a ideia de Taylor de que haveria um *one-best-way* de modo de produção. Para ele, diferentes companhias têm diferentes atributos e fraquezas e, portanto,

deveriam adotar diferentes estratégias de operação. Neste mesmo sentido, companhias têm diferentes sistemas e características de produção, não devendo se submeter a um sistema padronizado.

Gráfico 3 – Divisão do mercado americano de carros de passeio por marca



Fonte: Ward's Yearsbooks, 1950-2005; retirado de Holweg (2007)

Percebe-se o forte desempenho das empresas japonesas no mercado americano a partir do início da década de 70, atingindo marcas entorno dos 20% já em 1980 (Holweg, 2007).

Assim, a década de 70 é um período onde as empresas ocidentais tentam reagir à concorrência estrangeira, notadamente a japonesa que passou a apresentar produtos não somente mais baratos, como também de maior qualidade, com menores incidências de defeitos, maior durabilidade e confiabilidade. Inicialmente, o baixo custo dos carros foi atribuído aos incentivos governamentais japoneses e salários inferiores, porém, os níveis de preços atingidos eram abaixo do que se poderia atribuir a estes fatores (Hayes e Pisano, 1994). É nesse contexto que o MRP ganhou destaque e incentivos para a sua adoção por empresas americanas começaram a surgir. Graças ao avanço tecnológico computacional, o MRP ganhou novas forças, permitindo que o programa não somente planejasse as quantidades requeridas para a produção mas também controlasse se a produção havia sido efetuada como planejado, para poder estabelecer medidas corretivas em caso negativo. Assim o MRP passa a significar Manufacturing Resource Planning e sua abreviação MRPII (FGV, 2003)

2.4 Quarta fase: 1980-1990

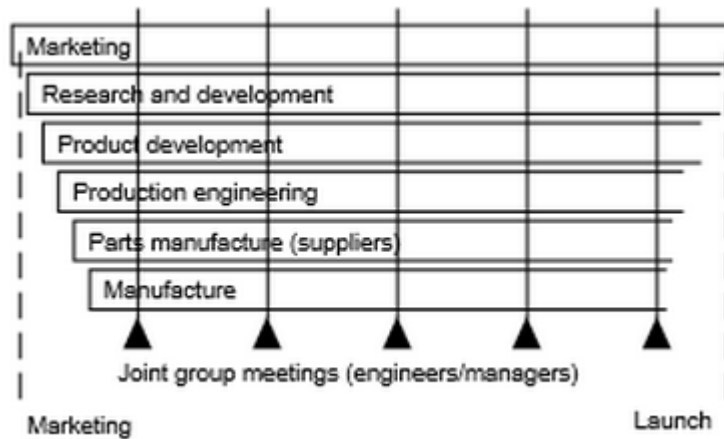
A década de 80 foi marcada pelo reconhecimento pelas firmas do ocidente da boa implementação de técnicas de produção japonesas. Em 1986, a comissão do MIT revelou diversos aspectos de fraqueza da indústria norte-americana, como:

- Estratégias obsoletas com foco na produção em massa e falta de visão ampla da produção, com ênfase na produção doméstica e ignorando o potencial de expansão para outros países, restringindo o potencial produtivo
- Falta de estratégias de longo prazo, com foco demasiadamente concentrado em resultados de curto prazo, prejudicando o investimento de longo prazo e a modernização do sistema produtivo
- Falta de cooperação com fornecedores e clientela, prejudicando o devido planejamento. .
- Falta de treinamento e educação adequados para os funcionários em um período onde a tecnologia era cada vez mais presente no cenário produtivo.
- Somado aos pontos anteriores, a tecnologia era insuficiente para as necessidades do desenvolvimento e da produção, com dificuldade de criar um produto simples, confiável e de fácil produção em larga escala. Este problema era atribuído ao fato do produto ser desenvolvido foco na satisfação do cliente e depois ser entregue a outras equipes para sua produção. Gastava-se um tempo excessivo e havia baixa atenção à qualidade no desenvolvimento de novos produtos, com pouca atenção dedicada ao processo produtivo, o que levava as empresas a remediarem problemas e não a prevení-los em seus projetos .

Percebe-se no gráfico 4 o processo adotado na Nissan, fábrica japonesa, onde todos os setores da fabricação são reunidos para desenvolver

um novo produto. Este modelo tornou-se praticamente um dogma de administração da manufatura entre as empresas.

Grafico 4 – Desenvolvimento de produto na Nissan



Fonte: Graves (1987), retirado de Rothwell (1994)

Como ressaltam Hayes e Pisano (1994), o novo modelo a ser seguido era constituído com maior foco em qualidade, flexibilidade, e velocidade do que em volumes elevados e custos baixos. As pessoas deveriam ser treinadas amplamente, e não com um foco único. Variações ou rejeições não deveriam ser aceitas, e, para tanto, a organização como um todo deveria trabalhar exaustivamente para isso. A comunicação deveria ser horizontal e não vertical, para aumento da eficiência. Em relação à produção, o maquinário deveria ser preferivelmente automatizado e disposto em células com produção de objetos similares ao invés de separado por etapas do processo produtivo. Estoques deveriam ser minimizados ao máximo, pois são considerados gastos no modelo JIT. A relação com os fornecedores deveria ser de longo prazo, elaborada em cooperação e baseada na confiança. E por último, o desenvolvimento de novos produtos seria feito em conjunto com todos os setores da empresa com objetivo de eliminar erros de produção na etapa do projeto e não ter de remediar erros futuros.

As características previamente citadas iam em sentido oposto ao que Duguay *et al.*(1994) elenca como sendo as características do paradigma da produção em massa: preocupação em diminuir os custos via aumento do volume, a inovação tecnológica como o melhor meio de se aprimorar o sistema produtivo, o trabalho diretamente supervisionado pelos administradores, gerando uma dicotomia entre elaboração e execução do produto, e uma relação espinhosa com fornecedores, pois eram considerados como oportunistas.

Assim, conclui-se que havia uma dificuldade da indústria americana em superar tradicionais formas de produção em massa. Um dos frutos da pesquisa da comissão do MIT foi o livro “A máquina que mudou o mundo” por Womack *et al.* (1990), no qual ele introduz o novo termo *lean manufacturing*, similar à filosofia do JIT, que logrou, porém, maior penetração no ocidente, que tinha uma certa relutância em adotar processos produtivos de seus concorrentes japoneses (FGV, 2003).

Percebe-se que a evolução dos métodos de produção é diretamente relacionada às inovações tecnológicas assim como às condições de mercado. As empresas buscam fazer mudanças em seus métodos de produção para estarem constantemente à frente quanto à competitividade. Oras, as inovações introduzidas pelas empresas muitas vezes têm suas origens exógenas a estas. Como será visto a seguir, diversos estudos buscam mostrar que a inovação tem sua origem, em grande parte, nos consumidores. É baseado nestas constatações que surge um novo método de produção, a customização em massa.

3 Inovações por consumidores

As gerações de produção previamente citadas são todas caracterizadas por integrar novidades em seus processos produtivos. Em algumas situações as mudanças foram devidas a novas tecnologias que foram introduzidas, isto é, novos tipos de maquinaria que levassem a maiores níveis produtivos. Por outro lado, também foram adotados novos meios organizacionais que tivessem esse efeito, a exemplo dos altos níveis de produção dos Estados-Unidos na primeira metade do século anterior. Edquist *et al.* (2001) classificam estes dois tipos de mudanças de processo como processos de inovação tecnológicos e processos de inovação organizacional, respectivamente.

É consensual na literatura econômica a distinção entre uma inovação e uma invenção. Como indica Fagerberg (2003), a invenção é a primeira ocorrência de uma ideia de produto ou processo produtivo novo. Já a inovação é a comercialização desta ideia. Ou seja, uma invenção não necessariamente tem uma aplicabilidade na produção de novos bens ou serviços. Kline e Rosemberg (1986) ressaltam o fato de que a maioria das invenções registradas na instituição americana U.S Patent Office nunca foram de fato comercializadas.

Estes autores relatam motivos para uma invenção não ter uma utilidade comercial. Em primeiro lugar, quanto maior a mudança introduzida maior será o grau de incerteza em relação não somente à aspectos técnicos como também à aceitação do novo produto pelo mercado. Outro aspecto é em relação ao custo da invenção, que pode não ser adequado para o comércio, apesar de claros benefícios técnicos. Os autores citam o avião Concorde como exemplo falho de inovação, tendo um custo muito elevado em relação a outros aviões apesar da velocidade de vôo superior. É enfatizada ainda, a dependência entre diversas indústrias para que invenções se tornem inovações. O carro moderno só passou a ter uma utilidade comercial graças a um alto investimento em estradas.

Para Schumpeter (1982), a produção de novas coisas se deve à combinação de coisas já existentes ou da mesma coisa com métodos diferentes. Ele classifica cinco casos que podem ser considerados inovações:

- Introdução de um novo produto ou de uma nova qualidade de produto, ao qual os consumidores não estejam familiarizados
- Introdução de um novo método de produção – ressaltando o fato de não ter de ser baseado em descobertas científicas
- Abertura de um novo mercado para um setor da indústria
- Novas fontes de matérias primas ou semimanufaturados
- Novas organizações da indústria – por exemplo a criação de uma posição de monopólio

Schumpeter propõe ainda uma outra forma de caracterizar uma inovação, comparando as mudanças introduzidas em relação ao modelo já existente. No caso de uma inovação na qual são introduzidas melhorias continuamente em um modelo pré-existente, denominar-se-iam inovações incrementais ou ainda marginais. Por outro lado, quando se trata de uma inovação onde há, por exemplo, uma introdução de tecnologia completamente nova, dá-se o nome de inovação radical.

Todavia, autores como Fagerberg (2003) e Kline e Rosemberg (1986) compartilham a ideia de que a inovação não é um acontecimento pontual e isolado:

“it is a serious mistake to treat an innovation as if it were a well-defined, homogenous thing that could be identified as entering the economy at a precise date – or becoming available at a precise point in time. [...] The fact is that most important innovations go through drastic changes in their lifetimes – changes that may, and often do, totally transform their economic significance. The subsequent improvements in an invention after its first introduction may be vastly more important, economically, than the initial availability of the invention in its original form” (Kline e Rosenberg, 1986).

Considera-se, assim, que a inovação é um processo contínuo. Inovações de grande visibilidade como o carro ou o avião só foram possíveis graças ao avanço tecnológico em outros setores, como por exemplo a invenção do motor de combustão interna.

Nesse sentido, uma inovação muitas vezes afeta diversos setores que não os que foram originalmente concebidos, tornando extremamente complexo identificar quais foram os setores que se beneficiaram com a inovação. A computação, por exemplo, tem tido efeito em praticamente todas as indústrias, em variados níveis, por se tratar de um processador de dados (como visto no âmbito do MRPI e MRPII) além de ser um poderoso meio de comunicação, essencial para tecnologias da informação.

Deste modo, é difícil medir o impacto que uma inovação traz para os diversos setores da indústria. Notadamente, o desenvolvimento de uma inovação acarreta normalmente expansão da indústria que o adotou, fazendo de sorte que os fornecedores dessa indústria sejam igualmente beneficiados por uma inovação externa. Kline e Rosemberg (1986) ilustram isto com a indústria de refino de petróleo, que anteriormente ao carro era essencialmente utilizado para iluminação e não como combustível em motores. Assim, a elevada demanda por automóveis na década de 1920 teria levado diversas indústrias fornecedoras como de metais, vidro, borracha, entre outros, a se desenvolverem e adotar medidas inovadoras.

3.1 – Processos de inovação

No período pós Segunda Guerra Mundial, a inovação era entendida como um processo linear, como visto no Gráfico 1. Era um modelo de “*technology push*”. Iniciava-se com a pesquisa levando ao desenvolvimento, que em seguida engendrava a produção e por fim o marketing do produto.

Segundo Rothwell (1994), esse modelo linear deu um passo importante na década de 1980 quando incluiu-se no modelo os *feedbacks*. Kline e Rosemberg (1986) indicam a importância dos *feedbacks* no processo de inovação. Para estes autores, ter retornos dos usuários e dos resultados financeiros é essencial para a avaliação da performance da empresa. Somado

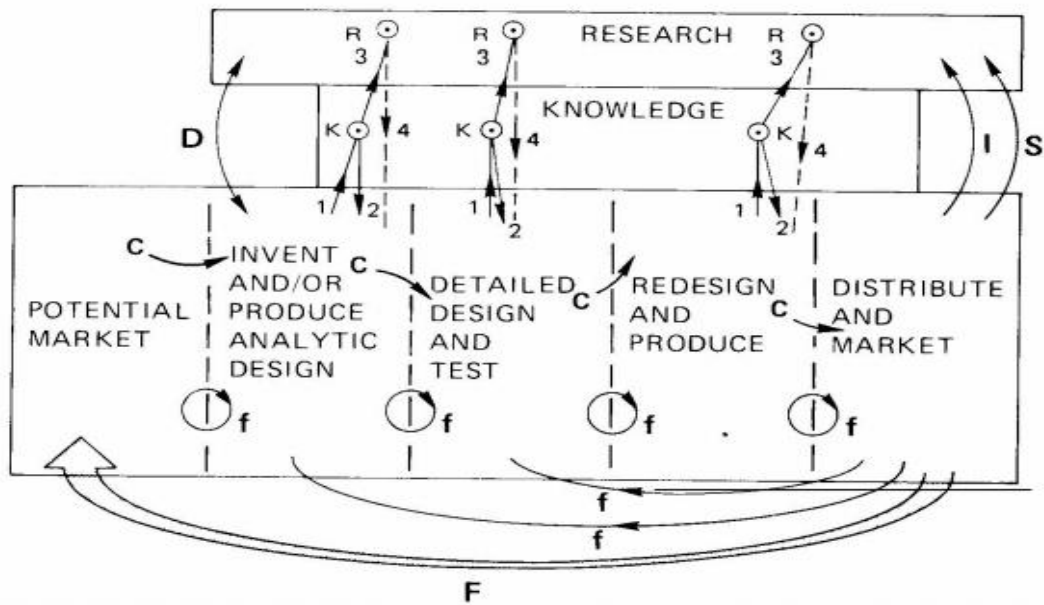
a isto, é fundamental para a elaboração de próximas decisões, impactando na competitividade.

O processo de aprendizagem decorre de fracassos, levando a inovações de diversas formas, sejam métodos produtivos ou produtos. Logo, a inovação é algo que requer *feedbacks* para poder superar o antigo, e quanto mais informação se obtiver, mais próspera será a adoção de novas medidas.

Enos (1958) conclui, em uma pesquisa sobre o desenvolvimento de uma indústria de petróleo, que a fase inicial de um processo contribui consideravelmente menos do que a sequência dada ao processo. O autor percebeu que a redução de custos na fase inicial da inovação foi três vezes menor do que na fase subsequente, onde a inovação foi aprimorada por técnicos da indústria. Isto ocorre devido ao fato de que os aprimoramentos sobre a inovação decorrem das pessoas que têm não somente algum conhecimento científico, mas também de como a organização da produção funciona. Assim, pequenos ajustes na ideia original geram impactos econômicos muito superiores ao da fase inicial de implementação.

Neste sentido, um exemplo de modelo que representa os *feedbacks* pode ser visto no gráfico 5, onde o “f” e o “F” os representam, tendo uma interação contínua ao longo da cadeia. Neste contexto, o tipo de produto, seu desenvolvimento, o processo produtivo, fornecedores e o marketing do produto estão todos interligados para que o processo de inovação possa acontecer baseado nos resultados percebidos de cada setor. Este modelo foi em seguida aprimorado, como visto no capítulo precedente, porém os *feedbacks* se mantêm em todos os modelos seguintes, sendo aspecto fundamental da inovação.

Gráfico 5 – Chain-linked model



Fonte: Kline e Rosemberg (1986)

3.2 Consumidores como inovadores

Segundo a lógica do sistema produtivo, a indústria fabrica produtos para consumidores intermediários ou consumidores de bens finais. Os primeiros utilizam os produtos adquiridos para incorporá-los aos seus processos produtivos, enquanto os segundos os utilizam para satisfação e uso pessoal. O papel que estes consumidores exercem no processo de inovação passou a ter uma atenção muito especial após a pesquisa de Hippel (1988) como afirmam Bogers *et al.* (2010).

Outros estudos já haviam relatado o papel importante que o consumidor tinha como inovador. Freeman (1968) fez um estudo sobre a indústria química e relatou que 70% das principais inovações veio originalmente de empresas consumidoras. Enos (1962) em seu estudo da indústria de refino de petróleo afirmou que todas as principais inovações também proviam de consumidores intermediários. Na tabela 1 pode-se ver diversas áreas estudadas nas quais o consumidor fez uma modificação no produto para uso pessoal, relatando altas porcentagens (10% a 40%).

Tabela 1 – Estudos de inovação por consumidores

Innovation area	Number and type of user samples	% developing and building product for own use
<i>Industrial products</i>		
1. Printed Circuit CAD software	136 user firm attendees at a PC-CAD conference	24,3
2. Pipe hanger hardware	Employees in 74 pipe hanger installation firms	36
3. Library information systems	Employees in 102 Australian libraries using computerized OPAC library information systems	26
4. Medical surgery equipment	261 surgeons working in university clinics in Germany	22
5. Apache OS server software security features	131 technically sophisticated Apache users	19,1
<i>Consumer products</i>		
6. Outdoor consumer products	153 recipients of mail order catalogs for outdoor activity products for consumers	9,8
7. "Extreme" sporting equipment	197 members of four specialized sporting clubs in four "extrem" sports	37,8
8. Mountain biking equipment	291 mountain bikers in a geographic region known to be na "innovation hot spot"	19,2

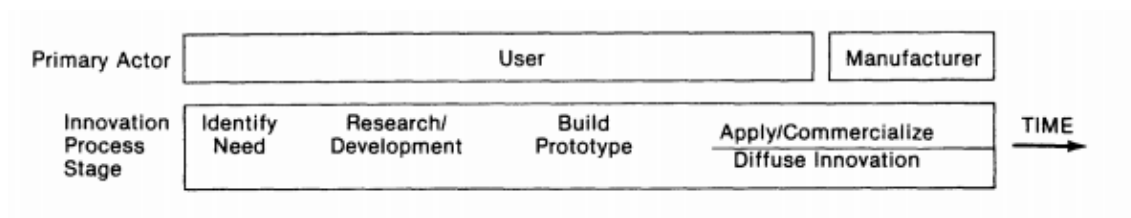
Fonte: Hippel (2013)

Hippel (1988) analisou em seu estudo 111 inovações da área científica e buscou descobrir qual era a fonte dessas inovações, suas origens. O que o estudo revelou é que 77% das inovações provinham não do fabricante mas dos usuários. Em um estudo de caso sobre o aperfeiçoamento de um espectrômetro de ressonância nuclear magnética, o autor revela que os usuários do objeto (cientistas de universidades) perceberam que poderiam melhorar sua performance. Ao fazer com que as amostras girassem, o campo magnético que atravessa as amostras se tornaria mais homogêneo, o que seria benéfico para os resultados pois o resultado (um espectro) seria mais detalhado.

Este resultado levou a fabricante que produziu o produto original a se informar sobre o novo avanço adquirido e a fazer adaptações para ter um modelo comercial da ideia surgida no laboratório da universidade. Vale ressaltar que o autor considera os cientistas como inovadores. Porém, seguindo o critério estabelecido previamente de que uma inovação é a introdução comercial de uma invenção, os cientistas seriam os inventores. Todavia, como o foco aqui apresentado é entender de onde surgiu a inovação, percebe-se que o consumidor tem forte propensão a ser a origem, e não a indústria fabricante. O estudo foi repetido com produtos mais propensos ao uso

“comum” e não por cientistas de universidades e resultados similares foram obtidos.

Gráfico 6 – Etapas do processo de inovação por consumidores



Fonte: Hippel (1988)

3.3 Razões para a inovação por consumidores

A decisão de inovar por parte dos consumidores vem principalmente da necessidade. Em um modelo onde a produção em massa é dominante, a estratégia adotada pelos produtores é de desenvolver um produto cujos atributos satisfaçam razoavelmente bem a uma grande parcela do mercado, de sorte que gere lucro graças aos grandes volumes vendidos.

Oras, como indicam Franke e Hippel (2003), a demanda dos consumidores é altamente heterogênea. Isto significa que existe uma grande diferença entre as necessidades de cada consumidor em relação à um produto. Assim, é pouco provável que produtos de produção em massa similares se adequem às necessidades individuais dos consumidores. Lüthje *et al.* (2002) estimam em seu estudo que no máximo 10 de 43 inovações de bicicletas especiais para montanha tinham uma funcionalidade similar. Outro estudo de Morisson *et al.* (2000), revela que apenas 14 de 39 inovações em sistemas de informação de bibliotecas tinham funções similares. O que se retrata aqui é a heterogeneidade das necessidades de cada consumidor.

A partir do momento em que existe um grande número de consumidores querendo produtos individuais é muito provável que estes o façam ou paguem por um serviço customizado (Hippel, 2005). Consumidores caracterizados como *lead innovators* têm entre suas características antecipar relativamente

altos benefícios criando uma solução para suas necessidades, e, assim, inovam.

Hippel (1994) separa em dois tipos as informações necessárias pelos fabricantes: informações sobre as necessidades do mercado e informações sobre a solução para atender esse mercado. Deste modo, além da heterogeneidade das necessidades dos consumidores, o autor mostra que a informação necessária para os produtores é “*sticky*”, isto é, de difícil transmissão (tornando custoso o processo) da fonte de informação para outros setores.

Somados aos dois fatores previamente citados, é importante ressaltar que, caso um consumidor deseje obter um produto customizado por uma empresa terceira, o custo para sua produção será muito mais elevado do que o produto padronizado da produção em massa. Isto faz com que o consumidor seja incentivado a fazer as modificações por si próprio.

Por último, uma experiência mais recente que causou surpresa aos teóricas da inovação é o *open source*. Este modelo é caracterizado pelo fato dos inovadores não exigirem patentes junto aos órgãos reguladores. A inovação na área de softwares é particularmente afetada pelo *open source*, em que a codificação de diversos usuários é aberta ao público. A exemplo disto, a empresa Google criou um software *open source* sob o nome de Android. Seus usuários têm a possibilidade de criar novos aplicativos à partir do software. O que se percebe neste modelo é que muitas vezes existe uma cooperação entre os usuários, levando a um benefício mútuo e assim abrindo mão de ganhos financeiros (Raymond, 1999). Somado a isto, outros benefícios são constatados como melhora do reconhecimento e aumento de *network*, levando cientistas muitas vezes a quererem ser os primeiros a apresentar seus resultados (Hippel, 2013).

Os resultados aqui encontrados sobre a importância do consumidor como inovador revelam dois fatores importantes: (1) a necessidade de *feedback* dos produtores é de grande valor pois é importante entender a necessidade dos usuários; (2) existe uma grande procura por bens customizados devido à heterogeneidade das necessidades dos consumidores,

custos elevados de troca de informações e de produção. A customização em massa surge como novo processo produtivo, nesse contexto, para satisfazer essa demanda por bens customizados e superar as dificuldades encontradas.

4 Customização em massa: um novo método produtivo

A customização em massa se classificaria como um processo de inovação orgnaizacional, de acordo com a definição de Edquist *et al.* (2001). Este novo método de produção se caracteriza principalmente pela produção de bens personalizados, diferenciando-se assim da tradicional produção em massa onde os produtos são padronizados.

Na década de 90 a exigência dos consumidor em relação à qualidade é elevada, tornando os níveis de concorrência maiores. Deste modo, começam a surgir as condições necessárias tanto em nível tecnológico, quanto de mercado para o sucesso da implementação deste novo método de produção. A seguir será detalhado mais profundamente o que é a customização em massa e os principais atributos a serem implementados para atender a demanda por bens customizados, detalhada na seção anterior.

4.1 O que é a customização em massa

O termo customização em massa foi inicialmente estabelecido por Davis (1987) e em seguida Pine (1993b) aprofundou o assunto dando destaque e popularizando o termo. Davis (1987) definiu o termo como sendo um processo pelo qual “a mesma grande quantidade de consumidores pode ser atingida como em mercados de massa da economia industrial, e simultâneamente tratado individualmente como em mercados pré-industriais”. Ou seja, o objetivo da customização em massa é produzir bens e serviços individualizados segundo a necessidade do consumidor, mantendo um nível de produção quase tão eficiente quanto a produção em massa (Tseng e Jiao, 2001).

Contudo, será considerada a seguinte definição de Piller (2004) por ser mais específica e em seguida esclarecidos alguns termos da definição:

“Co-design do consumidor de produtos e serviços, que leva em consideração a necessidade de cada indivíduo em relação a certas funcionalidades do produto. O processo é elaborado no âmbito de um espaço delimitado e estável, contudo flexível e adaptativo. Como resultado, os custos ligados à customização garantem um preço que não engendre em um segmento de mercado superior” (Piller, 2004).

O autor esclarece que o co-design do consumidor refere-se à integração do consumidor no processo de criação de valor. Na customização em massa o consumidor define junto ao fabricante quais são as suas necessidades para que este apresente uma solução customizada (Ramirez, 1999; Hippel 1998). Assim, esta interação consumidor-fabricante é a principal característica que diferencia a customização em massa de outras formas de produção como a produção ágil ou flexível. O co-design tem uma grande importância em relação a fidelidade estabelecida com o consumidor, pois como explica Piller (2004), cria-se uma forte barreira para a mudança de fornecedor uma vez que o fabricante já tem a informação para produção.

Em relação à necessidade de cada consumidor, a customização em massa é uma estratégia de produção que se caracteriza pela diferenciação. Quanto maior for a heterogeneidade das preferências dos consumidores, maior será o incremento em utilidade para estes. Piller (2004) cita três características que influenciam na customização: funcionalidade, estilo e adaptabilidade ao consumidor. Assim um grande desafio e fator de sucesso da customização em massa é igualar o nível de customização oferecido com o nível de customização demandada.

O autor esclarece ao que se refere quando menciona um espaço delimitado e estável. Diferentemente da produção de customização convencional, na qual existe uma solução e método de execução único para cada produto, a customização em massa utiliza um processo estável para produzir uma grande variedade de produtos (Pine *et al.*, 1993). Isto revela que a customização em massa busca reduzir seus custos graças a um processo estável, porém com grande flexibilidade. Todavia, também indica o limite que o método de produção tem na diferenciação de produtos. O método não busca oferecer um limite infinito de opções, mas uma grande variedade dentro dos limites do sistema previamente estabelecido.

O preço ofertado pelo produtor é um elemento importante na customização em massa. Diversos autores (Davis, 1987; Pine 1993a; Hart, 1995; Alford *et al.*, 2000) defendem que a customização em massa tem por objetivo alcançar a customização via economias de escopo, garantindo preços

de produção em massa. Ora, estudos empíricos (Franke e Shreier, 2008; Franke *et al.* 2009; Franke e Piller, 2004; Levin *et al.*, 2002) mostram que na realidade, consumidores estão dispostos a pagar um preço mais elevado (preço premium) para obter um produto que se adequa melhor a eles. Logo, a definição de Piller (2004) busca mostrar que os preços têm um aumento, porém não há uma mudança de segmento do mercado, mantendo-os acessíveis.

4.2 Transição da produção em massa para a customização em massa.

Pine (1993b) relata um exemplo em que a Toyota não foi bem sucedida na sua primeira tentativa de oferecer produtos cada vez mais variados e até customizando alguns produtos com preços de produção em massa. A crescente quantidade de variedades em seus produtos levou a um aumento de custos de estocagem. Somado a isto, os administradores da empresa notaram que somente 20% dos produtos representavam 80% de suas vendas. De acordo com os próprios administradores, houve o entendimento de que a customização em massa não é uma melhor contínua do processo, filosofia implementada pela própria empresa no passado.

Piller (2004) afirma que muitas empresas negligenciam a necessidade de mudanças profundas no modelo de produção quando tentam introduzir a customização em massa. Pine (1993a) elenca cinco etapas das quais um produtor em massa deveria passar para fazer a transição para a customização em massa:

- customizar serviços em torno de produtos padronizados
- criar produtos customizáveis
- providenciar pontos de entrega da customização
- providenciar respostas rápidas
- modularizar a fabricação

Para o autor, é necessário um desenvolvimento contínuo dos métodos de produção para atingir a customização em massa, devido a sua complexidade. Piller (2004) ressalta que é fundamental uma implementação profunda da mentalidade de co-produção e co-design no seio da empresa, sendo necessário se desprender dos métodos antigos, realizando uma

mudança cultural. Assim, fatores como grande diversidade de produtos, níveis de estoques eficientes e distribuição, não são mais os principais atributos de competitividade. O que se torna fonte de competitividade é a habilidade da empresa em interagir com o consumidor e oferecer possibilidades de customização que atendam as suas necessidades.

Piller (2004) sugere que na transição para a customização em massa os administradores muitas vezes não considerem todo o leque de criação de valor que a customização em massa permite. Fogliatto *et al.*, (2012) apresentam, após uma vasta revisão bibliográfica sobre a customização em massa, os principais “fatores de sucesso” desta, isto é, os principais focos de criação de valor. Os autores revelaram 6 principais focos, relatados a seguir.

- Demanda do consumidor: como visto no capítulo 2, o consumidor tem forte propensão a inovar, visto que adquire benefícios derivados da customização, tornando o objeto mais adequado às suas necessidades. Fogliatto *et al.*, (2012) afirmam que a customização em massa surge no setor industrial para atender a demanda de consumidores em busca de bens customizados a preços acessíveis. Merle *et al.* (2010) relata em seu estudo diversos benefícios para o consumidor como visto na tabela 2.

Tabela 2 – Cinco benefícios percebidos na customização em massa no ponto de vista do consumidor

Perceived benefit	Definition
Mass-customized product value	
Utilitarian value	Value acquired from the closeness of fit between product characteristics and individual preferences
Uniqueness value	Value acquired from the opportunity to assert personal uniqueness using the customized product
Self-expressiveness value	Value derived from the opportunity to possess a product that is a reflection of personality
Codesign process value	
Hedonic value	Value acquired from the experience's capacity to meet needs related to enjoyment, fun, or pleasure
Creative achievement value	Value acquired from the feeling of accomplishment related to the creative task of codesigning

Fonte: Merle *et al.* (2010)

- Mercados: A busca por novos mercados é um dos principais aspectos que a customização em massa busca alcançar. A diferenciação de produtos via customização permite atingir novos consumidores (Syam e Kumar, 2006) . Autores como Salvador *et al.* (2009) identificaram a customização em massa como uma importante vantagem competitiva. Oras, um aspecto relevante encontrado por Syam e Kumar (2006) é que elevadas opções de customização podem ser negativas para as firmas pois isto contribui para redução de diferenciação entre elas. Os autores afirmam também que a manutenção da produção em massa em paralelo é um aspecto positivo, desde que se aprimore a qualidade e preço.
- Cadeia de criação de valor: A produção na customização em massa via modularização é considerada por diversos autores (Pine, 1993b; Ro *et al.*, 2007; Duray, 2002) como imprescindível para o sucesso de sua implementação. A modularização é um conceito que se refere ao grau no qual os componentes de um sistema podem se separar e se acoplar novamente assim como o grau em que a arquitetura do sistema permite ou inibe a mistura e combinações dos componentes (Duray, 2002). Assim, Pine (1993b) ressalta que para ter sucesso na implementação da customização em massa é necessário que os administradores criem módulos de produção autônomos, porém com uma administração centralizada de todos os processos. Este sistema garantiria que, segundo a demanda do consumidor, cada módulo operaria individualmente, e, em seguida, o produto seria montado juntando-se os diversos componentes produzidos em cada módulo.
- Customização da oferta: As empresas que decidiram pela implementação da customização em massa tinham como grande objetivo criar produtos que fossem customizáveis e o foco girava em torno disso. Ora, como ressaltam Fogliatto *et al.* (2012), houve uma mudança de tendência na última década para dar enfoque à

facilitação da configuração do produto, garantindo a customização por atributos e não do produto por completo (Valenzuela *et al.*, 2009). Somado a isto, informações precisas sobre o preço do produto completo e não por módulo facilita a interação com o consumidor (Dellaert e Stremersch, 2005).

- Transferência de conhecimento: Como visto no capítulo 2, a transferência de conhecimento entre consumidor e vendedor é muitas vezes difícil pelo fato do conhecimento ser “*sticky*”. Piller (2004) ressalta que as preferências, gostos, padrões e funcionalidades são de difícil descrição. Assim, a customização em massa necessita de um meio de comunicação com o consumidor que permita que este transmita suas preferências escolhendo os atributos do produto. Essa informação é extremamente valiosa particularmente para empresas que mantêm paralelamente a produção de produtos padronizados.

O entendimento das práticas detalhadas acima, são importantes viabilizadores da customização em massa, pois garantem uma maximização da criação de valor para os produtos vendidos. Todavia, a customização em massa começou a ganhar importância, particularmente, graças a novas tecnologias que não existiam anteriormente, como a internet. Serão analisados, a seguir, os principais instrumentos utilizados na indústria para superar as dificuldades que este sistema de produção carrega em si e poder atender a demanda do consumidor por bens customizados.

4.3 Principais instrumentos para a implementação da customização em massa

A complexidade da customização em massa faz com que diversos meios de implementação já tenham sido propostos na literatura, ganhando forte destaque na última década. Fogliatto *et al.* (2012) elencaram em seu estudo os principais instrumentos estudados na literatura para implementar a customização em massa. Destacam-se quatro grandes áreas de pesquisa: metodologias, processos, tecnologias de manufatura e tecnologias de informação.

4.3.1 Metodologias

As metodologias de produção evoluíram consideravelmente após a Segunda Guerra Mundial, como visto no capítulo 1. Na década de 90, é introduzido um novo termo, o “*lean production*” (Womack *et al.*, 1990). O termo referia-se a conceitos previamente vistos: os do *Just-In-Time*. Como define Naylor *et al.* (1999), “*lean production*” significa desenvolver uma cadeia de valor para eliminar todo desperdício, incluindo tempo, e estabelecendo cronogramas de nível, isto é, estabelecer níveis de produção diária segundo as análises de demanda do consumidor.

Junto ao “*lean production*” outro conceito importante para garantir a produção na customização em massa é o *agile manufacturing*. Este termo refere-se ao uso do conhecimento de mercado para explorar as oportunidades em um mercado onde a demanda é volátil, isto é, adaptar a produção às variações de demanda. Para Naylor *et al.* (1999), estes dois conceitos devem andar lado a lado para uma boa implementação da customização em massa.

A produção *lean* é fundamental para este modo de produção, pois evitar desperdícios que geram aumento de custos é uma das principais barreiras a superar na produção customizada em larga escala. Por outro lado, a produção ágil é necessária para reagir à demanda personalizada em tempos curtos, garantindo que o consumidor receba o produto rapidamente. Assim, os dois métodos são complementares e importantes para o sucesso da customização em massa.

4.3.2 Processos

A customização em massa depende da interação com o consumidor para saber as suas preferências e poder produzir de acordo com estas informações. A necessidade de informação sobre as preferências do consumidor levou estudiosos como Shao *et al.* (2006) a desenvolver sistemas de coleta de dados baseado no *fuzzy clustering*. O sistema é baseado em diversos valores corretos de variáveis para solucionar um problema, sendo o objetivo definir grupos homogêneos de consumidores segundo suas preferências.

As preferências do consumidor se inserem na produção do produto no que é nomeado de *decoupling point*. Significa que é neste ponto que o produto será diferenciado dos demais produtos, dando seu caráter único. Para tanto, o *postponement* é a prática deixar a diferenciação do produto para o final da cadeia produtiva, permitindo aproveitar com mais precisão as informações previamente coletadas sobre a preferência do consumidor. Naylor *et al.* (1999) exemplifica com o caso da empresa Benetton, onde a coloração dos seus *jeans* eram deixados para o final da produção, ponto onde o produto se diferencia. Assim, estoques desnecessários são evitados.

A manufatura da customização em massa é altamente complexa. Como ressalta Jiao *et al.* (2007), a customização aumenta o número de variáveis na produção com aumento do impacto no trabalho e equipamento do processo. Isto se traduz em restrições para o planejamento e para o controle da manufatura de customização em massa (Fogliatto *et al.*, 2012). Diversos métodos matemáticos (Jiao *et al.*, 2007) foram desenvolvidos para redução de custos no processo de planejamento. Fogliatto *et al.*(2012) ressaltam que existe pouca pesquisa na redução de custos no nível de desenvolvimento do produto para a customização em massa, pois o elevado grau de atividades do sistema compromete cálculos precisos.

4.3.3 Tecnologias de manufatura

O avanço tecnológico tem grande importância na implementação da customização em massa. As duas últimas décadas foram permeadas por ganhos importantes que acabariam por ajudar o novo método de produção. Da Silveira *et al.* (2001) indicam que as principais tecnologias de produção são as *Advanced Manufacturing Technologies (AMT)*, representadas por controle computacional numérico, sistemas de manufatura flexível, *computer aided-design (CAD)*, e manufatura computacional integrada. A principal tecnologia que ganhou destaque na última décadas foi o CAD como ressaltam Fogliatto *et al.* (2012). Esta ferramenta tem por objetivo aumentar a eficácia e qualidade dos designs graças à modelos em terceira dimensão (3D), de fácil visualização. A adoção de scanner a laser 3D junto ao CAD tem sido notável na indústria de vestuário para testes de caimento (Daanen e Hong, 2008). Uma tecnologia

promissora que está ganhando destaque nos últimos anos é a impressora 3D, todavia ainda em pequena escala.

4.3.4 Tecnologias de Informação

As tecnologias de informação são fundamentais viabilizadores da customização em massa. A boa interação entre o consumidor e o fabricante são elementos essenciais para que não ocorram erros de produção e insatisfação do consumidor. Como ressalta Dietrich *et al.* (2007) o fluxo de informação permite não somente que os pedidos sejam corretamente inseridos na cadeia produtiva, mas também a formação de importantes bases de dados sobre as preferências dos consumidores. Assim, a internet, em conjunto com o comércio eletrônico, permite a coleta de dados (*data mining*) por meio de softwares que registrem os pedidos, informando as tendências de mercado e facilitando o processo produtivo.

Somado a isto, as diversas plataformas são elaboradas pelas empresas com fim de permitir ao consumidor expressar suas preferências no momento da compra. Por meio destas, é possível fornecer ao consumidor as informações necessárias e diversas combinações possíveis de produto, como pode ser visto em *websites* de marcas como Nike e Dell. Como ressalta Piller (2004) estas tecnologias de informação permitem integrar o consumidor ao processo produtivo por meio da configuração do produto.

Por meio destes viabilizadores, a implementação da customização em massa permite atender a demanda por bens customizáveis. Como foi visto no capítulo 2, a difícil transferência de informação que é considerada “*sticky*” é facilitada graças às tecnologias de informação como internet, softwares, comércio eletrônico, coleta de dados, scanner a laser 3D entre outros. A redução de custos se faz por meio de todos os elementos citados acima, conjuntamente, com enfoque em metodologias ágeis e flexíveis juntamente ao *lean production* e também por meio de tecnologias de manufatura modernas.

A customização em massa acompanha assim a linha evolutiva de processos produtivos, no sentido de que incorpora técnicas da produção em massa como o *lean production* e *agile manufacturing*, além de tecnologias de

manufatura avançadas, pensados originalmente para a produção em massa tradicional. A customização em massa busca aproveitar tecnologias e processos pré-existentes para poder atender à demanda dos consumidores, que é heterogênea em suas preferências.

5 Conclusão

Após a Segunda Guerra Mundial houve uma considerável evolução dos métodos de produção. O modelo industrial americano de produção em massa se manteve dominante até a década de 70, ponto em que a indústria japonesa começa a apresentar uma crescente competitividade a nível internacional. Esta evolução foi marcada por diversos fatores como inovações tecnológicas, e mercado consumidor, levando a inovações de processo produtivo.

Como pode ser percebido durante a evolução dos métodos produtivos, as condições de mercado muitas vezes alteram os processos produtivo de forma que estes se adaptem continuamente às mudanças. Logo após a Segunda Guerra mundial, havia uma forte demanda, superior à oferta, de modo que a qualidade de produtos não era a prioridade nas decisões administrativas das empresas. Conforme a exigência por qualidade por parte dos consumidores foi surgindo, a competição tornou-se mais acirrada. Isto fez com que as empresas dessem mais importância a seus métodos produtivos, evitando gastos desnecessários e com foco na qualidade de seus produtos.

Os *feedbacks* tornaram-se fundamentais em modelos de inovação pois permitem que as empresas adaptem sua produção conforme adquirem novas informações sobre o mercado. Este mecanismo garante que o desenvolvimento de novos produtos leve em consideração a opinião dos consumidores em aprimoramentos que poderiam ser feitos na produção, impactando diretamente a qualidade dos produtos.

Diversos estudos empíricos comprovam que o consumidor é uma importante fonte de inovação. Isto se deve primordialmente por existir heterogeneidade nas preferências dos consumidores, que buscam modificar produtos padronizados para melhor atender as suas necessidades. Somado a isto, os *feedbacks* também são comprometidos pelo fato das informações de preferências serem de difícil transferência, estas são “*sticky*”.

Assim, na década de 90 começam a surgir as condições necessárias para a implementação de um novo meio de produção: a customização em massa. A existência da heterogeneidade de preferências passa a traduzir-se

em demanda por bens customizáveis. Dado isto, foi possível implementar a produção em larga escala de bens customizáveis por meio da modularização e metodologias de processo produtivo já existentes como o *lean production* e *agile manufacturing*. Ademais, novas tecnologias de informação, como a internet, foram essenciais para a transmissão de informação entre consumidor e empresa, garantindo a integração do consumidor ao processo produtivo.

Deste modo, a customização em massa é um modelo promissor que tende a se desenvolver continuamente. O domínio deste novo método produtivo será cada vez mais adotado por empresas que buscam sempre atender melhor a sua clientela, produzindo exatamente o que estes necessitam.

6 Referências Bibliográficas

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

BAYRAKTAR E. WU, J. Evolution of operations management: past, present and future, **Management Research News**, v. 30 n. 11 p. 843- 871, 2007.

BENTON, W., SHIN, H. Manufacturing planning and control: The evolution of MRP and JIT integration. **European Journal of Operational Research**, v.110 n. 3 p. 411 -440, 1998.

BOGERS, M., AFUAH, A., BASTIAN, B. Users as Innovators: A Review, Critique, and Future Research Directions. **Journal of Management**, v. 36 p.857-875, 2010.

Centre for Disease Control and Prevention. **National Vital Statistics Reports**, v. 62 n. 9, tabela 1 – 4, 2013.

DA SILVEIRA, G., BORENSTEIN, D., Fogliatto, F.S. Mass customization: literature review and research directions. **International Journal of Production Economics**, v. 72 p. 1-13, 2001.

DAANEN, H., HONG, S.-A. Made-to-measure pattern development based on 3D whole body scans. **International Journal of Clothing Science and Technology**, v. 20 p.15-25, 2008.

DAVIS, S. From future perfect: mass customizing. **Planning Review** v. 17 p. 16-21,1987.

DELLAERT, B.G.C., Stremersch, S. Marketing mass-customized products: striking a balance between utility and complexity. **Journal of Marketing Research**, v. 42 p. 219–227, 2005.

DIETRICH, A.J., KIRN, S., SUGUMARAN, V. A service-oriented architecture for mass customization: a shoe industry case study. **IEEE Transactions on Engineering Management**, v. 54 p. 190-204, 2007.

DUGUAY, C., LANDRY, S., PASIN, F. From mass production to flexible/agile production, **International Journal of Operations & Production Management**, v. 17 n. 12, p.1183 – 1195, 1997.

DURAY, R. Mass customization origins: mass or custom manufacturing? **International Journal of Operations and Production Management**, v. 22 p. 314–328, 2002.

EAESP/FGV/NPP, Relatório de Pesquisa no. 17/2003, Rio de Janeiro: FGV, 2003. Disponível em:

EDQUIST, C., HOMMEN, L., MCKELVEY, M. Innovation and Employment, Process versus Product Innovation, **Cheltenham: Elga**, p. 3-14, 2001.

ENOS, J. A measure of the rate of technological progress in the petroleum refining industry. **Journal of Industrial Economics**, v. 6, n.3 p. 180-197, 1958.

ENOS, J. L. Petroleum Progress and Profits. **MIT Press**. p. 300-320, 1962.

FAGERBERG, J. Innovation: A guide to the Literature. **The Oxford Handbook of Innovation**, Oxford University Press, Oxford, p 1-26, 2004.

FOGLIATTO, F.S., DA SILVEIRA, G., BORENSTEIN, D. The mass customization decade: An updated review of the literature. **International Journal of Production Economics**, v.138 p.14-25, 2012.

FORRESTER, J. Industrial Dynamics, **The M.I.T. Press**, 1961.

FRANKE, N. AND PILLER, F. Toolkits for user innovation and design: an exploration of user interaction and value creation. **Journal of Product Innovation Management**, v. 21, n. 6, p. 401 415. 2004.

FRANKE, N., HIPPEL, E. Satisfying Heterogeneous User Needs via Innovation Toolkits: The Case of Apache Security Software. **Research Policy** v. 32, n. 7 p.1199–1215, 2003.

FRANKE, N., KEINZ, P., STEGER, C.J. Testing the value of customization: when do customers really prefer products tailored to their preferences? **Journal of Marketing**, v.73 n.5 p. 103–121, 2009.

FRANKE, N., SCHREIER, M. Product uniqueness as a driver of customer utility in mass customization. **Marketing Letters**, v. 19 n. 2 p. 93–107, 2008.

FREEMAN, C. Chemical Process Plant: Innovation and the World Market. **National Institute Economic Review**, v. 45 p. 29–57,1968.

FREEMAN, C., CLARK, J., SOETE, L. Unemployment and Technical Innovation, **Frances Pinter, London**, 1992.

GUNASEKARAN, N., NGAI, E. The future of operations management: An outlook and analysis. **International Journal of Production Economics**, v. 135 p. 687-701, 2011.

HART, C.W.L. Mass customization: Conceptual under-pinnings, opportunities and limits. **International Journal of Service Operations**, v. 6 p. 36-45, 1995.

HAYES, R., PISANO, G. Manufacturing strategy: at the intersection of two paradigm shifts. **Production and Operations Management**, v. 5, p. 25-41, 1996.

HIPPEL, E. The sources of innovation. **New York: Oxford University Press**. p. 11-27, 1988.

HIPPEL, E. Democratizing innovation. **MIT Press**. p. 33-43, 2005.

HIPPEL, E. Sticky Information and the Locus of Problem Solving, **Management Science**, v. 40, n. 4, p. 429–439, 1994.

HIPPEL, E. Economics of Product Development by Users: The Impact of Sticky Local Information. **Management Science**, v. 44, n. 5, p. 629–644, 1998.

HIPPEL, E. Leading Open Innovation. **MIT Press, Massachusetts Institute of Technology**, cap. 9, 2013.

HOLWEG, M. The genealogy of lean production. **Journal of Operations Management**, v. 25, p. 420-437, 2007.

JIAO, J., ZHANG, L., POKHAREL, S., HE, Z. Identifying generic routings for product families based on text mining and tree matching. **Decision Support Systems**, v. 43 p. 866–883, 2007.

KLINE, S.J., ROSENBERG, N. An Overview of Innovation. **Washington D.C.: National Academy Press**, p. 275-304, 1986.

LEVIN, I. P., SCHREIBER, J., LAURIOLA, M., GAETH, G. J. A tale of two pizzas: building up from a basic product versus scaling down from a fully-loaded product. **Marketing Letters**, v. 13 n. 4, p 335–344, 2002.

LÜTHJE, C., HERSTATT, C., HIPPEL, E. The Dominant Role of Local Information in User Innovation: The Case of Mountain Biking. **Working Paper, MIT Sloan School of Management**. p. 14-20, 2002.

MEHTA, P. MIT releases study on productivity. **The Tech**, v. 109, n. 22, 1989.

MERLE, A., CHANDON, J.-L., ROUX, E., ALIZON, F. Perceived value of the mass customized product and mass cusotmization experience for individual consumers. **Production and Operations Management**, v. 19 p. 503-514, 2010.

MOREIRA, A., PAIS, G. Single Minute Exchange of Die. A Case Study Implementation. **Journal of Technology Management and Innovation**. v. 6, n. 1. p. 130-146, 2010.

MORRISON, P. D., ROBERTS, J.H., HIPPEL, E. Determinants of user innovation and innovation sharing in a local market. **Management Science**, v. 46, n. 12, p. 1513–1527, 2000.

NAYLOR, J.B., NAIM, M.M., BERRY, D. Leagility: integrating the lean and agile manufacturing paradigms in the total supply chain. **International Journal of Production Economics**, v. 62 p. 107–108, 1999.

OHNO, T., 1988. O sistema Toyota de produção. **São Paulo. Bookman. Original**, edição brasileira de 1997.

PILLER, F.T. Mass customization: reflections on the state of the concept. **International Journal of Flexible Manufacturing Systems**, v. 16 n.4 p. 313–334, 2004.

PINE, B.J II. Making mass customization happen: Strategies for the new competitive realities, **Planning Review**, v. 21 n.5 p. 23 – 24,1993.

PINE, B. J. II, VICTOR, B., AND BOYNTON, A. C. Making Mass Customization Work, **Harvard Business Review**, v. 71 n.5 p. 108–119, 1993.

RAMIREZ, R. Value Co-production: Intellectual Origins and Implications for Practice and Research. **Strategic Management Journal**, v. 20 n. 1 p. 49–65, 1999.

RAYMOND, E. The cathedral and the bazaar: musings on linux and open source by an accidental revolutionary. **O’Reilly, Sebastopol, CA**. p. 21-25. , 1999.

RO, Y.K., LIKER, J.K., FIXSON, S.K. Modularity as a strategy for supply chain coordination: the case of U.S. auto. **IEEE Transactions on Engineering Management**, v. 54 p. 172-189, 2007.

ROTHWELL, R. Towards Towards the Fifth-generation Innovation Process. **International Marketing Review**, v. 11 n. 1, p. 7-31, 1994.

SALVADOR, F., DE HOLAN, P.M., PILLER, F. Cracking the code of mass customization. **MIT Sloan Management Review**. v. 50 p.71-78, 2009.

SCHUMPETER, J. A. Teoria do Desenvolvimento Econômico: Uma Investigação sobre Lucros, Capital, Crédito, Juro e o Ciclo Econômico. Coleção **Os Economistas, São Paulo: Abril Cultural**, p. 45-60, 1982.

SHAO, X.-Y., WANG, Z.-H., LI, P.-G., FENG, C.-X.J. Integrating data mining and rough set for customer group-based discovery of product configuration

rules. **International Journal of Production Research**, v. 44 p. 2789–2811, 2006.

SKINNER, W. Manufacturing - missing link in the corporate strategy. **Harvard Business Review**, p. 136-145, 1969.

SYAM, N.B., KUMAR, N. On customized goods, standard goods, and competition. **Marketing Science**, v. 25 p. 525-537, 2006.

TSENG, M. AND JIAO, J. Mass Customization. Handbook of Industrial Engineering, **Gaviel Salvendy (Ed.), 3a ed. Wiley, New York**, 2001.

WOMACK, J., JONES, D., ROOS, D. The machine that changed the world. **Ed. Campus**, p 39- 48, 1990.