

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Gabriel Vidor

MODELOS PARA IMPLEMENTAÇÃO DA QUALIDADE
EM PRODUTOS E SERVIÇOS CUSTOMIZADOS EM
MASSA

Porto Alegre

2014

Gabriel Vidor

**Modelos para implementação da qualidade em produtos e serviços customizados em
massa**

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Engenharia, na área de concentração em Sistemas de Qualidade.

Orientador: Professor Flávio Sanson Fogliatto,
Ph.D.

Porto Alegre
2014

Gabriel Vidor

**Modelos para implementação da qualidade em produtos e serviços customizados em
massa**

Esta tese foi julgada adequada para a obtenção do título de Doutor em Engenharia e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora designada pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Professor Flávio Sanson Fogliatto, *Ph.D.*

Orientador PPGEP/UFRGS

Professor José Luis Duarte Ribeiro, Dr.

Coordenador PPGEP/UFRGS

Banca Examinadora:

Professora Maria Emilia Camargo, Dra. (PPGA/UCS)

Professora Lisiane Selau, Dra. (Dep. de Estatística/UFRGS)

Professor Michel José Anzanello, *PhD.* (Dep. de Eng. de Produção/UFRGS)

*Dedico esta Tese a todos familiares e amigos
que estiveram presentes nessa caminhada.*

AGRADECIMENTOS

A Deus, que proporciona tudo na minha vida e essa tese é fruto da sabedoria que Deus concede a minha pessoa.

Ao meu orientador Professor Flávio Sanson Fogliatto, exemplo de profissional, humano e dotado de excelente senso crítico, pelo conhecimento transmitido e dedicação dispensada.

Aos funcionários do PPGEF pelo suporte nas questões administrativas.

A turma do PPGEF, em especial aos amigos Alexandre, Pedro, André, Janine e Flávia, que foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho.

A todos os amigos que contribuíram direta ou indiretamente para realização deste trabalho.

Aos meus pais que me ensinaram os princípios morais e éticos para chegar até aqui.

E, finalmente ao grande amor da minha vida, Flaviana.

*“The future cannot be forecasted; it is
prepared.”*

Maurice Blondel

VIDOR, Gabriel. *Modelos para implementação da qualidade em produtos e serviços customizados em massa*, 2014. Tese (Doutorado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil.

RESUMO

O presente trabalho apresenta proposições de métodos para controlar e implementar qualidade em produtos e serviços customizados em massa. Desta forma, os objetivos desta tese são: (i) identificar os tipos de controle de qualidade aplicados na customização em massa de produtos e serviços; (ii) verificar quais e como são as relações entre as características de customização em massa e estratégias de serviço no que tange a qualidade do serviço oferecido; (iii) desenvolver uma sistemática para priorizar a dimensão da qualidade na implementação de projetos de serviços customizados em massa; (iv) estabelecer uma metodologia para realizar o ajuste ótimo de ofertas de serviços para customização em massa; e (v) criar um modelo para verificar quais as características do produto customizado mais valorizadas pelos clientes. Os métodos desenvolvidos foram avaliados por meio da aplicação de um caso de análise utilizando dados reais e comparados ao estado da arte. Os métodos propostos atingiram os objetivos estabelecidos para o trabalho. Conclui-se que os métodos propostos foram capazes e eficientes no tratamento e controle da qualidade em produtos e serviços customizados em massa, sendo inovadores na área de customização.

Palavras-chaves: Customização em massa. Qualidade. Produto. Serviço.

VIDOR, Gabriel. *Models for quality implementation in mass cusstomized products and services*, 2014. Dissertation (Doctorate in Engineering) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brazil.

ABSTRACT

This dissertation presents propositions of methods for quality control and implementation in mass customized products and services. There are five objectives: (i) to identify kinds of quality control applied in mass customized products and services; (ii) to check what and how are relationship between mass customized characteristics and services strategies regarding service quality offered; (iii) to develop a systematic for prioritization quality dimension in mass customized services design; (iv) to establish a methodology for performing the optimal setting of service offerings in mass customization; (v) to create a model to check where mass customized product characteristics have more value for customers. Methods developed were evaluated by real case studies applications and compared with literature. All dissertation propositions have attended to objectives. We conclude that proposed methods are suitable and efficient in quality customized products and services for analyze and controls, being innovative in the field of customization.

Keywords: Mass customization. Quality. Product. Services.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 Estrutura das etapas da pesquisa desenvolvida	17
Figura 2.1 Matriz de classificação de processos segundo variedade e volume.....	26
Figura 2.2. Cubo de posicionamento de produtos em função da modularidade.....	27
Figura 2.3. Cubo de posicionamento de produtos em função do nível de customização.....	27
Figura 2.4. <i>Framework</i> utilizado para desenvolvimento do instrumento da entrevista	29
Figura 2.5. Posicionamento de empresas no cubo volume × variedade × nível de customização	33
Figura 2.6. Posicionamento dos tipos de controle de qualidade.....	39
Figura 3.1. Características de customização em massa	48
Figura 3.2. Frequência de características citadas em estudos de CM.....	50
Figura 3.3. Modelo de gestão de serviços	51
Figura 3.4. Classificação das características de customização	53
Figura 3.5. Exemplos da aplicação das características de CM em serviços	56
Figura 3.6. Importância de cada característica para empresa customizadora.....	57
Figura 4.1. Características de CM identificadas na literatura.....	71
Figura 4.2. Diagrama de opções do QFD e QFD reverso.....	77
Figura 4.3. Aplicação do método para o caso 1.....	79
Figura 4.4. Ranking para caso 1	80
Figura 4.5. Aplicação do método para caso 2.....	81
Figura 4.6. Ranking para caso 2	82
Figura 6.1 Tipologias para classificação de atributos	95
Figura 6.2 Tipologias para classificação de atributos	99
Figura 5.1. Matriz de customização.....	113
Figura 5.2. Etapas metodológicas.....	115

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 Indicadores de classificação para análise de entrevistas.....	30
Tabela 2.2 Resumo de respostas obtidas nas entrevistas.....	32
Tabela 2.3 Resumo de respostas obtidas nas entrevistas.....	36
Tabela 2.4 Tipos de controle de qualidade para a customização em massa.....	37
Tabela 4.1 Relações entre características e habilitadores de customização	74
Tabela 4.2 Relações entre habilitadores de customização e dimensões do serviço	75
Tabela 4.3 Características dos especialistas	75
Tabela 4.4 Informações coletadas nas empresas usadas no passo 1.....	78
Tabela 4.5 Comparação de rankings.....	83
Tabela 5.1 Perda de qualidade do produto atual em relação as opções.....	100
Tabela 5.1 Níveis de configuração das características	116
Tabela 5.2 Definição dos itens críticos de projeto.....	117
Tabela 5.3 Perfil dos especialistas consultados	117
Tabela 5.4 Opções de configuração avaliadas pelos clientes	118
Tabela 5.5 Ponderação dos itens de projeto	119
Tabela 5.6 Importância percentual de cada variável	119
Tabela 5.7 Modelo de regressão	121

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Tema e Objetivos	14
1.2	Justificativa do tema e dos objetivos.....	14
1.3	Delineamento do Estudo	15
1.4	Delimitações do Estudo	18
1.5	Estrutura da Tese.....	18
1.6	Referências.....	18
2	ARTIGO 1 - IDENTIFICAÇÃO DE TIPOS DE CONTROLE DE QUALIDADE PARA CUSTOMIZAÇÃO EM MASSA	21
2.1	Introdução	21
2.2	Referencial teórico	23
2.3	Metodologia	28
2.4	Resultados	30
2.5	Conclusão.....	40
2.6	Referências.....	41
3	ARTIGO 2 - MODELO PARA CLASSIFICAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS DE CUSTOMIZAÇÃO EM MASSA PARA SERVIÇOS	44
3.1	Introdução	44
3.2	Referencial teórico	46
3.3	Metodologia	51
3.4	Resultados	52
3.5	Conclusão.....	58
3.6	Referências.....	59
4	ARTIGO 3 - DEFINIÇÃO DE CARACTERÍSTICAS CRÍTICAS NA IMPLEMENTAÇÃO DE SERVIÇOS CUSTOMIZADOS EM MASSA	66
4.1	Introdução	66

4.2	Referencial teórico	68
4.3	Materiais e métodos	71
4.4	Resultados	77
4.5	Conclusões	83
4.6	Referências.....	84
5	ARTIGO 4 - ATRIBUTOS DETERMINANTES EM SERVIÇOS CUSTOMIZADOS EM MASSA: SISTEMÁTICA PARA REALIZAR O AJUSTE ÓTIMO DA OFERTA	92
5.1	Introdução	92
5.2	REFERENCIAL TEÓRICO	94
5.3	MATERIAIS E MÉTODOS	97
5.4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	98
5.5	CONCLUSÃO	100
5.6	REFERÊNCIAS.....	101
6	ARTIGO 5 - MODELO DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE PRODUTOS CUSTOMIZADOS EM MASSA.....	106
6.1	Introdução	106
6.2	REFERENCIAL TEÓRICO	109
6.3	MATERIAIS E MÉTODOS	112
6.4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	115
6.5	CONCLUSÃO	122
6.6	REFERÊNCIAS.....	123
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	126
7.1	Conclusões	126
7.2	Sugestões para trabalhos futuros.....	127

1 INTRODUÇÃO

A customização em massa é uma estratégia aplicada à criação de produtos e serviços que atendam as necessidades de tempo, preço e qualidade dos clientes. Derivam desse conceito a demanda de fabricar altos volumes de produção (SALVADOR, FORZA e RUNGTUSANATHAM, 2002) e o requisito de produtos exclusivos e individuais (JIAO e TSENG, 2004). Apesar de paradoxal, a customização em massa vem sendo aplicada com sucesso nos ramos de fabricação de automóveis (STÄBLEIN, HOLWEG e MIEMCZYK, 2011), de moda (CHO e FIORITO, 2009), de alimentos (MATTHEWS, MCINTOSH e MULLINEUX, 2010), de móveis (AZOUZI, BEAUREGARD e D'AMOURS, 2009), de estratégias de segmentação de mercado (BARDAKCI e WHITELOCK, 2005) e de serviços logísticos (HOEK, 2001), entre outros.

Nos estudos listados acima, o foco da customização em massa está em buscar menores tempos de entrega e custos de manufatura para oferta de produtos customizados. Todavia, a preocupação de quanto o produto satisfaz a necessidade do cliente é uma questão em aberto. A satisfação do cliente em relação ao produto é importante, pois como define Deming (1964) a qualidade é fazer aquilo que o cliente quer. Sob essa perspectiva em particular, os estudos em customização em massa carecem de abordagens. Destacam-se os recentes trabalhos de Fogliatto, Silveira e Borenstein (2012) e Trentin, Perin e Forza (2012) para exemplificar essa carência. O primeiro trabalho salienta que os desafios na área de customização e qualidade têm se tornado mais relevantes. Além disso, os autores dizem ser necessário o desenvolvimento de ferramentas para assegurar qualidade em produtos e serviços customizados em massa. No segundo estudo, verifica-se que nem mesmo empresas conseguem assegurar a qualidade em seus produtos e serviços customizados, sendo, portanto, esse tópico de pequena abordagem prática.

Observa-se que a abordagem de estudos de customização em massa voltados para a inserção dimensão da qualidade devem ser explorados. De fato, verifica-se um interesse acadêmico e prático sobre modelos de aplicação do conceito de qualidade em produtos e serviços customizados em massa.

1.1 TEMA E OBJETIVOS

O tema de pesquisa desta tese contempla a área de Sistemas de Qualidade, especificamente a Engenharia da Qualidade, com foco específico no desenvolvimento de métodos para tratamento da dimensão da qualidade em produtos e serviços customizados em massa.

O objetivo geral desta tese é desenvolver métodos para controle e implementação da variável de qualidade em produtos e serviços customizados em massa. Para que seja possível alcançar o objetivo geral deste trabalho, é necessário atingir cinco objetivos específicos:

- a) identificar os tipos de controle de qualidade aplicados na customização em massa de produtos e serviços;
- b) verificar quais e como são as relações entre as características de customização em massa e estratégias de serviço no que tange a qualidade do serviço oferecido;
- c) desenvolver uma sistemática para priorizar a dimensão da qualidade na implementação de projetos de serviços customizados em massa;
- d) estabelecer uma metodologia para realizar o ajuste ótimo de ofertas de serviços para customização em massa; e
- e) criar um modelo para verificar quais as características de produtos customizados mais valorizadas pelos clientes.

1.2 JUSTIFICATIVA DO TEMA E DOS OBJETIVOS

O tema desta tese é o desenvolvimento de métodos para tratar da variável de qualidade em produtos e serviços customizados em massa.

Na definição da estrutura de um produto customizado e, posteriormente, na sua forma de configuração, verifica-se que os algoritmos propostos são de minimização do custo de agrupamento dos componentes, módulos e plataformas do produto. Os modelos que focam na obtenção dos melhores custos penalizam duas variáveis: (i) tempo de entrega e (ii) qualidade do produto.

O tempo de entrega impacta diretamente sobre satisfação do cliente, visto que há clientes que não estão preocupados em pagar mais, desde que tenham o produto disponível para seu uso. Dessa forma, modelos como o de Arieh (2010) apresentam soluções quanto ao tempo de atendimento, onde a implementação do tempo é realizada pela adaptação do cálculo

do mínimo custo com a inserção ou retirada de componentes e módulos da configuração ótima do produto.

Todavia, não foi encontrado na literatura uma similaridade para o tratamento da qualidade na configuração dos produtos, exceto o estudo de Rai e Alada (2003). Por exemplo, o estudo de Wang e Lin (2008) foca na detecção de defeitos pela aplicação do desdobramento da função qualidade (QFD) nos processos de fabricação das partes do produto customizado. Os trabalhos de Sousa (2003) e Iwaarden et al. (2006) procuram entender como a gestão da qualidade em processos customizados afeta a satisfação do cliente. Trentin, Perin e Forza (2013) definem o que seria necessário para implementar a qualidade na configuração de produtos. As conclusões são baseadas em uma pesquisa de levantamento com um grupo de empresas e não oferecem um método para realização da implementação.

O estudo de Rai e Alada (2003) é o único que trata do problema de configuração do produto e seu impacto sobre a qualidade. Os autores propõem um método para configurar o produto e na sequência utilizam uma função perda para determinar o impacto da não qualidade na configuração gerada. No estudo os autores conseguem mensurar o quanto a configuração ofertada pela empresa afeta a satisfação do cliente, através do cálculo da perda decorrente de não fazer o que o cliente quer.

No que tange a implementação dos serviços customizados em massa as variáveis de custo, tempo e qualidade seguem a lógica apresentada anteriormente. Salienta-se que os estudos encontrados na literatura focam nas etapas de implementação do serviço, diferindo dos estudos de manufatura, voltados à estrutura de produto.

Em relação ao objetivo geral dessa tese, que é desenvolver métodos para controle e implementação da dimensão da qualidade em produtos e serviços customizados em massa, destaca-se a sua aplicação acadêmica e prática. Isso ocorre, pois como verificado anteriormente, as linhas futuras de estudos recomendam o desenvolvimento de métodos para aplicar no cotidiano das organizações, bem como métodos para aprimoramento da área de customização sob a perspectiva acadêmica.

1.3 DELINEAMENTO DO ESTUDO

Definidos os objetivos da tese e apresentada a justificativa da importância dos mesmos, esta seção estabelece o delineamento do estudo pelo qual esses objetivos serão alcançados, considerando o método de pesquisa e o método de trabalho que serão utilizados.

1.3.1 Método de Pesquisa

O método de pesquisa científica adotado nesta tese, do ponto de vista de sua natureza, segue uma abordagem quantitativa e qualitativa. Considerando-se a abordagem quantitativa, o pesquisador deve capturar evidências da pesquisa por meio da mensuração das variáveis, com a menor interferência possível nas variáveis de pesquisa. Todavia, na abordagem qualitativa a ênfase é dada a perspectiva do indivíduo estudado (MIGUEL et al., 2012).

Em relação à sua forma, esta tese pode ser classificada como uma pesquisa de modelagem e simulação. Especificamente, utiliza a pesquisa empírica normativa para gerar modelos para a tomada de decisão. O modelo é desenvolvido por meio das etapas de descrição, construção, elaboração e validação (MORABITO e PUREZA, 2012).

A pesquisa dessa tese é classificada também como pesquisa exploratória e aplicada. A pesquisa exploratória busca o entendimento do problema, a fim de torná-lo mais explícito, e, de fato, construir hipóteses ou aprimorar ideias (GIL, 2008). A pesquisa aplicada gera conhecimentos para solucionar problemas concretos (CERVO e BERVIAN, 2002).

1.3.2 Método de trabalho

O desenvolvimento deste trabalho é realizado a partir de cinco artigos que possuem objetivos específicos que auxiliam a alcançar o objetivo geral da tese. Dependendo do artigo e do objetivo a ser alcançado, utilizam-se diferentes métodos de trabalho. A Figura 1.1 apresenta a estrutura do trabalho, com os artigos, seus objetivos e métodos.

O Artigo 1 – Identificação de tipos de controle de qualidade para customização em massa – apresenta um estudo qualitativo em relação ao estado da prática para área de serviços e manufatura no que tange a gestão da qualidade para customização em massa. Para tanto, seis casos exemplos são usados, sendo três na área de serviço e três na área de manufatura.

O Artigo 2 – Modelo para classificação de características de customização em massa para serviços – analisa de forma exploratória como características da customização em massa na área de processos podem ser aplicadas para a área de serviços. O estudo gera uma classificação de quais as características mais adequadas para a área de serviço e, por meio de estudos que fizeram essa apropriação, exemplifica a classificação elaborada.

O Artigo 3 – Definição de características críticas na implementação de serviços customizados em massa – apresenta um método para implementação de serviços customizados em massa. O trabalho foca na fase inicial de implementação. Nessa fase é

necessário verificar o que deve ser priorizado na implementação de um serviço customizado em massa.

Figura 1.1 Estrutura das etapas da pesquisa desenvolvida

ESTUDOS	OBJETIVOS	QUESTÕES DE PESQUISA	REVISÃO TEÓRICA	MÉTODO DE PESQUISA	CONTRIBUIÇÃO
ARTIGO I	Identificar os tipos de controle de qualidade aplicados na customização em massa	Quais os tipos de controle de qualidade aplicados em organizações de serviço e manufatura?	Níveis de customização em massa	Qualitativa Descritiva Estudo de caso múltiplo por entrevistas	Identificação dos tipos de controle de qualidade usados na customização em massa
ARTIGO II	Verificar quais e como são as relações entre as características de customização em massa e estratégias de serviço	É possível transpor as características de customização em massa identificação na literatura para a área de serviços?	Níveis de customização Características de customização Gestão de serviços	Qualitativa Triangular Meta-análise de casos da literatura	Identificação das características de customização em massa já aplicadas em sistemas de serviço
ARTIGO III	Desenvolver uma sistemática para priorizar características de customização em massa na implementação de projetos de serviços	Quais as características de customização em massa para a gestão de serviços?	Métodos para implementação de serviços customizados em massa	Qualitativa e quantitativa Causal Estudo de caso múltiplo com aplicação do QFD	Método para implementação de serviços customizados em massa com foco em qualidade
ARTIGO IV	Estabelecer uma metodologia para realizar o ajuste ótimo de ofertas de serviços para customização em massa	Qual a perda associada a uma oferta de serviço customizado?	Qualidade na customização em massa Função perda	Quantitativa Causal Estudo de caso simples com aplicação de função perda	Método para determinar a quantidade de ofertas customizadas de um serviço
ARTIGO V	Criar um modelo para verificar quais as características mais valorizadas pelos clientes em produtos customizados	Como estimar o nível de customização atendido por um produto?	Configuração de produto Função preferência	Quantitativa Causal Estudo de caso simples com aplicação de função de preferência	Método para avaliar a satisfação do cliente com relação a qualidade de produtos customizados em massa

O Artigo 4 – Atributos determinantes e serviços customizados em massa: sistemática para realizar o ajuste ótimo da oferta – propõe um método para estabelecer uma metodologia para realizar o ajuste ótimo de ofertas de serviços para customização em massa. O artigo identifica pela aplicação de uma função perda o quanto a oferta de serviço customizado dista do que é esperado pelo cliente em relação ao serviço. Dessa forma, determina-se o valor de perda associado a essa diferença e quais as características do serviço podem ser modificadas.

O Artigo 5 – Modelo para mensurar o valor de características de produto customizados em massa – propõe um método para identificar quais as características mais importantes para o cliente em relação a um produto customizado. O artigo parte de premissa de que qualidade é fornecer ao cliente o que ele quer e, dessa forma, aplica análise conjunta, por meio da técnica de preferência declarada, para identificar quais os aspectos de um produto customizado que garantem a sua qualidade.

1.4 DELIMITAÇÕES DO ESTUDO

Este trabalho incide sobre a utilização de múltiplos critérios (custo, tempo e qualidade) para desenvolver produtos e serviços customizados em massa. Os métodos apresentados são focados na aplicação de técnicas quantitativas e qualitativas conhecidas e comumente aplicados em estudos de engenharia de produção.

Os métodos desenvolvidos e utilizados neste trabalho foram aplicados em casos de estudo. Dessa forma, todas as análises obtidas são derivativas desses casos e podem não refletir a totalidade do tema proposto nesta tese. Os métodos estão focados em configuração de produtos e serviços customizados, não sendo possível inferir sobre a aplicação da estratégia de customização em massa em processos.

1.5 ESTRUTURA DA TESE

Esta tese está organizada em sete capítulos. O primeiro capítulo aborda a introdução do trabalho e os objetivos, justificando a importância desta pesquisa. Este capítulo também apresenta o método de trabalho, a estrutura e as delimitações do estudo. Os cinco capítulos seguintes apresentam os artigos desenvolvidos, conforme a estrutura apresentada na Figura 1.1. Por último, o capítulo sete aborda as considerações finais, discutindo as principais contribuições da tese e apresenta sugestões de futuras pesquisas a serem desenvolvidas a partir dos resultados obtidos.

1.6 REFERÊNCIAS

ARIEH, B. The Platform Formation Problem. In.: FOGLIATTO, F.S., DA SILVEIRA, G. **Mass Customization: Engineering and Managing Global Operations**. Springer Velag, p. 103–124, 2010.

AZOUZI, R., BEAUREGARD, R., D'AMOURS, S. Exploratory case studies on manufacturing agility in the furniture industry. **Management Research News**, v. 32, n. 5, p. 424 – 439, 2009

BARDAKCI, A., WHITELOCK, J. A comparison of customers' readiness for mass-customisation. **European Business Review**, v. 17, n. 5, p. 397–410, 2005.

CERVO, A.L.; BERVIAN, P.A. **Metodologia científica**. 5ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002, 242p.

DEMING, W. E. **Statistical Adjustment of Data**. Tulsa: Dover, 1964.

- FOGLIATTO, F. S., SILVEIRA, G., BORENSTEIN, D. The masscustomization decade: An updated review of the literature. **International Journal of Production Economics**, v. 138, p. 14–25, 2012
- GIL, A.C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6ed. São Paulo: Atlas, 2008, 200p.
- HOEK, R. I. The rediscovery of postponement a literature review and directions for research. **Journal of Operations Management**, v. 19, p.161–184, 2001.
- IWAARDEN, J., WIELE, T., WILLIAMS, R., DALE, B. A management control perspective of quality management: An example in the automotive sector. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 23, n. 1, p. 102–112, 2006.
- JIAO, J., TSENG, M. M. Customizability analysis in design for mass customization. **Computer-Aided Design**, v. 36, p. 745–757, 2004.
- CHO, H., FIORITO, S. S. Acceptance of online customization for apparel shopping. **International Journal of Retail & Distribution Management**, v. 37, n. 5, p.389–407, 2009.
- MATTHEWS, MCINTOSH e MULLINEUX, Contrasting Opportunities for Mass Customization in Food Manufacture and Food Processes In.: FOGLIATTO, F.S., DA SILVEIRA, G. **Mass Customization: Engineering and Managing Global Operations**. Springer Velag, p. 369–394, 2010.
- MIGUEL, P. A. C. Abordagem Quantitativa e Qualitativa. In.: MIGUEL, P. A. C. (Coord.) **Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações**. Campus, p. 47–63, 2012.
- MORABITO, R., PUREZA, V. Modelagem e Simulação. In.: MIGUEL, P. A. C. (Coord.) **Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações**. Campus, p. 169–196, 2012.
- RAI, R., ALADA, V. Modular product family design: agent-based Pareto-optimization and quality loss function-based post-optimal analysis. **International Journal of Production Research**, v. 41, n. 17, p. 4075–4098, 2003.
- SALVADOR, F., FORZA, C., RUNGTUSANATHAM, M. Modularity, product variety, production volume, and component sourcing: theorizing beyond generic prescriptions. **Jornal of Operations Management**, v. 20, p. 549–575, 2002.
- SOUSA, R. Linking quality management to manufacturing strategy: an empirical investigation of customer focus practices. **Journal of Operations Management**, v. 21, p. 1–18, 2003.
- STÄBLEIN, T., HOLWEG, M., MIEMCZYK, J. Theoretical versus actual product variety: how much customisation do customers really demand? **International Journal of Operations & Production Management**, v. 31, n. 3, p. 350–370, 2011.
- TRENTIN, A., PERIN, E., FORZA, C. Product configurator impact on product quality. **International Journal of Production Economics**, v. 135, p. 850–859, 2012.

WANG, H., LIN, Z. Defects tracking matrix for mass customization production based on house of quality. **International Journal of Flexible Manufacturing System**, v. 19, p. 666–684, 2008.

2 ARTIGO 1 – Identificação de tipos de controle de qualidade para customização em massa

Publicado na revista Produção Online – ISSN 1676-1901

Gabriel Vidor

Flávio Sanson Fogliatto

Resumo

A utilização de controle de qualidade (CQ) em produtos e serviços obtidos por processos de customização em massa (CM) é uma questão que tem despertado contínuo interesse da academia e das organizações, dada a sua relevância e aplicabilidade. Este artigo tem como objetivo identificar os tipos de CQ aplicados a CM, a fim de formalizá-los através de uma pesquisa científica. Para tanto, foi realizada uma análise qualitativa, através de entrevistas que constituem seis casos de análise. As organizações entrevistadas são das áreas de manufatura e serviço, abrangendo ramos como autopeças e fornecimento de energia elétrica. As análises são organizadas através de comparação teórica, comparação externa e ordenação por consenso. O resultados mostram que o CQ de produtos e serviços customizados depende da estrutura de produto da empresa.

Palavras-chave: Customização em massa. Controle de qualidade. Estrutura de produtos. Estratégia. Organização.

Identification kinds of quality control for mass customization

Abstract

The uses of quality control (QC) in products and services obtained through mass customization (MC) is an open research topic, attracting interest from researchers and practitioners due to its relevance and applicability. In this paper we identify QC types applied in MC to formalize them through scientific research. For that we performed a qualitative research carried out through interviews in six companies from the manufacturing and service areas, covering sectors such as automakers and electric energy suppliers. The analyses are organized through theoretical comparison, external comparison and ordering by consensus. It was found that the QC adopted by a company in mass customized products and services depends on the product structure.

Keywords: Mass customization. Quality control. Product structure. Strategy. Organization.

2.1 INTRODUÇÃO

As organizações necessitam de algum tipo de estratégia para competir no mercado (GAITHER e FRAIZER, 2002), sendo que essa estratégia define a caracterização da organização em termos de sistemas e processos adotados (PAIVA et al., 2004). Os processos

são tradicionalmente classificados quanto a sua variedade e seu volume (MOREIRA, 2008) nos tipos contínuo, linha, batelada, job e projeto. A literatura, através de Garvin (1993), mostra que essa classificação prioriza aspectos estratégicos de custo, qualidade, flexibilidade, serviços e entrega.

Os processos do tipo contínuo atendem essencialmente as prioridades de custo e qualidade, podendo também estar associados à prioridade de entrega. Os processos do tipo linha e batelada contemplam uma variedade de produtos maior do que os processos contínuos, mas atendem às mesmas prioridades. Os processos por projetos focam no atendimento de itens específicos e customizados, enquanto que processos job são voltados à fabricação de itens genéricos para atender a demandas específicas associadas à customização.

A adoção de um dado tipo de processo depende da forma como a empresa trata as prioridades estratégicas de seu sistema produtivo. A interpretação dessas prioridades é definida pela estratégia de produção (CHASE et al., 2006). A estratégia de produção constitui-se do conjunto de objetivos, planos, programas e ações relacionados às prioridades competitivas, sendo influenciada pelo custo, diferenciação e foco (CERRA e BONADIO, 2000). Esse conceito permite classificar as estratégias de produção em: (i) Produção em Massa (ou Mass Production), (ii) Produção Enxuta (ou Lean Production), (iii) Customização em Massa (ou Mass Customization), e (iv) Manufatura Especializada (ou Expert Manufacturing).

Em especial a CM, nos últimos anos, tem despertado interesse na academia e no meio empresarial devido a sua aplicabilidade em ambientes que demandam alta variedade, mantendo entretanto ganho de escala característico da produção em massa. O interesse deve-se aos elementos que circundam a CM, mas que não estão formalizados cientificamente, como, por exemplo, a aferição de custos, os tipos de interação com o cliente, o controle de qualidade (CQ) e o planejamento e controle da produção.

A grande dificuldade apontada na literatura para formalizar os modelos para CM decorre da complexidade envolvida em suas definições. Tais modelos devem considerar como é realizada a CM nos diversos níveis (i) da organização (DURAY, 2002), (ii) de interação da companhia com o cliente (PAN e HOLLAND, 2006), (iii) de segmentação de mercado (BARDAKCI e WHITELOCK, 2005) e (iv) de customização (SILVEIRA et al., 2001).

A literatura apresenta estudos onde tais elementos são abordados. O tratamento do planejamento e controle da produção (PCP) na CM é apresentado por Zhang e Chen (2006), Tseng e Radke (2010) e Lee e Dai (2010). A análise de segmento de mercado para planejamento da estrutura de produtos é desenvolvida nos estudos de Spring e Araujo (2009).

Kaplan (2010) aborda o envolvimento do cliente no desenvolvimento de produtos. A gestão da cadeia de suprimentos é tratada por Bardakci e Whitelock (2003) e Abdelkafi et al. (2010) através de um modelo que analisa desde a escolha de fornecedores até a customização da entrega final.

Todavia, a literatura não traz estudos sobre a aplicação de CQ em customização. Dessa forma, uma das contribuições deste trabalho está em investigar o estado da prática do CQ em empresas que adotaram a CM. Decorrente dessa investigação pretende-se determinar os tipos de CQ mais adequados à estratégia de customização.

Contudo, anteriormente a essa determinação, faz-se necessária uma construção teórica para classificar as empresas que praticam a CM e assim definir os tipos de controle de qualidade. Uma alternativa seria usar o modelo de classificação de produtos de Duray (2010) para posicionar os produtos quanto ao tipo de CQ em função da modularidade. Todavia, o modelo é limitado dado que pressupõe produtos com estruturas modulares. A alternativa conceitual tratada no presente trabalho é utilizar níveis de customização, o que generaliza a solução de Duray (2010) para todos os tipos de produtos e serviços.

Dada essa solução conceitual, o objetivo do presente artigo é identificar os tipos de controle de qualidade aplicados em CM, formalizando-os através de uma pesquisa científica. Para tanto foi realizado um estudo de caso múltiplo com seis empresas que praticam customização, sendo a coleta de dados realizada através de entrevista estruturada. Na sequência, foi realizada uma comparação teórica entre o modelo construído e os estudos de caso realizados, uma ordenação por consenso das características das empresas que praticam customização e uma comparação externa das informações obtidas nas respostas. As demais análises facilitaram a interpretação e definição de práticas gerenciais associadas aos tipos de CQ que podem ser usados em produtos e serviços customizados.

Para atingir seu objetivo, este artigo está dividido em 5 seções. Além da introdução abordada na seção 1, a seção 2 apresenta o referencial teórico, contemplando níveis de customização e posicionamento de produtos frente a sua modularidade. Na seção 3 é apresentada a metodologia. Na seção 4 é aborda-se o estudo aplicado, dividido em descrição e análise dos dados. Finalmente, a seção 5 apresenta as conclusões.

2.2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção são discutidos os elementos essenciais para a construção do presente trabalho de pesquisa. A abordagem inicial, sobre níveis de customização, contextualiza a

posterior discussão sobre como a estrutura de produto é influenciada pelo estágio de customização adotado nas organizações.

Os níveis de customização podem ser classificados quanto ao envolvimento do cliente (PAN e HOLLAND, 2006) e quanto ao produto e ao processo (SILVEIRA et al., 2001).

Pan e Holland (2006) definem seis níveis de customização em função da relação do cliente com o processo. Os níveis, em grau crescente de customização, são: captação do cliente, alteração, superficialidade, transparência, adaptação e colaboração. Tais níveis são apresentados na sequência.

O primeiro nível, de captação do cliente, consiste em entender o mercado e repensar o sistema de manufatura, permitindo que os clientes encontrem o que querem através de uma ampla oferta de produtos. O segundo nível, de alteração, pressupõe que os funcionários da empresa aprendam sobre customização e a pratiquem como diferencial para os clientes. Duray (2002) ressalta ser especialmente crítica a transição para esse nível, haja vista a complexidade da mudança de cultura. O terceiro nível, de superficialidade, é o nível em que a cadeia de suprimento é envolvida, com a mudança nos sistemas de distribuição e entrega de itens para o cliente final. No nível posterior, de transparência, proporcionam-se aos clientes produtos únicos sem necessariamente fazer customização explícita. Como definem Ni et al. (2008), este é o nível de modularização, com a customização das partes. No quinto nível, de adaptação, clientes começam a se envolver no desenvolvimento do projeto adicionando informações à manufatura e pós-vendas (customização do serviço associado ao produto). Por fim, no último nível, de colaboração, os clientes são desenvolvedores do projeto do produto e/ou serviço, inclusive com interações computacionais em um espaço de soluções e, através dessas interações, caracterizando o produto e/ou serviço. Fiori (2000) define esse nível como o mais alto de CM, pois permite que o cliente seja parte integrante do desenvolvimento que irá usufruir.

Silveira et al. (2001), após extensa revisão da literatura, identificaram oito níveis de customização para produtos e processos. Esses níveis apresentam a seguinte ordem decrescente: projeto, fabricação, montagem, adição de trabalho customizado, adição de serviços, embalagem e distribuição, uso e padronização.

O nível de projeto é o nível de desenvolvimento colaborativo de projeto, manufatura e entrega de produtos de acordo com as necessidades preferenciais do cliente. O nível de fabricação refere-se à fabricação de produtos adaptados ao cliente, a partir de projetos iniciais. No nível de montagem, ofertam-se produtos através de arranjos modulares de acordo com

diferentes demandas do cliente. Os níveis de adição de trabalho e serviço são obtidos com a complementação de trabalho em produtos padronizados, que ocorre anteriormente a entrega para cliente. O nível de embalagem e distribuição é obtido com a diferenciação de produtos similares através da adequação de embalagens e caminhos de entrega pelo tipo de mercado consumidor. O nível de uso ocorre quando o produto é aplicado diferentemente pelos clientes finais, ou seja, quando há uma adaptação do produto. Finalmente tem-se a padronização, prática conhecida e usada em muitas organizações.

A análise dessas duas propostas de estratificação do grau de customização em produtos e serviços mostra que existe uma convergência, independentemente da visão escolhida. Os níveis de colaboração e adaptação são similares aos níveis de projeto e fabricação; logo, neste caso, pode-se estabelecer o nível de projeto e processo como o nível mais alto de customização. Em um patamar médio-alto poderiam ser agrupados os níveis de montagem e transparência. O mais adequado seria nomear tal nível como de montagem, termo mais conhecido do que transparência. Em um patamar médio-baixo poderiam ser incluídos os níveis de adição de trabalho e serviço, embalagem e distribuição e superficialidade, passando este nível a ser denominado postponement. Por fim, o patamar mais baixo seria nomeado de adaptação e cosmético, onde os níveis de alteração e uso estariam contemplados. Os níveis de padronização e captação não fazem parte dos patamares definidos, dado que são elementos associados à PM e não à CM.

Resumidamente, os níveis de customização poderiam ser classificados em (i) alto – projeto e processo, (ii) médio-alto – montagem, (iii) médio-baixo – postponement, e (iv) baixo – adaptação e cosmético. A definição desses níveis é importante, já que permite modificar as relações entre volume e variedade atendendo a estratégia de CM. Na CM, a estratégia é produzir lotes unitários (ou muito pequenos) a custos de PM, sistema este que beneficia-se de ganhos de escala (DAVIS, 1989). Entretanto, na matriz que classifica processos conforme o volume e a variedade do que é produzido (DURAY, 2010), não há processos que combinem volume alto de produção e alta variedade, como mostra a Figura 1.

É possível observar que altos volumes estão associados a itens padronizados, normalmente produzidos em fluxo contínuo; baixos volumes, por sua vez, são atendidos por processos job shop. Na diagonal principal da matriz da Figura 1 tem-se exemplos de processos, que indicam diferentes combinações entre volume e variedade oferecida.

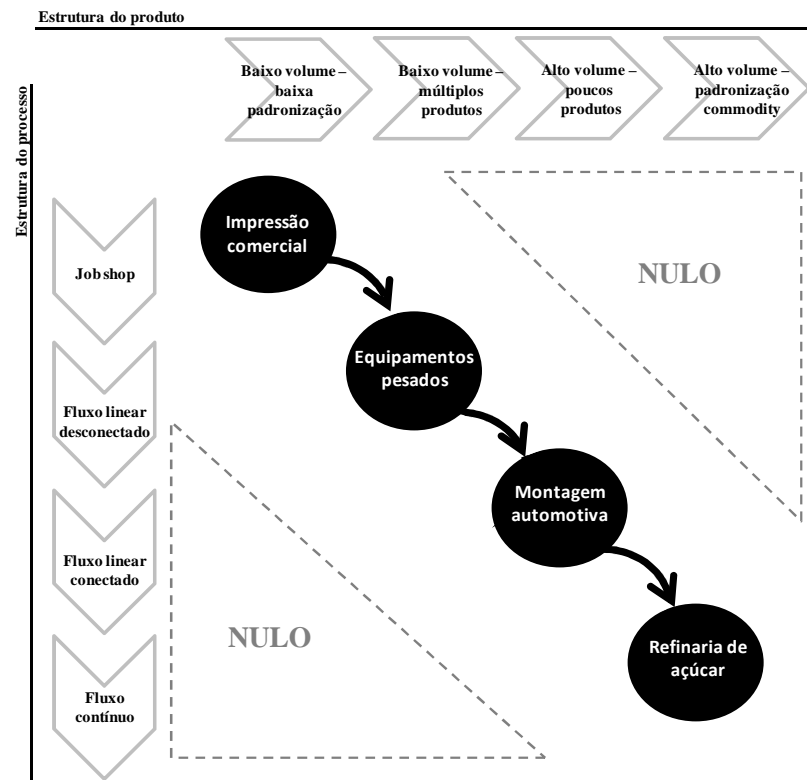


Figura 2.1 Matriz de classificação de processos segundo variedade e volume

Para acomodar a estratégia de CM, outras variáveis podem integrar a matriz clássica de Clark e Wheelwright (1993) além de variedade e volume, sendo os processos reposicionados em função dessas novas variáveis. Duray (2010) apresenta um modelo onde uma terceira dimensão, caracterizada pelo eixo variação, é acrescentada à matriz de posicionamento, como se visualiza na Figura 2. Os espaços anteriormente vazios da matriz bidimensional passam a ser preenchidos em função do nível de modularidade de um determinado produto a ser gerado pelo processo. Assim, a combinação de processos conhecidos ou mesmo a criação de novos tipos de processos passa a ser demandada, a fim de atender aos requisitos de customização.

Entretanto, a análise do nível de modularidade é aplicável somente quando a estrutura de produtos está organizada em agrupamentos modulares, o que em serviços e alguns tipos de sistemas de manufatura (por exemplo, na fabricação de pastilhas de freio) não representa a realidade. Sabendo-se, portanto, que os tipos de processos associados a CM são caracterizados por uma terceira variável e que esta não é necessariamente a modularidade dos produtos, propõe-se introduzir no modelo de Duray (2010) a variável nível de customização, que equivale à dimensão variação proposta por Duray (2010) e que oferece maior flexibilidade em termos de classificação de processos.

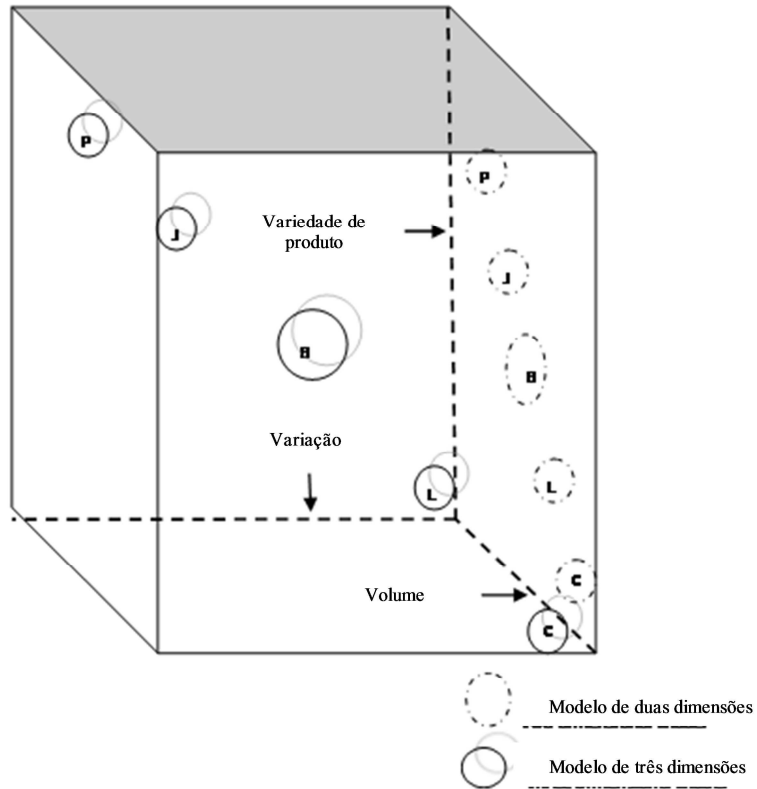
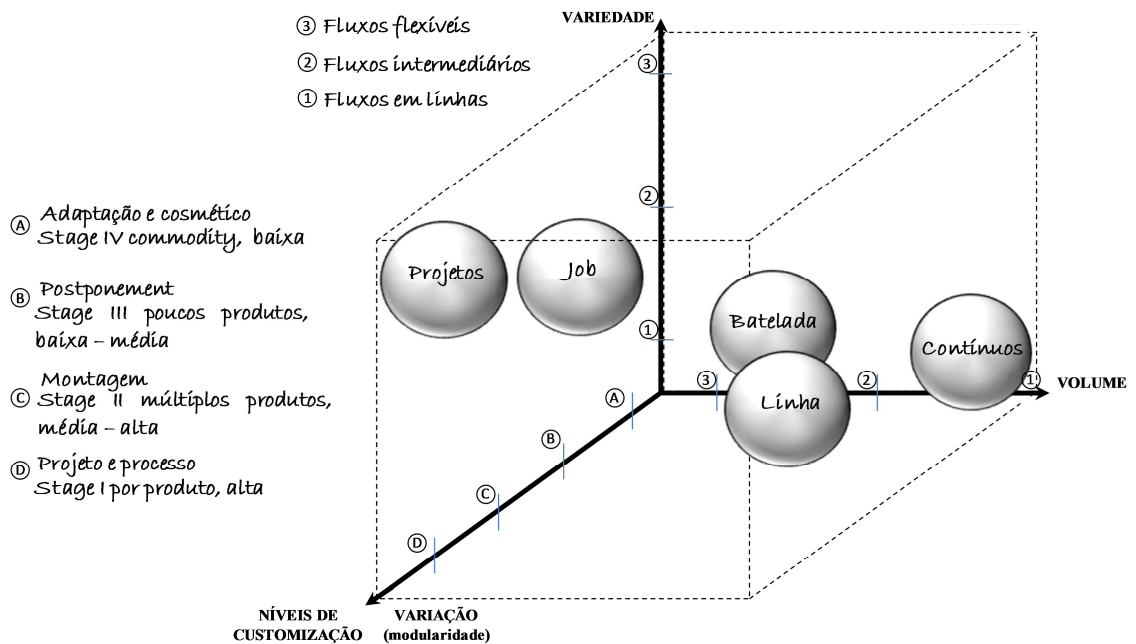


Figura 2.2. Cubo de posicionamento de produtos em função da modularidade
 Fonte: Adaptado de Duray (2010)

O modelo onde nível de customização é associado à variação está apresentado na Figura 3. Na figura é possível observar que existe uma relação entre os estágios de modularidade definidos por Duray (2010) e o nível de customização proposto neste artigo.

Figura 2.3. Cubo de posicionamento de produtos em função do nível de customização



A equivalência é importante, pois permite o enquadramento de todos os tipos de organizações no que tange a sua estratégia de oferta de produtos e serviços. Por exemplo, os produtos fabricados no stage IV, se analisados relativamente ao seu nível de customização, se enquadrariam na categoria "adaptação e cosmético", que está diretamente associada a processos contínuos. A projeção bidimensional no espaço mostra que os tipos de processos não atenderiam o nível de customização esperado, porque há um posicionamento apenas em relação a matriz volume \times variedade tradicional. Entretanto, quando se posiciona o processo em função do nível de customização, o local ocupado no espaço será outro e, possivelmente, atenderá a estratégia da organização.

A caracterização do tipo de estratégia de produção em função de variedade, volume e nível de customização é importante porque, a partir dessas informações, a empresa pode definir sua estrutura de produtos/serviços. O tipo da estrutura de produtos/serviços determina uma série de elementos de gestão e controle como, por exemplo, o planejamento e controle da produção, o controle de qualidade e o sistema de custeio.

Na sequência, a flexibilidade esperada do modelo da Figura 3 na classificação de empresas em função de variedade, volume e nível de customização será testada através de um estudo de caso múltiplo. Além disso, serão estabelecidas as relações entre o nível de customização apresentado pelas empresas e as práticas de CQ por elas desenvolvidas.

2.3 METODOLOGIA

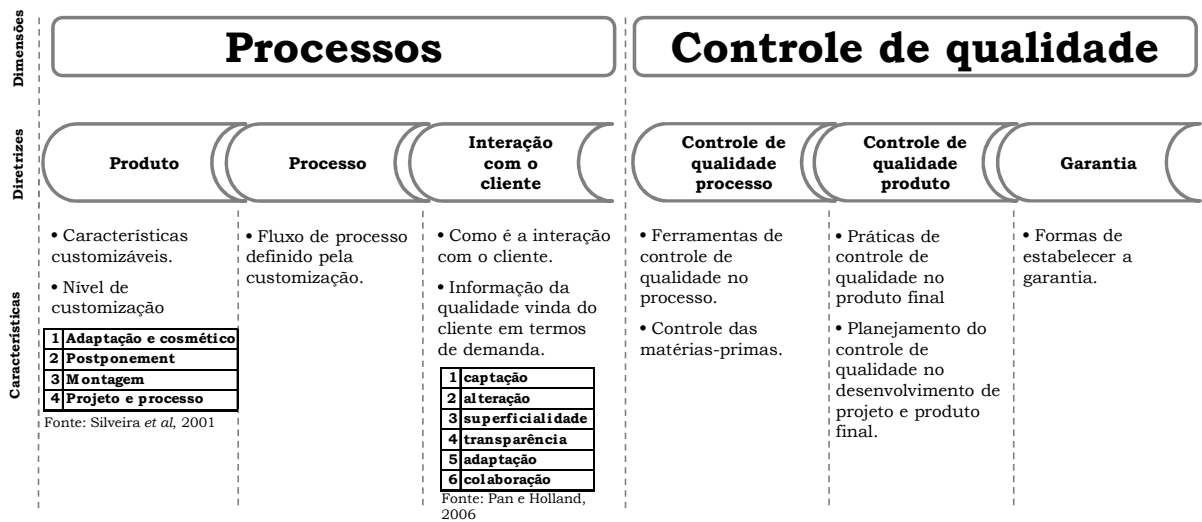
A presente pesquisa pode ser classificada como uma pesquisa qualitativa, na qual se utilizou um estudo de caso múltiplo, estruturado através de entrevistas em empresas que praticam a customização na manufatura de itens e na prestação de serviços. As entrevistas tem por objetivo identificar como a customização dos produtos e serviços afeta o controle de qualidade praticado nas organizações. Dessa forma, a entrevista foi realizada através de questões elaboradas conforme o framework teórico apresentado na Figura 4.

As questões foram divididas de acordo com duas dimensões: a primeira associada ao processo (seja a empresa de manufatura ou de prestação de serviço) e a segunda, ao controle de qualidade. As dimensões auxiliam a identificar a posição da empresa entrevistada no cubo apresentado na Figura 3. Complementarmente, as dimensões são divididas em diretrizes, que são meios para a análise e avaliação de um sistema de customização.

A partir das características visualizadas no framework foi definido o instrumento de coleta de dados. O instrumento utilizado foi um questionário composto por oito questões

abertas. As questões foram divididas da seguinte forma: (a) uma questão introdutória sobre o tema customização; (b) quatro questões de caracterização do ambiente que pratica a customização, enfatizando as relações com fornecedores e clientes, estrutura de produto e nível de customização; (c) duas questões associadas ao tipo de controle de qualidade realizado; e (d) uma questão de fechamento e resumo sobre as informações obtidas anteriormente.

Figura 2.4. *Framework* utilizado para desenvolvimento do instrumento da entrevista



Os dados foram coletados em seis empresas. Foram investigados os ramos de metalurgia, automotivo, redes de distribuição de eletricidade, educação e construção civil (duas empresas), respectivamente, através das empresas GKN Driveline (Porto Alegre), Marcopolo (Caxias do Sul), Rio Grande Energia (Caxias do Sul), Universidade de Passo Fundo (Passo Fundo), Pristine Metal Work (Dongguan, China) e Lottici (Canoas). As perguntas foram respondidas por gerentes intermediários, responsáveis pelas áreas de qualidade, produção, marketing e desenvolvimento de produto. Para facilitar a interpretação, a gravação das entrevistas foi priorizada como forma de coleta. Em uma das empresas não foi permitida a gravação e optou-se por anotações durante a entrevista e posterior detalhamento através de e-mails.

Para a análise, os dados coletados foram tabulados conforme um grupo de oito indicadores classificatórios, apresentados na Tabela 1. A classificação foi utilizada nas comparações teórica e externa e na ordenação por importância de todas as informações.

Tabela 2.1 Indicadores de classificação para análise de entrevistas

<i>n.º</i>	<i>Indicadores de classificação de dados</i>
1	<i>Prestadores de serviço ou empresas de manufatura</i>
2	<i>Foco no cliente ou foco no produto</i>
3	<i>Nível de customização: baixo, médio-baixo, médio-alto, ou alto</i>
4	<i>Controle de qualidade: atributos ou variáveis</i>
5	<i>Tipo de estratégia de produção: PM, PE, CM, ou ME</i>
6	<i>Estrutura de produto: família, plataforma, módulo, ou por componentes</i>
7	<i>Necessidades de clientes × requisitos funcionais</i>
8	<i>Foco na garantia e/ou foco no controle de qualidade</i>

2.4 RESULTADOS

2.4.1 Descrição dos dados

Os resultados apresentam os aspectos mais importantes das entrevistas realizadas com as empresas. As respostas estão organizadas resumidamente em cada parágrafo, distribuídos de acordo com as questões realizadas. Uma vez finalizada a apresentação das informações coletadas em cada questão, analisa-se os resultados obtidos através do método proposto.

A questão inicial refere-se a como os clientes informam as suas necessidades de customização. O foco é entender qual o meio utilizado para captar as necessidades de customização do mercado, e qual nível de customização a empresa é capaz de ofertar. As empresas entrevistadas não oferecem ambientes web para a customização. A customização por elas oferecida é realizada através de catálogo (Marcopolo, GKN, Lottici), norma do setor (RGE e Lottici), por contato telefônico (RGE, UPF, Pristine e Lottici) feito pelo cliente com o setor de projeto de produto e/ou então por visita ao escritório da empresa (Pristine e Lottici).

A segunda questão refere-se a como os clientes interagem com a organização. O cliente pode variar dos extremos de parceiro no desenvolvimento do produto/serviço ao de avaliador do que é ofertado, oscilando em diferentes níveis entre esses extremos. Através desse conceito, as organizações posicionaram-se quanto à forma como processam a interação com o cliente. Observa-se que o tipo de interação está diretamente associado ao tipo de produto. Para produtos que oferecem menos variáveis (GKN e Lottici), a interação é baixa ou praticamente inexistente; contudo, com o aumento de variáveis também aumenta o interesse

da empresa na participação do cliente, o que conseqüentemente aumenta o nível de interação (Marcopolo, Pristine, UPF e RGE).

A terceira questão aborda a forma como a empresa organiza a sua estrutura de produtos. A pergunta tinha por objetivo identificar se na estrutura há agrupamentos modulares ou por componentes, característicos de empresas que praticam customização. Nesse caso foi possível verificar que sempre que uma empresa opta por níveis de customização maiores (RGE, Marcopolo, Pristine e Lottici) ou intermediário (UPF) existe o desdobramento da estrutura de produtos em módulos ou componentes. Quando a customização é menor, o agrupamento ocorre apenas no nível de famílias (GKN).

A quarta questão procura coletar a percepção da organização sobre o seu nível de customização. O foco é definir se os esforços desenvolvidos pela organização para customizar produtos estão corretamente direcionados. Percebe-se que todas as empresas fazem questão de dizer que praticam a customização, contudo os níveis de customização adotados nesse trabalho mostram que existem variações desde empresas posicionadas no nível adaptativo e cosmético (GKN), passagem no nível de montagem (UPF) e chegando até o nível de projeto e processo (Pristine, Lottici, RGE e Marcopolo). Essa variação é explicada novamente pelo tipo de produto. Produtos e serviços com mais variáveis são aqueles com maior nível de customização.

Na quinta questão o objetivo é identificar quais as características usadas pela organização para definir seus parceiros de desenvolvimento/prestação de serviço. Neste sentido, o conceito de flexibilidade foi abordado sobre a ótica do prazo de entrega, volume de estoques, variedade de produtos, etc.. Nenhum dos critérios abordados nas entrevistas foi concordante entre as empresas. Preço (GKN), qualidade (Marcopolo), confiabilidade (Lottici), acessabilidade (UPF), velocidade (Pristine) e disponibilidade (RGE) foram os critérios usados pelas organizações para descrever seus parceiros, o que mostra como o tipo de customização praticado afeta a escolha de fornecedores.

Na sexta questão foi investigado de forma objetiva o controle de qualidade. Procurou-se identificar os tipos de CQ associados a cada um dos produtos e serviços customizados e oferecidos pela empresa ao mercado. Em todos os casos foi possível observar que quando a customização atinge níveis médio-baixo (Lottici), médio-alto (UPF) ou alto (RGE, Pristine e Marcopolo), o controle de qualidade é praticado por inspeção 100% dos itens customizados; nos demais casos (GKN), a inspeção é realizada por amostragem com resultados aferidos através de gráficos de controle da qualidade (CEP).

A sétima questão tinha por objetivo entender como a organização estabelece a garantia do produto ou serviço que oferta ao cliente. Nessa questão o foco é identificar como é mensurada a garantia no produto customizado. Trata-se de um aspecto que não foi definido pelas organizações como prioritário. Independente do nível de customização, não foi possível identificar o papel da confiabilidade na customização, ou o interesse das organizações no tema.

A última questão tinha por objetivo resumir as respostas obtidas anteriormente, buscando o consenso de entendimento entre entrevistador e o entrevistado. Além disso, foi dada oportunidade para o entrevistado acrescentar informações que julgasse relevantes, tendo em vista o objetivo do estudo.

A Tabela 2 sumariza as respostas dadas pelas empresas. Na Tabela 2 é possível verificar o nome de cada empresa posicionado a esquerda e os indicadores na parte superior, seguindo a numeração da Tabela 1. As respostas estão distribuídas no corpo da tabela, relacionando cada célula a uma empresa e um indicador.

Tabela 2.2 Resumo de respostas obtidas nas entrevistas

<i>Tabulação de dados pelos indicadores</i>								
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>
GKN	Manufatura	Foco no produto	Adaptação cosmético	Variáveis	MP/LP	Família	Requisitos funcionais	Qualidade
Marcopolo	Manufatura	Foco no cliente	Projeto e processo	Atributos	MC	Família/Plataforma/Módulo/Componentes	Necessidades de clientes	Qualidade
Pristine	Manufatura	Foco no cliente	Projeto e processo	Atributos	MC	Família/Componentes	Necessidades dos clientes	Qualidade
Lottici	Serviço	Foco no produto	Postponement	Atributos	MC	Família/Plataformas/Componentes	Necessidades de clientes	Qualidade
RGE	Serviço	Foco no cliente	Projeto e processo	Atributos	MC	Componentes	Necessidades de clientes	Garantia (Segurança)
UPF	Serviço	Foco no produto	Montagem	Atributos	MC	Módulo	Necessidades do cliente	Qualidade

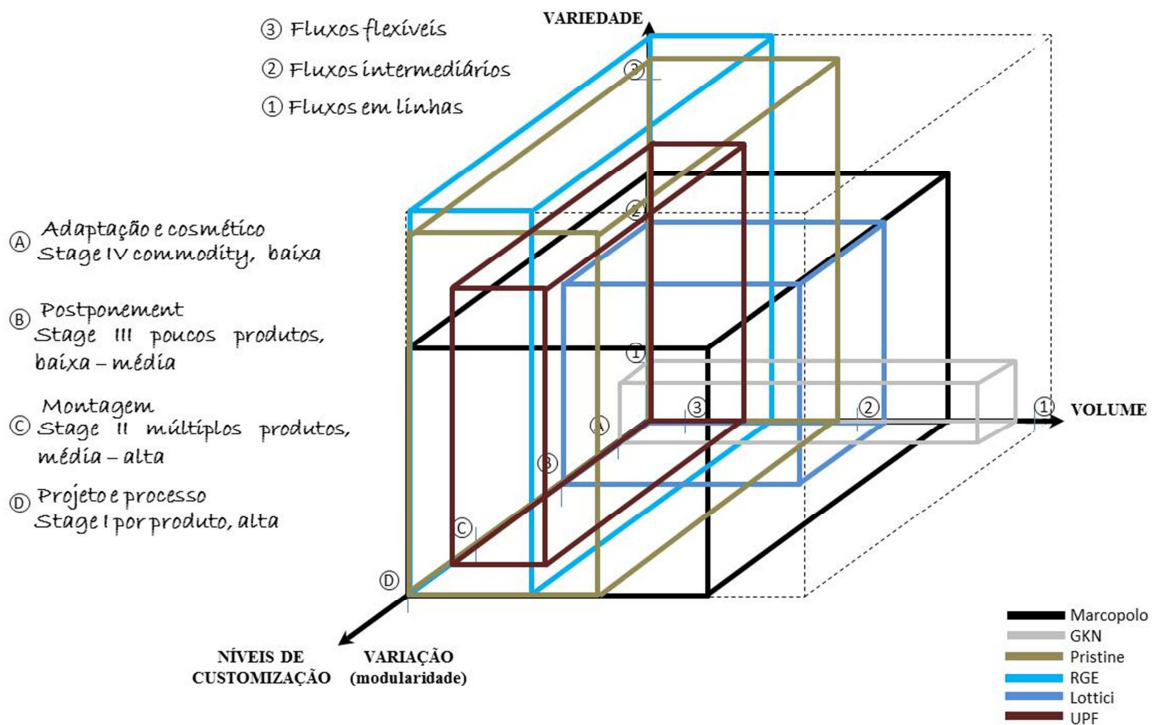
2.4.2 Análise e Interpretação de dados

A partir das informações coletadas nas questões descritas anteriormente, partiu-se para a análise dos resultados obtidos. Inicialmente, cada organização investigada foi posicionada no espaço formado pelo cubo proposto na Figura 3, permitindo a sua comparação com os estados teóricos de variedade, volume e nível de customização. O resultado vem apresentado na Figura 5.

Em linhas gerais, a Figura 5 mostra que quanto maior a variedade oferecida, maior também o nível de customização; em contrapartida, foco no volume resulta em um menor

nível de customização. Outro ponto importante é o tipo de processo que atende a determinados níveis de customização. Nenhum processo tradicionalmente definido pode atender aos negócios estabelecidos pelas empresas. De fato, as organizações que praticam a customização necessitam de processos únicos, diferentes dos processos tradicionais. Isto implica em definir novas ferramentas e práticas que se adequem aos novos processos.

Figura 2.5. Posicionamento de empresas no cubo volume × variedade × nível de customização



O posicionamento da empresa RGE se justifica, já que a mesma trabalha com a customização total de projetos. Todos os itens de uma obra são designados conforme norma reguladora da ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica); contudo uma ampliação na rede de distribuição de energia, manutenção ou nova construção podem ser especificados pelo cliente no nível de componentes. Portanto, a variedade ofertada pela empresa é muito grande. O volume, por consequência, é menor quando comparado aos demais tipos de organizações. Contudo, em relação às concorrentes regionais o patamar é similar, e em comparação com as demais filiais do grupo CPFL, o desempenho é superior.

A empresa Marcopolo é a que ocupa o maior espaço no cubo. Tal caracterização se dá pelo fato da empresa oferecer uma grande quantidade e variedade de componentes, dentro de duas famílias de produtos (ônibus rodoviários e ônibus urbanos). Além disso, a empresa consegue atingir volumes de produção altos em comparação as suas concorrentes. O volume

produzido só é menor que na fábrica de auto-peças, o que reflete a eficiência da empresa quanto ao volume produzido frente a complexidade do produto.

A empresa Pristine é a segunda com maior abrangência no cubo. A empresa caracteriza-se dessa forma dado o elevado volume de projetos e fabricação das estruturas metálicas fornecidas à cidade de Hong Kong. Quando comparada a empresa brasileiras, verifica-se que a Pristine detém um volume de produção 35% maior que a média nacional para o mesmo setor. Além disso, oferta produtos com alto grau de customização, e fica relativamente abaixo da empresa RGE, na questão de variedade, pois a quantidade de componentes oferecidos pela Pristine aos seus clientes é inferior ao total ofertado pela RGE.

A empresa Lottici está posicionada como se observa na Figura 5, visto que prioriza em sua estratégia volumes e customiza somente a entrega dos produtos. Os principais produtos da empresa são casas residenciais, apartamentos e sobrados. Como a empresa prioriza o volume de produção, a customização só é realizada internamente para itens definidos como customizáveis; por exemplo, a empresa não customiza o projeto hidráulico para um cliente, mas permite a escolha do porcelanato do banheiro, ou mesmo a configuração interna do layout de toda moradia.

A empresa UPF está posicionada como uma empresa de média variedade e baixo volume. Essa classificação é referente aos cursos de curta duração, organizados por componentes modulares para alunos de níveis técnicos ou diplomados que precisam de treinamentos em áreas específicas do conhecimento. Nesse sentido, esses cursos de curta duração possuem uma grade comum de formação com carga horária definida e que são customizados de acordo com a formação desejada pelo cliente. Por exemplo, alunos de uma determinada turma recebem uma formação básica na área de administração e posteriormente escolhem a formação em recursos humanos, finanças, marketing, etc. Essa caracterização leva a classificação da empresa no nível de customização de montagem.

Finalmente, a empresa GKN está representada como aquela que oferece a menor customização, dado o foco em volume de produção. O fato de ser uma fornecedora de montadoras inibe a prática da customização, visto que não há demandas para isso. A customização no caso da empresa ocorre pela forma como o produto é utilizado pelo cliente, ou por pequenas modificações realizadas ao final do processo de fabricação, que atendem a requisitos de projeto específicos de cada cliente, como, por exemplo, a montagem de componentes ou o envio particionado para o cliente.

A comparação externa dos dados mostra que as empresas Marcopolo, Pristine e RGE, com maior nível de customização, organizam a sua estrutura de produtos em função de

componentes. Além disso, essas empresas estão focadas no cliente e não no produto, o que reflete a sua preocupação em customizar além de um nível médio. Por outro lado, as empresas GKN e Lottici focam no produto, o que permite agregar volume; os níveis de customização, como consequência, são baixo e médio-baixo, respectivamente. A UPF também foca no produto, mas por gerar cursos modulares consegue oferecer um nível maior de customização.

Apesar do volume de produção aparentemente permitir um controle de qualidade por amostragem, verifica-se que apenas a empresa GKN aplica esse tipo de estratégia; nos demais casos, o controle de qualidade ocorre através de inspeções de atributos do produto. O tipo de controle adotado também é reflexo do foco da empresa, por exemplo a empresa Pristine, distribui pontos de controle de acordo com o projeto do cliente. A empresa GKN está mais preocupada em atender os requisitos funcionais do produto. Na medida em que o foco é atender as necessidades do cliente, as especificações de produto passam a ser tratadas individualmente, impedindo um controle de qualidade amostral tradicionalmente conhecido.

Em todas as empresas, a garantia do produto customizado não é considerado um aspecto relevante. Nas empresas de prestação de serviço, a importância é menor que nas empresas de manufatura, dado que não existe justificativa para atribuir garantia. Nas empresas de manufatura, a garantia é uma forma de agregar valor na venda ou mesmo justificar uma negociação futura.

Por fim, foi realizada uma ordenação por importância das características identificadas nas entrevistas, como mostra a Tabela 3. Observa-se que as características principais são similares àquelas discutidas na comparação externa. Para as seis empresas o fato que mais se destaca é a prática da customização. O ato de oferecer a customização é entendido pelas organizações como um diferencial praticado, que demanda um grande esforço. Contudo, nos casos das empresas Pristine, RGE e Marcopolo esse esforço realmente é entendido como um elemento que agrega valor, enquanto que para a Lottici e GKN não se percebe a agregação de valor decorrente da customização. Na UPF não se trata de uma questão de agregação de valor no produto, mas a estratégia para aumentar a participação nesse segmento de mercado. Outra preocupação das empresas customizadoras está na necessidade de manter altos volumes de produção ou oferta do serviço. Para todas as organizações o volume é sinônimo de faturamento, sendo, portanto, a segunda característica mais destacada.

Na sequência são apontadas como importantes as variáveis que condicionam a customização praticada nas organizações. Nos três casos em que a customização não é praticada no nível alto, Lottici e GKN apontam as normas existentes e os tipos de produtos

fabricados como limitantes. No caso da UPF é uma decisão estratégia entre diferenciação do produto e o custo do docente.

Tabela 2.3 Resumo de respostas obtidas nas entrevistas

<i>Classificação</i>	<i>Características</i>
1 ^a	Praticar a customização.
2 ^a	Manter altos volumes.
3 ^a	Condicionar o tipo de customização a normas.
4 ^a	Condicionar a customização ao tipo de produto.
5 ^a	Verificar o atendimento das necessidades.
6 ^a	Verificar e inspecionar os produtos.
7 ^a	Desenvolver parcerias eficientes.
8 ^a	Envolver os clientes.
9 ^a	Atribuir garantia.

Posteriormente, foram abordados nas entrevistas os aspectos ligados ao controle de qualidade. Em três casos (Marcopolo, Pristine e RGE) há preocupação com o atendimento das necessidades dos clientes e inspeção dos produtos/serviços customizados. As empresas GKN, UPF e Lottici somente abordaram o tema quando motivadas durante a entrevista, o que evidencia despreocupação. Finalmente, o desenvolvimento de parcerias, o envolvimento dos clientes e a atribuição de garantia são três variáveis abordadas nas entrevistas mediante motivação do entrevistador, mas que não foram consideradas como relevantes pelos entrevistados.

Com as informações estruturadas, torna-se possível propor diretrizes relativamente ao controle de qualidade, conforme a organização da estrutura de produto e nível de customização apresentados por uma empresa. As análises das entrevistas mostram que o controle de qualidade necessita ser especificado em seu tipo, ponto de realização e forma. O tipo indica se o controle é por variáveis ou atributos; o ponto mostra a etapa do processo onde o controle é realizado; o propósito revela se o controle tem por objetivo detectar, corrigir ou prevenir um erro ou defeito. Um erro pode ser entendido como uma falha no planejamento ou execução de uma operação (REASON, 1997), sendo normalmente a causa imediata dos defeitos. Já defeitos, conforme Ghinato (1996), são danos ocorridos na produção de um produto ou serviço. Portanto, o tipo de controle de qualidade que visa detectar e evitar erros

provê um feedback imediato, garantindo a ausência de correções. Já o tipo de controle que visa detectar e evitar defeitos permite apenas o descarte.

O controle de qualidade, em particular, é influenciado pela definição do nível de customização, variedade e volume do produto/serviço. A Tabela 4 mostra o tipo de controle de qualidade em função do nível de customização e da estrutura de produto. Verifica-se que os tipos de controle de qualidade são baseados nos tipos de inspeção existentes (Inspeção por julgamento, SIS – sistema de inspeção sucessiva, SAI – sistemas de autoinspeção, inspeção por CEP, inspeção 100%) e comumente conhecidos na literatura. Apesar desses tipos de controle serem classificados a partir de uma visão lean, é possível generalizá-los para sistemas de CM.

A realização do controle de qualidade: (a) na pós-fabricação, está associado ao controle final por inspeção de atributos ou variáveis, dependendo do tipo de produto/serviço; (b) na pré-fabricação, o controle de qualidade ocorre relativamente aos módulos e anteriormente à montagem final, novamente por variáveis ou atributos, dependendo do tipo de produto/serviço; (c) na pós-venda, o controle da qualidade depende da demanda do cliente relativamente a um problema específico; nesse caso o controle é realizado por inspeção 100% do cliente final; (d) na pós-montagem, o controle do produto/serviço final, obtido através da combinação dos módulos, ocorre por inspeção 100% do item; e (e) durante o processo, através de inspeção 100%, para evitar qualquer tipo de anormalidade no processo, ou através de CEP, quando se monitora a estabilidade do processo.

Tabela 2.4 Tipos de controle de qualidade para a customização em massa

Organização da estrutura de produto	Nível de customização	Estágio de modularidade	Tipo de QC	Ponto de QC	Propósito de QC
Famílias	Adaptação e cosmético	<i>Commodity</i>	Inspeção por julgamento	Pós-fabricação	Detectar defeito/defeituoso
			Inspeção CEP	Pós-fabricação	Detectar defeito/defeituoso
Plataformas	<i>Postponement</i>	Poucos produtos	Inspeção CEP	Pré-fabricação	Detectar defeito/defeituoso
			Inspeção SIS/SAI	Pós-fabricação	Detectar defeito/defeituoso
			Inspeção julga	Pós-venda	Corrigir defeito-defeituoso
Modularidade	Montagem	Múltiplos produtos	Inspeção CEP	Pré-fabricação	Detectar defeito/defeituoso
			Inspeção SIS/SAI	Pós-montagem	Detectar defeito/defeituoso
Componentes	Projeto processo	e Produtos únicos	Inspeção na fonte	Durante processamento	Prevenir erro
			Inspeção CEP	Durante processamento	Prevenir erro

Essa classificação está embasada nos seis casos analisados. O tipo de controle de qualidade aplicado estrutura de produto por famílias foi definido especialmente pelas

observações nas empresas Marcopolo e GKN, onde há fabricação de lotes (mesmo para itens customizados) e que permitem o controle por variáveis. Além disso, a inspeção por julgamento foi incluída, dado que é praticada em todas as organizações, a destacar na empresa Pristine.

O controle de qualidade aplicado para plataformas foi definido com base nas análises das empresas GKN, Lottici e Marcopolo. Sempre que existirem plataformas de produtos, o controle de qualidade por variáveis ou atributos dependerá do tipo de produtos. No caso da manufatura, a amostragem pode ser aplicada. Contudo, na construção civil, a inspeção deverá ser realizada após a finalização da atividade, executada pelos auxiliares de construção ou pelo cliente, em caso de entregas finais.

Para os módulos de produtos, o controle de qualidade foi definido observando a estrutura de produto da montadora e da universidade, no caso a Marcopolo e a UPF. No caso da Marcopolo, os módulos podem ser tratados amostralmente quando recebidos de terceiros à linha de montagem. Entretanto, a inspeção posterior à montagem somente pode ser realizada por auto-inspeção ou inspeção sucessiva, dada a particularidade de cada produto montado. Na questão da UPF o controle de qualidade dos cursos ocorre ao final do curso, caracterizando a SIS – conferência após cada módulo.

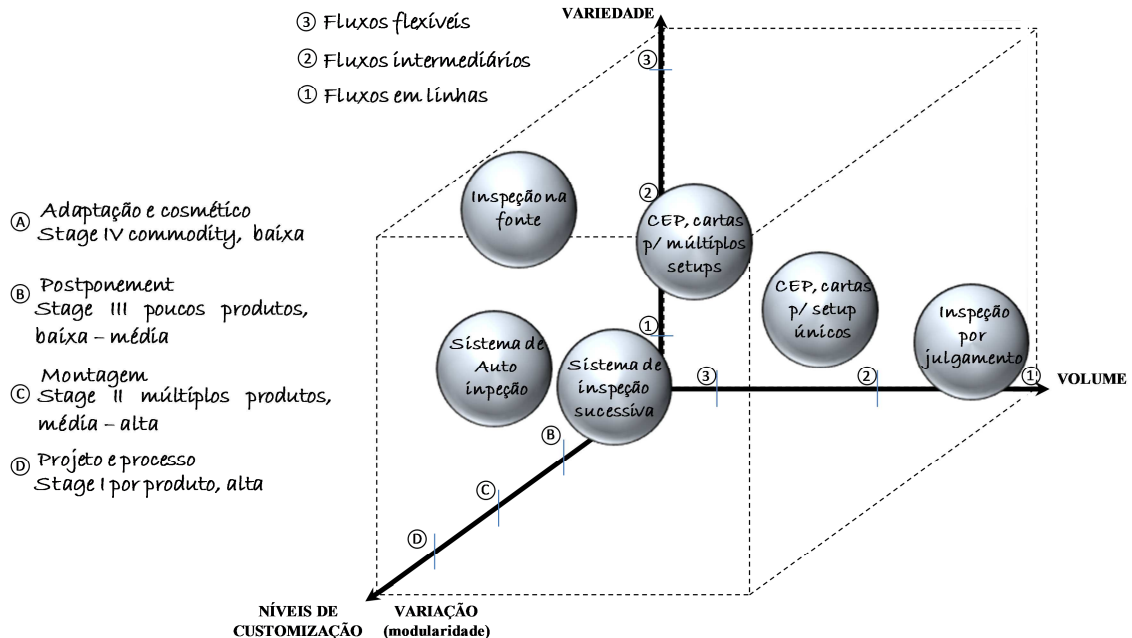
Nos casos de customização por componentes (RGE, Pristine, Marcopolo e Lottici) foi verificada a possibilidade de utilizar inspeção 100% dos atributos ou a inspeção por CEP. A partir de um produto, uma série de itens deve ser verificada e validada durante a execução das atividades do projeto e do processo, a fim de garantir a elaboração do produto/serviço de acordo com as características do cliente. Quando esse produto estiver em uma fase inicial de produção, a inspeção 100% é mais recomendada que a inspeção por CEP, que passa a ser utilizada nos casos em que o processo atinge a condição de estabilidade.

Na Figura 6 é apresentado o cubo de posicionamento com os tipos de CQ em função do modelo estabelecido. Observa-se que a escolha do CQ dependerá do posicionamento da empresa, portanto mais de um tipo, pontos e propósitos de CQ deverão ser combinados para atender a demanda de cada organização.

Na classificação proposta devem-se incluir também níveis intermediários de CQ, que contemplem a gama de processos existentes. Nesse sentido, a criação de sistemas de controle de qualidade híbridos, onde, por exemplo, cartas de controle geram informações de anormalidades em processos e sistemas poka-yokes previnem a ocorrência dessas anormalidades, seria a solução mais viável para atender a todos os níveis de customização e, conseqüentemente, tipos de produto. Tal fato pode ser observado nas empresas Marcopolo e

Pristine, onde lotes de matérias-primas são aprovados por amostragem, mas o produto final recebe inspeção 100% por times de qualidade.

Figura 2.6. Posicionamento dos tipos de controle de qualidade



2.4.3 Implicações Gerenciais

Neste momento o que se espera é entender de que forma o conceito estabelecido pode contribuir para o desempenho de uma determinada organização. Necessariamente a determinação de um nível de customização passa pelo tipo de estratégia da organização, visto que esta influenciará sobre volumes e variedades oferecidos. Por consequência, a qualidade tem papel decisório sobre os requisitos para garantir penetração de mercado dos produtos e serviços da empresa.

Portanto, tipo, ponto e propósito de CQ impactam na decisão dos gestores quanto à organização da estrutura de produto da empresa. Decisões como produzir ou terceirizar, determinar as linhas de fronteira do serviço de pós-venda e definir o papel do cliente no projeto de desenvolvimento do produto estão associados ao CQ que a organização é capaz de praticar. Dessa forma, modificações na estrutura de produto alteram as rotinas praticadas na manufatura e na prestação do serviço, dado que novos parâmetros necessitam ser estabelecidos para atender as demandas de customização. A forma como a manufatura ou a prestação de serviço está organizada é totalmente revista, pois o CQ praticado leva a uma nova demanda de rotinas organizacionais.

Um CQ praticado com base em inspeção na fonte, SIS ou SAI fará com que a empresa desenvolva uma cultura de verificação 100% de todos os itens dos produtos, em todas as etapas do processo de fabricação e prestação de serviço. Conseqüentemente, o ritmo de processamento, bem como o custo associado, tende ao aumento, visto que grande parte desse trabalho é realizado com suporte de pessoas. Contudo, o CQ realizado por estes tipos de inspeção, fará com que o atendimento das necessidades de customização do cliente em um nível de projeto e processo, por exemplo, dificilmente deixem de ser atendidas.

Por outro lado, o CQ baseado em amostragem também pode garantir esse atendimento dos requisitos do cliente, desde que implementado corretamente. Além disso, oferece uma vantagem que é a menor quantidade de pessoas envolvidas, ou no melhor caso, apenas uma pessoa que controle e monitore diversos processos com respaldo da automatização realizada.

Enfim, a escolha do CQ mais apropriado dependerá de como a empresa é capaz de executá-lo. Nos casos em que haja uma maturidade de processo, com conseqüente estabilidade controlada, sistemas de CEP serão facilmente adaptáveis e vantajosos; contudo, nos casos em que a customização é praticada e os processos não são estáveis, outros sistemas de inspeção tendem a ser melhores e mais úteis.

2.5 CONCLUSÃO

Este artigo apresentou uma forma de identificar os tipos de controle de qualidade aplicados a produtos e serviços customizados. Essa definição foi obtida através de uma proposta de classificação de empresas em função da variedade, volume e nível de customização de seus produtos. A partir da classificação da empresa no cubo de posicionamento e da verificação de quais características são mais importantes em empresas que praticam customização, definiu-se o tipo controle de qualidade adequado.

A solução encontrada é, potencialmente, aplicável em ramos e áreas distintas de fabricação e prestação de serviços. Além disso, independe dos casos exemplos usados nesse estudo. Isso se deve ao fato de ter sido realizada uma formalização do conhecimento tácito das organizações a partir de uma teoria robusta para classificação de empresas customizadoras.

A solução apresentada pode ser aplicada no mínimo de duas formas, devido às características de produtos customizados: (a) durante a verificação de atendimento das

características para um determinado tipo de estrutura de produtos (b) como indicador para formular uma nova estrutura de produtos.

O artigo também apresentou seis casos de análise, a fim de subsidiar as conclusões anteriormente referidas. Os casos foram importantes, visto que possibilitaram a aplicação dos conceitos construídos no trabalho em ambientes reais.

Uma dificuldade na generalização da classificação proposta a organizações de todos os tipos consiste na necessidade de ajustar o controle de qualidade e seus aspectos à estrutura de produtos. A dificuldade provém do fato de que o CQ deve ser tratado como uma variável nas fases iniciais de desenvolvimento de produto, o que implica em definir famílias, plataformas, módulos e componentes para conceitos ou mesmo para produtos em fase de prototipagem, gerando possíveis incoerências na estrutura de produtos.

Esse trabalho também permitiu a identificação de oportunidades de continuidade em pesquisas futuras, tais como: (a) criação de um modelo para definir a estrutura de produtos pensada a partir do controle de qualidade; e (b) gerenciamento de especificações de produtos e serviços customizados, pelo controle de qualidade de componentes comuns a esses produtos e serviços.

2.6 REFERÊNCIAS

ABDELKAFI, N., PERO, M., BLECKER, T., SIANESI, A. NPD-SCM Alignment in Mass Customization. In.: FOGLIATTO, F.S., DA SILVEIRA, G. **Mass Customization: Engineering and Managing Global Operations**. Springer Velag, 2010.

BARDAKCI, A., WHITELOCK, J. A comparison of customers' readiness for mass-customisation: Turkish vs British customers. **European Business Review**, v. 17, n. 5, p. 397-410, 2005.

_____. Mass-customisation in marketing: the consumer perspective. **Journal of Consumer Marketing**, v. 20, n. 5, p. 463-479, 2003.

CERRA, A. L., BONADIO, P. V. G. As relações entre estratégia de produção, TQM (Total Quality Management ou Gestão da qualidade total) e JIT (Just-in-time) – estudos de caso em uma empresa do setor automobilístico e em dois de seus fornecedores. **Gestão e Produção**, v.7, n.3, p.305-319, dez. 2000.

CLARK, K.B.; WHEELWRIGHT, S.C. **Managing New Product and Process Development**. New York: The Free Press, 1993. 896p.

CHASE, R. B., JACOBS, F. R., AQUILANO, N. J, KLIPPEL, M. **Administração da produção para vantagem competitiva**. 11. ed. Porto Alegre, RS: Bookman, 2006. p.24-42.

DAVIS, S. M. **Future Perfect: mass customizing**. Planning Review, v. 17, p. 16-21, 1989.

DURAY, R. Mass customization origins: mass or custom manufacturing? **International Journal of Operations & Production Management**, v. 22, n. 3, p. 314-328, 2002.

_____. Process Typology of Mass Customizers. In.: FOGLIATTO, F.S., DA SILVEIRA, G. **Mass Customization: Engineering and Managing Global Operations**. Springer Velag, 2010.

FIORE, A. Relationships between optimum stimulation level and willingness to use mass customization options. **Journal of Fashion Marketing and Management**, v. 5, n. 2, p. 91-101, 2000.

GAITHER, N., FRAZIER, G. **Administração da produção e operações**. 8. ed. São Paulo, SP: Thomson, 2002. p.38-43.

GARVIN, D.A. Manufacturing Strategy Planning. **California Management Review**, summer, 1993

GHINATO, P. **O Sistema Toyota de Produção**: mais do que simplesmente o just-in-time. Caxias do Sul, RS: Editora da UCS, 1996.

KAPLAN, A. User Participation within Virtual Worlds. In.: FOGLIATTO, F.S., DA SILVEIRA, G. **Mass Customization: Engineering and Managing Global Operations**. Springer Velag, 2010.

LEE, N. K. S., DAI, J. B. Designing and Planning of Material Handling Systems for Mass Customization. In.: FOGLIATTO, F.S., DA SILVEIRA, G. **Mass Customization: Engineering and Managing Global Operations**. Springer Velag, 2010.

MOREIRA, D. A. **Administração da produção e operações**. 2. ed. São Paulo, SP: Cengage Learning, 2008. p.1-18.

NI, Q. F.; LU, W. F.; YARLAGADDA, P. K. D. V. An Extensible Product Structure Model for Product Lifecycle Management in the Make-to-Order Environment. **Concurrent Engineering**, v.16, n.4, p.243-251, 2008.

PAIVA, E. L., CARVALHO JR., J.M., FENSTERSEIFER, J. M. **Estratégia de produção e de operações: conceitos, melhores práticas, visão do futuro**. Porto Alegre, RS: Bookman, 2004. p.39-53.

PAN, B., HOLLAND, R. A mass customized supply chain for the fashion system at the design production interface. **Journal of Fashion Marketing and Management**, v.10, n.3, p.345-359, 2006.

REASON, J. **Managing the risks of organizational accidents**. England: Ashgate Publishing Limited, 1997. p.61-83.

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.

SPRING, M., ARAUJO, L. Service, services and products: rethinking operations strategy. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 29, n. 5, p. 444-467,

2009.

TSENG, M. M., RADKE, A. M. Production Planning and Control for Mass Customization. In.: FOGLIATTO, F.S., DA SILVEIRA, G. **Mass Customization: Engineering and Managing Global Operations**. Springer Velag, 2010.

ZHANG, X., CHEN, R. Forecast-driven or customer-order-driven? An empirical analysis of the Chinese automotive industry. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 26, n. 6, p. 668-688, 2006.

3 ARTIGO 2 - Modelo para classificação de características de customização em massa para serviços

Publicado na revista Produção Online – ISSN 1676-1901

Gabriel Vidor

Janine Fleith de Medeiros

José Luis Duarte Ribeiro

Resumo

Este trabalho teve por objetivo verificar quais e como são as relações entre as características de customização em massa e as estratégias de serviços. Para tanto é organizado um estudo que mapeia as características de customização em massa e as classifica para a área de serviços. A classificação é apresentada através de um framework que utilizou a variável de nível de customização como critério de classificação. Pode-se observar que nem todas as características da customização em massa usadas para manufatura podem ser aplicadas para a área de serviços. Além disso, as características de manufatura classificadas em qualquer nível de customização, não podem ser replicadas em sua totalidade quando aplicada aos serviços. No fim do estudo, verificam-se também pontos fortes e fracos do framework gerado em função da variável nível de customização. Dois casos de análise ilustram a aderência do framework as práticas organizacionais.

Palavras-chave: Customização em massa. Serviços. Classificação.

Model to classify mass customization characteristics for service

Abstract

This paper has aimed to determine which and how are relationships between mass customization characteristics and services strategies. Therefore, a study was organized to map mass customization characteristics and categorize them into service area. The categorization is stated through a framework and it uses level of customization as classification criteria. It might be observed that not all mass customization characteristics used for manufacturing can be applied to the service area. Moreover, manufacturing characteristics classified at any level of customization may not be replicated in its entirety when applied to service. At the end of the study, strengths and weaknesses in the framework are evaluated according to levels of customization. Two cases illustrate how close the framework is to organizational practices.

Keywords: Mass customization. Service. Classification.

3.1 INTRODUÇÃO

A customização em massa (CM) tem despertado contínuo interesse da academia e de empresas, dada a sua contribuição em termos operacionais e de gestão para o cotidiano das organizações. Contudo, apesar do tema apresentar soluções potenciais para área de

manufatura, com estudos consolidados nas áreas de cadeia de suprimentos (ABDELKAFI et al., 2010), análise de mercado e planejamento da estrutura de produtos (SPRING e ARAUJO, 2009) e planejamento e controle da produção (ZHANG e CHEN, 2006; TSENG e RADKE, 2010; LEE e DAÍ, 2010), ainda existem questionamentos sobre a real aplicabilidade da customização em massa na área de serviços (McCARTHY et al., 2010).

Em parte essas questões originam-se da subjetividade do termo customização em massa e, por outro lado, das peculiaridades da gestão em serviços considerando suas características distintivas. Sabe-se que o conceito de CM tem sido aplicado em diversos contextos, tanto na prestação de serviços quanto na manufatura. Todavia, a aplicabilidade desse conceito faz com que as apropriações em relação ao termo customização em massa tornem-se diversas e, mesmo que complementares, com algumas diferenças em relação ao conceito original estabelecido por Davis em 1987. Segundo o referido autor, CM refere-se a uma resposta rápida da indústria automotiva para as escolhas do cliente. De fato, conceitualmente a CM pode ser entendida como uma estratégia de negócios que diferencia as organizações em ambientes de alta competitividade e torna mais qualificada a segmentação de mercado (HELO et al., 2010).

Apesar da evolução observada no conceito original, a solução conceitual para a área de serviços ainda é incipiente (PETERS e SAIDIN, 2000). Isso porque o setor de serviços apresenta altos graus de intangibilidade, perecibilidade, inseparabilidade e variabilidade (ZEITHAML, 1981). Assim, os serviços customizados caracterizam-se essencialmente pela: (i) heterogeneidade de demandas de mercado, (ii) velocidade e variedade exigida pelos clientes nesse tipo de segmento e (iii) competição com empresas do mesmo segmento (CAO et al., 2010). Isso tudo, combinado ao nível de customização (PAN e HOLLAND, 2006; SILVEIRA et al., 2000), acaba dificultando a vinculação entre serviços e customização em massa.

De fato, a área de serviços customizados apropria-se das características de manufatura customizada, não havendo uma classificação das características de customização sob a perspectiva de serviços. Salienta-se, contudo, que uma abordagem para obter características de serviços customizados seria utilizar as características de manufatura e, através da variável de nível de customização, verificar quais podem ser utilizadas para caracterizar os “serviços customizados em massa” (McCARTHY et al, 2010). Nesse sentido, o objetivo desse trabalho é verificar quais e como são as relações entre as características de customização em massa e as estratégias de serviço. Em suma, será gerada uma classificação

de características de customização para a área de serviços, tendo-se como critério principal o nível de customização.

Para tanto, o trabalho está organizado em cinco seções. Além dessa introdução, a segunda seção aborda uma revisão dos níveis de CM existentes e as características da estratégia de CM, nessa seção é realizada uma descrição das características distintivas dos serviços e suas implicações gerenciais. Na terceira tem-se a apresentação do método utilizado e das etapas desenvolvidas no trabalho. Na quarta seção mostra-se o framework elaborado e é realizada uma discussão sobre a classificação realizada. Dois casos de estudo são usados para ilustrar o estudo. Finalmente, a última seção apresenta as conclusões do trabalho, bem como a sugestão de estudos futuros na área.

3.2 REFERENCIAL TEÓRICO

3.2.1 Níveis de customização

Os níveis de customização podem ser classificados quanto ao produto e ao processo (SILVEIRA et al., 2001) e quanto ao envolvimento do cliente (PAN e HOLLAND, 2006).

Pan e Holland (2006) definem seis níveis de customização em função da relação do cliente com o processo. Os níveis, em grau crescente de customização, são: captação do cliente, alteração, superficialidade, transparência, adaptação e colaboração. O primeiro nível, de captação do cliente, consiste em entender o mercado e repensar o sistema de manufatura, permitindo que os clientes encontrem o que querem através de uma ampla oferta de produtos. O segundo nível, de alteração, pressupõe que os funcionários da empresa aprendam sobre customização e a pratiquem como diferencial para os clientes. Duray (2002) ressalta ser especialmente crítica a transição para esse nível, haja vista a complexidade da mudança de cultura. O terceiro nível, de superficialidade, é o nível em que a cadeia de suprimento é envolvida, com a mudança nos sistemas de distribuição e entrega de itens para o cliente final.

No nível posterior, de transparência, proporcionam-se aos clientes produtos únicos sem necessariamente fazer customização explícita. Como definem Ni et al. (2008) este é o nível de modularização, com a customização das partes. No quinto nível, de adaptação, clientes começam a se envolver no desenvolvimento do projeto adicionando informações à manufatura e pós-vendas (customização do serviço associado ao produto). Por fim, no último nível, de colaboração, os clientes são desenvolvedores do projeto do produto e/ou serviço, inclusive com interações computacionais em um espaço de soluções e, através dessas

interações, caracterizando o produto e/ou serviço. Fiori (2000) define esse nível como o mais alto de CM, pois permite que o cliente seja parte integrante do desenvolvimento que irá usufruir.

Silveira et al. (2001), após revisão da literatura, identificaram oito níveis de customização para produtos e processos. Esses níveis apresentam a seguinte ordem decrescente: projeto, fabricação, montagem, adição de trabalho customizado, adição de serviços, embalagem e distribuição, uso, padronização.

O nível de projeto é o nível de desenvolvimento colaborativo de projeto, manufatura e entrega de produtos de acordo com as necessidades preferenciais do cliente. O nível de fabricação refere-se à fabricação de produtos adaptados ao cliente a partir de projetos iniciais. O nível de montagem oferta produtos através de arranjos modulares de acordo com diferentes demandas do cliente.

Os níveis de adição de trabalho e serviço são obtidos com a complementação de trabalho em produtos padronizados, que ocorre anteriormente a entrega para cliente. O nível de embalagem e distribuição é obtido com a diferenciação de produtos similares através da adequação de embalagens e caminhos de entrega pelo tipo de mercado consumidor. O nível de uso ocorre quando o produto é aplicado diferentemente pelos clientes finais, ou seja, quando há uma adaptação do produto. Finalmente a padronização é a prática conhecida e usada em muitas organizações.

A análise desses dois grupos mostra a existência de uma convergência independentemente da visão escolhida. Os níveis de colaboração e adaptação são similares aos níveis de projeto e fabricação; logo, neste caso, pode-se estabelecer o estágio de projeto e processo como o estágio alto de customização. Em um estágio médio-alto poderiam ser agrupados os níveis de montagem e transparência, que poderia ser chamado de montagem, dado que este termo é comumente conhecido, quando comparado a transparência. Em um estágio médio-baixo poderiam ser inclusos os níveis de adição de trabalho e serviço, embalagem e distribuição e superficialidade, passando esse estágio a ser denominado postponement. Por fim, no estágio baixo, poderia ser o de adaptação e cosmético, onde os níveis de alteração e uso estariam contemplados. Os níveis de padronização e captação não fazem parte dos níveis definidos, dado que são elementos associados a PM e não a CM.

Assim, de maneira resumida, é possível considerar que os níveis de customização existentes poderiam ser classificados em alto – projeto e processo, médio-alto – montagem, médio-baixo – postponement, e baixo – adaptação e cosmético.

3.2.2 Características de customização em mass

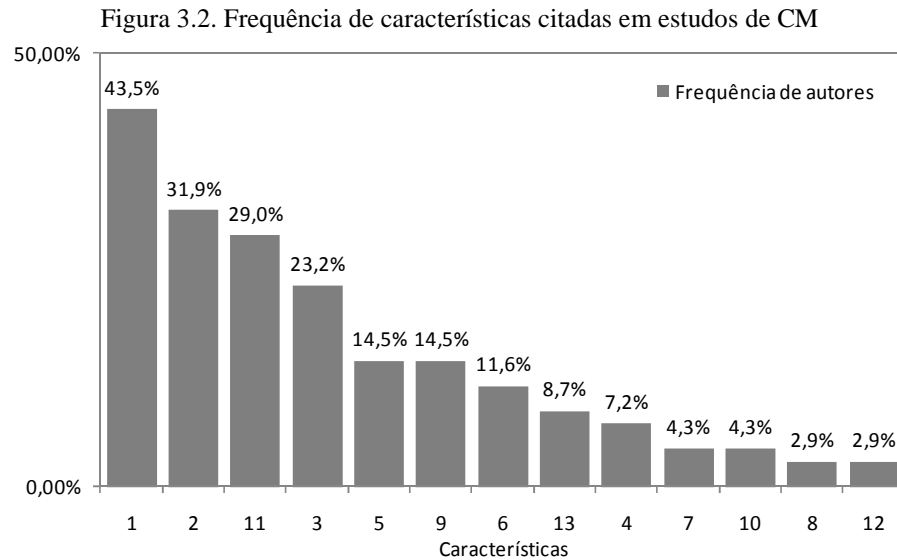
Para obter as características de customização citadas na sequência desse trabalho, foi realizada uma revisão da literatura, através de uma varredura horizontal, onde foram identificados os diversos aspectos da CM. A revisão do tema de CM foi realizada nas bases de dados Emerald, Sage, ScienceDirect, Springer-Verlag & Kluwer, Elsevier. A pesquisa foi executada a partir da palavra chave “mass customization”, e o período para a busca foi restringido de 1990 até 2010. A restrição do período deve-se ao fato do termo mass customization ter sido utilizada pela primeira vez no ano de 1987 por Davis, não havendo publicações correlatas ao assunto em períodos anteriores. A partir da base de artigos obtidos foi realizada uma metaanálise para verificar quais poderiam ser aproveitados para confeccionar esse estudo.

Dessa forma, foram identificadas 13 características de customização, em um total de 83 artigos. Para desdobrar claramente as características que estão associadas ao conceito de CM, foi organizado um quadro, apresentado na Figura 1, que mostra essas diferentes características.

Figura 3.1. Características de customização em massa

CARACTERÍSTICAS		REFERÊNCIAS
C1	A estrutura/arquitetura de serviço organizada em famílias, plataformas, módulos e componentes.	Tseng e Jiao (1996), Fischer et al. (1999), Jiao e Tseng (1999), Muffato (1999), Dahmus et al. (2001), Simpson et al. (2001), Gershenson et al. (2003), Simpson (2004), Zha et al. (2004), Corbett e Rosen (2004), Jiao e Tseng (2004), Jose e Tollenaere (2005), Huang et al. (2005), Zhang et al. (2005), Marion et al. (2006), Simpson et al. (2006), Thevenot e Simpson (2006), Dai e Scott (2007), Huang et al. (2007), Jiao et al. (2007), Alizzon et al. (2007), Mun et al. (2007), Williams et al. (2007), Fixson (2007), Li et al. (2008), Ni et al. (2008), Lindquist et al. (2008), Kumar (2008), Kumar et al. (2008), Salvador et al. (2009).
C2	Projetos adaptáveis obtidos por processos customizados.	Tseng e Jiao (1996), Jiao e Tseng (1999), Duray et al. (2000), Dahmus et al. (2001), Duray (2002), Karlsson (2002), Piller (2004), Jiao e Tseng (2004), Corbett e Rosen (2004), Zha et al. (2004), Gershenson (2004), Zhang et al. (2005), Jose e Tollenaere (2005), Pan e Holland (2006), Dai e Scott (2007), Alizon et al. (2007), Ismail et al. (2007), Apeageyi e Otieno (2007), Williams et al. (2007), Lindquist et al. (2008), Bare e Cox (2008), Li et al. (2008).
C3	Integração do cliente no processo de serviço, permitindo total atendimento de suas necessidades e expectativas.	Duray et al. (2000), Da Silveira et al. (2001), Connell et al. (2002), Bardacki e Whitelock (2003), Siddique e Boddu (2004), Zha et al. (2004), Bardacki e Whitelock (2004), Piller et al. (2004), Piller (2004), Bardacki e Whitelock (2005), Sigala (2006), Williams et al. (2007), Wang e Lin (2008), Haug et al. (2009), Cho e Fiorito (2009), Spring e Araujo (2009).
C4	Planejamento de marketing e marketing do serviço.	Duray et al. (2000), Connel et al. (2002), Bardacki e Whitelock (2003), Mun et al. (2007), Endo e Kincade (2008).
C5	Sistemas de informação que funcionem como canais de comunicação.	Jiao e Tseng (2004), Piller (2004), Siddique e Boddu (2004), Jiao et al. (2007), Alizon et al. (2007), Ma et al. (2008), Ni et al. (2008), Lindquist et al. (2008), Fogliatto e Da Silveira (2008), Feng et al. (2008).
C6	Customização da cadeia de suprimentos.	Hoek (2001), Salvador et al. (2002), Yang (2004), Pan e Holland (2006), Huang et al. (2005), Huang et al. (2007), Lindquist (2008), Jitpaiboon et al. (2009).
C7	Gestão de dados, configurações, etapas da prestação de serviço.	Jiao e Tseng (1999), Ni et al. (2008), Liou et al. (2010).
C8	Determinação de custos por atividades.	Piller et al. (2004), Chen e Wang (2007).
C9	Integração entre planejamento dos serviços e as metas da organização.	Duray et al. (2000), Duray (2002), Salvador et al. (2002), Brown e Bessant (2003), Jiao e Tseng (2004), Du et al. (2005), Alizon et al. (2007), Lindquist et al. (2008), Jitpaiboon et al. (2009), Starr (2010).
C10	Agilidade e velocidade da prestação de serviço.	Silveira et al. (2001), Brown e Bessant (2003), Ismail et al. (2007).
C11	Ferramentas (engenharia concorrente, sistemas híbridos, etc.) e estratégias de produção (produção enxuta, produção em massa, etc.).	Kotha (1995), Muffato (1999), Fisher et al. (1999), Hoek (2001), Salvador et al. (2002), Karlsson (2002), Piller et al. (2004), Simpson (2004), Bardacki e Whitelock (2005), Jose e Tollenaere (2005), Zhang et al. (2005), Zhang e Chen (2006), Simpson et al. (2006), Mun et al. (2007), Kincade et al. (2007), Apeageyi e Otieno (2007), Bayraktar (2007), Alizon et al. (2007), Jiao et al. (2007), Ni et al. (2008).
C12	Criação de conhecimento através de retroalimentação de informações.	Kotha (1995), Zha et al. (2004).
C13	Técnicas de repetição, padronização, prototipagem e personalização.	Tseng e Jiao (1996), Bardacki e Whitelock (2004), Piller (2004), Bare e Cox (2008), Piller (2008), Kumar (2008).

Todas as características prevalentes estão representadas na Figura 2. As características mais referenciadas nos estudos estão associadas à definição de estrutura de produto (C1), à utilização de projetos e processos adaptáveis (C2), ao tipo de estratégia de manufatura (C11) e ao atendimento das necessidades de clientes (C3), correspondendo, respectivamente, a 43,5%, 32%, 29% e 23%. Considerando o exposto, a Figura 2 apresenta o total (em percentual) de artigos que abordam as características em relação à quantidade total de artigos usados para a análise.



As discussões realizadas até o momento proporcionam a definição de um conceito de CM, a ser utilizado neste artigo. Dessa forma, entende-se customização em massa como a capacidade de ofertar produtos e serviços com grau de variedade que atenda às necessidades do cliente e apresentem custos similares aos de produção em massa. A oferta de grande quantidade de produtos e serviços garante que a empresa seja capaz de atender aos requisitos de customização, o primeiro binômio do elemento customização/massa. Os custos similares ao da produção em massa garantem que a empresa atenda ao segundo elemento: o da produção em massa, ofertando altos volumes dentro de um custo que racionalize a operação de manufatura e a prestação do serviço. Essa definição serve para nortear as discussões do trabalho, não sendo um conceito definitivo para o termo.

3.2.3 A gestão de serviços

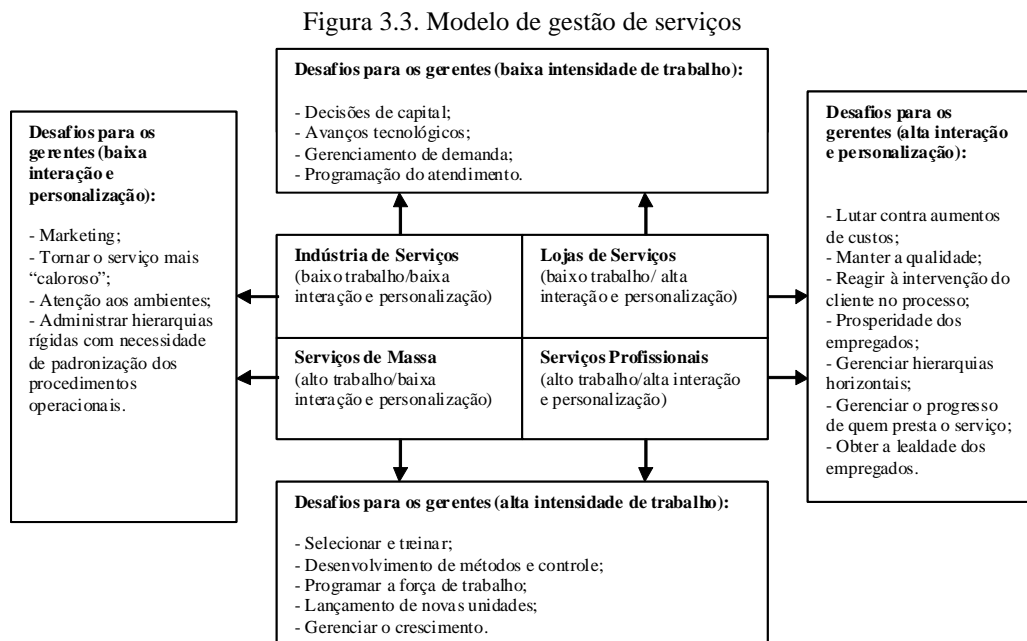
Serviços diferenciam-se dos bens em decorrência de quatro características específicas: (i) intangibilidade, (ii) perecibilidade, (iii) variabilidade e (iv) inseparabilidade. Isto quer dizer que a natureza dos processos planejados para a gestão de serviços apresenta particularidades quando comparado aos processos de administração e entrega ao mercado de bens físicos (ZEITHAML, 1981).

A intangibilidade (i) corresponde ao fato de que em serviços o processo é o produto (KOTLER, KELLER, 2006). Por isso, os consumidores de serviços buscam por evidências da qualidade do serviço, tais como instalações, pessoas, equipamentos, material de divulgação e preço (BOOMS, BITNER, 1981; LEVITT, 1990). Já perecibilidade (ii) diz respeito à incapacidade de estoque dos serviços. Assim, os gestores de organizações prestadoras de serviços devem promover ações que busquem proporcionar um equilíbrio entre oferta e

demanda, tais como preços diferenciados, ações promocionais, serviços complementares e mecanismos de reserva (FITZSIMMONS, FITZSIMMONS, 2010).

Com relação à variabilidade (iii), esta se refere à extrema dependência que os serviços possuem das pessoas. Dessa forma, as organizações que atuam no setor devem investir em processos de contratação e treinamento compatíveis com o posicionamento da empresa, devem padronizar o processo de execução do serviço, e devem monitorar a satisfação dos clientes (ZAHAY, GRIFFIN, 2002). Por fim, a inseparabilidade trata da simultaneidade entre prestador e consumidor, quase sempre necessária (LOVELOCK, WRIGHT, 2011).

Obviamente, o impacto das referidas características possui direta relação com o grau de interação e personalização dos serviços (FITZSIMMONS, FITZSIMMONS, 2010). Isto quer dizer que os gestores envolvidos na entrega de serviços aos distintos mercados consumidores devem focar suas decisões na minimização dos efeitos das características específicas do processo de serviços que controlam, ou seja, considerando a intensidade de trabalho e a interação necessária, como se observa na Figura 3.



Fonte: adaptado de Schmenner (apud FITZSIMMONS, FITZSIMMONS, 2010)

3.3 METODOLOGIA

A presente pesquisa pode ser classificada como uma pesquisa qualitativa, na qual se utilizou metaanálise, estruturada através da revisão de casos da literatura do tema “níveis e características da customização em massa”. A pesquisa é de natureza triangular, o que

permitiu efetuar comparações entre práticas usadas em empresas e a literatura, para sustentar as conclusões obtidas no estudo. O estudo dos casos da literatura teve por objetivo identificar quais as características de CM e entender como a sua aplicação pode ser generalizada para o ambiente de serviços, o que demandou uma análise detalhada das características da manufatura. A comparação com as práticas empresariais teve por objetivo validar conceitualmente o framework gerado, permitindo explicações sobre seus pontos fortes e fracos. O framework é assim denominado, porque organiza a classificação de características de customização em função da variável nível de customização.

O estudo foi organizado através de quatro etapas: (i) mapeamento da literatura, para identificar níveis e características da CM; (ii) classificação das características de CM associadas a serviço; (iii) elaboração do framework (modelo de classificação); e (iv) discussão sobre pontos fortes e fracos do modelo de classificação baseado em dois casos de análise.

Na etapa mapeamento da literatura (i) foi possível identificar as 13 características que, posteriormente, através da variável de nível de customização, foram usadas para montar as estratégias de serviços. Na sequência (ii), essas informações foram validadas com a comparação de características observadas em sistemas reais de prestação de serviços customizados, buscando qualificar e validar as informações que comporiam o framework teórico.

Para a elaboração do framework (iii) foram agrupadas todas as características de customização em massa para a área de serviços. A intensidade e a aplicabilidade dessas características foram definidas de acordo com o nível de customização. Isso foi importante, uma vez que permitiu demonstrar como cada característica pode auxiliar no desenvolvimento do serviço customizado em uma organização. Por fim, a discussão sobre os pontos fortes e fracos do modelo de classificação elaborado foi realizada tendo por referência as características dos serviços, bem como os desafios dos gestores para administrar a matriz de processos de serviços (proposta conceitualmente na Figura 3). Dois casos são usados para ilustrar essa discussão.

3.4 RESULTADOS

3.4.1 Modelo de classificação

O modelo foi estruturado de forma a contemplar as características de customização discutidas anteriormente. Buscou-se definir se as características de customização impactam na

área de serviços e, em caso positivo, verificar em qual nível de customização elas podem ocorrer. No caso, uma característica pode ser encontrada em apenas um ou em todos os níveis de customização. Isso ocorre porque as características variam em sua intensidade de aplicação. A Figura 4 apresenta a classificação das características, bem como o nível em que cada característica pode ocorrer.

Figura 3.4. Classificação das características de customização

Características	Descrição resumida	Atendimento	Nível de customização			
			Alto <i>Projeto e processo</i>	Médio-alto <i>Montagem</i>	Médio-baixo <i>Postponement</i>	Baixo <i>Adaptação e cosmético</i>
C1	Estrutura do serviço	●	X	X	X	X
C2	Projetos adaptáveis	●	X	X		
C3	Integração do cliente	●	X			
C4	Marketing do serviço	●	X	X	X	X
C5	Canais de comunicação	●	X	X	X	X
C6	Customização da cadeia	●				
C7	Gestão de dados	●	X	X	X	X
C8	Custos por atividades	●	X			
C9	Planejamento e metas da organização	●				
C10	Agilidade na prestação do serviço	●	X	X	X	X
C11	Ferramentas e estratégias de produção	●	X	X	X	X
C12	Retroalimentação de informações	●	X	X	X	X
C13	Técnicas de repetição	●	X			

Assim, a Figura 4 está organizada de forma a mostrar, na coluna da esquerda, as características de customização. Essas características estão identificadas por um número precedido da letra C. Na parte superior da Figura 4, estão dispostos os níveis de customização em que as características podem ser classificadas e, no corpo da tabela, está assinalado se ela se aplicada à área de serviços e também em que nível pode ocorrer. Além disso, há uma coluna chamada atendimento, que mostra se a característica pode ser adaptada para a área de serviços em todos os níveis de customização (verde), em parte dos níveis (amarelo) ou em nenhum nível (vermelho).

Uma primeira análise evidencia que as características de customização da manufatura podem ser utilizadas para o setor de serviços. Isso remete a avaliação de que soluções empregadas para a customização em massa na área de manufatura também podem ser empregadas para a área de serviços dada a paridade de aplicação. Entretanto, cabe ressaltar que enquanto na área de manufatura as características podem transitar livremente em função do nível de customização, na área de serviço isso não é totalmente possível.

De fato, poder-se-ia atribuir isso as características dos serviços. A intangibilidade, por exemplo, contribuiria para eliminação dos níveis de customização, visto que esse nível

passa por vezes pela interpretação do cliente. A variabilidade e inseparabilidade indicariam o envolvimento do cliente, comprometendo novamente o nível de customização.

A característica C1 é totalmente aplicável à área de serviços, porque um serviço pode ser organizado em diferentes níveis de atendimento. No nível de projeto e processo, podem ser classificados os serviços personalizados; no nível médio-alto, os serviços que combinam opções de módulos de produto; nos serviços médio-baixo, estariam os módulos de serviço com ligeiras modificações de atividades nesses módulos; e no último nível o produto padrão, com atendimento customizado (conforme estabelece a matriz de processos dos serviços).

Por exemplo, na venda de serviços bancários, o nível alto seria para atender clientes que demandam atividades realizadas exclusivamente para eles, sem padronização de atendimento ou rotinas. No nível médio-alto estariam os clientes que podem escolher diversos módulos, combinando atividades desses módulos. No serviço médio-baixo o cliente teria que escolher por algum módulo de serviços ofertado pelo banco e combiná-los a poucas atividades de outros módulos. Finalmente, no nível baixo o cliente optaria por uma plataforma de serviços prestados de forma padrão.

A característica C2 aplica-se apenas aos níveis mais altos de customização, dado a onerosidade necessária para sua aplicação em níveis inferiores. De fato, não faz sentido envolver o cliente para customizar um serviço em baixo nível, pois, no caso de customização do serviço, isso será praticamente em sua totalidade, ou então com a combinação de muitos módulos. Por exemplo, em serviços de limpeza o cliente solicita um tipo de procedimento com todas as características que busca, ou no máximo escolhe módulos, como limpar vidros, encerar, varrer (a gestão desta característica na customização auxiliaria na redução do impacto da perecibilidade).

A característica C3 aplica-se apenas para o maior nível de customização, visto que o serviço atende ou não às expectativas do cliente. Não há como atender parcialmente ou em algum nível. Todavia, a característica C4 apresenta-se para todos os níveis de customização. O plano de marketing pode ser realizado em diferentes níveis e pode ser definido por cada cliente, seguindo modelos de referência, com pesquisas de mercado e malas diretas, e até com criação de marcas e condicionamento do planejamento estratégico da organização.

Tal qual a característica C4, a característica C5 também pode ser aplicada nos diversos níveis de customização. O cliente pode transitar da ouvidoria do serviço ao abastecimento do sistema de informação da organização com seu conhecimento. O entendimento pleno do serviço, por vezes, pode estar apenas em domínio do cliente, não sendo possível que o prestador do serviço abstraia o que o cliente busca. Dessa forma, o

cliente pode interagir em reuniões com grupos da empresa, ou através de contato via sistema, e auxiliar na customização do serviço desejado. Por exemplo, na compra de aulas de inglês, o cliente pode escolher o produto padrão e, através da ouvidoria, pode informar sobre expectativas do curso ou ajudar na confecção da ementa e ter suas expectativas atendidas anteriormente à prestação do serviço (o que reduziria a intangibilidade).

A característica C6 não apresenta a relação correspondente entre manufatura e serviço. Enquanto na área de manufatura a relação de fornecimento pode ser determinada em diversos níveis e intensidade, na área de serviço isso não faz sentido, visto que a customização do serviço não depende da customização do fornecedor de insumos para o serviço. Contudo, a característica C7 é aplicável a qualquer nível de customização, porque independe do serviço ou do produto. O controle de dados ocorre em relação ao processo, portanto pode ser realizado em qualquer nível e também ser usado para qualquer situação em que seja necessário o controle (o que auxilia na minimização do impacto da variabilidade).

A característica C8 foi classificada apenas no nível máximo de customização, pois o controle de custos na CM é usado através do método ABC. Dessa forma, o detalhamento das atividades já é realizado em seu nível máximo, o que torna improdutivo usar um controle em nível de customização menor. Além disso, para a área de serviços, os controles devem ser realizados por atividades, sendo ineficiente o controle de custos em outros níveis de customização. Por sua vez, a característica C9 também não é aplicável ao setor de serviços. Apesar de existir indicadores de processo utilizados para a área, não é viável a utilização de roteiros para a prestação de todos os tipos de serviço conforme identificado na literatura em decorrência do grau de interação e personalização, bem como do grau de intensidade da mão-de-obra.

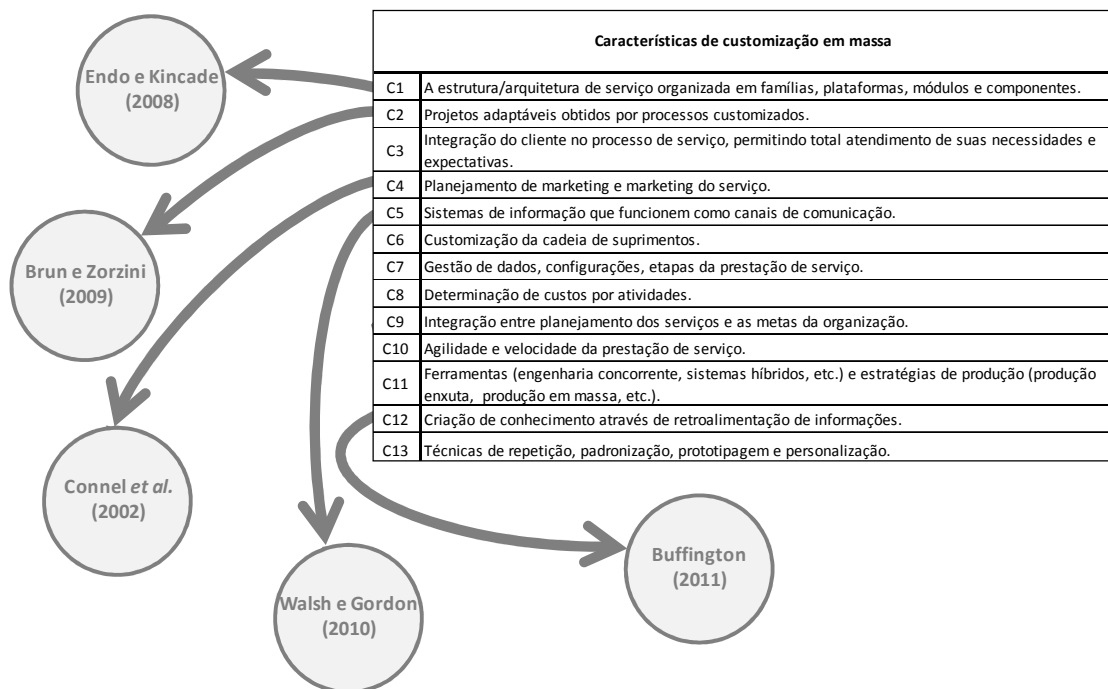
A característica C10 é aplicável em todos os níveis de customização de serviços. A agilidade é medida pelo tempo de prestação do serviço, e a CM permite a organização do serviço de forma planejada e focada em pequenas padronizações de atividades ou grupos de atividades (o que auxilia a evitar a perecibilidade e favorece consumidor e prestador). Além disso, a utilização de estratégias de produção, como produção enxuta e produção em massa, às ferramentas da produção, como a engenharia concorrente e teoria das restrições, proporcionadas pela CM, fazem com que a característica C11 seja aplicada também em todos os níveis de customização. Exemplificando: no nível alto de customização, as escolhas do cliente influem na seleção da ferramenta de controle da qualidade final do serviço; no nível médio-alto, curvas ABC seriam usadas para determinar quais as tarefas podem ser customizadas e quais devem ser usadas de forma padronizada. Já no nível médio-baixo, a

forma de execução dos serviços poderia ser definida a partir de uma survey com o cliente, anteriormente a execução; e, no nível baixo, a escolha de tipos de serviço diretamente determina o grupo de ferramentas utilizadas.

A característica C12 aplica-se a todos os níveis de conhecimento, pois a criação do conhecimento na organização pode estar distribuída em diversos níveis, áreas e acontecer independentemente da complexidade de um processo. Finalmente, a característica C13 só pode se utilizada no maior nível de customização. O serviço, mesmo que apresente rotinas, nunca poderá ser totalmente padronizado. Dessa forma, mesmo que as técnicas de repetição, por exemplo, sejam priorizadas, as atividades não acontecem exatamente da mesma forma (serviços são variáveis e intangíveis).

Conforme a análise realizada, verifica-se que características de customização em massa para manufatura podem ser adaptadas para a customização em massa de serviços, desde que se respeitem os graus de interação dos processos de serviços e suas características singulares. Para consolidar as contribuições aqui descritas, sugere-se como próximo passo testar, através de um estudo de caso múltiplo, a aderência das características propostas no framework. Contudo, destaca-se que as leituras preliminares de estudos de caso existentes na literatura demonstram que a relação entre a área de serviços e as características distribuídas no framework desse trabalho são viáveis, como pode ser exemplificado através da Figura 5.

Figura 3.5. Exemplos da aplicação das características de CM em serviços



3.4.2 Casos de análises e implicações gerenciais

Os casos usados para testar o modelo são de distintas áreas de serviços. Um dos casos foi realizado com o setor de obras de uma fornecedora de energia elétrica. Esse setor caracteriza-se pelo alto volume de obras executadas mensalmente e a customização de cada uma delas. Por exemplo, dentro de um mesmo mês existem obras de construção de uma subestação para um distrito industrial, e ao mesmo tempo a instalação de um poste luz em uma área residencial. Essas obras são customizadas a partir de um grupo de dois mil componentes, previstos em legislação nacional e normas específicas para o setor.

O segundo caso foi realizado em uma Universidade, especificamente para entender a customização de uma área ensino de cursos de curta duração e aperfeiçoamento. Esses cursos são normalmente indicados a profissionais que finalizaram o seu bacharelado ou licenciatura e necessitam de atualização de conhecimentos em um curto espaço de tempo (menor a seis meses). Nessa Universidade, esses cursos são modelados a partir de padrões de oferta, variando evidentemente a área de conhecimento, mas focados na manutenção de um volume semestral.

Para cada um dos casos, foi solicitado que os respondentes avaliassem o potencial de cada uma das características na customização do serviço, a fim de estabelecer uma comparação do estado da prática com o framework anteriormente apresentado. As informações vem mostradas na Figura 6.

Figura 3.6. Importância de cada característica para empresa customizadora

Características de customização em massa		Importância para empresa respondente	
		Caso 1	Caso 2
C1	A estrutura/arquitetura de serviço organizada em famílias, plataformas, módulos e componentes.	5.00	5.00
C2	Projetos adaptáveis obtidos por processos customizados.	10.00	7.00
C3	Integração do cliente no processo de serviço, permitindo total atendimento de suas necessidades e expectativas.	10.00	8.00
C4	Planejamento de marketing e marketing do serviço.	3.00	8.00
C5	Sistemas de informação que funcionem como canais de comunicação.	10.00	7.00
C6	Customização da cadeia de suprimentos.	6.00	5.00
C7	Gestão de dados, configurações, etapas da prestação de serviço.	9.00	5.00
C8	Determinação de custos por atividades.	7.00	4.00
C9	Integração entre planejamento dos serviços e as metas da organização.	8.00	5.00
C10	Agilidade e velocidade da prestação de serviço.	10.00	5.00
C11	Ferramentas (engenharia concorrente, sistemas híbridos, etc.) e estratégias de produção (produção enxuta, produção em massa, etc.).	7.00	2.00
C12	Criação de conhecimento através de retroalimentação de informações.	8.00	5.00
C13	Técnicas de repetição, padronização, prototipagem e personalização.	9.00	7.00

No primeiro caso as características notadamente mais importantes são C2, C3, C5 e C10 e as menos importantes são C1, C4 e C6. Contudo, para o segundo caso, as características mais importantes são C3 e C4, e as menos importantes são C11 e C8.

A comparação entre a Figura 5 e a Figura 6 mostra que existe uma grande diferença entre aquilo que pode ser implementado e aquilo que é considerado importante pelas organizações. A implementação em sua totalidade pode ocorrer para as características C1, C4, C5, C7, C10, C11, C12. Contudo, é realmente considerado como um diferencial para ambos os casos a C5 – Sistemas de informação que funcionem como canais de comunicação. Isso mostra que apesar de fácil customização, nem sempre é de interesse das organizações customizar características de serviço. A explicação para isso pode estar no custo da customização, que comparado ao benefício não parece vantajoso para a organização.

As características propostas como customizáveis em apenas alguns níveis, em geral foram destacadas como importantes pelas empresas. Isso não é um problema para o framework, visto que a customização em apenas alguns níveis não reduz a importância da customização. Apenas ratifica a necessidade de flexibilidade que o serviço deve oferecer.

Outro aspecto a ressaltar foi que as características C6 e C9, inicialmente excluídas do framework por serem consideradas não implementáveis nos serviços customizados, foram avaliadas sem grande diferenças em relação as demais. O que mostra que novos estudos devem ser realizados, a fim de viabilizar a incorporação desses elementos no modelo proposto.

3.5 CONCLUSÃO

Este trabalho teve por objetivo verificar as relações entre as estratégias de serviços e as características de customização em massa. Para tanto foi estruturado um framework tendo por referência as contribuições teóricas advindas dos estudos de CM e dos estudos que avaliam as particularidades da gestão no setor de serviços.

O modelo de classificação proposto permitiu analisar cada característica em diferentes níveis, sendo possível discutir os impactos e classificar empresas em cada um dos blocos criados. Contudo, a variável nível de customização pode restringir a aplicação da customização em certas áreas de serviços. Como se observa no estudo, há características que não transitam sobre todos os níveis de customização, o que inibe a classificação de certos tipos de empresas ou negócios no framework proposto.

Uma contribuição do estudo está na possibilidade de utilização do framework para validação dos modelos organizacionais que estão sendo usados em organizações de serviços que já utilizam a CM, servindo como um instrumento de avaliação. Além disso, para aquelas empresas que customizam totalmente os seus serviços, podem ser criados padrões de produtos que se estendem da customização completa até as adaptações.

Acredita-se que esse trabalho indica linhas de pesquisa futuras para a área de customização em serviços. A primeira é investigar como pode ser aproveitado o conhecimento dos clientes para flexibilizar as ofertas de um determinado serviço. A segunda envolve determinar mecanismos de aquisição de conhecimento para o processo a partir do comportamento do consumidor. A terceira contempla desenvolver ferramentas para racionalizar a forma como a customização de serviços pode ser realizada.

Com base no exposto, no primeiro caso, poderia ser realizada uma pesquisa survey comparando dados de consumidores que participaram da customização em um nível alto com aqueles que participaram da customização em um nível baixo. Na segunda, poderia ser criado um instrumento de avaliação para medir o ponto de equilíbrio em serviços entre a participação do cliente na fase anterior à prestação do serviço versus agregação de valor no produto final. Na terceira, poderia ser realizada a criação de menus de escolha e customização para serviços, utilizando-se de ideias similares as de manufatura, com posteriormente validação através da comparação entre essas áreas.

Enfim, a área de serviços ainda carece de estudos para classificar as estratégias de serviços para a customização em massa. O framework elaborado nesse trabalho não é uma solução definitiva, mas constitui um passo para a criação de um modelo que contemple características de customização para aplicação no setor de serviços, considerando as especificidades de seus processos.

3.6 REFERÊNCIAS

ABDELKAFI, N., PERO, M., BLECKER, T., SIANESI, A. NPD-SCM Alignment in Mass Customization. In.: FOGLIATTO, F.S., DA SILVEIRA, G. **Mass Customization: Engineering and Managing Global Operations**. Springer Velag, 2010.

ALIZON, F.; KHADKE, K.; THEVENOT, H. J.; GERSHENSON, J. K.; MARION, T. J.; SHOOTER, S. B., SIMPSON, T.W. *Framework for product family design and development*. **Concurrent Engineering: Research and Applications**, v.15, n.2, p.187-199, 2007.

APEAGYEI, P. R.; OTIENO, R. Usability of pattern customizing technology in the achievement and testing of fit for mass customisation. **Journal of Fashion Marketing and Management**, v. 11, n. 3, p. 349-365, 2007.

BARDAKCI, A.; WHITELOCK, J. A comparison of customers' readiness for mass-customisation: Turkish vs British customers. **European Business Review**, v. 17, n. 5, p. 397-410, 2005.

_____. How "ready" are customers for mass customization? An exploratory investigation. **European Journal of Marketing**, v. 38, n. 11/12, p. 1396-1416, 2004.

_____. Mass-customisation in marketing: the consumer perspective. **Journal of Consumer Marketing**, v. 20, n. 5, p. 463-479, 2003.

BARE, M.; COX, J. J. Applying principles of mass customization to improve the empirical product development process. **Journal of Intelligent Manufacturing**, v.19, p.565-576, 2008.

BAYRAKTAR, E.; JOTHISHANKAR, M.C.; TATOGLU, E.; WU, T. Evolution of operations management: past, present and future. **Management Research News**, v.30, n.11, p.843-871, 2007.

BOOMS, B.H.; BITNER, M.J. Marketing Strategies and Organizational Structures for Service Firms. In: DONNELLY, J.; GEORGE, W.R. **Marketing of Services**. Chicago: American Marketing Association, 1981, p. 47-51.

BROWN, S; BESSANT, J. The manufacturing strategy-capabilities links in mass customisation and agile manufacturing – an exploratory study. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 23, n. 7, p. 707-730, 2003.

BRUN, A.; ZORZINI, M. Evaluation of product customization strategies through modularization and postponement. **International Journal of Productions Economics**, v.120, p.205-220, 2009.

BUFFINGTON, J. Comparison of mass customization and generative customization in mass markets. **Industrial Management & Data Systems**, v.111, n.1, p.41-62, 2011.

CAO, J.; WANG, J.; LAW, K.; ZHANG, S. LI, M. An interactive service customization model. **Information and Software Technology**, v.48, p.280-296, 2006.

CHEN, Z.; WANG, L. A generic activity-dictionarybased method for product costing in mass customization. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 18, n. 6, p. 678-700, 2007.

CHO, H.; FIORITO, S. S. Acceptance of online customization for apparel shopping. **International Journal of Retail & Distribution Management**, v. 37, n. 5, p. 389-407, 2009.

CONNELL, L. J. A.; ULRICH, P. V.; BRANNON, E. L. A consumer-driven model for mass customization in the apparel market. **Journal of Fashion Marketing Management**, v.6, n.3, p.240-258, 2002.

- CORBETT, B.; ROSEN, D. W. A configuration design based method for platform commonization for product families. **Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing**, v.18, p.21-39, 2004.
- 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.
- DAHMUS, J. B.; ZUGASTI, J. G. P.; OTTO, K. N. Modular product architecture. **Designs Studies**, v.22, n.5, p.409-424, 2001.
- DAI, Z.; SCOTT, M. J. Product platform design through sensitivity analysis and cluster analysis. **International Journal of Intelligent Manufacturing**, v.18, p.97-113, 2007.
- DU, J.; JIAO, Y.; JIAO, J. Integrated BOM and routing generator for variety synchronization in assembly-to-order production. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v.16, n.2, p.233-243, 2005.
- DURAY, R. Mass customization origins: mass or custom manufacturing? **International Journal of Operations & Production Management**. v. 22, n. 3, p. 314-328, 2002.
- DURAY, R.; WARD, P. T.; MILLIGAN, G. W.; BERRY, W. L. Approaches to mass customization: configurations and empirical validation. **Journal of Operations Management**, v.18, p.605-625, 2000.
- ENDO, S.; KINCADE, D. H. Mass customization for long-term relationship development: Why consumers purchase mass customized products again. **Qualitative Market Research: An International Journal**. v.11, n.3, p.275-294, 2008.
- FENG, Y. X.; ZHENG, B.; WEI, Z.; TAN, J. R. An exploratory study of the general requirement representation model for product configuration in mass customization mode. **International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v.40, p.785-796, 2008.
- FIGLIORE, A. Relationships between optimum stimulation level and willingness to use mass customization options. **Journal of Fashion Marketing and Management**, v. 5, n. 2, p. 91-101, 2000.
- FISHER, M.; RAMDAS, K.; ULRICH, K. Component sharing in the management of product variety: a study of Automotive braking systems. **Management Science**, v.45, n.3, p.297-315, 1999.
- FITZSIMMONS, J.A.; FITZSIMMONS, M.J. **Administração de Serviços**. Porto Alegre: Bookman, 2010.
- FIXSON, S. K. Modularity and commonality research: past developments and future opportunities. **Concurrent Engineering: Research and Applications**, v.15, n.2, p.85-110, 2007.
- FOGLIATTO, F. S.; SILVEIRA, G. J. C. da. Mass customization: A method for market segmentation and choice menu design. **International Journal of Productions Economics**, v.111, p.606-622, 2008.

- FRUTOS, D. J.; BORENSTEIN, D. A *framework* to support customer–company interaction in mass customization environments. **Computers in Industry**, v.54, p115-135, 2004.
- GERSHENSON, J. K.; PRASAD, G. J.; ZHANG, Y. Product modularity: definitions and benefits. **Journal of Engineering Design**, v.14, n.3, p.295-313, 2003.
- GERSHENSON, J. K. Product modularity: measures and design methods. **Journal of Engineering Design**, v.15, n.1, p.33-51, 2004.
- HAUG, A.; LADEBY, K.; EDWARDS, K. From engineer-to-order to mass customization. **Management Research News**, v.32, n.7, p.633-644, 2009.
- HELO, P. T.; XU, Q. L.; KYLLÖNEM, S. J.; JIAO, R. J. Integrated Vehicle Configuration System – Connecting the domains of mass customization, v.61, p.44-52, 2010.
- HOEK, R. I. V. The rediscovery of postponement a literature review and directions for research. **Journal of Operations Management**, v.19, p.161-184, 2001.
- HUANG, G. Q.; ZHANG, X. Y.; LO, V. H. Y. Integrated configuration of platform products and supply chains for mass customization: a game-theoretic approach. **IEEE Transactions on engineering management**, v.54, n.1, p.156-171, 2007.
- HUANG, G. Q.; ZHANG, X. Y.; LIANG, L. Towards integrated optimal configuration of platform products, manufacturing processes, and supply chains. **Journal of Operations Management**, v.23, p.267-290, 2005.
- ISMAIL, H.; REID, I.; POOLTON, J.; AROKIAM, I.; MOONEY, J. How Small and Medium Enterprises Effectively Participate in the Mass Customization Game. **IEEE Transactions on engineering management**, v.54, n.1, P.88-97, 2007.
- JIAO, J.; TSENG, M. M. A methodology of developing product family architecture for mass customization. **Journal of Intelligent Manufacturing**, v.10, p.3-20, 1999.
- JIAO, J.; TSENG, M. M. Customizability analysis in design for mass customization. **Computer Aided Design**, v.36, p.745-757, 2004.
- JIAO, J.; SIMPSON, T. W., SIDDIQUE, Z. Product family design and platform-based product development: a state-of-the-art review. **Journal of Intelligent Manufacturing**, v.18, p.5-29, 2007.
- JITPAIBOON, T.; DANGOL, R.; WALTERS, J. The study of cooperative relationships and mass customization. **Management Research News**, v.32, n.9, p.804-815, 2009.
- JOSE, A.; TOLLENAERE, M. Modular and platform methods for product family design: literature analysis. **Journal of Intelligent Manufacturing**, v.16, p.371-390, 2005.
- KARLSSON, A. Assembly-initiated production - a strategy for mass-customization utilizing modular, hybrid automatic production systems. **Assembly Automation**, v.22, n.3, p.239-247, 2002.

- KINCADE, D. H.; REGAN, C.; GIBSON, F. Y. Concurrent engineering for product development in mass customization for the apparel industry. **International Journal of Operations & Production Management**, v.27, n.6, p.627-649, 2007.
- KOTHA, S. Mass Customization: Implementing the Emerging Paradigm for Competitive Advantage. **Strategic Management Journal**, v.16, p.21-42, 1995.
- KOTLER, P.; KELLER, K.L. **Administração de Marketing**. São Paulo: Pearson, 2006.
- KUMAR, A. From mass customization to mass personalization: a strategic transformation. **International Journal of Flexibility and Manufacturing System**, v.19, p.533-547, 2008.
- KUMAR, A.; GATOUFI, S.; REISMAN, A. Mass customization research: trends, directions, diffusion intensity, and taxonomic *frameworks*. **International Journal of Flexibility and Manufacturing System**, v.19, p.637-665, 2008.
- LEE, N. K. S., DAI, J. B. Designing and Planning of Material Handling Systems for Mass Customization. In.: FOGLIATTO, F.S., DA SILVEIRA, G. **Mass Customization: Engineering and Managing Global Operations**. Springer Velag, 2010.
- LEVITT, T. **A imaginação de Marketing**. São Paulo: Atlas, 1991.
- LI, Yi; XUE, Deyi; GU, Peihua. Design for Product Adaptability. **Concurrent Engineering**, v. 16, n. 3, p. 221-232, Sept. 2008.
- LINDQUIST, A.; BERGLUND, F.; JOHANNESSON, H. Supplier Integration and Communication Strategies in Collaborative Platform Development. **Concurrent Engineering**, v.16, n.1, p.23-35, 2008.
- LIU, J. J. H.; YEN, L.; TZENG, G. H. Using decision rules to achieve mass customization of airline services. **European Journal of Operations Research**, v.205, p.680-686, 2010.
- LOVELOCK, C.; WIRTZ, J.; HEMZO, M. **Marketing de Serviços: pessoas, tecnologia e estratégias**. São Paulo: Pearson, 2011.
- MCCARTHY, I. P., PITT, L., BERTHON, P. Service Customization Through Dramaturgy. In.: FOGLIATTO, F.S., DA SILVEIRA, G. **Mass Customization: Engineering and Managing Global Operations**. Springer Velag, 2010.
- MA, Y.; JIAO, J.; DENG, Y. Web Service-oriented Electronic Catalogs for Product Customization. **Concurrent Engineering**, v.16, n.4, p.263-270, 2008.
- MARION, T. J.; FREYER, M.; SIMPSON, T. W.; WYSK, R. A. Design for mass customization in the early stages of product development. **International Design Engineering Technical Conferences & Computers and Information in Engineering Conference**, p.10-13, 2006.
- MUFFATTO, M. Introducing a platform strategy in product development. **International Journal of Production Economics**, v.60-61, p.145-153, 1999.

MUN, D.; JANG, K.; HAN, S.; KIM, J.; HWANG, H. Engineered-to-order Approach for Providing Flexibility in e-Commerce of Mold Parts. **Concurrent Engineering**, v.15, n.4, p.345-355, 2007.

NI, Q. F.; LU, W. F.; YARLAGADDA, P. K. D. V. An Extensible Product Structure Model for Product Lifecycle Management in the Make-to-Order Environment. **Concurrent Engineering**, v.16, n.4, p.243-251, 2008.

PAN, B., HOLLAND, R. A mass customized supply chain for the fashion system at the design production interface. **Journal of Fashion Marketing and Management**, v.10, n.3, p.345-359, 2006.

PETERS, L.; SAIDIN, H. IT and the mass customization of services: the challenge of implementation. **International Journal of Information Management**, v.20, p.103-119, 2000.

PILLER, F. T.; MOESLEIN, K.; STOTKO, C. M. Does mass customization pay? An economic approach to evaluate customer integration. **Production Planning and Control**, v.15, n.4, p.435-444, 2004.

PILLER, F.T. Mass Customization: Reflections on the State of the Concept. **International Journal of Flexible Manufacturing Systems**, v.16, p.313-334, 2004.

PILLER, F. T. Observations on the present and future of mass customization. **International Journal of Flexibility and Manufacturing System**, v.19, p.630-636, 2008.

SALVADOR, F.; MARTIN, P.; PILLER, F. Decodificando a customização em massa. **HSM Management**, v.6, n.77, p.140-148, 2009.

SALVADOR, F.; FORZA, C.; RUNGTUSANATHAM, M. Modularity, product variety, production volume, and component sourcing: theorizing beyond generic prescriptions. **Journal of Operations Management**, v.20, p.549-575, 2002.

SIDDIQUE, Z.; BODDU, K. R. A mass customization information *framework* for integration of customer in the configuration/design of a customized product. **Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing**, v.18, p.71-85, 2004.

SIGALA, M. Mass customization implementation models and customer value in mobile phones services: Preliminary findings from Greece. **Managing Service Quality**, v.16, n.4, p.395-420, 2006.

SIMPSON, T. W.; MARION, T.; WECK, O.; OTTO, K. H.; KOKKOLARAS, M.; SHOOTER, S. B. Platform-Based Design And Development: Current Trends And Needs In Industry. **International Design Engineering Technical Conferences & Computers and Information in Engineering Conference**, 2006.

SIMPSON, T.W.; MAIER, J. R. A.; MISTREE, F. Product Platform design: method and application. **Research Engineering Design**, v.13, p.2-22, 2001.

SIMPSON, T. W. Product platform design and customization: Status and promise. **Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing**, v.18, p.3-20, 2004.

- SPRING, M., ARAUJO, L. Service, services and products: rethinking operations strategy. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 29, n. 5, p. 444-467, 2009.
- STARR, M. K. Modular production – a 45-year-old concept. **International Journal of Operations & Production Management**, v.30, n.1, p. 7-19, 2010.
- THEVENOT, H. J.; SIMPSON, T. W. Commonality indices for product family design: a detailed comparison. **Journal of Engineering Design**, v.17, n.2, p.99-119, 2006.
- TSENG, M. M.; JIAO, J. Design for Mass Customization. **Annals of the CIRP**, v.45, n.1, p.153-156, 1996.
- TSENG, M. M., RADKE, A. M. Production Planning and Control for Mass Customization. In.: FOGLIATTO, F.S., DA SILVEIRA, G. **Mass Customization: Engineering and Managing Global Operations**. Springer Velag, 2010.
- WALSH, K.; GORDON, J. R. Understanding professional service delivery. **International Journal of Quality and Service Sciences**, v.2, n.2, p.217-238, 2010.
- WANG, H.; LIN, Z. Defects tracking matrix for mass customization production based on house of quality. **International Journal of Flexibility and Manufacturing System**, v.19, p.666-684, 2008.
- WILLIAMS, C. B.; ALLEN, J. K.; ROSEN, D. W.; MISTREE, F. Designing Platforms for Customizable Products and Processes in Markets of Non-Uniform Demand. **Concurrent Engineering**, v.15, n.2, p.201-216, 2007.
- YANG, B.; BURNS, N. D.; BACKHOUSE, C. J. Postponement: a review and an integrated *framework*. **International Journal of Operations & Production Management**, v.24, n.5, p.468-487, 2004.
- ZHA, X. F.; SRIRAM, R. D.; LU, W. F. Evaluation and selection in product design for mass customization: A knowledge decision support approach. **Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing**, v.18, p.87-109, 2004.
- ZAHAJ, D; GRIFFIN, A. Are customer information systems worth it? Results from B2B services. **Marketing Science Institute Working Paper**, 2002.
- ZEITHAML, V.A. How consumer evaluation process differ betwenn goods and services. In: DONNELLY, J.; GEORGE, W.R. **Marketing of Services**. Chicago: American Marketing Association, 1981, p. 186-190.
- ZHANG, X., CHEN, R. Forecast-driven or customer-order-driven? An empirical analysis of the Chinese automotive industry. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 26, n. 6, p. 668-688, 2006.
- ZHANG, W. Y.; TOR, S, Y.; BRITTON, G. A. Managing modularity in product family design with functional modeling. **International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v.30, p.579-588, 2005.

4 ARTIGO 3 – Definição de características críticas na implementação de serviços customizados em massa

Publicado na revista Produção – ISSN 0103-6513

Gabriel Vidor

Janine Fleith de Medeiros

Flávio Sanson Fogliatto

Resumo

O objetivo desse trabalho é definir quais características de customização em massa (CM) presentes em sistemas de manufatura podem ser priorizadas no projeto de serviços customizados em massa. Propõe-se uma classificação de importância de características de customização a serem priorizadas na implementação de serviços customizados, tendo-se como critérios os habilitadores de CM e os habilitadores de serviços, combinados através de uma matriz de relacionamentos característica do QFD (Desdobramento da Função Qualidade) e corrigidos, a partir da ponderação dos gestores do serviço, usando um procedimento de QFD reverso. No final do estudo foi possível determinar as características prioritárias do serviço customizado em massa. Dois casos de estudo foram realizados para exemplificar a operacionalização da metodologia, um em uma distribuidora de energia elétrica e outro em uma universidade privada.

Palavras-chave: Customização em massa. Serviços. QFD

Abstract

This paper aims at defining mass customization (MC) characteristics to be prioritized in the design of mass customized services. We propose a classification of mass customization characteristics in the services customization area based on MC enablers and service enablers. These enablers are related using the house of quality matrix from QFD (Quality Function Deployment) and rewritten, after gathering importance inputs from managers familiar with the service under analysis, using a reverse QFD procedure. Using this method it is possible to determine the main characteristics to be considered in a mass customized service. Two case studies are presented to exemplify the proposed methodological steps, one in an electricity distribution company, and another in a private university.

Keywords: Mass customization. Service. QFD

4.1 INTRODUÇÃO

A customização em massa (CM) apesar de apresentar soluções potenciais para área de manufatura, com estudos consolidados nas áreas de cadeia de suprimentos (ABDELKAFI et al., 2010), análise de mercado e planejamento da estrutura de produtos (SPRING e ARAUJO, 2009) e planejamento e controle da produção (ZHANG e CHEN, 2006; TSENG e

RADKE, 2010; LEE e DAÍ, 2010), ainda oferece questionamentos sobre sua real aplicabilidade na área de serviços (McCARTHY et al., 2010).

Essas questões decorrem, em parte, da subjetividade do termo customização em massa, além das peculiaridades da gestão em serviços, considerando suas características distintas (WITTELL et al., 2011). Sabe-se que o conceito de CM tem sido aplicado em diversos contextos, tanto na prestação de serviços quanto na manufatura. Todavia, a aplicabilidade do conceito faz com que as apropriações em relação ao termo customização em massa tornem-se diversas e, ainda que complementares, apresentem algumas diferenças em relação ao conceito original. Por exemplo, termos como estratégia de manufatura, prestação de serviço, modificações na cadeia de suprimento e planejamento de marketing são comumente encontrados na literatura para definir a CM. Segundo Davis (1987), customização em massa originalmente refere-se a uma estratégia de negócio para proporcionar aos clientes o que eles querem, no tempo e na forma desejados. Conceitualmente, a CM pode ser entendida como uma estratégia de negócios que diferencia as organizações em ambientes de alta competitividade e torna mais qualificada a segmentação de mercado (HELO et al., 2010).

Entende-se, nesse trabalho, a CM como uma estratégia que permite ofertar produtos e serviços com grau de variedade que atenda às necessidades do cliente e apresentem custos similares aos dos itens produzidos em massa. A oferta de variedade garante que a empresa seja capaz de atender aos requisitos de personalização, o primeiro elemento do binômio customização/massa. Os custos similares aos da produção em massa garantem que a empresa atenda ao segundo elemento: o da produção a um custo que racionalize a operação de manufatura e a prestação do serviço. Essa definição serve para nortear as discussões do presente trabalho.

Apesar da evolução da CM na indústria, a solução conceitual para a área de serviços ainda é incipiente (PETERS e SAIDIN, 2000). Isso porque o setor de serviços apresenta altos graus de intangibilidade, perecibilidade, inseparabilidade e variabilidade (ORDANINI et al., 2011), conceitos nem sempre presentes na manufatura, onde os estudos de CM tiveram sua origem. Os serviços customizados caracterizam-se essencialmente pela: (i) heterogeneidade de demandas de mercado, (ii) velocidade e variedade exigida pelos clientes nesse tipo de segmento, e (iii) competição com empresas do mesmo segmento (CAO et al., 2006). Tais características, combinadas aos diferentes níveis em que a customização pode ocorrer (PAN e HOLLAND, 2006; SILVEIRA et al., 2001), acaba dificultando a vinculação entre serviços e CM.

Observa-se na literatura que a área de serviços customizados apropria-se das características de manufatura customizada, não havendo uma classificação das características de customização sob a perspectiva de serviços. Uma abordagem para obter características de serviços customizados consiste na utilização das características de manufatura e verificação daquelas possíveis de utilização na caracterização de “serviços customizados em massa” (McCARTHY et al., 2010).

Nesse sentido, o objetivo desse trabalho é desenvolver uma sistemática para definir quais características de CM para manufatura devem ser priorizadas no projeto de serviços customizados em massa. Para tanto, propõe-se uma ponderação da importância de características de customização com vistas a implementação de serviços customizados, tendo-se como critérios os habilitadores de customização em massa e os habilitadores de serviços, combinados através de uma matriz de relacionamentos característica do QFD (Quality Function Deployment ou Desdobramento da Função Qualidade) e corrigidos, a partir da incorporação do julgamento dos gestores do serviço em estudo, usando o procedimento reverso do QFD proposto por Fogliatto et al. (2008).

O presente artigo traz duas contribuições importantes para a área de gestão de serviços: primeiro, ao mapear características e habilitadores da CM, típicos das operações de manufatura, com relação a dimensões que caracterizam uma prestação de serviços; segundo, ao customizar a análise a um contexto específico de projeto de serviço, através das operações reversas realizadas nas matrizes de relacionamentos. No referencial teórico apresentado na seção 2 não foi possível encontrar estudos similares.

O restante do artigo está organizado em 4 seções. Na seção 2 é apresentado um referencial teórico sobre customização em massa, destacando trabalhos que associam a CM a serviços. Na seção 3, de materiais e métodos, apresenta-se a proposta metodológica, a qual é aplicada em dois casos de estudo, descritos na seção 4. Conclusões encerram o artigo na seção 5.

4.2 REFERENCIAL TEÓRICO

A literatura sobre customização em massa na área de serviços apresenta ênfase no desenvolvimento de modelos voltados à estratégia da empresa, vinculando essa estratégia ao planejamento do serviço customizado. Alguns trabalhos relevantes sobre o assunto são apresentados na sequência.

Cao et al. (2006) desenvolveram um método para a customização do serviço. Nele, foi definida uma rotina de customização baseada no processo de venda de passagens aéreas, onde a compra de cada cliente foi analisada e usada para remodelar a estrutura do serviço. Através desse estudo, foram apresentados os impactos estratégicos e de qualidade nas características do serviço customizado, além de um sistema de classificação de solicitações de serviços de clientes para companhias aéreas.

Helms et al. (2008) defendem a customização do serviço através do comércio eletrônico, ainda que não apresentando um método ou modelo de customização para tal. No trabalho, há uma associação entre a utilização da internet e os aspectos intangíveis dos serviços, para explicar como integração de sistemas, inovação em produto, mensuração de desempenho, estratégia da organização e economia em custos são importantes para a prestação do serviço. Os autores concluem que a utilização de ferramentas de internet e das informações dos clientes (através de armazenagem em bancos de dados) representa uma vantagem competitiva nos serviços customizados. Um modelo como esse também poderia ser usado para definir a estratégia de um serviço customizado, como proposto no presente artigo. Contudo, no modelo de Helms et al. (2008) não existe qualquer informação que permita ou indique essa aplicação.

Jin et al. (2011) discutem a customização de serviços exemplificando-a através da elaboração de um pacote de viagens. Em uma amostra de 220 casos na qual se realizou uma análise discriminante, foi possível ponderar a importância do aumento ou redução da customização associada ao serviço. Um modelo de regressão logística, composto de variáveis comportamentais e psicológicas, permitiu identificar os atributos essenciais e periféricos para a oferta do serviço customizado. Os resultados obtidos comprovaram que uma maior customização do serviço pode aumentar a satisfação e lealdade dos clientes. Em contrapartida, verificou-se que a maior customização implica também em maior custo para aquele que a oferta.

Grenci e Watts (2007) propuseram uma estrutura para associar customização nas vendas com a customização da produção. Para os autores, a customização da produção depende da existência de sistemas de informação, modularidade e interconectividade; as vendas customizadas apresentam três classes correspondentes: informação para decisão, agregação e comércio eletrônico. Assim, estabeleceu-se uma relação direta entre os grupos de características de manufatura e de vendas, permitindo concluir que as vendas customizadas dependem do segmento de mercado e seu potencial de crescimento, do cliente (sua

experiência e comportamento) e da qualidade dos dados coletados do cliente no serviço de venda.

Bask et al. (2010) desenvolveram um modelo em que as etapas da cadeia de serviços logísticos são analisadas como fases modulares de um processo, tornando-as customizáveis dentro deste processo. A partir do modelo, as demandas dos clientes são transformadas em processos, os quais são agrupados em módulos de serviços logísticos, o que permite a customização do serviço de entrega. O modelo, entretanto, não permite medir a eficiência da customização, sendo indicado apenas na determinação da estratégia a ser adotada na organização.

Tang et al. (2010) propuseram uma estrutura que descreve o processo de decisão de compra do cliente em relação aos produtos e serviços customizados. Essa estrutura é baseada em seis categorias e vinte quatro sub-categorias que servem para avaliar a customização, seus determinantes e suas consequências. Os resultados indicam que a customização em massa de serviços pode ser organizada em seis etapas, sendo a primeira etapa a principal contribuição do trabalho. Nessa etapa ocorre a criação do conhecimento, estabelecendo uma relação permanente entre clientes e empresa com a busca de informações preliminares para o desenvolvimento do serviço. As demais etapas seguem a lógica tradicional de resolução dos problemas no desenvolvimento do serviço, partindo da fase inicial de identificação do problema à fase final de fornecimento customizado.

Outros estudos abordam de forma mais superficial a customização de serviços. Jiao et al. (2003) entenderam a customização do serviço como uma fase do processo de prestação do serviço, que pode ser moldada de acordo com as especificações dos clientes no momento em que a prestação do serviço ocorre. Shamsuzzoha et al. (2009) mostraram a customização do serviço como uma parte a agregar na cadeia de suprimentos, onde os fornecedores dos insumos usados na prestação de serviço atendem de forma customizada e viabilizam a prestação do serviço da mesma forma. O'Shaughnessy e O'Shaughnessy (2009) entenderam a customização do serviço como uma forma de desenvolver a competitividade, captando o cliente de forma definitiva. Para Gottfridsson (2010), a customização do serviço ocorre na medida em que as organizações projetam o serviço, através da utilização de sistemas business-to-consumer (B2C), sendo esse uma parte do processo de criação do serviço. Para Buffington (2011), a customização do serviço é uma forma de segmentação de mercado, que deriva do fornecimento em massa de um determinado produto.

Nenhum dos estudos analisados traz uma fase em que o serviço customizado é pensando a partir de características de customização. As características do serviço

customizado podem ser entendidas como um grupo de variáveis que devem ser priorizadas no projeto de implementação do serviço customizado, variando de acordo com a perspectiva ou estratégia de uma determinada empresa. No presente artigo pretende-se definir essa sistemática, visto que se trata de uma etapa que apoia a elaboração dos modelos de serviços customizados descritos anteriormente.

4.3 MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo está caracterizado em cinco etapas: (i) identificação das características de customização em massa; (ii) identificação dos habilitadores de customização em massa; (iii) identificação das dimensões de serviço; (iv) aplicação do método QFD e QFD reverso; (v) ilustração do método através de dois casos na área de serviços.

Para identificar as características de CM na etapa (i) foi realizada uma revisão de literatura nas bases de dados Emerald, Sage, ScienceDirect, Springer-Verlag & Kluwer. A pesquisa foi executada a partir da palavra chave “mass customization”; o período para a busca foi restrito de 1990 até 2010. A restrição do período deve-se ao fato do termo mass customization ter sido utilizado pela primeira vez no ano de 1987, não havendo publicações correlatas ao assunto em períodos anteriores. A partir da base de 104 artigos obtidos foi realizada uma revisão sistemática para verificar quais poderiam ser utilizados como suporte ao presente estudo. Dessa forma, restaram 83 artigos nos quais foram identificadas treze características de customização. Para desdobrar claramente as características que estão associadas ao conceito de CM, os resultados da busca bibliográfica foram organizados na Figura 1. Nesse caso, a descrição das características buscou focar na área de serviço, conservando o conceito original de cada artigo onde foi obtida.

Figura 4.1. Características de CM identificadas na literatura

CARACTERÍSTICAS		REFERÊNCIAS
C1	A estrutura/arquitetura de serviço organizada em famílias, plataformas, módulos e componentes.	Tseng e Jiao (1996), Fischer et al. (1999), Jiao e Tseng (1999), Muffato (1999), Dahmus et al. (2001), Simpson et al. (2001), Gershenson et al. (2003), Simpson (2004), Zha et al. (2004), Corbett e Rosen (2004), Jiao e Tseng (2004), Jose e Tollenaere (2005), Huang et al. (2005), Zhang et al. (2005), Marion et al. (2006), Simpson et al. (2006), Thevenot e Simpson (2006), Dai e Scott (2007), Huang et al. (2007), Jiao et al. (2007), Alizzon et al. (2007), Mun et al. (2007), Willians et al. (2007), Fixson (2007), Li et al. (2008), Ni et al. (2008), Lindquist et al. (2008), Kumar (2008), Kumar et al. (2008), Salvador et al. (2009).
C2	Projetos adaptáveis obtidos por processos customizados.	Tseng e Jiao (1996), Jiao e Tseng (1999), Duray et al. (2000), Dahmus et al. (2001), Duray (2002), Karlsson (2002), Piller (2004), Jiao e Tseng (2004), Corbett e Rosen (2004), Zha et al. (2004), Gershenson (2004), Zhang et al. (2005), Jose e Tollenaere (2005), Pan e Holland (2006), Dai e Scott (2007), Alizon et al. (2007), Ismail et al. (2007), Apeageyi e Otieno (2007), Willians et al. (2007), Lindquist et al. (2008), Bare e Cox (2008), Li et al. (2008).
C3	Integração do cliente no processo de serviço, permitindo total atendimento de suas necessidades e expectativas.	Duray et al. (2000), Da Silveira et al. (2001), Connell et al. (2002), Bardacki e Whitelock (2003), Siddique e Boddu (2004), Zha et al. (2004), Bardacki e Whitelock (2004), Piller et al. (2004), Piller (2004), Bardacki e Whitelock (2005), Sigala (2006), Willians et al. (2007), Wang e Lin (2008), Haug et al. (2009), Cho e Fiorito (2009), Spring e Araujo (2009).
C4	Planejamento de marketing e marketing do serviço.	Duray et al. (2000), Connel et al. (2002), Bardacki e Whitelock (2003), Mun et al. (2007), Endo e Kincade (2008).
C5	Sistemas de informação que funcionem como canais de comunicação.	Jiao e Tseng (2004), Piller (2004), Siddique e Boddu (2004), Jiao et al. (2007), Alizon et al. (2007), Ma et al. (2008), Ni et al. (2008), Lindquist et al. (2008), Fogliatto e Da Silveira (2008), Feng et al. (2008).
C6	Customização da cadeia de suprimentos.	Hoek (2001), Salvador et al. (2002), Yang (2004), Pan e Holland (2006), Huang et al. (2005), Huang et al. (2007), Lindquist (2008), Jitpaiboon et al. (2009).
C7	Gestão de dados, configurações, etapas da prestação de serviço.	Jiao e Tseng (1999), Ni et al. (2008), Liou et al. (2010).
C8	Determinação de custos por atividades.	Piller et al. (2004), Chen e Wang (2007).
C9	Integração entre planejamento dos serviços e as metas da organização.	Duray et al. (2000), Duray (2002), Salvador et al. (2002), Brown e Bessant (2003), Jiao e Tseng (2004), Du et al. (2005), Alizon et al. (2007), Lindquist et al. (2008), Jitpaiboon et al. (2009), Starr (2010).
C10	Agilidade e velocidade da prestação de serviço.	Silveira et al. (2001), Brown e Bessant (2003), Ismail et al. (2007).
C11	Ferramentas (engenharia concorrente, sistemas híbridos, etc.) e estratégias de produção (produção enxuta, produção em massa, etc.).	Kotha (1995), Muffatto (1999), Fisher et al. (1999), Hoek (2001), Salvador et al. (2002), Karlsson (2002), Piller et al. (2004), Simpson (2004), Bardacki e Whitelock (2005), Jose e Tollenaere (2005), Zhang et al. (2005), Zhang e Chen (2006), Simpson et al. (2006), Mun et al. (2007), Kincade et al. (2007), Apeageyi e Otieno (2007), Bayraktar (2007), Alizon et al. (2007), Jiao et al. (2007), Ni et al. (2008).
C12	Criação de conhecimento através de retroalimentação de informações.	Kotha (1995), Zha et al. (2004).
C13	Técnicas de repetição, padronização, prototipagem e personalização.	Tseng e Jiao (1996), Bardacki e Whitelock (2004), Piller (2004), Bare e Cox (2008), Piller (2008), Kumar (2008).

As características mais referenciadas nos estudos estão associadas à definição de estrutura de serviço (C1), à utilização de projetos e processos adaptáveis (C2), aos tipos de ferramentas e estratégias (C11) e ao atendimento das necessidades de clientes (C3), as quais apareceram, respectivamente, em 43,5%, 32%, 29% e 23% das publicações.

Na etapa 2 os habilitadores de customização foram obtidos através do estudo de Fogliatto et al. (2012). A fim de facilitar o entendimento desses habilitadores, eles são organizados em quatro classes: (i) metodologias, (ii) processos, (iii) tecnologias de manufatura e (iv) tecnologias de informação.

O habilitador metodologias refere-se ao binômio produzir produtos confiáveis com agilidade (i.e. atendendo as restrições de tempo) e gerar requisitos de customização acessíveis ao uso de princípios enxutos, maximizando a integração e minimizando a perda (FOGLIATTO et al., 2012). Nesse sentido, a utilização de princípios e conceitos associados a estratégias enxutas e ágeis são relevantes para implementar a CM.

O habilitador processos é subdividido em cinco itens. O primeiro, denominado elicitação de ordem, associa a busca de informações de clientes através de ferramentas estruturadas de coleta e interpretação de dados, para definir a configuração do produto. O segundo, postponement, indica o tempo e a forma do atraso na personalização do produto em seu processo produtivo: o tempo indica o atraso associado à chegada do pedido e entrega para o cliente; a forma indica como diferenciações são incorporadas ao produto. Plataforma de produtos é o terceiro item. Conforme Fogliatto et al. (2012), a plataforma de produtos é uma base comum que consiste de rotinas, atividades e objetos compartilhados, que permanecem constantes a medida que novos produtos são gerados. A literatura detalha formas de elaboração de plataformas, cada qual voltada a um determinado propósito. O item manufatura permite entender como deve ser o planejamento e controle da produção para itens customizados, englobando ferramentas, máquinas, setups e tempos de ciclo (Jiao et al., 2007). Por fim, o item cadeia de suprimentos reflete a coexistência entre fazer sob encomenda e fazer para estoque, explicando como as etapas de geração do produto devem ser conduzidas até a obtenção de itens customizados.

O habilitador tecnologias de manufatura foca na elaboração do produto (NIELSEN e COX, 2008). Nesse caso, ferramentas como CAD (Computer-Aided Design), FMS (Flexible Manufacturing System), CIM (Computer Integrated Manufacturing) e CNC (Computer Numerical Control) acabam preteridas quando comparadas a técnicas de prototipagem; por exemplo, a utilização de escaneamento a laser integrado a sistemas CAD para a geração do protótipo inicial, ao invés da elaboração do protótipo virtual através do CAD.

Por fim, o habilitador tecnologias de informação refere-se particularmente à integração do fluxo de informação internamente na organização e à necessidade das empresas agregarem aos produtos informações provenientes dos clientes (FOGLIATTO et al., 2012). O papel da tecnologia da informação para CM está em incluir o cliente na configuração do produto, na especificação do produto, e mesmo na fase de projeto do produto (DIETRICH et al., 2007). A maior contribuição das tecnologias de informação está em aumentar a satisfação do cliente e seu conhecimento em relação as suas preferências (DEAN et al., 2009). Simultaneamente, as tecnologias de informação apoiam as opções do cliente quanto as suas

compras e as decisões da empresa quanto à preço, projeto, planejamento da produção e gestão da cadeia de suprimentos.

Na etapa 3 foram elencadas as dimensões de serviços. Verificou-se que segundo Zeithaml (1981), Witell et al. (2011) e Ordanini et al. (2011), serviços são compostos por quatro dimensões: (i) intangibilidade, (ii) perecibilidade, (iii) variabilidade, e (iv) inseparabilidade. A intangibilidade corresponde ao fato de que em serviços o processo é o produto (KOTLER, KELLER, 2006). Por isso, os consumidores de serviços buscam por evidências da qualidade do serviço, tais como instalações, pessoas, equipamentos, material de divulgação e preço (BOOMS, BITNER, 1981; LEVITT, 1991). Perecibilidade diz respeito à incapacidade de estocar serviços. Assim, os gestores de organizações prestadoras de serviços devem promover ações que busquem proporcionar um equilíbrio entre oferta e demanda, tais como preços diferenciados, ações promocionais, serviços complementares e mecanismos de reserva (FITZSIMMONS, FITZSIMMONS, 2010). Variabilidade decorre da dependência do resultado da prestação do serviço nas pessoas. Dessa forma, as organizações que atuam no setor devem investir em processos de contratação e treinamento compatíveis com o posicionamento da empresa, padronizar o processo de execução do serviço e monitorar a satisfação dos clientes (ZAHAJ, GRIFFIN, 2002). Por fim, a inseparabilidade trata da simultaneidade entre prestador e consumidor, quase sempre necessária (LOVELOCK, WRIGHT, 2011).

Na quarta etapa, através da análise de especialistas definiu-se a intensidade de relacionamento entre os habilitadores e características da CM, apresentada nas posições de cruzamento entre as linhas e colunas da Tabela 1.

Tabela 4.1 Relações entre características e habilitadores de customização

Características de customização em massa	Habilitadores da customização							
	Metodologias	Processos				Sistemas e tecnologias de informação	Tecnologias de manufatura	
		Elicitação de ordem	Postponement	Plataforma de produtos	Manufatura			Cadeia de suprimentos
C1	5,17	7,67	6,50	8,00	7,00	6,50	6,83	6,67
C2	7,00	6,67	7,00	7,83	7,17	7,33	6,83	6,83
C3	5,33	8,67	6,50	6,00	5,33	5,00	8,17	6,33
C4	5,33	7,33	5,17	6,67	5,33	4,00	7,33	5,00
C5	4,83	8,50	6,17	5,17	5,83	6,50	9,00	6,50
C6	6,17	6,17	5,33	5,50	6,50	9,00	6,50	6,00
C7	5,67	6,50	5,00	6,33	8,33	6,00	7,67	7,50
C8	6,33	3,50	5,17	5,50	5,83	4,50	5,00	6,17
C9	6,17	5,00	4,17	5,67	5,50	4,67	5,17	3,83
C10	7,17	6,67	6,17	6,83	7,67	6,17	7,00	5,83
C11	7,50	4,67	5,00	7,33	7,17	5,00	5,50	6,67
C12	5,00	7,50	5,67	5,00	4,67	5,50	8,17	6,00
C13	7,33	5,17	4,67	7,67	7,33	4,83	5,17	7,67

Na sequência, os especialistas foram solicitados a identificar a intensidade dos relacionamentos entre habilitadores da CM e dimensões que caracterizam os serviços. Os resultados, correspondentes à média da opinião dos especialistas, vêm apresentados na Tabela 2.

Tabela 4.2 Relações entre habilitadores de customização e dimensões do serviço

		Dimensões do serviço				
		Intangibilidade	Percibilidade	Variabilidade	Inseparabilidade	
Habilitadores da customização	Metodologias	3,40	4,60	4,60	3,80	
	Processos	Elicitação de ordem	3,20	3,20	7,80	7,40
		Postponement	3,00	5,60	5,80	4,80
		Plataforma de produtos	3,00	3,60	4,80	4,40
		Manufatura	3,20	5,80	4,80	5,80
		Cadeia de suprimentos	3,20	5,60	3,80	4,80
	Sistemas e tecnologias de informação	4,40	5,00	8,00	7,20	
	Tecnologias de manufatura	3,00	3,80	4,00	5,20	

O grupo de especialistas do qual foram obtidos os resultados nas Tabelas 1 e 2 caracteriza-se por pessoas que trabalham cotidianamente com pesquisa na área de serviços e na área de CM. O grupo foi formado por três doutores na área de Engenharia de Produção, três na área de Administração de Empresas e dois doutorandos em Engenharia de Produção. A Tabela 3 caracteriza o grupo de especialistas.

Tabela 4.3 Características dos especialistas

Identificação	Formação	Área de atuação	Experiência na área (anos)
Especialista 1	Dr. Eng. Produção	Estratégia de produção	12
Especialista 2	Dr. Eng. Produção	Desenvolvimento do produto	7
Especialista 3	Dr. Eng. Produção	Gestão de serviços e manufatura	18
Especialista 4	Dr. Administração	Marketing	17
Especialista 5	Dr. Administração	Gestão de serviços	8
Especialista 6	Dr. Administração	Marketing	4
Especialista 7	Ms. Eng. Produção	Estratégia de produção	3
Especialista 8	Ms. Administração	Gestão de serviços e marketing	7

Na quinta etapa, dois casos foram analisados para ilustrar como empresas de serviços podem organizar a customização do serviço prestado. O primeiro caso é o de uma fornecedora de energia elétrica e o segundo, o de uma universidade privada. O objetivo dos estudos foi identificar habilitadores e características da CM a serem priorizadas na obtenção de serviços customizados, usando como base as relações estabelecidas nas Tabelas 1 e 2. Para tanto, utilizou-se a análise do QFD tradicional e do QFD reverso, proposta por Fogliatto *et al.* (2008). Ambas as análises são apresentadas na sequência.

O QFD é um método de desenvolvimento de produtos originado no Japão no início dos anos 1960. Duas abordagens para implementação do QFD encontram-se difundidas na

literatura: o modelo de Akao (1996) e o modelo da ASI (*American Supplier Institute*), apresentado por Cohen (1995) e usado no presente trabalho.

O modelo da ASI consiste de quatro matrizes inter-relacionadas, todas seguindo uma mesma lógica de análise. Considere uma matriz apresentando I itens nas linhas (por exemplo, características de customização do serviço) com pesos de importância organizados em um vetor \mathbf{w} de dimensão $(I \times 1)$, com elementos w_i , e J itens nas colunas (por exemplo, habilitadores de customização). Na parte central da matriz, onde linhas e colunas se interseccionam, analistas são solicitados a avaliar o impacto dos itens nas colunas sobre os itens nas linhas, normalmente usando uma escala numérica de 0 a 9 ou de 0 a 5. Seja r_{ij} o impacto do item na j -ésima coluna sobre o item na i -ésima linha, correspondendo ao elemento (i,j) de uma matriz de relacionamentos \mathbf{R} de dimensão $(I \times J)$. Ao analisar-se uma matriz do QFD, deseja-se obter como resultado um vetor de prioridades, de dimensão $(J \times 1)$, para os itens nas colunas; esse vetor é designado por \mathbf{p} e dado por:

$$\mathbf{p} = \mathbf{R}^t \mathbf{w}, \quad (1)$$

onde \mathbf{R}^t designa a transposta de \mathbf{R} .

As operações com as matrizes do QFD evoluem da primeira à última matriz. A informação é transferida ao longo dessas operações, tal que a última matriz resume os resultados da análise feita em todas as matrizes anteriores.

Na análise reversa do QFD (FOGLIATTO *et al.*, 2008) o objetivo é recuperar o vetor \mathbf{w} a partir de \mathbf{p} e \mathbf{R} informados pelo analista. Tal operação reversa pode ser realizada aplicando a equação abaixo a uma dada matriz do QFD:

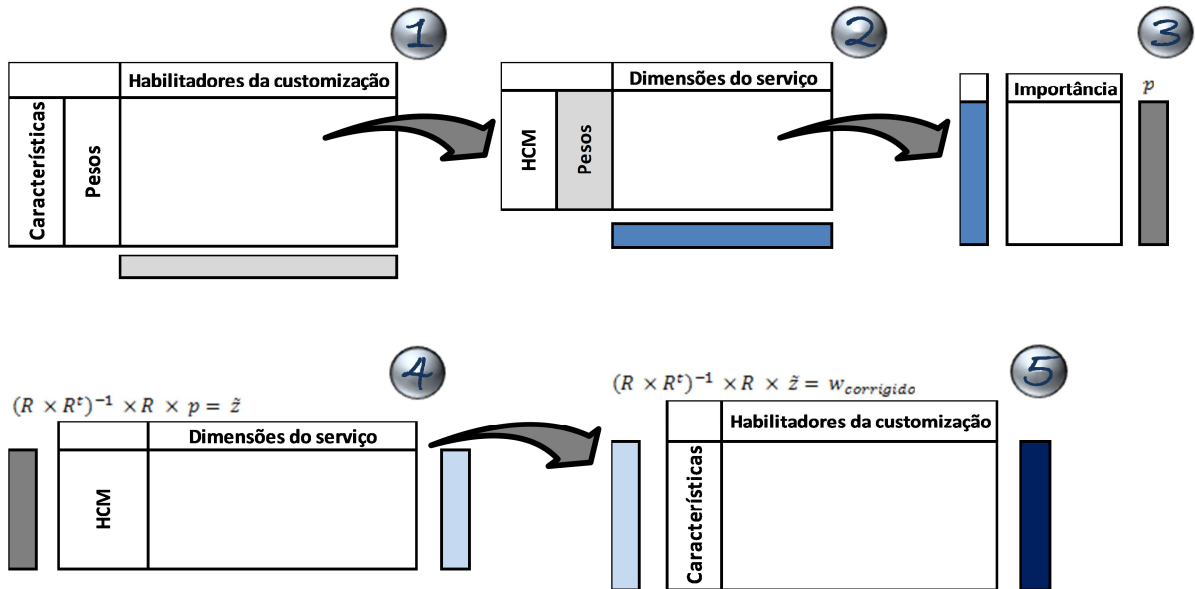
$$\hat{\mathbf{w}} = (\mathbf{R}\mathbf{R}^t)^{-1} \mathbf{R}\mathbf{p}, \quad (2)$$

onde $(\mathbf{R}\mathbf{R}^t)^{-1} \mathbf{R}$ é a pseudo-inversa de \mathbf{R} . A pseudo-inversa na eq. (2) permite recuperar o vetor \mathbf{w} em casos onde \mathbf{R} não é uma matriz quadrada (quando \mathbf{R} é uma matriz quadrada, $\mathbf{R}^{-1} = (\mathbf{R}\mathbf{R}^t)^{-1} \mathbf{R}$; ver Strang, 1988). A eq. (2) restaura \mathbf{w} sem nenhum erro sempre que \mathbf{R} for uma matriz inversível. Caso contrário, a recuperação de \mathbf{w} leva a um vetor com um erro residual acumulado em seu último elemento; quanto mais próximo \mathbf{R} for de uma matriz quadrada, menor o erro residual.

No QFD reverso se está interessado em uma situação onde o vetor de pesos de prioridades obtido através de operações normais em uma dada matriz do QFD é modificado para refletir alguma situação de interesse. Seja $\tilde{\mathbf{p}}$ o vetor de prioridades modificadas. Substituindo \mathbf{p} por $\tilde{\mathbf{p}}$ na eq. (2), a recuperação de \mathbf{w} não ocorre, mas obtém-se um novo vetor

\hat{w} de pesos que reflete as modificações representadas pelo vetor \tilde{p} . Confrontando-se os vetores w e \hat{w} , é possível avaliar os efeitos dos ajustes em p sobre os pesos originais. Uma situação similar é apresentada nos estudos de caso da seção 4 do presente artigo. A Figura 2 mostra a estrutura proposta.

Figura 4.2. Diagrama de opções do QFD e QFD reverso



4.4 RESULTADOS

4.4.1 Descrição dos casos

Os casos usados para testar o modelo são de distintas áreas de serviços. O primeiro caso foi realizado no setor de obras de uma fornecedora de energia elétrica. Esse setor caracteriza-se pelo alto volume de obras executadas mensalmente e a customização de cada uma delas. Por exemplo, em um mesmo mês existem obras de construção de uma subestação para um distrito industrial e, ao mesmo tempo, a instalação de um poste de luz em uma área residencial. Essas obras são customizadas a partir de um grupo de dois mil componentes, previstos em legislação nacional e normas específicas para o setor. Além do gerente de obras, responsável por aprovar e controlar todas as etapas do processo, dois coordenadores de obras participaram na realização deste estudo de caso.

O segundo caso foi realizado em uma Universidade, especificamente para entender a customização de uma área ensino de cursos de curta duração e aperfeiçoamento. Esses cursos são normalmente indicados a profissionais que finalizaram o seu bacharelado ou licenciatura e necessitam de atualização de conhecimentos em um curto espaço de tempo (menor que seis

meses). Nessa Universidade, esses cursos são modelados a partir de padrões de oferta, variando conforme a área de conhecimento, mas focados na manutenção de um volume semestral. Neste caso, os participantes na pesquisa foram o responsável por cursos de cursos duração da Universidade e duas vendedoras dos cursos, que recebem e classificam as demandas dos clientes.

Em ambos os casos, utilizaram-se as mesmas etapas. Primeiramente, a avaliação das CCMs foi coletada nas empresas através de entrevista e gravação dos dados com os participantes anteriormente mencionados. Nesse sentido, solicitou-se a avaliação do grau de importância de cada CCM e a importância de cada uma das dimensões de serviço. Na sequência, as informações foram repassadas para o modelo criado, possibilitando visualizar o papel de cada dimensão de serviço com relação às CCMs. Para tanto, foi realizado o procedimento do QFD reverso a partir de cada dimensão de serviço reponderada pela organização respondente.

Os dados coletados no primeiro e no segundo caso vêm apresentados na Tabela 4. Os dados foram usados para iniciar a operacionalização do QFD e, posteriormente, levaram à identificação das características mais importantes de CM em serviços.

Tabela 4.4 Informações coletadas nas empresas usadas no passo 1

Características de customização em massa		Importância para empresa respondente	
		Caso 1	Caso 2
C1	A estrutura/arquitetura de serviço organizada em famílias, plataformas, módulos e componentes.	5,00	5,00
C2	Projetos adaptáveis obtidos por processos customizados.	10,00	7,00
C3	Integração do cliente no processo de serviço, permitindo total atendimento de suas necessidades e expectativas.	10,00	8,00
C4	Planejamento de marketing e marketing do serviço.	3,00	8,00
C5	Sistemas de informação que funcionem como canais de comunicação.	10,00	7,00
C6	Customização da cadeia de suprimentos.	6,00	5,00
C7	Gestão de dados, configurações, etapas da prestação de serviço.	9,00	5,00
C8	Determinação de custos por atividades.	7,00	4,00
C9	Integração entre planejamento dos serviços e as metas da organização.	8,00	5,00
C10	Agilidade e velocidade da prestação de serviço.	10,00	5,00
C11	Ferramentas (engenharia concorrente, sistemas híbridos, etc.) e estratégias de produção (produção enxuta, produção em massa, etc.).	7,00	2,00
C12	Criação de conhecimento através de retroalimentação de informações.	8,00	5,00
C13	Técnicas de repetição, padronização, prototipagem e personalização.	9,00	7,00

No primeiro caso, as características notadamente mais importantes são C2, C3, C5 e C10 e as menos importantes são C1, C4 e C6. Contudo, para o segundo caso, as características mais importantes são C3 e C4, e as menos importantes são C11 e C9. A opinião das empresas mostra que não é possível fazer uma previsão sobre a importância das características para customização de serviços, o que justifica a necessidade de uma sistemática para direcionar a customização do serviço.

4.4.2 Discussão

No primeiro caso, a empresa informou as dimensões de variabilidade e inseparabilidade como sendo características de serviços mais importantes. Através dessa definição foi possível ponderar os critérios para reversão, como mostra a Figura 3.

Figura 4.3. Aplicação do método para o caso 1

Características	Pesos	Habilitadores da customização							
		Metodologias	Elicitação de ordem	Postponement	Processos			Sistemas e tecnologias de informação	Tecnologias de manufatura
					Plataforma de produtos	Manufatura	Cadeia de suprimentos		
C1	5	25,83	38,33	32,50	40,00	35,00	32,50	34,17	33,33
C2	10	70,00	66,67	70,00	78,33	71,67	73,33	68,33	68,33
C3	10	53,33	86,67	65,00	60,00	53,33	50,00	81,67	63,33
C4	3	16,00	22,00	15,50	20,00	16,00	12,00	22,00	15,00
C5	10	48,33	85,00	61,67	51,67	58,33	65,00	90,00	65,00
C6	6	37,00	37,00	32,00	33,00	39,00	54,00	39,00	36,00
C7	9	51,00	58,50	45,00	57,00	75,00	54,00	69,00	67,50
C8	7	44,33	24,50	36,17	38,50	40,83	31,50	35,00	43,17
C9	8	49,33	40,00	33,33	45,33	44,00	37,33	41,33	30,67
C10	10	71,67	66,67	61,67	68,33	76,67	61,67	70,00	58,33
C11	7	52,50	32,67	35,00	51,33	50,17	35,00	38,50	46,67
C12	8	40,00	60,00	45,33	40,00	37,33	44,00	65,33	48,00
C13	9	66,00	46,50	42,00	69,00	66,00	43,50	46,50	69,00
		625,33	664,50	575,17	652,50	663,33	593,83	700,83	644,33

HCM	Pesos	Dimensões do serviço			
		Intangibilidade	Percibilidade	Variabilidade	Inseparabilidade
MET	625,33	2126,13	2876,53	2876,53	2376,27
ELO	664,50	2126,40	2126,40	5183,10	4917,30
POST	575,17	1725,50	3220,93	3335,97	2760,80
PP	652,50	1957,50	2349,00	3132,00	2871,00
MAN	663,33	2122,67	3847,33	3184,00	3847,33
CS	593,83	1900,27	3325,47	2256,57	2850,40
SI / TI	700,83	3083,67	3504,17	5606,67	5046,00
TM	644,33	1933,00	2448,47	2577,33	3350,53
		16975,13	23698,30	28152,17	28019,63

P	Importância
16975,13	0,50
23698,30	1,00
28152,17	2,00
28019,63	2,00

	\tilde{z}
MET	-68,55
ELO	-14,13
POST	-32,39
PP	119,25
MAN	14,60
CS	-2,48
SI / TI	1,63
TM	-15,59

	Wcorrigido
C1	60,71
C2	64,73
C3	-73,18
C4	-634,55
C5	166,84
C6	-225,31
C7	-61,03
C8	-262,02
C9	47,70
C10	2,18
C11	401,82
C12	83,57
C13	-49,34

Na reversão foi possível verificar mudança de posição em boa parte das características; os resultados vêm apresentados no Quadro 2. Ressalta-se que não é importante a ordem das características determinadas no QFD reverso, mas o quanto estas variaram em relação à posição inicial definida pela nota da empresa (vide Tabela 4). Dessa forma, o Quadro 2 mostra um comparativo da classificação atribuída inicialmente pela empresa e a posição final.

Figura 4.4. Ranking para caso 1

QFD reverso		NT empresa		Características
-634,55	C4	3,00	C4	Planejamento de marketing e marketing do serviço.
-262,02	C3	5,00	C1	A estrutura/arquitetura de serviço organizada em famílias, plataformas, módulos e componentes.
-225,31	C6	6,00	C6	Customização da cadeia de suprimentos.
-73,182	C3	7,00	C8	Determinação de custos por atividades.
-61,028	C7	7,00	C11	Ferramentas (engenharia concorrente, sistemas híbridos, etc.) e estratégias de produção (produção enxuta, produção em massa, etc.).
-49,338	C13	8,00	C9	Integração entre planejamento dos serviços e as metas da organização.
2,18103	C10	8,00	C12	Criação de conhecimento através de retroalimentação de informações.
47,6998	C9	9,00	C7	Gestão de dados, configurações, etapas da prestação de serviço.
60,7123	C1	9,00	C13	Técnicas de repetição, padronização, prototipagem e personalização.
64,7277	C2	10,00	C2	Projetos adaptáveis obtidos por processos customizados.
83,5653	C12	10,00	C3	Integração do cliente no processo de serviço, permitindo total atendimento de suas necessidades e expectativas.
166,838	C5	10,00	C5	Sistemas de informação que funcionem como canais de comunicação.
401,824	C11	10,00	C10	Agilidade e velocidade da prestação de serviço.

redução
 aumento
 mesma posição

No caso, as características C2 e C5 já eram apontadas como as mais importantes pela empresa. Entretanto, as características C3 e C10, inicialmente ponderadas como importantes na classificação final aparecem, respectivamente, na décima e sétima posições no QFD reverso. Isso mostra que o julgamento inicial da organização não estava alinhado com as dimensões de serviço que a organização prioriza, o que nesse caso faz sentido: C3 refere-se ao total atendimento das necessidades do cliente, o que remeteria mais para uma estratégia de personalização do que propriamente de CM; já C10 reflete a forma como a empresa gerencia a demanda, dependendo mais da capacidade de sequenciamento dos atendimentos do que das pessoas envolvidas na prestação do serviço. Por outro lado, as características C4 e C6, inicialmente apontadas pela empresa entre as menos importantes, confirmaram sua posição após a utilização do QFD reverso.

A característica C1, que não tinha importância na opinião inicial da empresa, cresceu para a quinta posição na operacionalização do QFD reverso. Esse crescimento pode ser explicado pelo fato da companhia tratar a inseparabilidade como um dos critérios mais importantes, o que necessariamente implica na organização da estrutura de produto para que essa dimensão do serviço seja contemplada.

A característica C12, que subiu da sexta para a terceira posição, também merece destaque. A mudança de posição no ranking pode ser atribuída à nota dada pelos especialistas (vide Tabela 2), visto que as informações de customização podem ser usadas como elementos de aprendizagem quanto às demandas de clientes, algo que não é facilmente perceptível para uma organização.

No segundo caso, a dimensão do serviço definida pela Universidade abordada no caso como a mais importante foi a intangibilidade. A reversão vem mostrada na Figura 5.

Figura 4.5. Aplicação do método para caso 2

Características	Pesos	Habilitadores da customização							
		Metodologias	Elicitação de ordem	Postponemen t	Plataforma de produtos	Manufatura	Cadeia de suprimentos	Sistemas e tecnologias de informação	Tecnologias de manufatura
C1	5	25,83	38,33	32,50	40,00	35,00	32,50	34,17	33,33
C2	7	49,00	46,67	49,00	54,83	50,17	51,33	47,83	47,83
C3	8	42,67	69,33	52,00	48,00	42,67	40,00	65,33	50,67
C4	8	42,67	58,67	41,33	53,33	42,67	32,00	58,67	40,00
C5	7	33,83	59,50	43,17	36,17	40,83	45,50	63,00	45,50
C6	5	30,83	30,83	26,67	27,50	32,50	45,00	32,50	30,00
C7	5	28,33	32,50	25,00	31,67	41,67	30,00	38,33	37,50
C8	4	25,33	14,00	20,67	22,00	23,33	18,00	20,00	24,67
C9	5	30,83	25,00	20,83	28,33	27,50	23,33	25,83	19,17
C10	5	35,83	33,33	30,83	34,17	38,33	30,83	35,00	29,17
C11	2	15,00	9,33	10,00	14,67	14,33	10,00	11,00	13,33
C12	5	25,00	37,50	28,33	25,00	23,33	27,50	40,83	30,00
C13	7	51,33	36,17	32,67	53,67	51,33	33,83	36,17	53,67
		436,50	491,17	413,00	469,33	463,67	419,83	508,67	454,83

HCM	Pesos	Dimensões do serviço			
		Intangibilidade	Perecibilidade	Variabilidade	Inseparabilidade
MET	436,50	1484,10	2007,90	2007,90	1658,70
ELO	491,17	1571,73	1571,73	3831,10	3634,63
POST	413,00	1239,00	2312,80	2395,40	1982,40
PP	469,33	1408,00	1689,60	2252,80	2065,07
MAN	463,67	1483,73	2689,27	2225,60	2689,27
CS	419,83	1343,47	2351,07	1595,37	2015,20
SI / TI	508,67	2238,13	2543,33	4069,33	3662,40
TM	454,83	1364,50	1728,37	1819,33	2365,13
		12132,67	16894,07	20196,83	20072,80

P	Importância
24265,33	0,50
8447,03	0,50
10098,42	0,50
10036,40	2,00

	\tilde{Z}
MET	42,76
ELO	-4,22
POST	-53,28
PP	-36,09
MAN	16,24
CS	-4,79
SI / TI	25,68
TM	12,57

	Wcorrigido
C1	3,41
C2	-2,26
C3	7,32
C4	-15,88
C5	-7,35
C6	-6,82
C7	11,02
C8	-14,92
C9	22,36
C10	-14,15
C11	54,29
C12	16,35
C13	-8,79

As mudanças de posição no ranking dada a realização do QFD reverso é perceptível, já que as quatro características definidas como mais importantes pela organização são diferentes após a utilização da metodologia. No caso, as características C7, C9, C11 e C12 ocupam as primeiras posições. A característica C11 é preponderante especialmente pela importância dada pelos especialistas, visto que no caso dessa Universidade utilizar ferramentas e estratégias de produção são aparentemente menos urgentes que outras mudanças. A característica C9 é muito importante para organização, não tendo sido bem pontuada inicialmente. Porém, fica claro que para a Universidade planejar o serviço

customizado, uma das prioridades é alinhá-lo às metas organizacionais. A Figura 6 traz o ranking das CCMs antes e depois da aplicação do QFD reverso no segundo estudo de caso.

Figura 4.6. Ranking para caso 2

QFD reverso		NT empresa		Características
-15,876	C4	2,00	C11	Ferramentas (engenharia concorrente, sistemas híbridos, etc.) e estratégias de produção (produção enxuta, produção em massa, etc.).
-14,92	C8	4,00	C8	Determinação de custos por atividades.
-14,148	C10	5,00	C1	A estrutura/arquitetura de serviço organizada em famílias, plataformas, módulos e componentes.
-8,7921	C13	5,00	C6	Customização da cadeia de suprimentos.
-7,3463	C5	5,00	C7	Gestão de dados, configurações, etapas da prestação de serviço.
-6,8225	C6	5,00	C9	Integração entre planejamento dos serviços e as metas da organização.
-2,2643	C2	5,00	C10	Agilidade e velocidade da prestação de serviço.
3,4107	C1	5,00	C12	Criação de conhecimento através de retroalimentação de informações.
7,31674	C3	7,00	C2	Projetos adaptáveis obtidos por processos customizados.
11,0238	C7	7,00	C5	Sistemas de informação que funcionem como canais de comunicação.
16,3495	C12	7,00	C13	Técnicas de repetição, padronização, prototipagem e personalização.
22,3569	C9	8,00	C3	Integração do cliente no processo de serviço, permitindo total atendimento de suas necessidades e expectativas.
54,2883	C11	8,00	C4	Planejamento de marketing e marketing do serviço.

redução
 aumento
 mesma posição

Na sequência, a terceira posição é ocupada pela característica C12. Inicialmente não priorizada, a criação do conhecimento através de retroalimentação é importante para um ambiente de cursos de curta duração. A utilização das informações dos consumidores auxilia na definição de novas demandas, permitindo customização em maiores níveis e com maior abrangência. Outra característica que ascendeu posições foi a C7. Na verdade, era esperado que a Universidade priorizasse a gestão de suas opções e etapas na elaboração, anteriormente à oferta do curso.

Por outro lado, é interessante ver como as características C3, C4, C5 e C13 apresentaram decréscimos em suas posições. No caso de C3, pode-se explicar a queda em decorrência da classificação dos especialistas. Essa característica reflete um nível alto de customização a ser ofertado pela empresa; assim, mesmo que a organização a considere importante, não há como priorizar essa característica em detrimento de outras. A característica C4 teve uma inversão completa em sua posição. Isso pode ser explicado uma vez que essa característica é dependente da estratégia da organização.

A característica C5 apresentou um decréscimo porque, na opinião dos especialistas (ver Tabela 2), é tratada como um meio de interface entre o cliente e a organização. A classificação da empresa é consequência de uma interpretação na qual essa característica é entendida como a porta de venda do serviço. Assim, entende-se porque a característica decresce de sua classificação inicial para uma posição inferior. Por fim, pode-se explicar a queda da característica C13 em função da importância dada pelos especialistas para as

questões de padronização e personalização. Na realidade a característica padronização e personalização depende de uma estrutura de customização; essa característica é importante para tornar a customização em massa do serviço uma estratégia madura.

A análise dos casos revela que há características de customização em massa mais próximas à área de serviços, enquanto outras não são compatíveis, como vem apresentado na Tabela 5. Por exemplo, C11 e C12 são as mais próximas da área de serviços, enquanto C4 e C8 são mais distantes.

Tabela 4.5 Comparação de rankings

Características de customização em massa		Importância para implementar os serviços customizados	
		Caso 1	Caso 2
C1	A estrutura/arquitetura de serviço organizada em famílias, plataformas, módulos e componentes.	5°	6°
C2	Projetos adaptáveis obtidos por processos customizados.	4°	7°
C3	Integração do cliente no processo de serviço, permitindo total atendimento de suas necessidades e expectativas.	10°	5°
C4	Planejamento de marketing e marketing do serviço.	13°	13°
C5	Sistemas de informação que funcionem como canais de comunicação.	2°	9°
C6	Customização da cadeia de suprimentos.	11°	8°
C7	Gestão de dados, configurações, etapas da prestação de serviço.	9°	4°
C8	Determinação de custos por atividades.	12°	12°
C9	Integração entre planejamento dos serviços e as metas da organização.	6°	2°
C10	Agilidade e velocidade da prestação de serviço.	7°	11°
C11	Ferramentas (engenharia concorrente, sistemas híbridos, etc.) e estratégias de produção (produção enxuta, produção em massa, etc.).	1°	1°
C12	Criação de conhecimento através de retroalimentação de informações.	3°	3°
C13	Técnicas de repetição, padronização, prototipagem e personalização.	8°	10°

4.5 CONCLUSÕES

O objetivo do trabalho foi de criar um método para projetar o serviço customizado em massa. Dessa forma, as variáveis (i) características de customização em massa, (ii) habilitadores de customização em massa e (iii) habilitadores de serviços foram relacionadas através de um procedimento que utiliza o QFD e o QFD reverso.

Os resultados mostram que é possível aplicar o método proposto para duas situações. Primeiro para avaliar quais características de CM são mais importantes para um serviço customizado já existente. Segundo para projetar um serviço customizado, pressupondo que esse serviço não exista. Os casos utilizados refletem essas duas situações. No primeiro caso o

serviço de obras já é customizado, e procedeu-se a sua avaliação. No segundo caso, há uma proposta de customização de cursos de curta duração.

A contribuição no primeiro caso está no fato de permitir que as melhorias sejam focadas naquilo que a empresa realmente considere importante. A utilização da metodologia estratifica as características mais importantes na visão da empresa e corrige essa análise a partir do habilitador de serviço entendido como o mais importante para um tipo de negócio.

A contribuição no segundo caso reside em sua originalidade; trata-se de uma proposição não encontrada na literatura. Através dela, é possível inserir uma fase preliminar na customização do serviço, onde deficiências e prioridades podem ser identificadas, facilitando o entendimento das necessidades do cliente. Por exemplo, a estruturação de qualquer serviço customizado de manutenção poderá ser realizada pelo grupo de necessidades e especificações do cliente para um dado grupo de máquinas.

Por fim, pode-se dizer que a metodologia pode ser aplicada para projetar serviços customizados. Há uma base teórica que respalda as características, os habilitadores de customização em massa e os habilitadores de serviço. Além disso, não se identificou na literatura uma sistemática similar para projetar o serviço customizado. Alternativamente, poderia ser concebida uma sistemática para avaliar as fases de projeto e prestação do serviço customizado.

4.6 REFERÊNCIAS

ABDELKAFI, N., PERO, M., BLECKER, T., SIANESI, A. NPD-SCM Alignment in Mass Customization. In.: FOGLIATTO, F.S., DA SILVEIRA, G. **Mass Customization: Engineering and Managing Global Operations**. Springer Velag, 2010.

AKAO, Y. (1996) **Manual de aplicação do desdobramento da função qualidade** (volume 1) - Introdução ao desdobramento da qualidade. trad. de Zelinda Tomie Fujikawa, Seiichiro Takahashi.- Belo Horizonte: UFMG, Escola de Engenharia, Fundação Cristiano Ottoni.

ALIZON, F.; KHADKE, K.; THEVENOT, H. J.; GERSHENSON, J. K.; MARION, T. J.; SHOOTER, S. B., SIMPSON, T.W. Framework for product family design and development. **Concurrent Engineering: Research and Applications**, v.15, n.2, p.187-199, 2007.

APEAGYEI, P. R.; OTIENO, R. Usability of pattern customizing technology in the achievement and testing of fit for mass customisation. **Journal of Fashion Marketing and Management**, v. 11, n. 3, p. 349-365, 2007.

BARDAKCI, A.; WHITELOCK, J. A comparison of customers' readiness for mass-customisation: Turkish vs British customers. **European Business Review**, v. 17, n. 5, p. 397-410, 2005.

_____. How “ready” are customers for mass customization? An exploratory investigation. **European Journal of Marketing**, v. 38, n. 11/12, p. 1396-1416, 2004.

_____. Mass-customisation in marketing: the consumer perspective. **Journal of Consumer Marketing**, v. 20, n. 5, p. 463-479, 2003.

BARE, M.; COX, J. J. Applying principles of mass customization to improve the empirical product development process. **Journal of Intelligent Manufacturing**, v.19, p.565-576, 2008.

BASK, A. H.; TINNILA, M.; RAJAHONKA, M. Matching service strategies, business models and modular business processes. **Business Process Management Journal**, v.16, n.1, p.153-180, 2010.

BOOMS, B.H.; BITNER, M.J. Marketing Strategies and Organizational Structures for Service Firms. In: DONNELLY, J.; GEORGE, W.R.. **Marketing of Services**. Chicago: American Marketing Association, 1981, p. 47-51.

BROWN, S; BESSANT, J. The manufacturing strategy-capabilities links in mass customisation and agile manufacturing – an exploratory study. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 23, n. 7, p. 707-730, 2003.

BRUN, A.; ZORZINI, M. Evaluation of product customization strategies through modularization and postponement. **International Journal of Productions Economics**, v.120, p.205-220, 2009.

BUFFINGTON, J. Comparison of mass customization and generative customization in mass markets. **Industrial Management & Data Systems**, v.111, n.1, p.41-62, 2011.

CAO, J.; WANG, J.; LAW, K.; ZHANG, S. LI, M. An interactive service customization model. **Information and Software Technology**, v.48, p.280-296, 2006.

CHEN, Z.; WANG, L. A generic activity-dictionarybased method for product costing in mass customization. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 18, n. 6, p. 678-700, 2007.

CHO, H.; FIORITO, S. S. Acceptance of online customization for apparel shopping. **International Journal of Retail & Distribution Management**, v. 37, n. 5, p. 389-407, 2009.

COHEN, W. W. Pac-learning non-recursive prolog clauses. **Artificial Intelligence**, v.79, n.1, p.1-38, 1995.

CONNELL, L. J. A.; ULRICH, P. V.; BRANNON, E. L. A consumer-driven model for mass customization in the apparel market. **Journal of Fashion Marketing Management**, v.6, n.3, p.240-258, 2002.

CORBETT, B.; ROSEN, D. W. A configuration design based method for platform commonization for product families. **Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing**, v.18, p.21-39, 2004.

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.

- DAHMUS, J. B.; ZUGASTI, J. G. P.; OTTO, K. N. Modular product architecture. **Designs Studies**, v.22, n.5, p.409-424, 2001.
- DAI, Z.; SCOTT, M. J. Product platform design through sensitivity analysis and cluster analysis. **International Journal of Intelligent Manufacturing**, v.18, p.97-113, 2007.
- DAVIS, S. M. From future perfect: Mass customizing. **Planning Review**, v.17, p.16-21, 1987.
- DEAN, P. R., TU, Y. L. XUE, D. An information system for one-of-a-kind production. **International Journal of Production Research**, v.47, n.4, p.1071-1087, 2009.
- DIETRICH, A. J.; KIRN, S.; SUGUMARAM, V. A service-oriented architecture for mass customization: a shoe industry case study. **IEEE Transactions on Engineering Management**, v.54, n.1, p.190-204, 2007.
- DU, J.; JIAO, Y.; JIAO, J. Integrated BOM and routing generator for variety synchronization in assembly-to-order production. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v.16, n.2, p.233-243, 2005.
- DURAY, R. Mass customization origins: mass or custom manufacturing? **International Journal of Operations & Production Management**. v. 22, n. 3, p. 314-328, 2002.
- DURAY, R.; WARD, P. T.; MILLIGAN, G. W.; BERRY, W. L. Approaches to mass customization: configurations and empirical validation. **Journal of Operations Management**, v.18, p.605-625, 2000.
- ENDO, S.; KINCADE, D. H. Mass customization for long-term relationship development: Why consumers purchase mass customized products again. **Qualitative Market Research: An International Journal**. v.11, n.3, p.275-294, 2008.
- FENG, Y. X.; ZHENG, B.; WEI, Z.; TAN, J. R. An exploratory study of the general requirement representation model for product configuration in mass customization mode. **International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v.40, p.785-796, 2008.
- FIORE, A. Relationships between optimum stimulation level and willingness to use mass customization options. **Journal of Fashion Marketing and Management**, v. 5, n. 2, p. 91-101, 2000.
- FITZSIMMONS, J.A.; FITZSIMMONS, M.J. **Administração de Serviços**. Porto Alegre: Bookman, 2010.
- FIXSON, S. K. Modularity and commonality research: past developments and future opportunities. **Concurrent Engineering: Research and Applications**, v.15, n.2, p.85-110, 2007.
- FOGLIATTO, F. S.; DA SILVEIRA, G. J. C.; BORENSTEIN, D. The mass customization decade: An updated review of the literature. **International Journal of Production Economics**, v.138, p.14-25, 2012.

FOGLIATTO, F. S.; SILVEIRA, G. J. C. da. Mass customization: A method for market segmentation and choice menu design. **International Journal of Productions Economics**, v.111, p.606-622, 2008.

FRUTOS, D. J.; BORENSTEIN, D. A framework to support customer–company interaction in mass customization environments. **Computers in Industry**, v.54, p115-135, 2004.

GERSHENSON, J. K.; PRASAD, G. J.; ZHANG, Y. Product modularity: definitions and benefits. **Journal of Engineering Design**, v.14, n.3, p.295-313, 2003.

GERSHENSON, J. K. Product modularity: measures and design methods. **Journal of Engineering Design**, v.15, n.1, p.33-51, 2004.

GOTTFRIDSSON, P. Development of personalized services in small business: an iterative learning process. **Managing Service Quality**, v.20, n.4, p.388-400, 2010.

GRENCI, R. T.; WATTS, C. A. Maximizing customer value via mass customized e-consumer services. **Business Horizons**, v.50, p.123-132, 2007.

HAUG, A.; LADEBY, K.; EDWARDS, K. From engineer-to-order to mass customization. **Management Research News**, v.32, n.7, p.633-644, 2009.

HELO, P. T.; XU, Q. L.; KYLLÖNEM, S. J.; JIAO, R. J. Integrated Vehicle Configuration System. – Connecting the domains of mass customization. **Computer in Industry**, v.61, p.44-52, 2010.

HELMS, M. M.; AHMADI, M.; JIH, W. J. K.; ETTKIN, L. P. Technologies in support of mass customization strategy: Exploring the linkages between e-commerce and knowledge management. **Computers in Industry**, v.59, p.351-363, 2008.

HOEK, R. I. V. The rediscovery of postponement a literature review and directions for research. **Journal of Operations Management**, v.19, p.161-184, 2001.

HUANG, G. Q.; ZHANG, X. Y.; LO, V. H. Y. Integrated configuration of platform products and supply chains for mass customization: a game-theoretic approach. **IEEE Transactions on engineering management**, v.54, n.1, p.156-171, 2007.

HUANG, G. Q.; ZHANG, X. Y.; LIANG, L. Towards integrated optimal configuration of platform products, manufacturing processes, and supply chains. **Journal of Operations Management**, v.23, p.267-290, 2005.

HUEMER, L. Unchained from the chain: Supply management from a logistics service provider perspective. **Journal of Business Research**, v.65, p.258-264, 2012.

ISMAIL, H.; REID, I.; POOLTON, J.; AROKIAM, I.; MOONEY, J. How Small and Medium Enterprises Effectively Participate in the Mass Customization Game. **IEEE Transactions on engineering management**, v.54, n.1, P.88-97, 2007.

JIAO, J.; TSENG, M. M. Customizability analysis in design for mass customization. **Computer Aided Design**, v.36, p.745-757, 2004.

- JIAO, J.; MA, Q.; TSENG, M. M. Towards high value-added products and services: mass customization and beyond. **Technovation**, v.23, p.809-821, 2003.
- JIAO, J.; TSENG, M. M. A methodology of developing product family architecture for mass customization. **Journal of Intelligent Manufacturing**, v.10, p.3-20, 1999.
- JIAO, J.; SIMPSON, T. W., SIDDIQUE, Z. Product family design and platform-based product development: a state-of-the-art review. **Journal of Intelligent Manufacturing**, v.18, p.5-29, 2007.
- JIN, L.; HE, Y.; SONG, H. Service customization: To upgrade or to downgrade? An investigation of how option framing affects tourists' choice of package-tour services. **Tourism Management**, p.1-10, 2011.
- JITPAIBOON, T.; DANGOL, R.; WALTERS, J. The study of cooperative relationships and mass customization. **Management Research News**, v.32, n.9, p.804-815, 2009.
- JOSE, A.; TOLLENAERE, M. Modular and platform methods for product family design: literature analysis. **Journal of Intelligent Manufacturing**, v.16, p.371-390, 2005.
- KARLSSON, A. Assembly-initiated production - a strategy for mass-customization utilizing modular, hybrid automatic production systems. **Assembly Automation**, v.22, n.3, p.239-247, 2002.
- KINCADE, D. H.; REGAN, C.; GIBSON, F. Y. Concurrent engineering for product development in mass customization for the apparel industry. **International Journal of Operations & Production Management**, v.27, n.6, p.627-649, 2007.
- KOTHA, S. Mass Customization: Implementing the Emerging Paradigm for Competitive Advantage. **Strategic Management Journal**, v.16, p.21-42, 1995.
- KOTLER, P.; KELLER, K.L. **Administração de Marketing**. São Paulo: Pearson, 2006.
- KUMAR, A. From mass customization to mass personalization: a strategic transformation. **International Journal of Flexibility and Manufacturing System**, v.19, p.533-547, 2008.
- KUMAR, A.; GATOUEFI, S.; REISMAN, A. Mass customization research: trends, directions, diffusion intensity, and taxonomic frameworks. **International Journal of Flexibility and Manufacturing System**, v.19, p.637-665, 2008.
- LEE, N. K. S., DAI, J. B. Designing and Planning of Material Handling Systems for Mass Customization. In: FOGLIATTO, F.S., DA SILVEIRA, G. **Mass Customization: Engineering and Managing Global Operations**. Springer Velag, 2010.
- LEVITT, T. **A imaginação de Marketing**. São Paulo: Atlas, 1991.
- LI, Yi; XUE, Deyi; GU, Peihua. Design for Product Adaptability. **Concurrent Engineering**, v. 16, n. 3, p. 221-232, Sept. 2008.
- LINDQUIST, A.; BERGLUND, F.; JOHANNESSON, H. Supplier Integration and Communication Strategies in Collaborative Platform Development. **Concurrent Engineering**, v.16, n.1, p.23-35, 2008.

- LIU, J. J. H.; YEN, L.; TZENG, G. H. Using decision rules to achieve mass customization of airline services. **European Journal of Operations Research**, v.205, p.680-686, 2010.
- LOVELOCK, C.; WIRTZ, J.; HEMZO, M. **Marketing de Serviços: pessoas, tecnologia e estratégias**. São Paulo: Pearson, 2011.
- MA, Y.; JIAO, J.; DENG, Y. Web Service-oriented Electronic Catalogs for Product Customization. **Concurrent Engineering**, v.16, n.4, p.263-270, 2008.
- MARION, T. J.; FREYER, M.; SIMPSON, T. W.; WYSK, R. A. Design for mass customization in the early stages of product development. **International Design Engineering Technical Conferences & Computers and Information in Engineering Conference**, p.10-13, 2006.
- MCCARTHY, I. P., PITT, L., BERTHON, P. Service Customization Through Dramaturgy. In.: FOGLIATTO, F.S., DA SILVEIRA, G. **Mass Customization: Engineering and Managing Global Operations**. Springer Velag, 2010.
- MUFFATTO, M. Introducing a platform strategy in product development. **International Journal of Production Economics**, v.60-61, p.145-153, 1999.
- MUN, D.; JANG, K.; HAN, S.; KIM, J.; HWANG, H. Engineered-to-order Approach for Providing Flexibility in e-Commerce of Mold Parts. **Concurrent Engineering**, v.15, n.4, p.345-355, 2007.
- NI, Q. F.; LU, W. F.; YARLAGADDA, P. K. D. V. An Extensible Product Structure Model for Product Lifecycle Management in the Make-to-Order Environment. **Concurrent Engineering**, v.16, n.4, p.243-251, 2008.
- NIELSEN, K. J.; COX, J. J. Implementation of Biomechanical Mating Conditions in CAD. **Computer Aided Design and Applications**, v.5, n.1-4, p.338-353, 2008.
- ORDANINI, A., MICELI, L. PIZZETTI, M., PARASURAMAN, A. Crowd-funding: transforming customers into investors through innovative service platforms. **Journal of service management**, v.22, n.4, p.443-470, 2011.
- O'SHAUGHNESSY, J.; O'SHAUGHNESSY, N. J. The service-dominant perspective: a backward step? **European Journal of Marketing**, v.43, n.5/6, p.784-793, 2009.
- PAN, B.; HOLLAND, R. A mass customised supply chain for the fashion system at the design-production interface. **Journal of Fashion Marketing and Management**, v. 10, n. 3, p. 345-359, 2006.
- PETERS, L.; SAIDIN, H. IT and the mass customization of services: the challenge of implementation. **International Journal of Information Management**, v.20, p.103-119, 2000.
- PILLER, F. T.; MOESLEIN, K.; STOTKO, C. M. Does mass customization pay? An economic approach to evaluate customer integration. **Production Planning and Control**, v.15, n.4, p.435-444, 2004.

- PILLER, F.T. Mass Customization: Reflections on the State of the Concept. **International Journal of Flexible Manufacturing Systems**, v.16, p.313-334, 2004.
- PILLER, F. T. Observations on the present and future of mass customization. **International Journal of Flexibility and Manufacturing System**, v.19, p.630-636, 2008.
- SALVADOR, F.; MARTIN, P.; PILLER, F. Decodificando a customização em massa. **HSM Management**, v.6, n.77, p.140-148, 2009.
- SALVADOR, F.; FORZA, C.; RUNGTUSANATHAM, M. Modularity, product variety, production volume, and component sourcing: theorizing beyond generic prescriptions. **Journal of Operations Management**, v.20, p.549-575, 2002.
- SHAMSUZZOHA, A.; KYLLÖNEN, S.; HELO, P. Collaborative customized product development framework. **Industrial Management and Data System**, v.109, n.5, p.718-735, 2009.
- SIDDIQUE, Z.; BODDU, K. R. A mass customization information framework for integration of customer in the configuration/design of a customized product. *Artificial Intelligence for Engineering Design*, **Analysis and Manufacturing**, v.18, p.71-85, 2004.
- SIGALA, M. Mass customization implementation models and customer value in mobile phones services: Preliminary findings from Greece. **Managing Service Quality**, v.16, n.4, p.395-420, 2006.
- SIMPSON, T. W.; MARION, T.; WECK, O.; OTTO, K. H.; KOKKOLARAS, M.; SHOOTER, S. B. Platform-Based Design And Development: Current Trends And Needs In Industry. **International Design Engineering Technical Conferences & Computers and Information in Engineering Conference**, 2006.
- SIMPSON, T.W.; MAIER, J. R. A.; MISTREE, F. Product Platform design: method and application. **Research Engineering Design**, v.13, p.2-22, 2001.
- SIMPSON, T. W. Product platform design and customization: Status and promise. **Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing**, v.18, p.3-20, 2004.
- SPRING, M.; ARAUJO, L. Service, services and products: rethinking operations strategy. **International Journal of Operations & Production Management**, v.29, n.5, p.444-467, 2009.
- STARR, M. K. Modular production – a 45-year-old concept. **International Journal of Operations & Production Management**, v.30, n.1, p. 7-19, 2010.
- TANG, A.; AVGERIOU, P.; JANSEN, A.; CAPILLA, R.; BABAR, M. A. A comparative study of architecture knowledge management tools. **The Journal of Systems and Software**, v.83, p.352-370, 2010.
- THEVENOT, H. J.; SIMPSON, T. W. Commonality indices for product family design: a detailed comparison. **Journal of Engineering Design**, v.17, n.2, p.99-119, 2006.
- TRENTIN. A.; PERIN, E.; FORZA, C. Product configurator impact on product quality. **International Journal of Production Economics**, v.135, p.850-859, 2012.

TSENG, M. M.; JIAO, J. Design for Mass Customization. **Annals of the CIRP**, v.45, n.1, p.153-156, 1996.

TSENG, M. M., RADKE, A. M. Production Planning and Control for Mass Customization. In.: FOGLIATTO, F.S., DA SILVEIRA, G. **Mass Customization: Engineering and Managing Global Operations**. Springer Velag, 2010.

WALSH, K.; GORDON, J. R. Understanding professional service delivery. **International Journal of Quality and Service Sciences**, v.2, n.2, p.217-238, 2010.

WANG, H.; LIN, Z. Defects tracking matrix for mass customization production based on house of quality. **International Journal of Flexibility and Manufacturing System**, v.19, p.666-684, 2008.

WILLIAMS, C. B.; ALLEN, J. K.; ROSEN, D. W.; MISTREE, F. Designing Platforms for Customizable Products and Processes in Markets of Non-Uniform Demand. **Concurrent Engineering**, v.15, n.2, p.201-216, 2007.

WITELL, L., KRISTENSSON, P., GUSTAFSSON, A., LOFGREN, M. Idea generation: customer co-creation versus traditional market research techniques. **Journal of Service Management**, v.22, n.2, p.140-159, 2011.

YANG, B.; BURNS, N. D.; BACKHOUSE, C. J. Postponement: a review and an integrated framework. **International Journal of Operations & Production Management**, v.24, n.5, p.468-487, 2004.

ZAHAJ, D; GRIFFIN, A. Are customer information systems worth it? Results from B2B services. **Marketing Science Institute**. Working Paper, 2002.

ZEITHAML, V.A. How consumer evaluation process differ betwenn goods and services. In: DONNELLY, J.; GEORGE, W.R.. **Marketing of Services**. Chicago: American Marketing Association, 1981, p. 186-190.

ZHA, X. F.; SRIRAM, R. D.; LU, W. F. Evaluation and selection in product design for mass customization: A knowledge decision support approach. **Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing**, v.18, p.87-109, 2004.

ZHANG, X.; CHEN, R. Forecast-driven or customer-order-driven? An empirical analysis of the Chinese automotive industry. **International Journal of Operations & Production Management**, v.26, n.6, p.668-688, 2006.

ZHANG, W. Y.; TOR, S, Y.; BRITTON, G. A. Managing modularity in product family design with functional modeling. **International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v.30, p.579-588, 2005.

5 ARTIGO 4 – Atributos determinantes e serviços customizados em massa: sistemática para realizar o ajuste ótimo da oferta

Publicado na Revista Desenvolvimento em Questão – ISSN 2237-6453

Gabriel Vidor

Janine Fleith de Medeiros

Cassiana Maris Lima Cruz

Resumo

A customização em massa tem despertado contínuo interesse da academia e de empresas, dada a sua contribuição em termos operacionais e de gestão para o cotidiano das organizações. Contudo, apesar do tema apresentar soluções potenciais para a área de manufatura, com estudos consolidados em cadeia de suprimentos, análise de mercado, planejamento da estrutura de produtos e planejamento e controle da produção, ainda existem questionamentos sobre a real aplicabilidade da customização em massa na área de serviços. Diante do exposto, o objetivo desse trabalho centrou na criação de uma metodologia capaz de mensurar a perda de qualidade tolerável em serviços customizados. Pontualmente, o método desenvolvido possibilita medir a diferença entre o serviço oferecido com cenários elaborados pelos clientes. Destaca-se que foi empregada para a proposição da sistemática a técnica de função perda quadrática, as quais modelaram os cenários de utilidade do serviço customizado e compararam este com o serviço padrão ofertado. Quanto aos resultados obtidos, embora a sistematização tenha sido aplicada em apenas um caso de análise, estes elucidam que a técnica pode ser aplicada para ajustar a oferta de distintos serviços que se pretende customizar. Pontualmente, um aspecto positivo do método proposto refere-se à possibilidade de priorização de alternativas de oferta a partir dos atributos determinantes de escolha, sendo possível calcular a vantagem econômica de cada opção para a organização.

Palavras-chaves: Customização em Massa. Especificação do Produto. Otimização.

5.1 INTRODUÇÃO

Os critérios de avaliação empregados para a tomada de decisão de compra constituem importante foco das pesquisas realizadas na área do comportamento do consumidor (BETTMAN, et al., 1998; MOWEN, MINOR, 2003; BLACKWELL, et al., 2005). Com base nos resultados advindos de distintos estudos, é possível afirmar que os consumidores se utilizam de um conjunto de atributos, com importâncias definidas individualmente, para optar por determinado produto em detrimento de outro (ALPERT, 1971; ZEITHAML, 1988; KELLER, 1993; NOWLIS, SIMONSON, 1997; SWAIT, SWEENEY, 2000; ALLEN, 2001; ALLEN, et al., 2002; MARIËLLE, CREUSEN, 2005; KIM, SRINIVASAN, 2009).

Neste contexto, conhecer os atributos importantes e o valor estabelecido para cada um destes é fundamental quando se deseja realizar o ajuste ótimo das características e benefícios de um bem para comercialização, principalmente se a organização objetiva customizar em massa a sua oferta (MCMILLAN, MCGRATH, 1996; VERYZER, MOZOTA, 2005; DAHAN et al., 2010). Todavia, uma das questões em aberto nas teorias relacionadas ao processo da customização em massa centra nos mecanismos mais adequados para mensurar o quanto um serviço customizado está atendendo as necessidades dos clientes (FANGFANG et al., 2008).

A customização em massa permite que os bens e os serviços tenham, em sua composição final, variáveis que são definidas pelas necessidades dos clientes (CAO et al., 2006). A quantidade de atributos que o cliente pode escolher depende do nível de customização que uma empresa aceita operar (PAN e HOLLAND, 2006). Contudo, mensurar a capacidade das organizações em atender aos requisitos do bem e do serviço customizado não é simples (RAI e ALLADA, 2003). A qualidade na customização em massa está em fornecer bens e serviços que atendam as demandas individuais.

Isto sinaliza que um produto de qualidade, sob a perspectiva da customização, é aquele que vai ao encontro das necessidades do cliente, atendendo as suas expectativas na totalidade. Entretanto, o atendimento da totalidade das necessidades do cliente pode ser inviabilizado, dado o custo e o tempo altíssimo de atendimento, ou mesmo por questões de escopo e de negócio de uma dada organização (DURAY, 2002). Assim sendo, torna-se relevante conhecer quanto é a perda (ou não qualidade) que um produto pode apresentar em relação às necessidades do consumidor, ou seja, que atributos são salientes e quais são determinantes (ALPERT, 1971). Essa não qualidade, quando conhecida, pode, por exemplo, informar à empresa faixas de operação para grupos de clientes.

Considerando o exposto, o objetivo geral desse trabalho centra em estabelecer uma metodologia para realizar o ajuste ótimo de ofertas de serviços para customização em massa. Especificamente, o estudo busca definir mecanismos para que distintas organizações possam definir níveis de trabalho e de atendimento para determinados clientes, escalonando ofertas de acordo com determinados níveis de customização, tendo por referência atributos determinantes de escolha para a decisão de compra. Portanto, para a realização desta proposição metodológica assume-se que a qualidade percebida na customização de serviços depende da satisfação das necessidades dos clientes, sendo necessário modelar um índice de qualidade para cada configuração de atributos estabelecida pelos consumidores, premissa que

inviabiliza a utilização de técnicas de controle de qualidade tradicionais, normalmente aplicadas à produção em massa.

Este artigo está organizado em cinco seções. Além dessa introdução, a seção 2 fornece informações sobre a teoria de atributos, sobre os estudos de customização em massa na área da qualidade, bem como informações da ferramenta “função perda”. Na seção 3 descreve-se o método proposto para medir a qualidade em produtos customizados. Na seção 4, realiza-se uma discussão sobre o método e demonstra-se o seu uso através da aplicação em uma empresa de serviços. Na última seção são apresentadas as conclusões do trabalho e linhas para pesquisas futuras.

5.2 REFERENCIAL TEÓRICO

Tendo-se por referência o objetivo principal do estudo, a fundamentação teórica está estruturada em 4 blocos: (i) atributos e regras de decisão; (ii) qualidade na customização em massa; e (iii) função perda.

Processos decisórios de compra resultam na definição da oferta que melhor atende as necessidades dos consumidores. Para tanto, durante a avaliação de alternativas para a decisão de compra, os indivíduos utilizam-se de critérios para dimensionar que produto, entre os contemplados no conjunto de consideração, será o escolhido (WOODRUFF, GARDIAL 1996; ALLEN, 2001; BLACKWELL, et al., 2005).

Isto quer dizer que os consumidores percebem as ofertas como pacotes de atributos a serem usados no julgamento das opções de escolha, sendo que nem todos possuem a mesma importância para os indivíduos (MOWEN, MINOR, 2003). Neste sentido, distintas tipologias podem ser empregadas para classificar os atributos e sua hierarquização (ver Figura 1).

Além de conhecer os atributos valorizados pelos consumidores, os gestores das organizações precisam compreender as regras de decisão norteadoras da ponderação para a definição da compra. Conceitualmente, as regras de decisão correspondem às estratégias que selecionam uma dentre várias alternativas de escolha (BETTMAN et al., 1998; SHETH et al., 2001). Obviamente, em decorrência do tipo de compra que o comprador está vivenciando, as mesmas podem variar de procedimentos simplistas àqueles significativamente elaborados.

Em compras de alto envolvimento, também designadas por compras complexas, os procedimentos de decisão podem caracterizar-se por ser (i) não-compensatórios ou (ii) compensatórios. Nas regras de decisão não-compensatórias (i) o ponto fraco em um atributo

do produto não pode ser compensado por um desempenho superior em outro atributo. Nas regras de decisão compensatórias (ii), o ponto fraco de um atributo pode vir a ser compensado pelo ponto forte de outro (BLACKWELL, MINIARD, ENGEL, 2005).

Figura 6.1 Tipologias para classificação de atributos

Autor	Classificação	Descrição
Alpert (1971)	Salientes, Importantes e Determinantes.	<i>Salientes</i> - conjunto total de atributos percebidos em determinado produto ou marca, mas que não possuem, necessariamente, importância elevada ou determinação no processo de compra do produto. <i>Importantes</i> - subgrupo dos atributos salientes que são considerados qualificadores, ou seja, aqueles que devem estar presente para que a marca seja contemplada no julgamento. <i>Determinantes</i> - atributos situados entre os importantes capazes de influenciar decisivamente a compra.
Zeithaml (1988)	Intrínsecos e Extrínsecos.	<i>Intrínsecos</i> - componentes físicos e características funcionais (design, durabilidade, tamanho, etc.). <i>Extrínsecos</i> - características associadas ao produto que não fazem parte de sua composição física (preço, marca, etc.)
McMillan e McGrath (1996)	Básicos, Discriminadores e Energizadores.	<i>Básicos</i> - atributos que os consumidores imaginam encontrar em todas as ofertas do mercado. <i>Discriminadores</i> - características diferenciadoras que distinguem um produto de seus concorrentes. <i>Energizadores</i> - atributos que direcionam a escolha por determinada marca.
Nowlis e Simonson (1997)	Comparáveis e Enriquecidos.	<i>Comparáveis</i> - atributos que os consumidores podem comparar de forma mais fácil e precisa, como preço e design. <i>Enriquecidos</i> - atributos difíceis de comparar, como marca e serviços agregados.
Peter e Olson (1999)	Concretos e Abstratos.	<i>Concretos</i> - características físicas e tangíveis de um produto. <i>Abstratos</i> - características intangíveis de um produto (como qualidade percebida, por exemplo).

Em ambos os processos, a escolha final pode se dar em função de um atributo considerado mais importante ou em decorrência do melhor conjunto (BETTMAN, 1979). Dessa forma, as organizações devem estabelecer mecanismos para identificar os atributos importantes e seus pesos para, assim, definir aqueles que determinam a escolha pela oferta da marca (MALHOTRA, 2001; MOWEN, MINOR, 2003; HAIR, et al., 2005).

Conhecidas essas definições, um segundo tópico de abordagem é a qualidade na customização em massa. As necessidades por bens e por serviços customizados demandam projetos e processos mais complexos, flexibilização na gestão da qualidade e estabilidade na cadeia de suprimentos (FOGLIATTO et al., 2012). Em decorrência do exposto, observa-se na literatura estudos que objetivaram estabelecer modelos de qualidade na customização em

massa, focando tanto o projeto (i), quanto a produção (ii). Tais estudos serão descritos a seguir.

No que tange o (i) projeto, Rai e Allada (2003) propõe um modelo em dois passos para integrar a qualidade no projeto de família de bens modulares, sendo que no referido modelo a família é projetada de acordo com as necessidades dos clientes. Já Xu e Li (2006) e Luo et al. (2006) utilizam QFD (desdobramento da função qualidade) para demonstrar como distribuir as demandas de grupos de consumidores nas atividades de projeto de um produto customizado.

Na questão da (ii) produção, os modelos propostos diferem dos modelos de controle de qualidade tradicionais, visto que esses não são facilmente adaptáveis a modelos de customização em massa (SILVEIRA et al., 2001). Stephanou (1995) descreve casos em que modelos de inspeção com auxílio de computador são utilizados. Fan e Hao (2004) evidenciaram métodos com utilização de redes neurais para assegurar a qualidade na manufatura customizada. Anzanello e Fogliatto (2007) utilizam modelos de curvas de aprendizagem para estimar a qualidade reproduzida por trabalhadores em produtos customizados. Cunha et al. (2006) trazem um modelo de data mining (DM) que minimiza o risco de produzir falhas, dado os curtos períodos de leadtime de ambientes customizados. Nos estudos de Yi et al. (2006) vem apresentado um algoritmo de otimização de custo e de lucro de produtos que analisa os fatores que afetam a qualidade. Finalmente, Akarte et al. (2001), Tang e Xu (2007) e Ni et al. (2007) trazem modelos complexos, os quais são apresentados para ambientes de montagem, em que a seleção de fornecedores que garantam a qualidade de partes é o caminho para a produção de itens customizados. Esses estudos usam modelos de AHP (Analytical Hierarchy Process), QFD, DM e análise de requisitos dos clientes para definir a combinação de fornecedores com menor risco de falhas.

Vale destacar que os estudos citados, em sua maioria, relatam experiências práticas, provenientes de casos de estudos. Portanto, a formalização de modelos científicos para o estudo de qualidade na customização em massa ainda configura uma lacuna.

No que tange a qualidade, Taguchi (1986) define-a como a perda que um produto impõe a sociedade após a sua venda. Essa perda é definida como o valor esperado da perda monetária causada por desvios da característica de desempenho em relação a um valor especificado. De fato, Taguchi demonstra que variações em relação ao valor nominal de uma característica são perdas para um cliente.

A função perda é basicamente definida como segue. Parte-se de um valor Y , que corresponde a um valor real de uma característica, e m que é o valor nominal dessa mesma característica. $L(Y)$ é a perda da qualidade devido ao desvio de Y em relação a m . A determinação da função $L(Y)$ ocorre por aproximação de uma função quadrática, obtida a partir da expansão da série de Taylor, que é dado por:

$$L(Y) = k(Y - m)^2 \quad (1)$$

k é uma constante, obtida através de um valor de $L(Y)$ para um particular Y . A equação (1) é relacionada uma unidade do produto. Para n unidades a perda média para consumido, devido a variação de desempenho, é dado pelo valor esperado da função de quadrática (equação (1)) para todos os n valores de Y . A perda média é:

$$L(Y) = k \frac{1}{n} [(Y_1 - m)^2 + (Y_2 - m)^2 + \dots + (Y_n - m)^2] \quad (2)$$

A aparente obsolescência da função perda deixa de existir quando se observam estudos contemporâneos. Por exemplo, Yanhui e Zijian (2011) e Lia e Kau (2010) trazem aplicações da ferramenta. Todavia, os referidos estudos não serão abordados neste artigo uma vez que não apresentam contribuições para a o método proposto.

5.3 MATERIAIS E MÉTODOS

A presente pesquisa pode ser classificada como uma pesquisa quantitativa, de natureza explanatória, estruturada através de um caso de estudo para exemplificar o método criado. A ideia do método é obter um índice de qualidade para serviços customizados, visto que os atributos determinantes que compõe uma oferta são diferentes para cada escolha do cliente, não sendo possível definir uma qualidade padrão como meta já que as especificações mudam a cada nova configuração estabelecida.

Os dados utilizados para testar a sistemática proposta são decorrentes de um estudo quantitativo/causal realizado junto ao mercado consumidor de uma escola de idiomas, o qual teve por objetivo avaliar a intenção de compra frente a cenários modelados. Salienta-se que o conjunto de atributos utilizados para a elaboração dos cenários foi gerada através de estudo qualitativo desenvolvido junto aos 12 sujeitos envolvidos na prestação dos serviços da escola (09 professores, 02 funcionários e 01 gerente), os quais participaram de um grupo focal que teve por objetivo mapear atributos salientes e importantes para uma escola de idiomas.

No que se refere à amostra do estudo quantitativo, esta se caracterizou por ser não probabilística por cotas (MALHOTRA, 2006), totalizando 85 sujeitos clientes da empresa. As

variáveis de controle empregadas para seleção dos sujeitos foram: papel na família, idade, escolaridade, sexo e renda dos respondentes. Tais variáveis foram selecionadas uma vez que os pesquisadores avaliaram que as mesmas podem interferir na percepção e intenção de compra frente aos distintos pacotes de atributos sugeridos através dos cenários.

No que se refere ao instrumento de coleta de dados da pesquisa quantitativa, foi utilizado um questionário no qual a apresentação dos atributos foi a full-profile (cenários completos), visto que neste mecanismo os respondentes são estimulados a avaliar cenários completos e não atributos. Quanto à forma de apresentação dos cenários, optou-se pela descrição verbal, ou seja, os conceitos de oferta para a escola de idiomas foram apresentados individualmente através de cartões (HAIR et al., 2005). O procedimento de coleta de dados foi conduzido pessoalmente pelos pesquisadores autores deste artigo.

Para análise dos dados a técnica de “função perda quadrática” foi empregada. Neste sentido, tendo por base o objetivo geral da pesquisa, assumiu-se a premissa de que o produto customizado tem direto envolvimento do cliente, desde sua fase de projeto, sendo que o usuário do futuro produto tem a capacidade de definir as suas preferências. Evidentemente, não se espera do cliente uma definição técnica do produto, mas apenas uma escolha do que satisfaz as suas necessidades, isto é, de que características e benefícios o mesmo percebe como salientes, quais são importantes e quais são determinantes (ALPERT, 1971).

Assim, supondo que o cliente tenha liberdade de configurar um determinado produto ou serviço, dentro de uma gama de opções que varia para cada negócio, o primeiro passo da sistemática refere-se a capturar uma a uma as variáveis de composição da oferta, estabelecendo um grupo de ofertas de produtos. Nesse ponto, um índice para expressar a necessidade do consumidor é gerado. Supondo que a empresa não possa cumprir a integralidade das variáveis demandas pelo consumidor, é necessário estabelecer o quanto é a diferença entre a especificação do cliente e a especificação do produto final. Isto é realizado individualmente para cada variável através da equação (1), e na média para todas as variáveis pela equação (2).

5.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Uma vez que os consumidores percebem as ofertas como pacotes de atributos a serem usados no julgamento das opções de escolha, sendo que nem todos possuem a mesma importância para os indivíduos (MOWEN, MINOR, 2003), inicialmente foram mapeados atributos salientes e importantes considerados para a decisão de compra em uma escola de

idiomas. Assim sendo, dados coletados através de pesquisa qualitativa junto aos prestadores de serviços de uma escola de idiomas permitiram listar os seguintes aspectos como de maior relevância para o referido processo decisório: (i) qualidade do curso, representada pelas componentes “método de ensino”, “capacidade de aprendizagem” e “material didático”; (ii) qualificação da mão-de-obra, composto por “domínio da língua”, “didática da aula” e “suporte individual”; e (iii) infraestrutura, avaliada pelo “ambiente físico”, “equipamentos” e “localização da escola”.

Dessa forma, para cada aspecto valorizado, foi possível modelar ofertas de customização para o serviço customizado. A Figura 2 demonstra os cenários com os atributos gerados qualitativamente descritos, tanto em nível ótimo quanto em nível baixo. De fato, além de conhecer os atributos valorizados pelos consumidores, os gestores das organizações precisam compreender as regras de decisão norteadoras da ponderação para a definição da compra, ou seja, às estratégias que selecionam uma dentre várias alternativas de escolha (BETTMAN et al., 1998; SHETH et al., 2001) e, neste sentido, a utilização de atributos em distintos níveis, através da apresentação de cenários, se faz relevante. Além disso, o atendimento total das demandas do cliente levaria a uma personalização das atividades e não seria possível estimar uma perda associada ao não atendimento (afinal a personalização atende de forma integral a demanda e a perda não existe). Também, não é interessante para a empresa personalizar as suas ofertas, visto que o custo aumentaria e inviabilizaria o seu funcionamento.

Figura 6.2 Tipologias para classificação de atributos

Opções	Descrição
1	Excelente método de ensino aliado a profissionais com domínio e conhecimento do conteúdo, porém salas de aula inadequadas na escola.
2	Professores com boa didática de aula proporcionando aprendizagem ágil, porém equipamentos inadequados no estabelecimento.
3	Profissionais com interesse em ajudar utilizando material didático adequado e dinâmico, porém localização inadequada na escola.
4	Profissionais com domínio de conteúdo e salas de aula confortáveis, porém o método de ensino é inadequado.
5	Profissionais com boa didática de aula e bons equipamentos na escola, contudo uma aprendizagem lenta.
6	Excelente localização da escola e profissionais com interesse em ajudar o aluno, porém o material didático utilizado é inadequado.
7	Método de ensino excelente e salas de aulas confortáveis, porém professores com pouco domínio da língua estudada.
8	Ótimos equipamentos disponíveis na escola que ajudam a proporcionar uma aprendizagem ágil, contudo profissionais com uma didática de aula inadequada.
9	Localização privilegiada da escola e utilização de um material didático excelente, porém professores desta demonstram pouco interesse em ajudar o aluno.

Para cada uma dessas opções, o valor de utilidade percebido junto à amostra quantitativa foi comparado ao valor médio global do produto atual, sendo possível estimar o valor da perda em relação a cada uma das opções, ou seja, o quanto a baixa qualidade em um atributo pode ser suportada pelo consumidor tendo em vista a qualidade existente em outro atributo. Essa comparação foi realizada através da equação (1), avaliando individualmente cada variável, e totalizada através da equação (2). Os resultados estimados através da função perda, provenientes da equação (2), estão sumarizados na Tabela 1.

Tabela 5.1 Perda de qualidade do produto atual em relação as opções

Opções	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Perda	3,004	2,201	5,427	0,277	1,199	0,581	0,023	0,277	0,480

Os valores obtidos na Tabela 1 são índices para o ajuste ótimo da oferta. Esses números indicam o potencial da opção a ser desenvolvida em relação ao produto atual. Percebe-se, por exemplo, que dos atributos importantes mapeados pelos prestadores do serviço, o atributo determinante para a escolha dos consumidores centra na qualificação da mão-de-obra, visto que as opções três, um e dois despontaram como de maior peso para esse caso em todos os sujeitos amostrados, tendo por referência as cotas utilizadas. Isto quer dizer que as variações de projeto, neste caso, devem centrar no referido atributo já que profissionais com conhecimento e domínio do conteúdo constituem a variável determinante para a avaliação e para a percepção da qualidade do serviço de ensino de idiomas.

No caso, a melhoria a ser realizada está na qualificação dos professores, atributo determinante para a escolha, ou seja, aquele capaz de influenciar decisivamente a compra, conforme Alpert (1971). Os clientes não estão interessados em escolher que material será utilizado ou participar de atividades extras currículo na escola, como suponha o planejamento atual. Isso permite que a empresa redesenhe o seu papel na cidade em que presta o serviço, agregando novos profissionais de ensino e qualificando aqueles que fazem parte da escola.

5.5 CONCLUSÃO

O objetivo proposto nesse trabalho foi o de viabilizar a criação de uma sistemática para realizar o ajuste ótimo da oferta em processo de customização de serviços. Justifica-se a escolha do setor visto que esta é uma área que carece de estudos (CAO et al., 2006), além de que os resultados aqui obtidos permitem complementar os trabalhos realizados por autores

como Bask et al. (2010); Buffington (2011), Gottfridson (2010), Greci e Watts (2007), Helms et al. (2008), Jin et al. (2011), os quais focaram no projeto do serviço customizado.

Destaca-se que a partir da utilização da função perda quadrática, estimou-se esse índice, exemplificando sua utilização através da análise de dados decorrentes de uma pesquisa quantitativa/causal realizada junto a consumidores de uma escola de idiomas. Os resultados elucidam que a técnica pode ser aplicada para estudos de serviços customizados. Apesar da sistematização proposta ter sido aplicada em apenas um caso de análise, o passo a passo do método pode ser replicado para outros tipos de serviços customizados. Um aspecto positivo está na priorização de alternativas que devem ser customizados por sustentarem os atributos determinantes da escolha, podendo ser possível calcular a vantagem econômica de cada opção.

Apesar do resultado obtido nesse trabalho demonstrar que é possível realizar o ajuste ótimo da oferta na customização de serviços, destaca-se que ainda existem uma série de desafios associados à gestão da qualidade na customização em massa (FANGFANG et al., 2008), visto que serviços customizados demandam projetos e processos mais complexos, flexibilização na gestão da qualidade e estabilidade na cadeia de suprimentos (FOGLIATTO et al., 2012). Portanto, entende-se que avanços devem ser realizados em pesquisas futuras. Uma alternativa centra em unir essa sistemática aos índices de custo e de tempo, e definir a configuração ótima de um produto através de um modelo de otimização multicritério, em que qualidade, tempo e custo são os fatores de otimização.

5.6 REFERÊNCIAS

AKARTE, M.M., RAVI, S.N.V. Web based casting supplier evaluation using analytical hierarchy process, **Journal of the Operational Research**, v.52, p.511-522, 2001.

ALLEN, M. A practical method for uncovering the direct and indirect relationships between human values and consumer purchases. **Journal of Consumer Marketing**, v. 18, n.2, p. 102-117, 2001.

ALLEN, M. W.; NG, S. H.; WILSON, M. A functional approach to instrumental and terminal values and the value-attitude-behavior system of consumer choice. **European Journal of Marketing**, v. 36, n.1/2, p. 111-138, 2002.

ALPERT, M. Identification of determinant attributes: a comparison of methods. **Journal of Marketing Research**, v. 8, n. 2, p. 184-191, May 1971.

- ANZANELLO M.J., FOGLIATTO F.S. Learning curve modeling of work assignment in mass customized assembly lines. **International journal of production research**, p.2919-2938, 2007.
- AURICH, J.; FUCHS, C.; WAGENKNECHT, C. Life cycle oriented of technical Product-Service Systems. **Journal of Cleaner Production**, v. 14, p. 1480-1494, 2006.
- BASK, A. H.; TINNILA, M.; RAJAHONKA, M. Matching service strategies, business models and modular business processes. **Business Process Management Journal**, v.16, n.1, p.153-180, 2010.
- BETTMAN, J. R.; LUCE, M. F.; PAYNE, J. W. Constructive consumer choice processes. **Journal of Consumer Research**. v. 25, Dec 1998.
- BLACKWELL, R.D.; MINIARD, P.W.; ENGEL, J.F. **Comportamento do Consumidor**. São Paulo: Cengage Learning, 2011.
- BHAMRA, T. Ecodesign: the search for new strategies in product development. **Journal of Engineering Manufacture**, v. 218, n. 5, p. 557-569, 2004.
- BYGGETH, S.; BROMAN, G.; ROBERT, K. A method for sustainable product development based on a modular system of guiding questions. **Journal of Cleaner Production**, v.15, p. 1-11, 2007.
- BUFFINGTON, J. Comparison of mass customization and generative customization in mass markets. **Industrial Management & Data Systems**, v.111, n.1, p.41-62, 2011.
- CAO, J.; WANG, J.; LAW, K.; ZHANG, S. LI, M. An interactive service customization model. **Information and Software Technology**, v.48, p.280-296, 2006.
- CUNHA, C., AGARD, B., KUSIAK, A. Data mining for improvement of product quality. **International journal of production research**, v.44, p. 4027-4041, 2006.
- DAHAN, E.; SOUKHOROUKOVA, A.; SPANN, M. New Product Development 2.0: Preference Markets - How Scalable Securities Markets Identify Winning Product Concepts and Attributes. **The Journal of Product Innovation Management**, v. 27, n.7, p. 937-954, 2010.
- DING, M.; GREWAL, R.; LIECHTY, J. Incentive-Aligned Conjoint Analysis. **Journal of Marketing Research**, v. 42, n.1, p. 62-82, 2005.
- DONOGHUE, S. Projective techniques in consumer research. **Journal of Family Ecology and Consumer Science**, v. 28, p. 47-52, 2000.
- DURAY, R. Mass customization origins: mass or custom manufacturing? **International Journal of Operations & Production Management**, v. 22, n. 3, p. 314-328, 2002.
- ENGEL, J. F.; BLACKWELL, R.D.; MINIARD, P.W. **Comportamento do Consumidor**. Rio de Janeiro: LTC, 2005.
- FAN, S., HAO, M. Studies on the application of grey predication in quality control chart. **Journal of Aviation Precision Manufacturing Technology**, p.15-17, 2004.

- FANGFANG, Z., ZHEN, H. DU, W. **Quality assurance of mass customization: a state of the art review.** IEEE, 2008.
- FOGLIATTO, F. S., SILVEIRA, G., BORENSTEIN, D. The mass customization decade: an updated review of the literature. **International Journal of Production Economics**, 2012.
- GOLD, S., SEURING, S., AND BESKE, P. Sustainable Supply Chain Management and Inter-Organizational Resources: A Literature Review. **Corporate Social Responsibility and Environmental Management**, v. 17, No. 4, p. 230-245, 2010.
- GOTTFRIDSSON, P. Development of personalized services in small business: an iterative learning process. **Managing Service Quality**, v.20, n.4, p.388-400, 2010.
- GRENCI, R. T.; WATTS, C. A. Maximizing customer value via mass customized e-consumer services. **Business Horizons**, v.50, p.123-132, 2007.
- GRIJALVA, T.C., BERRENS, R.P., BOHARA, A.K., SHAW, W.D. Testing the validity of contingent behavior trip responses. **American Journal of Agricultural Economics**, v.84, p.401-414, 2002.
- HAIR, J.F.; BABIN, B.; MONEY, A.H.; SAMOUEL, P.. **Fundamentos de Métodos de Pesquisa em Administração.** Porto Alegre: Bookman, 2005.
- HELMS, M. M.; AHMADI, M.; JIH, W. J. K.; ETTKIN, L. P. Technologies in support of mass customization strategy: Exploring the linkages between e-commerce and knowledge management. **Computers in Industry**, v.59, p.351-363, 2008.
- HENSHER, D., LOUVIERE, J., SWAIT, J. Combining sources of preference data. **Journal of Econometrics**, v.89, p.197-221, 1999.
- JIN, L.; HE, Y.; SONG, H. Service customization: To upgrade or to downgrade? An investigation of how option framing affects tourists' choice of package-tour services. **Tourism Management**, p.1-10, 2011.
- JOHANSSON, G. Success factors for integration of ecodesign in product development: A review of state of the art. **Environmental Management and Health**, v. 13, n. 1, p.98 -107, 2002.
- KELLER, K. L. Conceptualizing, measuring, and managing customer-based brand equity. **Journal of Marketing**, v.57, n. 1, p. 1-22, Jan. 1993.
- KIM, S.; SRINIVASAN, V. A Conjoint-Hazard Model of the Timing of Buyers' Upgrading to Improved Versions of High-Technology Products. **The Journal of Product Innovation Management**, v.26, n.3, p.278-290, 2009.
- LAROCHE, M; BERGERON, J.; BARBARO-FORLEO, G. Targeting consumers who are willing to pay more for environmentally friendly products. **Journal of Consumer Marketing**, v. 18, no. 6, p. 503-520, 2001.
- LILIENFELD, S.O.; WOOD, J.M.; GARB, H.N. The Scientific Status of Projective Techniques. **Psychological Science in the Public Interest**, v. 1 no. 2, P.27-66, 2000.

- LIAO, C. N., KAO, H. P. Supplier selection model using Taguchi loss function, analytical hierarchy process and multi-choice goal programming. **Computers and Industrial Engineering**, v.58, n.4, p.571-577, 2010.
- LOUREIRO, M.L., MCCLUSKEY, J.J., MITTELHAMMER, R.C. Are stated preferences good predictors of market behavior? **Land Economics**, v.79, p.44–55, 2003.
- LOUVIERE, J.J., HENSHER, D.A., SWAIT, J.D. **Stated Choice Methods: Analysis and Applications**. Cambridge University Press, 2000.
- LUO, X., WANG, D. TANG, J. Model for product configuration based on quality function deploy-men. **Journal of Control and Decision**, v. 21, p.1360-1364, 2006.
- MADDEN, G. Experimentation in economics: An overview of the stated-preference experimental design method. **Australian Economic Papers**, v.34, n.64, p.120–135, 1995.
- MALHOTRA, N. K. **Pesquisa de marketing: uma orientação aplicada**. 3 ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- MARIËLLE E. H.; CREUSEN, J. P. The Different Roles of Product Appearance in Consumer Choice. **The Journal of Product Innovation Management**, v.22, n.1, p. 63-81, 2005.
- McMILLAN, I.; McGRATH, R. Discover your products' hidden potential. **Harvard Business Review**, Boston, v. 74, n. 3, p. 58-73, May/Jun. 1996.
- MCFADDEN, D. Conditional logit analysis of qualitative choice behavior. In: Zarembka, P. (Ed.), **Frontiers in Econometrics**. Academic Press, New York, p.105–142, 1974.
- MONTGOMERY, D. C. **Introdução ao controle estatístico da qualidade**. 4.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2004.
- MOWEN, J.C; MINOR, M. **Comportamento do Consumidor**. São Paulo: PHB, 2003.
- NOWLIS, S.; SIMONSON, I. Attribute-task compatibility as a determinant of consumer preference reversals. **Journal of Marketing Research**, Chicago, v. 34, n. 2, p. 205-218, maio 1997.
- NI, M., XU, X., DENG, S. Extended QFD and data-mining based methods for supplier selection in mass customization. **International Journal of CIM**, p. 280–291, 2007.
- PAN, B., HOLLAND, R. A mass customized supply chain for the fashion system at the design production interface. **Journal of Fashion Marketing and Management**, v.10, n.3, p.345-359, 2006.
- PETER, J. P.; OLSON, J. C. **Consumer behavior and marketing strategy**. 5. ed. Boston: Irwin/ McGraw-Hill, 1999.
- RAI, R., ALLADA, V. Modular product family design: Agent-based pareto-optimization and quality loss function-based post-optimal analysis. **International Journal of Production Research**, v. 41, p.4075-4098, 2003.

SHETH, J.; MITTAL, B.; NEWMAN, B. **Comportamento do Cliente: indo além do comportamento do consumidor**. São Paulo: Atlas, 2001.

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

STEPHANOU, H.E. Advanced automation in manufacturing and service industries. **IEEE Robotics and Automation Society**, v.72, p.1-13, 1995.

SWAIT, J.; SWEENEY, J. Perceived value and its impact on choice behavior in a retail setting. **Journal of Retailing and Consumer Services**, v. 7, p. 77-88, 2000.

TAGUCHI, G. **Introduction to quality engineering**. Tokyo Asian Productivity Organization, 1986.

TANG, W., XU, F. Wavelet network comprehensive evaluation method for partner selection in mass customization. **Journal of Computer Integrated Manufacturing**, v.13, p.400-404, 2007.

THURSTONE, L.L. A law of comparative judgment. **Psychological Review** v.34, p.273–286, 1927.

UNTERSCHULTZ, J., QUAGRAINIE, K.K., VINCENT, M. Evaluating Quebec's preference for Alberta beef versus US beef. **Agribusiness**, v.13, p.457–468, 1997.

VERYZER, R.W.; MOZOTA, B.B. The Impact of User-Oriented Design on New Product Development: An Examination of Fundamental Relationships. **The Journal of Product Innovation Management**, v. 22, n.2, p. 128-143, 2005.

YANHUI, Y., ZIJAN, L. D. Microstructure Homogeneity Evaluation for TC11 Blisk Forging Using Loss Function Based on Taguchi Method. **Rare Metal Materials Engineering**, v.40, n.4, p.565-570, 2011.

YI, S., TAN, J., ZHANG, S. SHAN, J. Research on Products Optimization Modeling of Costs and Profit Based on the Quality Control Technologies. **Journal of China Mechanical Engineering**, v.17, p.1329-1334, 2006.

XU, X., LI, X.Y. Customer order decoupling point selection model in mass customization based on MAS. **Journal of Wuhan University of technology**, p.677-681, 2006.

WOODRUFF, R. B.; GARDIAL, S. F. **Know your customer: new approaches to understanding customer value and satisfaction**. Malden: Blackwell Business, 1996.

ZEITHAML, V. A. Consumer perceptions of price, quality, and value: a means-end model and synthesis of evidence. **Journal of Marketing**, v. 52, n.2, p. 2-22, July 1988.

6 ARTIGO 5 – Modelo de avaliação da qualidade de produtos customizados em massa

Enviar à International Journal of Production Research – ISSN 0020-7543

Gabriel Vidor

Flávio Sanson Fogliatto

Resumo

O objetivo deste trabalho é identificar características de produtos customizados em massa mais valorizadas pelos consumidores. Para tanto, o artigo apresenta um método para avaliação da configuração do produto baseado na identificação das relações entre as necessidades do cliente e itens de customização do projeto. Na primeira etapa é estabelecida uma relação de importância entre as necessidades de customização dos clientes e itens do projeto do produto: é gerado um peso de importância indicando o impacto de cada item do projeto do produto sobre as ofertas de configuração. De posse desse ranking de opções de configuração, é aplicada uma análise conjunta, por meio da técnica de preferência declarada, para verificar quais itens de projeto são mais valorizados por um grupo de clientes e dessa forma identificar se as opções de customização do produto atendem as necessidades inicialmente relatadas. Um caso de estudo na indústria de montagem de computadores é utilizado para exemplificar esse método. Resultados mostram que o modelo usado nesse trabalho pode indicar as características de customização mais valorizadas pelos clientes, detalhando as opções de produtos customizados que são mais interessantes para uma organização.

Palavras-chaves: Customização em massa. Configuração de Produto. Qualidade. Preferência Declarada.

6.1 INTRODUÇÃO

Entender como as necessidades dos clientes internos e externos podem ser incorporadas no desenvolvimento do produto é uma forma de implementar qualidade (DEMING, 1986). Todavia, em ambientes de customização torna-se difícil atender ao grupo total de necessidades do cliente, visto que essas apresentam maior variedade quando comparadas a outros ambientes (DAVIS, 1987), ou são conflitantes quanto à sua natureza. Estudos como os de Trentin, Perin e Forza (2014) mostram que tais dificuldades podem se contrapor às expectativas de preço de venda, prazo de entrega ou nível de qualidade esperadas para o produto ou serviço.

Essa problemática pode ser observada nos estudos que focam na configuração do produto. Os modelos de otimização buscam estabelecer a estrutura ótima de produto sobre a perspectiva do prazo de entrega (SALVADOR, CHANDRASEKARAN e SOHAILC, 2014;

DU, JIAO e CHEN, 2014) e do preço (PITIOT, ALDANONDO e VAREILLES, 2014; HUANG et al. 2014). Nesses estudos pressupõe-se que a solução de configuração estabelecida atende as necessidades dos clientes e engloba todas as premissas iniciais do projeto do produto. Por exemplo, quando cliente demanda o menor preço possível, o algoritmo gera a configuração de variáveis de customização que minimiza o preço do produto, mesmo que essa configuração gere impacto sobre o prazo de entrega e qualidade padrão do item.

Apesar de ser possível identificar estudos que tratam da temática do envolvimento do cliente na configuração e elaboração do produto final (e.g. PAN e HOLLAND, 2006), não são apresentadas na literatura formas de mensurar o impacto desses configuradores sobre a qualidade do produto final. A explicação para essa ausência pode estar em fatores como segmentação de mercado, hierarquia da organização, baixo conhecimento da empresa sobre a oferta de customização e necessidade de qualidade assegurada.

Os estudos de segmentação de mercado de Bardakci e Whitelock (2005) revelam que a qualidade do produto depende do mercado que o está avaliando. Por meio de um estudo feito em uma indústria britânica e outra turca, foi possível observar que a oferta de produto supera as exigências de preço na Inglaterra, mas não na Turquia. Dessa forma, as necessidades de customização foram contempladas em apenas um dos mercados de atuação, mostrando que qualidade está associada ao perfil de produto consumido em uma determinada região.

Com relação à hierarquia organizacional, o estudo de Duray (2002) indica que a qualidade depende dos níveis estratégicos, táticos e operacionais do negócio. Portanto, dependendo do tipo de produto, a forma de mensurar a qualidade passa a ser diferente. Uma empresa que tem um produto como seu negócio (por exemplo, empresas de *software*) trabalha a customização e controle de qualidade no nível estratégico, enquanto que uma fabricante de computadores modifica pequenas partes do produto e gera a qualidade da customização no nível operacional.

O tipo de oferta de customização, segundo Trentin, Perin e Forza (2014), é determinante, pois associa a qualidade do produto ao nível de customização do projeto ofertado. No estudo é demonstrado por meio de casos práticos que empresas que ofertam produtos no nível *engineer-to-order* (ETO) geram expectativas diferentes nos clientes, em relação àquelas que ofertam produtos *make-to-order* (MTO), o que leva clientes a julgamentos distintos sobre os produtos. A partir de exemplos práticos verifica-se que quanto maior o nível de customização ofertado no projeto, maior a qualidade agregada no produto.

A qualidade assegurada na customização é um tema abordado por Fogliatto, Silveira e Borenstein (2012). Segundo os autores, trata-se de uma característica difícil de ser alcançada em um produto customizado, visto que não existem modelos de acompanhamento do produto em cada fase de seu desenvolvimento. Dessa forma, mesmo que as necessidades sejam contempladas nas fases de definição conceitual, estratégias de produção podem modificar o conceito original, o que impacta na qualidade esperada do produto.

Verifica-se que a mensuração do atendimento às necessidades dos clientes, e conseqüentemente da qualidade do produto, é uma questão em aberto na literatura sobre customização de produtos e serviços. Dessa forma, o presente estudo tem por objetivo propor um método para avaliar se as necessidades dos clientes estão sendo contempladas em um produto customizado em massa. Para tanto o estudo aplica um método baseado na ferramenta QFD, para o refinamento das informações de entrada dos configuradores de produto e na técnica de análise conjunta, para gerar uma avaliação dos níveis de configuração do produto.

O artigo traz duas contribuições relevantes. A primeira é apresentada na forma de uma matriz de relacionamento que cruza informações de necessidades do cliente e itens de projeto. Pela matriz é estabelecido um ranking de priorização de itens de projeto, anteriormente à otimização da configuração do produto. Essa lógica é importante, visto que associa as demandas dos clientes com as especificações de engenharia para o produto e cria uma configuração de produto associada ao que o cliente espera do produto customizado. A segunda contribuição relaciona-se ao método elaborado, que permite mensurar quanto cada oferta de produtos customizados atende as necessidades dos clientes. Nesse sentido, o método permite avaliar em termos de qualidade, tempo e preço de venda, qual os níveis de customização dos produtos mais valorizados. Cada oferta de configuração é elaborada tendo um dos critérios como preponderantes e o agrupamento gerado pelo configurador pode ser comparado com a matriz inicial de necessidades, sendo possível identificar qual dos três critérios leva à escolha do cliente. Essa informação pode ser utilizada pelas organizações para definir qual a melhor estratégia de venda para cada perfil de cliente.

Para cumprir essa proposta o restante do artigo está organizado em 4 seções. Na seção 2 é apresentado um referencial teórico no qual é apresentado um grupo de estudos de configuração de produto que foca nas necessidades de clientes para produtos customizados, a fim de evidenciar que não foram identificadas na literatura contribuições correlatas àquela apresentada neste estudo. Na seção 3, de materiais e métodos, apresenta-se a proposta metodológica, a qual é aplicada em um caso de estudo para um fabricante de computadores, cujo os resultados são descritos na seção 4. Conclusões encerram o artigo na última seção.

6.2 REFERENCIAL TEÓRICO

A preocupação com o impacto dos configuradores sobre a qualidade dos produtos customizados tem sido temática recente de discussão (TRENTIN, PERIN e FORZA, 2014), todavia não é possível observar estudos que mensurem esse impacto. A literatura traz uma série de estudos que ilustram como as configurações são realizadas, mostrando que as necessidades dos clientes são aplicadas como entradas da configuração ou para validá-las. Existem duas classes de estudo que utilizam as informações de necessidades do cliente: (i) aqueles que as utilizam para configurar o produto e (ii) aqueles que as utilizam para avaliar quanto o produto customizado atende a essas necessidades.

Na primeira classe, o trabalho de Haugh, Hvam e Mortensen (2012) aborda como deve ser a estratégia de implementação de um configurador de produto e vantagens à ela associadas. O estudo foca nos métodos de gestão de conhecimento, basicamente usando a lógica de aquisição das informações e distribuição destas entre todos os envolvidos no projeto do produto. O método apresentado é composto de seis etapas. Na primeira etapa os engenheiros de projeto devem elaborar uma ideia e formalizá-la de forma textual. Na segunda etapa a ideia é desenvolvida e transformada em um gráfico ou figura para análise. Na terceira etapa a estrutura de produto é formalizada, a fim de ser implementada no configurador. Na quarta etapa as informações levantadas nas etapas 1 e 2 são usadas pelos engenheiros envolvidos no projeto para avaliar o resultado da árvore de estrutura do produto. Correções são realizadas e uma estrutura de produto é definida. Na quinta etapa a configuração de produto é modelada e implementada por meio de programação no configurador. A última etapa envolve o monitoramento e inclusão de novas informações na configuração do produto. Os autores concluíram que esse tipo de estrutura permite criar uma estratégia de implementação do configurador que facilita a elaboração de projetos com características específicas de cada consumidor.

Além de considerar as necessidades do cliente na estratégia de implementação do configurador, o estudo pode usar as necessidades como entradas de configuração. O trabalho proposto por Smadi e Salhieh (2012) traz um método para desenvolvimento de produtos semiacabados, destinados à uma posterior customização. O método procura desenvolver partes a serem manufaturadas por meio de um algoritmo de duas fases. Na primeira fase são analisados através de projeto axiomático as partes de manufatura, com o objetivo de identificar aqueles mais adequados à customização. Para reduzir o grupo de componentes identificados na primeira fase, é aplicado um modelo que otimiza a quantidade de partes em

função da compatibilidade com os módulos. Na segunda fase um modelo de agrupamento é utilizado, formando grupos de produtos semiacabados. A eficácia do algoritmo de agrupamento é testada quanto ao menor custo de agrupamento, comparando-se produtos customizados com uma linha de produtos padronizados. Nesse caso de análise os autores constataram que o algoritmo auxilia na redução tempo de manufatura, mas eleva os custos totais de fabricação do produtos customizados. Salienta-se ainda que os autores não perceberam alteração nos valores financeiros de vendas totais dos produtos, o que indica que a customização não é viável para o tipo de produto estudado.

Um segundo método que segue a linha de usar as necessidades do cliente como um configurador é o de Wang e Hsueh (2013). O método objetiva incorporar as necessidades do cliente na configuração do produto. Para tanto, os autores criaram um modelo combinando as técnicas AHP (*Analytical Hierarchy Process*), KM (*Kano Model*) e DEMATEL (*Decision Making Trial and Evaluation Laboratory*). Aplicando AHP, os autores identificam os grupos de clientes para cada segmento de mercado, basicamente os grupos de clientes foram hierarquizados para cada segmento de mercado. Com essa informação, o modelo de Kano é usado para identificar as preferências dos clientes e definir os parâmetros de projeto do produto customizado. O DEMATEL é aplicado para indicar qual mercado atende a melhor a cada perfil de cliente. No final, os autores observaram que é necessária a criação de produtos alternativos para diferentes tipos de mercado para atingir as necessidades de cada perfil gerado.

Um estudo similar aos dois anteriores vem apresentado por Wong e Dong (2012). A diferença desse estudo reside no fato de comprovar que o atendimento total das necessidades do cliente é muito difícil quando são aplicados algoritmos de configuração de produto, dada a especificidade demandada e a complexidade associada à solução proposta. Para tratar dessa temática o estudo aplica um modelo de decisão multi-objetivo em que qualquer algoritmo de configuração pode ser modificado, a fim de eliminar conflitos entre incluir ou eliminar componentes da estrutura inicial de produtos. Os autores puderam observar que a solução ótima é difícil de ser encontrada, visto que há uma série de conflitos de dependência entre incluir e eliminar componentes da estrutura de produto que podem ocorrer no momento em que a configuração de produtos é iniciada.

Numa lógica similar, AlGeddawy e ElMaraghy (2013) propõem um algoritmo para reprojeter a plataforma de produtos, no momento em que preferências de um cliente são levadas em conta. O algoritmo estabelece um balanço entre o que recomenda o método DFMA (*Design for Manufacturing and Assembly*) e módulos existentes na plataforma. O

método promove o agrupamento das partes pela aplicação de uma análise hierárquica de agrupamentos, que agrupa os componentes do produto em módulos e gera um conjunto de módulos para a nova configuração da plataforma. Os autores observaram que a aplicação do método resulta na criação de novas famílias de produtos com módulos que podem ser compartilhados entre as famílias.

Entre os estudos que tratam de mecanismos de avaliação do atendimento das necessidades dos clientes em produtos customizados, Wong e Lesmono (2013) propõem um método para avaliar o valor de produtos customizados. No estudo, os autores usam o nível de customização como o grau de envolvimento que o cliente tem com a cadeia de valor; por exemplo, uma alta customização é resultado de um grande envolvimento do cliente no desenvolvimento do produto. O método está baseado no estabelecimento entre as relações de mercado e manufatura. As características de mercado são vinculadas as demandas de compras do produtor e modeladas em função do preço. Para as características de manufatura os autores aplicam um algoritmo que define a estrutura de produto pelo nível de customização escolhido. No caso, quanto maior o nível de customização, maior o desdobramento em termos de manufatura. O modelo integrado apresenta uma função utilidade que indica se a manufatura pode atender a demanda de customização do mercado. Os autores concluíram que os produtos customizados com maior tempo de atravessamento atendem à demanda de características específicas e são aqueles que os clientes estão dispostos a investir mais. Além disso, observou-se que produtos que tendem a seguir um padrão são os de melhor rentabilidade.

Um segundo estudo dentro da temática de avaliação é o de Nugroho (2013), que propõe um modelo analítico para estabelecer equilíbrio entre as questões de preço e volume do produto. Nesse estudo busca-se diferenciar o produto através de uma estratégia de *postponement*. Para tanto, o método proposto verifica a elasticidade da demanda e, conseqüentemente, o volume de produção necessário, e estima o preço de *postponement* associado ao produto customizado. Os resultados mostram que o cálculo de elasticidade do preço de *postponement* pode ser aplicado em ambientes que demandam alta customização, enquanto que a estratégia de *postponement* mostra-se mais adequada que outros mecanismos de customização para decidir a configuração que atenda às necessidades do cliente.

Além de tratar da estratégia e do preço, o grupo de estudos de avaliação também foca no uso da informação para análise do produto. Shamsuzzoha e Helo (2012) propõem uma metodologia qualitativa para verificar o impacto da gestão da informação sobre a arquitetura do produto. No método, os autores listam tipos de informações que podem modificar a estrutura do produto usando a ferramenta DSM (*Design Structure Matrix*). Com essas

informações os autores identificam quais e como os componentes do produto podem ser modificados, bem como o impacto dessas diferenciações. Os autores concluíram que a estrutura do produto é dependente das informações gerenciais e que elas condicionam a elaboração dos módulos que podem ser usados em um produto customizado. Os módulos podem ser vistos como o cerne de uma plataforma de produtos com valor agregado, permitindo os menores tempo de entrega e custo do produto.

Os estudos apresentados estão associados às duas linhas mencionadas no início da seção. Após suas análises, verifica-se a inexistência de um método para tratar da incorporação das necessidades dos usuários e, posteriormente, mensurar quanto as variáveis de customização foram incorporadas. Uma proposta nesse sentido vem apresentada na Seção 5.3.

6.3 MATERIAIS E MÉTODOS

O método apresentado na sequência é composto de duas etapas. A primeira etapa contempla a elaboração dos itens de projeto que devem ser aplicados na configuração do produto e, a segunda, a avaliação da oferta de produtos customizados. O modelo proposto nesse estudo pressupõe que a empresa tenha uma demanda de customização conhecida.

Na primeira etapa do método proposto, de elaboração de itens de projeto para customização, é realizada uma adaptação da proposta de Fogliatto, Silveira e Royer (2003). Basicamente utilizou-se a lógica de fluxo de informação para construção da estrutura do produto, sendo feitas alterações em todas as etapas e equações utilizadas, no que tange ao método dos autores. Os itens de projeto são elaborados por meio de três atividades: (i) identificação das necessidades do cliente, (ii) determinação da importância de cada necessidade e (iii) elaboração dos itens de projeto que atendem a essa necessidade. Com essas informações é proposta uma matriz de relacionamento entre os elementos (i) e (iii), conforme a técnica QFD – *Quality Function Deployment* (AKAO, 1990). O objetivo dessa matriz é identificar itens de projeto do produto mais importantes para a configuração. Dessa forma, o método permite que a empresa escolha quais partes do produto são mais interessantes de serem customizadas, visto que respondem pelas necessidades do cliente. Na prática um problema comum é o excesso de combinação de níveis de um produto customizado e a construção da matriz de customização permite entender quais as melhores opções.

A matriz de customização é baseada nas necessidades do cliente e nos itens de projeto. Os itens de projeto correspondem aos elementos físicos que formam o produto. A estrutura da matriz de customização está apresentada na Figura 1.

Figura 5.1. Matriz de customização

		Itens de Projeto
Necessidades de customização dos clientes	IIC_i	RIC_{ij}
		$IIPC_j$

A matriz de customização possui, representada nas suas linhas, as demandas dos clientes e, nas suas colunas, os itens de projeto do produto em análise. Basicamente, o objetivo está em identificar quais itens de projeto têm maior impacto sobre o atendimento das necessidades dos clientes. As necessidades dos clientes são ponderadas em importância, com os resultados apresentados no indicador (IIC_i – índice de importância do cliente). Na parte central da matriz registra-se a intensidade dos relacionamentos entre as necessidades dos clientes e os itens do projeto. A priorização dos itens de projeto, após análise do impacto das necessidades dos clientes sobre eles, pode ser obtida através do indicador de itens de projeto customizado ($IIPC_j$ – índice de itens de projeto do cliente), calculado conforme a equação (1).

$$IIPC_j = \sum_{i=1}^I IIC_i \times RIC_{ij}, \text{ onde } j = 1, \dots, J \quad (1)$$

Dois indicadores compõem a equação (1). O indicador RIC_{ij} – relação de itens de cliente e projeto, denota o grau de relacionamento entre a i -ésima demanda de customização e o j -ésimo item de projeto, avaliado utilizando uma escala de 9 pontos, onde 1 denota nenhuma relação e 9 denota intensidade máxima de relação. O indicador IIC_i é o índice que mostra a importância dada pelo cliente para cada necessidade de customização. O IIC_i é um peso atribuído pelo cliente à sua necessidade e pode ser obtido por meio de pesquisa de mercado ou por consulta a bancos de dados que tenham a informação de quanto cada necessidade do cliente contribui para satisfação do cliente. Esse indicador também é avaliado utilizando o mesmo tipo de escala de nove pontos, onde 9 denota uma necessidade máxima.

De posse dessas informações é possível identificar quais itens de projeto são mais importantes para o grupo de clientes e, conseqüentemente, detalhar o nível de dificuldade de atendimento para cada customização requerida. Essa dificuldade está associada a critérios técnicos de cada empresa, que avalia o grupo de itens de projeto escolhido e classifica a complexidade do produto. Essa informação é uma das entradas do configurador de produtos.

Finalizada essa primeira etapa, um grupo de configurações do produto é gerado e precisa ser validado quanto ao atendimento das necessidades do cliente. Nesse estudo, a avaliação de quanto cada configuração do produto pode atender a uma demanda de customização é realizada pela técnica de preferência declarada. Nesse sentido, as ofertas de customização são submetidas para análise do cliente. O cliente procede a ordenação dessas ofertas (da que melhor atende as suas necessidades àquela que pior atende). Essa classificação será entrada para modelar a utilidade sistemática do produto.

A técnica de preferência declarada é uma aplicação de análise conjunta que quantifica a preferência dos respondentes a partir da comparação de diversas alternativas de mercado (MADDEN, 1995; UNTERSCHULTZ et al., 1997). No caso, as preferências são atribuídas às configurações geradas a partir de combinações de níveis dos itens de projeto; estes itens são então analisados pelo efeito individual que geram na escolha (GERARD et al., 2003).

Estudos de preferência declarada vêm sendo aplicados nas áreas de marketing, psicologia, economia e transportes (HENSHER et al., 1999; MORRISON, 2000). Dados de preferência declarada podem ajudar na configuração de novos produtos e seus itens de projeto, para os quais não existe histórico de venda ou oferta anterior (MADDEN, 1995; HENSHER et al., 1999). Salienta-se que a técnica de preferência declarada permite a análise de vários itens de projeto a um custo relativamente baixo (UNTERSCHULTZ et al., 1997). Estudos empíricos, como os de Grijalva et al. (2002) e Loureiro et al. (2003), demonstram a consistência entre estudos de preferência declarada e o comportamento do consumidor. Além disso, Hensher et al. (1999) ressaltam que a origem dos modelos de preferência declarada está na combinação dos modelos de teoria da utilidade, desenvolvido por Thurstone (1927), e na extensão dos modelos de múltipla escolha, de McFadden (1974).

A teoria de preferência declarada pressupõe que consumidores mudem de escolha cada vez que sejam apresentados a um novo produto (THURSTONE, 1927). Portanto, a utilidade de uma alternativa incorpora componentes observáveis e subjetivos (que no caso são aleatórios) (ADAMOWICZ et al., 1994; LOUVIERE et al., 2000), como apresentado na equação (3).

$$U_{hi} = V_{hi} + \varepsilon_{hi} \quad (3)$$

onde U_{hi} é uma alternativa de utilidade h para o respondente i . Isso significa que existe um valor determinado de preferência para cada alternativa ofertada aos clientes. Por exemplo, é conhecido anteriormente que o produto A é mais bem aceito (gera mais utilidade) que o

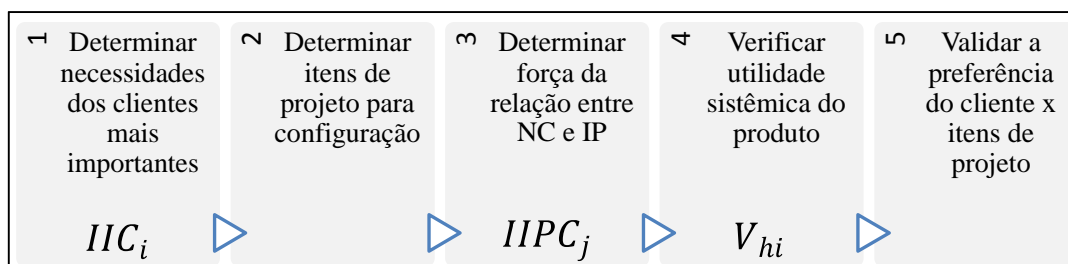
produto B, entre todas as configurações oferecidas. V_{hi} é a utilidade sistemática de U_{hi} e indica o valor de utilidade médio observado nas avaliações de todos os respondentes e ε_{hi} é a componente aleatória de U_{hi} e o seu valor corresponde a utilidade descrita por cada respondente. Além disso, a utilidade sistemática V_{hi} é função dos atributos da alternativa h , e é frequentemente tratada na forma linear (ADAMOWICZ et al., 1994; LOUVIERE et al., 2000), como apresentada na equação (4). V_{hi} é uma combinação linear multiparamétrica que considera todas as características do produto.

$$V_{hi} = \beta_0 + \beta_1 X_{hi1} + \beta_2 X_{hi2} + \dots + \beta_j X_{hij} \quad (4)$$

onde X_{hij} são os atributos de h para cada respondente i ; esses valores são estimados pela consulta ao cliente; β_0 até β_j são os coeficientes de X_{hij} , ajustados a partir dos dados coletados.

A Figura 2 traz um resumo das etapas do método. Observa-se que estão contempladas nas três primeiras fases o estabelecimento do índice de qualidade pré-configuração e, nas duas últimas, a avaliação em relação à qualidade obtida na configuração do produto.

Figura 5.2. Etapas metodológicas



6.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.4.1 Descrição do caso

Nesse estudo é realizada uma análise para uma fábrica de computadores; especificamente, é usada a linha de *notebooks* e *ultrabooks*. Essa linha foi escolhida por apresentar a maior margem de contribuição dentre as linhas da empresa. Para esses produtos, atualmente a customização concentra-se em oito características; são elas: (i) tamanho da tela, (ii) tipo de processador, (iii) capacidade da memória RAM, (iv) capacidade do HD, (v) tipo de placa de vídeo, (vi) tipo de drive óptico, (vii) peso do produto e (viii) preço do produto.

Esse grupo de características é oferecido em diferentes configurações. Os níveis de configuração das características de customização vêm dados na Tabela 1. Observa-se que, em relação ao tamanho da tela, o cliente pode escolher entre quatro opções, que variam unitariamente entre doze e quinze polegadas. Para a escolha do tipo de processador, três opções estão disponíveis. A terceira característica de capacidade da memória RAM e a quarta de capacidade do HD oferecem quatro opções de escolha.

Tabela 5.1 Níveis de configuração das características

Tamanho da tela	Tipo de processador	Capacidade de memória RAM	Capacidade HD	Tipo da placa de vídeo	Tipo de drive óptico	Peso	Preço
12"	i3	2 GB	500 GB	Dedicada	DVD+RW	2,3 kg	R\$ 1500
13"	i5	4 GB	750 GB	Integrada	Blu-Ray	2,5 kg	R\$ 2000
14"	i7	6 GB	1 TB			2,7 kg	R\$ 2700
15"		8 GB	SSD			3,0 kg	R\$ 3200
							R\$ 4000

As opções de tipo de placa de vídeo e tipo de drive óptico são apresentadas em dois níveis. Finalmente, as duas últimas características são dependentes das opções anteriores. O peso do produto, em quatro opções, e o preço, em cinco opções. Na verdade essa última característica pode ser interpretada como um habilitador da customização, no caso de clientes com restrições orçamentárias ou que não querem ficar dependendo tempo no configurador do produto.

As oito características de customização são definidas em função das necessidades do cliente, seguindo a primeira etapa do método proposto na Seção 3. As necessidades dos clientes foram definidas com um grupo de 81 pessoas (os mesmos usados posteriormente na avaliação de preferência declarada) por meio do IIC_i estimado para 13 necessidades. Essas pessoas são todas consumidores do tipo de computador utilizado na análise.

A Tabela 2 mostra o item de projeto correspondente a cada uma das necessidades dos clientes. A resultante da linha $IIPC_j$ (sem ponderação) mostra a importância das características para o grupo de especialistas. Essa importância atribuída pelos especialistas é importante, pois não é viável que os clientes façam o julgamento de cada item de projeto do produto. Os itens de projeto são aqueles ofertados pela empresa para a configuração por parte do cliente. Uma das limitações do estudo é que os dados das necessidades apresentados na Tabela 2 foram restritos a oito, visto que esse é o número de itens de projeto que a empresa atualmente oferta à customização.

Segundo a classificação dos especialistas, os itens de projeto preponderantes são (i) preço, (ii) tamanho da tela, (iii) tipo da placa de vídeo, (iv) capacidade da memória RAM, (v) tipo de processador, (vi) capacidade do HD, (vii) peso e (viii) tipo de drive óptico. Essa

informação é importante, visto que indica que ofertas de produtos customizados devem focar em preço e tamanho da tela. Além disso, itens como tipo de drive óptico, peso e capacidade do HD podem ser tratados como itens acessórios e de baixa agregação de valor no produto final.

Tabela 5.2 Definição dos itens críticos de projeto

	IICi	Tamanho da tela	Tipo de processador	Capacidade da memória RAM	Capacidade do HD	Tipo da placa de vídeo	Tipo de drive óptico	Peso	Preço
Fácil visualização	7	9	1	1	1	9	7	5	6
Agilidade	4	1	9	8	8	7	1	1	7
Rapidez	7	1	6	9	4	7	1	1	5
Espaço de armazenamento	6	1	1	2	9	1	1	1	2
Qualidade gráfica	2	7	8	8	6	9	1	1	4
Tipo de mídias	2	5	3	2	1	3	9	1	2
Leve	7	9	1	1	1	1	1	9	7
Barato	9	9	9	8	2	3	3	5	9
<i>IIPC</i> , (sem ponderação)		42	38	39	32	40	24	24	42

Os valores de relação informados na Tabela 2 correspondem a análise de quatro especialistas acadêmicos com experiência prática na área de comportamento do consumidor e mercado, desenvolvimento de produto, customização de produtos e estratégias de produção. Um detalhamento do perfil dos especialistas vem apresentado na Tabela 3. Para levantamento dos dados foi utilizado o método Delphi, sendo necessárias três rodadas para obter a convergência de valores de relação observados (RIC_{ij}).

Tabela 5.3 Perfil dos especialistas consultados

Identificação	Formação	Área de atuação	Experiência na área (anos)
Especialista 1	Dr. Eng. Produção	Estratégia de Produção	23
Especialista 2	Dr. Administração	Marketing e Desenvolvimento de produto	6
Especialista 3	Ms. Eng. Produção	Estratégias de customização	3
Especialista 4	Dr. Eng. Produção	Comportamento do consumidor	7

Conhecidas essas informações, foi possível usá-las como entrada para elaborar as opções de configuração. Dessa forma, foram geradas 32 combinações de oferta customizada, como vem mostrado na Tabela 4. As configurações correspondem ao número total de cartões (configurações de produto) a serem aplicados na técnica de preferência declarada. Essas 32 combinações foram modeladas pela lógica de planos fatoriais altamente fracionados de Addelman (1962), com suporte do *software* SPSS v.20. A aplicação dessa técnica decorre da necessidade de fracionamento, visto que o estudo está sendo aplicado em um produto que apresenta excesso de configurações possíveis.

Para a avaliação das 32 ofertas customizadas foi utilizada uma amostra não-probabilística de 81 casos. O grupo caracteriza-se por ter idade entre 20 e 35 anos, sendo que 67% tem entre 20 e 25 anos, 19% entre 25 e 30 anos e 14% entre 30 e 35 anos. Ainda o grupo divide-se em 27% do gênero feminino e 73% do masculino. Já quanto a renda, o grupo divide-se em 6% que recebem menos de R\$1.000,00 ao mês, 18% recebem entre R\$1.000,00 e R\$2.500,00, 47% entre R\$2.500,00 e R\$3.500,00 e 29% recebem mais de R\$3.500,00 por mês. A análise de preferência declarada foi realizada por meio do software SPSS v.20, sendo necessário o desenvolvimento da sintaxe para análise dos dados.

Tabela 5.4 Opções de configuração avaliadas pelos clientes

Tamanho_tela	Tipo_processador	Capacidade_memoria	Capacidade_HD	Placa_Video	Drive_optico	Peso	Preco (R\$)
13"	i3	6GB	500GB	Dedicada	BLU_RAY	2,7kg	4.000
14"	i3	8GB	500GB	Dedicada	DVD_RW	2,5kg	2.700
12"	i5	6GB	500GB	Integrada	DVD_RW	2,5kg	2.700
12"	i7	8GB	750GB	Integrada	DVD_RW	3kg	4.000
14"	i3	6GB	750GB	Dedicada	DVD_RW	3kg	2.000
12"	i3	2GB	500GB	Dedicada	DVD_RW	2,3kg	1.500
14"	i7	4GB	500GB	Integrada	DVD_RW	2,3kg	1.500
14"	i3	2GB	1TB	Integrada	BLU_RAY	3kg	2.700
14"	i5	2GB	750GB	Integrada	DVD_RW	2,7kg	2.000
15"	i3	2GB	750GB	Dedicada	BLU_RAY	2,5kg	1.500
14"	i5	8GB	SSD	Dedicada	BLU_RAY	2,3kg	3.200
15"	i5	8GB	500GB	Integrada	BLU_RAY	2,7kg	2.000
15"	i3	8GB	SSD	Integrada	DVD_RW	3kg	1.500
13"	i3	4GB	1TB	Integrada	DVD_RW	2,3kg	2.000
13"	i7	2GB	500GB	Integrada	BLU_RAY	3kg	3.200
15"	i3	6GB	1TB	Integrada	DVD_RW	2,5kg	3.200
15"	i7	4GB	SSD	Dedicada	DVD_RW	2,7kg	2.700
13"	i3	8GB	750GB	Dedicada	BLU_RAY	2,3kg	2.700
12"	i7	2GB	SSD	Dedicada	BLU_RAY	2,5kg	2.000
13"	i7	8GB	1TB	Dedicada	DVD_RW	2,5kg	2.000
13"	i5	6GB	SSD	Dedicada	DVD_RW	3kg	1.500
14"	i3	4GB	SSD	Integrada	BLU_RAY	2,5kg	4.000
15"	i3	4GB	500GB	Dedicada	BLU_RAY	3kg	2.000
13"	i3	2GB	SSD	Integrada	DVD_RW	2,7kg	2.700
15"	i7	6GB	750GB	Integrada	BLU_RAY	2,3kg	2.700
12"	i3	8GB	1TB	Integrada	BLU_RAY	2,7kg	1.500
13"	i5	4GB	750GB	Integrada	BLU_RAY	2,5kg	1.500
12"	i5	4GB	1TB	Dedicada	BLU_RAY	3kg	2.700
14"	i7	6GB	1TB	Dedicada	BLU_RAY	2,7kg	1.500
12"	i3	4GB	750GB	Dedicada	DVD_RW	2,7kg	3.200
15"	i5	2GB	1TB	Dedicada	DVD_RW	2,3kg	4.000
12"	i3	6GB	SSD	Integrada	BLU_RAY	2,3kg	2.000

6.4.2 Análise do caso

A primeira etapa foi realizar a ponderação das necessidades dos clientes para gerar o real valor do $IIPC_j$, como apresentado na Tabela 5. Essa etapa foi realizada anteriormente à

avaliação das 32 opções de configuração. A matriz resultante mostra que há critérios que seguem a ordenação de importância dos especialistas e outros que diferem da opinião dos especialistas. A diferença reside na importância dada pelos clientes para cada uma das necessidades. Basicamente, o valor de IIC_i faz com que uma nova ordenação seja gerada. Essa informação é importante, visto que mostra os dados referentes as expectativas dos clientes. Esses dados devem ser usados na comparação com os resultados da técnica de preferência declarada.

Tabela 5.5 Ponderação dos itens de projeto

	IIC _i	Tamanho da tela	Tipo de processador	Capacidade da memória RAM	Capacidade do HD	Tipo da placa de vídeo	Tipo de drive óptico	Peso	Preço
Fácil visualização	7	63	7	7	7	63	49	35	42
Agilidade	4	4	36	32	32	28	4	4	28
Rapidez	7	7	42	63	28	49	7	7	35
Espaço de armazenamento	6	6	6	12	54	6	6	6	12
Qualidade gráfica	2	14	16	16	12	18	2	2	8
Tipo de mídias	2	10	6	4	2	6	18	2	4
Leve	7	63	7	7	7	7	7	63	49
Barato	9	81	81	72	18	27	27	45	81
$IIPC_j$		248	201	213	160	204	120	164	259

Observa-se que os itens de projeto apresentam comportamento similar ao indicado pelos especialistas; pequenas variações de importância são observadas, como uma preferência maior para velocidade da memória em relação ao tipo de placa de vídeo. De fato, essas pequenas alterações mostram que o mais importante dessa etapa é definir corretamente o IIC_i para cada uma das necessidades. Nesse caso, 81 clientes informaram a importância para cada necessidade e o valor médio inteiro foi atribuído para cada linha.

Na sequência, os clientes iniciaram a ordenação dos cartões de resposta e finalizaram a atividade em um tempo máximo de setenta minutos. Não foram verificadas dúvidas durante a ordenação, contudo a quantidade de elementos a serem avaliados foi relatado pelo grupo respondente como de difícil sistematização. Com esses dados foi possível aplicar a análise de preferência declarada. A Tabela 6 expressa o comportamento da preferência média dos consumidores em relação as variáveis testadas do produto. O objetivo da análise de preferência declarada está em avaliar se o grupo de necessidades do cliente está sendo atendido pelos itens de projeto disponíveis. A análise de preferência indica os itens de projeto mais importantes para o grupo de consumidores testado.

Tabela 5.6 Importância percentual de cada variável

Características	Importância (%)
Tamanho da tela	14,036
Tipo de processador	11,124
Capacidade de memória RAM	14,890
Capacidade do HD	14,398
Tipo da placa de vídeo	5,232
Tipo de drive óptico	5,807
Peso	15,036
Preço	19,476

A primeira observação a ser feita é em relação ao preço do produto. Esse variável de configuração merece destaque pois corresponde a praticamente 20% da preferência total dos consumidores. De fato, um quinto da customização está pautado pelo preço a ser pago e, no caso de computadores, o estudo mostra que preço é critério decisório para viabilizar ou não a customização. Em comparação à Tabela 5, observa-se que os dados são coincidentes. Os clientes tem como item de projeto principal o preço e nas configurações que puderam escolher, em 20% dos casos optaram pelas customizações que atendem a esse critério. Isso mostra que a primeira etapa do método foi aplicada com êxito e permitiu a oferta de produtos customizados que atendem as expectativas do cliente.

Os demais itens de projeto seguem ao objetivo desse estudo e testam variáveis associadas à qualidade do produto no que tange a satisfação do cliente. Dessa forma, cinco itens de projeto: (i) tamanho da tela, (ii) tipo de processador, (iii) capacidade de memória RAM, (iv) capacidade do HD e (v) peso explicam 70% da preferência dos clientes. Isso mostra que esses itens de projeto do produto afetam diretamente a forma como o cliente vê as suas necessidades sendo atendidas pelo produto. Em comparação à Tabela 5, pode-se afirmar que os itens de projetos determinados como mais importantes estão sendo contemplados nas configurações finais dos produtos.

Esses cinco itens de projeto indicam que implementação da customização em massa vem acontecendo de forma correta. Quando são verificadas as necessidades iniciais, observa-se que todas têm boa pontuação na relação estabelecida no QFD, exceto o tamanho do HD. Nesse sentido, pode-se inferir pela análise de preferência declarada que os itens de projetos ofertados à customização estão de acordo com as necessidades dos clientes. Essa diferença em uma característica pode ser atribuída ao baixo número de necessidades listadas (apenas oito), ou mesmo a um erro de julgamento dos especialistas quanto à elaboração da matriz do QFD (Tabela 2).

Na Tabela 5 a lista dos cinco itens de projeto contém também o tipo de placa de vídeo. Uma exemplificação para a diferença encontrada reside na complexidade tecnológica da escolha. O tipo de placa de vídeo não é um critério que possa ser avaliado por clientes sem conhecimento técnico e na amostra utilizada, 87% dos clientes não tem um conhecimento preciso sobre a funcionalidade de uma placa de vídeo. Dessa forma, acredita-se que a diferença decorre da pouca importância dada pelos clientes a esse item de projeto no momento da ordenação dos cartões de preferência.

Além disso, a aplicação da preferência declarada garante o desenvolvimento de um modelo que explica a utilidade sistemática do produto. Essa utilidade sistemática determina um valor de importância para cada variável de análise e, na prática, reflete o quanto cada item de projeto afeta a satisfação do cliente. Essa utilidade vem apresentada na Tabela 7. É possível observar o impacto de cada nível sobre a variável de resposta. No caso, a variável de resposta é a configuração do produto.

Tabela 5.7 Modelo de regressão

Modelo de utilidade do produto							
Tamanho de tela		Tipo de processador		Capacidade de memória RAM		Capacidade HD	
12"	0,65	i3	-0,25	2 GB	0,25	500 GB	0,12
13"	-0,31	i5	0,18	4 GB	0,24	750 GB	0,01
14"	-0,24	i7	0,07	6 GB	-0,08	1 TB	-0,23
15"	-0,10			8 GB	-0,41	SSD	0,09
Tipo da placa de vídeo		Tipo de drive óptico		Peso		Preço	
Dedicada	-0,05	DVD+RW	0,36	2,3 kg	0,07	R\$ 1500	-0,23
Integrada	0,05	Blu-Ray	-0,36	2,5 kg	0,80	R\$ 2000	-0,13
				2,7 kg	-0,23	R\$ 2700	0,06
				3,0 kg	-0,64	R\$ 3200	0,68
						R\$ 4000	-0,37
Constante	16,60						

Pelos dados da Tabela 7 é possível projetar o papel de cada um dos itens de projeto sobre o resultado final do produto. Essa função pode ser usada para definir quais os níveis de customização de produtos mais vantajosos em termos de oferta de customização para a organização e quais não atendem as expectativas do negócio da empresa. Um exemplo é variável de peso igual a 2,5 kg e 2,3kg. Claramente observa-se que o foco do negócio deve estar em produtos *notebooks* de 2,5kg, que são aqueles com mais acessórios que a opção de 2,3kg.

Verifica-se, portanto, que é possível estimar qual o impacto do não atendimento das necessidades dos clientes. Essas necessidades podem ser convertidas em um grupo de três variáveis: (i) preço de venda, (ii) tempo de entrega e (iii) qualidade do produto. Apesar de não tratar do tempo de entrega do produto nesse caso de análise, esse indicador está associado com os componentes de configuração selecionados. Com essas informações a organização pode direcionar campanhas de mercado para cada micro região sob análise, enfatizando as características que melhor atende a necessidade de cada *cluster* de clientes. Outra questão é que o portfólio de configuração pode ser redefinido, focando em itens de projeto que trazem resultado para organização e atendem os seus clientes.

6.5 CONCLUSÃO

O objetivo desse trabalho foi criar um modelo para definir quais as características de produtos customizados mais valorizadas pelos clientes. Dessa forma, um procedimento aplicado pela ferramenta QFD para entendimento das necessidades dos clientes e itens de projeto, associado a uma técnica de análise de preferência declarada gerou o método, que foi aplicado em um caso de análise para uma empresa de montagem de computadores.

Os resultados mostram que o modelo tem um comportamento adequado ao seu propósito, visto que foi possível estimar dentre uma gama de configurações de computadores, qual aquela que é a mais vantajosa para empresa em termos de qualidade do produto final. Dessa forma, o artigo contribui para avaliar o atendimento das necessidades dos clientes em produtos customizados e para validar a oferta de produto customizado realizada quanto a essas necessidades.

De fato, ressalta-se que a primeira contribuição traz uma originalidade em relação ao tema, dado que os estudos de configuradores que envolvem os clientes, preocupam-se com as fases iniciais de elaboração da estrutura de produto e não com a avaliação das configurações elaboradas. A segunda contribuição é importante, pois existem casos em que produtos são mantidos no portfólio de oferta, dado uma pesquisa de mercado realizada ou um histórico de vendas observados, que pode não corresponder à realidade atual da organização.

Um limitante desse trabalho está no fato de assumir a existência de uma demanda fixa de customização. O ideal seria partir de um produto padronizado e verificar o quanto esse produto deve ser customizado, para posteriormente definir as necessidades de customização e mensurar o quanto essas necessidades são atendidas. Nesse sentido, novos estudos devem ser

realizados, a fim de refinar a etapa inicial do método, bem como validar as suposições elaboradas e apresentadas na seção de resultados desse trabalho.

6.6 REFERÊNCIAS

ADAMOWICZ, W., LOUVIERE, J., WILLIAMS, M. Combining revealed and stated preference methods for valuing environmental amenities. **Journal of Environmental Economics and Management**, n.26, 271–292, 1994.

ADDELMAN, S. Symmetrical and asymmetrical fractional factorial plans. **Technometrics**, v.4, p.47-58, 1962.

AKAO, Y. **Quality Function Deployment: Integrating customer requirements into product design**. Cambridge: Productivity Press, 1990, 369p.

ALGEDDAWY, T., ELMARAGHY, H. Reactive design methodology for product family platforms, modularity and parts integration. **CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology**, n.6, p.34–43, 2013.

DEMING, W. **Out of the Crisis**. Massachusetts Institute of Technology, Center for Advanced Engineering Study, Cambridge, MA, 1986.

DU, G., JIAO, R. J., CHEN, M. Joint optimization of product family configuration and scaling design by Stackelberg game. **European Journal of Operations Research**, v.232, n.2, p.330-341, 2014.

FOGLIATTO, F.S., SILVEIRA, G. J. C. da, ROYER, R. Flexibility-driven index for measuring mass customization feasibility on industrialized products. **International Journal of Production Research**, v.41, n.8, 2003.

GERARD, K., SHANAHAN, M., LOUVIERE, J. Using stated preference discrete choice modelling to inform health care decision-making: A pilot study of breast screening participation. **Applied Economics**, n.35, p.1073–1085, 2003.

GRIJALVA, T.C., BERRENS, R.P., BOHARA, A.K., SHAW, W.D. Testing the validity of contingent behavior trip responses. **American Journal of Agricultural Economics**, n.84, p.401–414, 2002.

HAUG, A., HVAM, L., MORTENSEN, N. H. Definition and evaluation of product configurator development strategies. **Computers in Industry**, n.63, p.471-481, 2012.

HENSHER, D., LOUVIERE, J., SWAIT, J. Combining sources of preference data. **Journal of Econometrics**, n.89, p.197–221, 1999.

HUANG, Y., CHEN, C., WANG, I. C., KHOO, L. P. A product configuration analysis method for emotional design using a personal construct theory. **International Journal of Industrial Ergonomics**, v.44, n.1, p.120-130, 2014.

- KAMRANI, A., SMADI, H. Two-phase methodology for customized product design and manufacturing. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v.23, n.3, p.370-401, 2012.
- LOUREIRO, M.L., MCCLUSKEY, J.J., MITTELHAMMER, R.C. Are stated preferences good predictors of market behavior? **Land Economics**, n.79, p.44–55, 2003.
- LOUVIERE, J., BUNCH, D.S. Discussion of ‘multi-featured products and services: Analysing pricing and bundling strategies’ by Moshe Ben-Akiva and Shari Gershensfeld. **Journal of Forecasting**, n.17, p.197–201, 1998.
- MADDEN, G. Experimentation in economics: An overview of the stated-preference experimental design method. **Australian Economic Papers**, n.34, p.120–135, 1995.
- MCFADDEN, D. Conditional logit analysis of qualitative choice behavior. In: ZAREMBKA, P. (Ed.), **Frontiers in Econometrics**. Academic Press, New York, p.105–142, 1974.
- MORRISON, M. Aggregation biases in stated preference studies. **Australian Economic Papers**, n.39, p.215–230, 2000.
- NUGROHO, Y. K. Developing price and production postponement strategies of substitutable product. **Journal of Modelling in Management**, v.8, n.2, p.190-211, 2013.
- PITOT, P., ALDANONDO, M., VAREILLES, E. Concurrent product configuration and process planning: Some optimization experimental results. **Computers in Industry**, in press, 2014.
- SALVADOR, F., CHANDRASEKARAN, A., SOHAIL, T. Product Configuration, Ambidexterity and Firm Performance in the Context of Industrial Equipment Manufacturing. **Journal of Operations Management**, in press, 2014.
- SHAMSUZZOHA, A. H. M., HELO, P. T. Development of modular product architecture through information management. **VINE: The journal of information and knowledge management systems**, v.42, n.2, p.172-190, 2012
- THURSTONE, L.L. A law of comparative judgment. **Psychological Review**, n.34, p.273–286, 1927.
- TRENTIN, A., PERIN, A., FORZA, C. Product configurator impact on product quality. **International Journal of Production Economics**, n.135, p.850-859, 2012.
- UNTERSCHULTZ, J., QUAGRAINIE, K.K., VINCENT, M. Evaluating Quebec’s preference for Alberta beef versus US beef. **Agribusiness**, n.13, p.457–468, 1997.
- WANG, C. H., HSUEH, O. N. A novel approach to incorporate customer preference and perception into product configuration: A case study on smart pads. **Computer Standards & Interfaces**, n.35, p.549-556, 2013.
- WONG, H., LESMONO, D. On the evaluation of product customization strategies in a vertically differentiated market. **International Journal of Production Economics**, n.144, p.105-117, 2013.

YANG, D., DONG, M. A constraint satisfaction approach to resolving product configuration conflicts. **Advanced Engineering Informatics**, n.26, p.592–602, 2012.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo apresenta as conclusões da tese, além de sugestões para trabalhos futuros.

7.1 CONCLUSÕES

O objetivo geral desta tese foi desenvolver métodos para controle e implementação da variável de qualidade em produtos e serviços customizados em massa. Para tanto foram desenvolvidos os cinco artigos apresentados nos capítulos anteriores.

Quanto ao primeiro objetivo específico, **identificar os tipos de controle de qualidade aplicados na customização em massa de produtos e serviços**, ele foi executado por meio do Artigo 1. Nesse artigo foi definido os tipos de controle de qualidade que podem ser adaptados para produtos e serviços customizados.

Os demais objetivos específicos trazem modelos para implementação da qualidade em produtos e serviços customizados. Especificamente os estudos 2, 3 e 4 focaram na temática dos serviços customizados, respectivamente em **verificar quais e como são as relações entre as características de customização em massa e estratégias de serviço no que tange à qualidade do serviço oferecido; desenvolver uma sistemática para priorizar a dimensão da qualidade na implementação de projetos de serviços customizados em massa; e estabelecer uma metodologia para realizar o ajuste ótimo de ofertas de serviços para customização em massa**; enquanto que o estudo 5 trata da problemática dos produtos, respectivamente na **criação de um modelo para verificar quais as características de produtos customizados mais valorizadas pelos clientes**.

No Artigo 1 constatou-se que os métodos tradicionais de engenharia da qualidade podem ser adaptados para a customização em massa, desde que atendam aos requisitos do nível de customização, volume de produção e variedade de fabricação simultaneamente. Para cada ponto de intersecção tridimensional existe um forma de implementar e controlar a qualidade de forma mais adequada.

No Artigo 2 uma revisão sistemática focada em estudos de caso permitiu identificar quais as características de manufatura customizada podem ser aplicadas a serviços customizados. Elaborado um *framework*, para fazer essa adaptação, foi possível comprovar por meio de cinco estudos a adequabilidade do modelo para atender a serviços customizados.

No Artigo 3 foi proposto e validado um método para implementação de serviços customizados em massa. Nesse estudo foi possível validar todos os pressupostos apresentados no estudo anterior. Além disso, o método criado permite avaliar a qualidade de um serviço customizado, gerando um ranking para priorizar mudanças no serviço customizado. É possível também modelar um serviço customizado alinhado às necessidades do cliente, anteriormente a sua implementação, algo não tratado na literatura anteriormente.

No Artigo 4 foi desenvolvido um método para mensurar a adequabilidade da oferta de customização em serviços customizados em massa. Nesse método, a aplicação da função perda, permitiu entender quais as perdas associadas a cada uma das ofertas de customização de um serviço. Esse entendimento é importante, visto que gera informações para readequar o foco de cada uma das ofertas, colocando-as mais próximas das necessidades dos clientes, no que tange o serviço oferecido.

No Artigo 5 foi desenvolvido um método de avaliação do produto customizado, baseado na utilidade do produto para os clientes. Nesse método a aplicação da função utilidade, por meio da técnica de preferência declarada, permitiu entender como medir a satisfação do cliente em relação a um produto customizado. Essa medição é importante, pois serve de instrumento de calibração quanto a oferta de customização de uma empresa e pode viabilizar a limitação de configuração que seja a mais adequada para cada cliente.

7.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Dessa forma, a composição das contribuições de cada artigo leva ao preenchimento da demanda geral desse trabalho. Foram desenvolvidos dois estudos exploratórios e outros três métodos para entendimento do problema de pesquisa quanto a atribuição de qualidade de produtos e serviços customizados em massa.

Em relação aos métodos inovadores aplicados nesse trabalho estão (i) Método de QFD / QFD reverso para elaboração e avaliação de um serviço customizado, (ii) Método de aplicação da função perda para ajustar a oferta de customização de serviços e (iii) Método de refinamento e avaliação da configuração do produto, por meio da função de preferência declarada. Sob essa perspectiva, destacam-se na sequência questões relevantes abordadas durante os estudos que podem ser tratadas em pesquisas futuras.

A partir do Artigo 3 percebe-se que o método foca apenas na fase de implementação de um serviço customizado. Estudos devem ser desenvolvidos para avaliar as fases

intermediárias da prestação do serviço customizado. Esses estudos permitiriam agregar informações de cada etapa e direcionamento da prestação de serviço a perfis de clientes.

O Artigo 4 mostra que a apenas uma análise de perda está associada ao seu resultado. Nesse sentido, acredita-se que uma análise de utilidade do serviço poderia ser realizada complementarmente. Dessa forma, além da informação referente a quanto o serviço não atende ao cliente, também é possível descobrir quanto o cliente tem interesse sobre aquele tipo de serviço customizado.

Em relação ao Artigo 5 salienta-se que uma adequação que pode ser feita é quanto a validação das etapas de desenvolvimento do produto customizado. A sistemática proposta propõe uma avaliação da configuração desejada com o produto acabado. De fato, o método opera de uma forma reativa, onde as necessidades são lembradas por meio da insatisfação do cliente. Uma temática a ser tratada é a avaliação de cada etapa de desenvolvimento (planejamento, conceito, protótipo, manufatura, lançamento ao mercado), gerando um caminho crítico para customização do produto.