

Uma abordagem não compensatória para obtenção do peso da satisfação na Matriz Qualidade do QFD - *Quality Function Deployment*

Amanda Trojan Fenerich (Pontifícia Universidade Católica do Paraná; PPGEPS) amanda.fenerich@gmail.com
Maria Teresinha Arns Steiner (Pontifícia Universidade Católica do Paraná; PPGEPS) maria.steiner@pucpr.br

Resumo:

Este trabalho realiza uma investigação metodológica, acerca do método para obtenção do Peso da Satisfação (PS) de empresas, a partir dos requisitos dos clientes, na Matriz Qualidade ou Casa da Qualidade. O objetivo do artigo é propor um meio que considere a abordagem não compensatória para obter o resultado do PS, utilizando um método de decisão multicritério. Para tanto, elaborou-se um framework que visa guiar a avaliação da racionalidade compensatória ou não compensatória na aplicação de cada situação, utilizando-se um método adequado. A proposta é ilustrada com uma aplicação, cujo resultado demonstrou a inversão no ranking obtido entre dois métodos, ficando evidente a necessidade de realizar a avaliação de racionalidade para a escolha correta do método a ser aplicado para a obtenção do referido peso da satisfação.

Palavras chave: Método de decisão multicritério, PROMETHEE II, Casa da Qualidade.

A non-compensatory approach to obtaining satisfaction weight in the QFD (Quality Function Deployment) Quality Matrix

Abstract

This work makes a methodological analysis on the method of obtaining satisfaction weight (PS) business, from customer requirements, in the Matrix or Quality House of Quality. The objective of the article is to propose a means that considers a non-compensatory approach to obtain the PS result, use a multicriteria decision method. To do so, a framework should be developed to guide the evaluation of compensatory or non-compensatory rationality in the application of each situation, using an appropriate method. The proposal is illustrated with an application, the result of which demonstrates an unclassified inversion between two methods, making it necessary to perform a rationality assessment for a correct choice of the method to be applied to obtain the satisfaction weight.

Key-words: Multicriteria decision method, PROMETHEE II, Quality House.

1. Introdução

A abordagem do *Quality Function Deployment* (QFD; Desdobramento da Função Qualidade), foi desenvolvida por Akao (1990) com o propósito de garantir a qualidade do produto desde a fase de projeto. Para Cheng (2003), o QFD “é uma metodologia que tem por objetivo auxiliar na gestão do processo de desenvolvimento, de modo a manter seu foco sempre voltado para o atendimento das necessidades dos clientes”.

Amplamente difundido em vários países, vários são os trabalhos desenvolvidos utilizando o QFD no projeto dos mais diversos produtos, por exemplo: Marcos e Jorge (2002) para tomate

de mesa; Pinto e Paiva (2010) para massa pronta de tortas; Pinto e Fontenelle (2013) para organizador de esmaltes; e Cortés e Silva (2005) realizaram um levantamento de conceitos necessários para aplicações do QFD especificamente na indústria de alimentos.

Atualmente, essa abordagem tem sido aplicada não somente no desenvolvimento de produtos, mas também em serviços e áreas afins, como exemplo tem-se a pesquisa de Matsuda e Évora (2008), que introduziram a abordagem do QFD para o serviço de enfermagem, e Teixeira (2016) que utilizou QFD para a distribuição da carga horária em um curso superior. Além do mais, outras versões têm sido desenvolvidas, como o QFD-Estendido e o QFD das Quatro Ênfases (PEIXOTO e CARPINNETE, 1998).

As vantagens descritas pelos autores com a implementação do QFD vão desde a redução de riscos e modificações de produtos/processos em desenvolvimento, até melhorias do trabalho em equipe. Silva e Gonçalves (2016) constataram um aumento na aceitação dos clientes nas empresas que utilizam o QFD, uma vez que a abordagem introduz a perspectiva dos mesmos. Abreu (1997) menciona que “quando implementado corretamente o QFD passa a ser parte importante da competência da empresa em entender e atender o cliente com qualidade superior e, assim, superar os concorrentes”. Mas complementa, afirmando que as empresas brasileiras ainda não aquilataram a verdadeira importância da abordagem como ferramenta de alavancagem de vantagens competitivas.

No estudo apresentado por Carnevalli et al. (2004) estão descritas algumas das dificuldades encontradas durante a implantação do QFD, em que se destacam: falta de experiência do grupo em QFD; falta de comprometimento dos membros do grupo; trabalhar com matrizes muito grandes; dificuldade em interpretar os requisitos dos clientes e; dificuldade em atribuir pesos aos requisitos dos clientes. Alguns pontos-chave que devem ser considerados para uma correta implementação do QFD são descritas por Carnevalli e Miguel (2009).

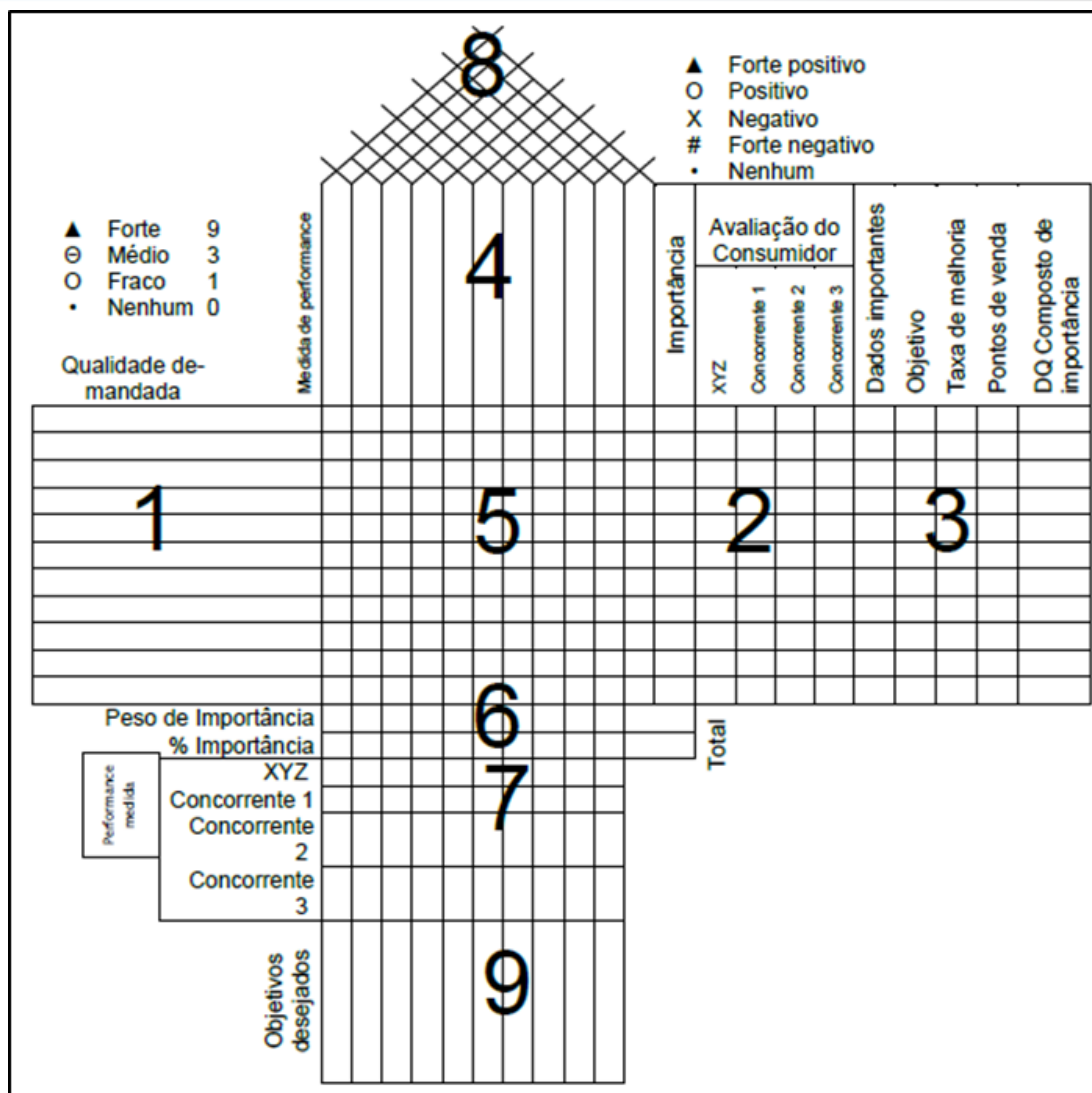
Como pode ser observado, algumas dificuldades implicam em melhorar aspectos relacionados ao gerenciamento de pessoas durante a implementação do QFD, e outras implicam em melhorias na própria abordagem QFD. Em função disso, estudar os aspectos metodológicos do QFD também é um fator importante, uma vez que quaisquer melhorias introduzidas na operação do método podem vir a melhorá-lo e assim motivar as organizações em sua implementação.

O objetivo do presente trabalho é realizar uma investigação metodológica, acerca do método para obtenção do Peso da Satisfação (PS) de empresas, a partir dos requisitos dos clientes, na Matriz Qualidade utilizando, para isso, um método de decisão multicritério. Com isto teríamos um meio para obter os referidos pesos com uma abordagem não compensatória.

Tendo em vista a limitação de compensação dos itens da qualidade demandada pelo cliente na aplicação do QFD, este trabalho segue apresentando uma breve fundamentação para o embasamento teórico do método original utilizado para a obtenção do Peso da Satisfação e, também, do método multicritério (não compensatório) utilizado na proposta, nas seções 2 e 3, respectivamente. Em seguida, na seção 4, apresenta-se a proposta da abordagem não compensatória em um framework, com uma aplicação ilustrativa, detalhada na seção 5. E por último, na seção 6, têm-se as considerações finais.

2. Matriz Qualidade do QFD – *Quality Function Deployment*

O QFD trabalha com várias matrizes, sendo uma delas denominada Matriz Qualidade, ou também conhecida como Casa da Qualidade. Tal matriz é composta do cruzamento dos requisitos dos clientes com as características da qualidade, como pode ser visto na Figura 1.



Fonte: Canciglieri Junior (2016)

Figura 1 - Casa da Qualidade

Como o objetivo do trabalho consiste apenas no método utilizado para obter o Peso da Satisfação será discutido aqui apenas os pontos primordiais para isto, ou seja, os elementos 1 (Qualidade Demandada) e 2 (Avaliação do Consumidor) da Casa da Qualidade. Demais considerações metodológicas sobre a utilização de toda a Casa da Qualidade podem ser vistas em Canciglieri Junior (2016), Akao e Takahashi (1996), e demais referências sobre o tema.

Para construir as partes 1 e 2 da Casa da Qualidade de um produto (uma caneta, por exemplo), são necessárias as informações do conjunto de características que compõem a Qualidade Demandada, a Importância para cada item da qualidade demandada, e a Avaliação do Consumidor sobre o desempenho de cada empresa (empresa em análise e concorrentes) para cada item da qualidade demandada, como ilustrado na Figura 2.

Qualidade Demandada	Importância	Avaliação do Consumidor			
		Nossa Empresa	Concorrente 1	Concorrente 2	Concorrente 3
Suavidade na escrita	5	3	5	3	3
Durabilidade	2	2	3	1	2
Peso da Caneta	4	4	3	2	3
Formato do corpo	1	3	4	5	4
Tipo de material do corpo	3	2	2	3	2
Risco de vazamento	5	5	4	4	3
Beleza	4	3	4	1	2
PESO DA SATISFAÇÃO		81	89	63	64

Figura 2 - Exemplo das Partes 1 e 2 da Casa da Qualidade com relação a uma caneta

O “Peso da Satisfação” pode ser obtido através da somatória do produto da “Importância” pelos valores relativos à “Avaliação do Consumidor”, conforme equação (1) a seguir.

$$PS(a) = \sum_{i=1}^m I_i \cdot S_i(a) \quad (1)$$

onde PS é o peso da satisfação para cada empresa/concorrente a ; I_i é a importância de cada item da qualidade demandada; e S_i é a avaliação do consumidor para cada empresa/concorrente.

3. Problemas e Métodos de Decisão Multicritério

Um problema de decisão multicritério é definido por Almeida (2013) e “consiste na situação em que há pelo menos duas alternativas de ação para se escolher, e essa escolha é conduzida pelo desejo de se atender a múltiplos objetivos, muitas vezes conflitantes entre si”.

Considerando o contexto da análise de decisão multicritério, os métodos desenvolvidos e utilizados constituem muito mais do que simplesmente na avaliação, comparação e escolha de alternativas, pois envolve também uma reflexão profunda sobre o que é insatisfatório, e a geração de possíveis cursos de ação para resolver a situação (Belton; Stewart, 2002).

Há vários métodos desenvolvidos para o tratamento deste tipo de problema, sendo que estes podem ser classificados, conforme a abordagem, como compensatórios e não compensatórios. Segundo Almeida (2013) “nos métodos compensatórios a avaliação de uma alternativa considera *trade-offs* entre os critérios”, ou seja, nos métodos deste tipo consideram que uma alternativa com desempenho ruim em um critério pode ser compensada se tiver um bom desempenho em outro critério, dependendo do quanto este critério representa na análise da constante de escala. E o mesmo não ocorre em métodos não compensatórios.

Uma ênfase será dada ao método de sobreclassificação PROMETHEE II (*Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation*), apresentados por Almeida (2013), pois é um método representativo da abordagem não compensatória, embora existam outros métodos equivalentes. As definições e etapas deste método estão descritas brevemente a seguir, e uma aplicação ilustrativa é apresentada na Seção 5.

Para a avaliação utilizando os métodos da família PROMETHEE, utilizam-se duas fases: construção e exploração da relação de sobreclassificação. Na primeira fase, o decisor deve estabelecer o peso de cada critério, e a partir desses valores é obtido o grau de sobreclassificação $\pi(a,b)$ para cada par de alternativas, de acordo com (2) a seguir.

$$\pi(a,b) = \sum_{i=1}^n p_i \cdot F_i(a,b) \quad (2)$$

onde, p_i é o peso de cada critério i , e $F_i(a,b)$ é a função da diferença entre o desempenho das alternativas para cada critério i . Existem seis formas básicas para a função $F_i(a,b)$, em que o decisor pode representar suas preferências usando a forma mais adequada para cada critério: critério usual; quase critério; limiar de preferência; *pseudo* critério; área de indiferença e critério gaussiano. Estas funções podem ser encontradas em Almeida (2013) e em Brans; Vincke e Mareschal (1986).

Após a primeira fase, é feita a exploração da relação de sobreclassificação, observando-se o fluxo de saída Φ^+ e entrada Φ^- de cada alternativa, de acordo com (3) e (4).

$$\Phi^+(a) = \sum_{b \in A} \pi(a,b) \quad (3)$$

$$\Phi^-(a) = \sum_{b \in A} \pi(b,a) \quad (4)$$

Para o PROMETHEE II é utilizado o fluxo líquido $\Phi(a)$ para estabelecer uma pré-ordem completa entre as alternativas, a partir das relações de preferência e indiferença entre duas alternativas (ALMEIDA, 2013).

4. Proposta de uma abordagem não compensatória para a Matriz Qualidade

Como visto anteriormente, para a obtenção do peso da satisfação da Matriz Qualidade em relação a um produto, considerando a abordagem em sua forma original, é feita a soma ponderada dos elementos da qualidade demandada de acordo com a avaliação do consumidor e a sua importância. Este procedimento pode ser traduzido em termos de um problema de decisão multicritério, em que os itens da Qualidade Demandada representam os critérios; a Importância representa a constante de escala de cada um dos critérios; e as empresas/concorrentes representam as alternativas. Considerando isto, dois pontos importantes são levantados:

- Por se tratar de uma abordagem compensatória, o método aditivo utilizado para a obtenção do peso da satisfação exige que o valor da importância seja obtido por meio de um procedimento adequado de *trade-offs* entre todos os itens da qualidade demandada, não considerando apenas a importância relativa de cada item, assim como é feito originalmente na abordagem;
- E também, considerando que é um método compensatório, o bom desempenho de uma empresa em qualquer um dos itens considerados da qualidade desejada será compensado pelos demais itens. Ou seja, mesmo se uma empresa tiver um bom desempenho somente

em um item da qualidade demandada, e um ruim desempenho em todos os outros, pode haver compensação e obter o maior resultado, e ainda assim ser considerada como o tendo o melhor produto.

A compensação entre os critérios, ou entre os itens da qualidade demandada, é fundamental em alguns casos, cujos métodos não compensatórios são corretamente usados. Porém existem situações onde essa compensação não é devidamente requerida, sendo necessário o uso de outros métodos. Essa avaliação da racionalidade compensatória ou não compensatória deve ser feita antes da aplicação do método, pois implica na escolha adequada do método a ser usado.

Sendo assim, é necessária a aplicação do método não compensatório, tal como o PROMETHEE II, anteriormente mencionado, para a obtenção do peso da satisfação nos casos em que a avaliação da racionalidade, ou do contexto da situação, seja não compensatória. Ou seja, quando a qualidade demandada da Matriz Qualidade apresentar itens cujo desempenho das empresas não pode ser compensado, a aplicação de um método não compensatório proporcionará resultados mais adequados. Esta é a proposta deste trabalho, cuja abordagem geral está no *framework* apresentado na Figura 3.

Este *framework* propõe que a identificação dos itens para qualidade demandada e avaliação do consumidor sejam realizadas conforme a abordagem QFD, tendo uma diferenciação no momento de se aplicar o procedimento matemático para obtenção do peso da satisfação. Se no contexto do caso estudado, os itens da qualidade demandada assumem a possibilidade de compensação entre ele, aplica-se algum método compensatório, tal como o método aditivo que já é utilizado. Porém, se no contexto não for possível essa compensação, propõe-se que sejam utilizados outros métodos não compensatórios, tal como o método PROMETHEE II.

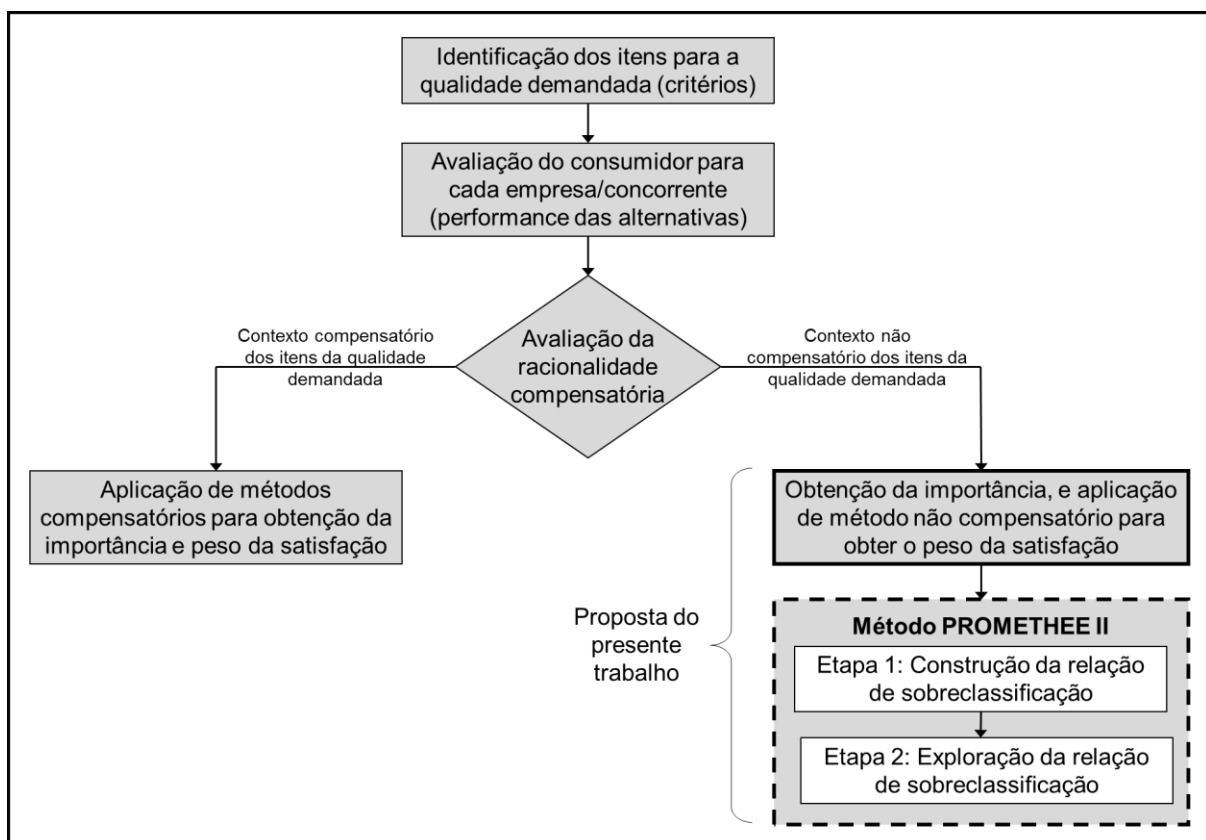


Figura 3 - *Framework* para a avaliação da racionalidade compensatória ou não compensatória para escolha do método

5. Estudo de Caso

Para ilustrar a proposta de uma abordagem não compensatória, com o uso do método PROMETHEE II para obtenção do peso da satisfação, será utilizado um pequeno exemplo hipotético, já ilustrado na Figura 2, em que uma equipe de desenvolvimento aplica o desdobramento da função qualidade para uma caneta.

Considerando que a equipe tenha realizado as duas primeiras fases do *framework* da Figura 3, com a identificação dos itens da qualidade demandada (suavidade na escrita; durabilidade; peso da caneta; formato do corpo; tipo de material; risco de vazamento e beleza), assim como as expectativas dos consumidores, em termos de qualidade, para cada uma das empresas concorrentes.

Seguindo com as fases do *framework*, neste ponto têm-se a avaliação da racionalidade, que irá direcionar para a definição do método mais adequado a ser utilizado. Supondo que a equipe decida por uma racionalidade não compensatória, ou seja, um bom desempenho de uma empresa no item ‘suavidade na escrita’, por exemplo, não irá compensar o ruim dependendo em quaisquer outros itens, então utiliza-se o método PROMETHEE II para a obtenção do Peso da Satisfação. Desta forma, tem-se que desenvolver as etapas 1 e 2 da Figura 3.

- a) Etapa 1 – Construção da Relação de sobreclassificação: considerando que a função da diferença $F_i(a, b)$ usada seja do tipo usual para todos os critérios, têm-se então as seguintes matrizes de comparação para cada critério, dispostas na Figura 4, bem como a matriz com o grau de sobreclassificação, obtida com as Fórmulas (2), (3) e (4), onde NE significa Nossa Empresa; e C1, C2 e C3 são os concorrentes 1, 2 e 3, respectivamente.

Suavidade na escrita					Peso da Caneta					risco de vazamento					beleza				
	NE	C1	C2	C3		NE	C1	C2	C3		NE	C1	C2	C3		NE	C1	C2	C3
NE	-	0	0	0	NE	-	1	1	1	NE	-	1	1	1	NE	-	0	1	1
C1	1	-	1	1	C1	0	-	1	0	C1	0	-	0	1	C1	1	-	1	1
C2	0	0	-	0	C2	0	0	-	0	C2	0	0	-	1	C2	0	0	-	0
C3	0	0	0	-	C3	0	0	1	-	C3	0	0	0	-	C3	0	0	1	-

Durabilidade					Formato do corpo					tipo de material					Grau de sobreclassificação					
	NE	C1	C2	C3		NE	C1	C2	C3		NE	C1	C2	C3		NE	C1	C2	C3	Φ^+
NE	-	0	1	0	NE	-	0	0	0	NE	-	0	0	0	NE	-	9	15	13	37
C1	1	-	1	1	C1	1	-	0	0	C1	0	-	0	0	C1	12	-	15	16	43
C2	0	0	-	0	C2	1	1	-	1	C2	1	1	-	1	C2	4	4	-	9	17
C3	0	0	1	-	C3	1	0	0	-	C3	0	0	0	-	C3	1	0	10	-	11
																Φ^-	17	13	40	38

Figura 4 - Matrizes com a Função de Diferença e Matriz com o grau de sobreclassificação

- b) Etapa 2 – Exploração da Relação de sobreclassificação: após obter a matriz de sobreclassificação, obtêm-se o *ranking* pelo fluxo líquido de Φ^+ e Φ^- , sendo possível fazer uma comparação com o resultado do peso da satisfação obtido com o método compensatório apresentado anteriormente (Tabela 1).

Ranking – Peso da Satisfação		
	Método Aditivo (Compensatório)	PROMETHEE II (Não compensatório)
1º	Concorrente 1	Concorrente 1
2º	Nossa Empresa	Nossa Empresa
3º	Concorrente 3	Concorrente 2
4º	Concorrente 2	Concorrente 3

Tabela 1 - Ranking das empresas obtido pelos dois métodos para o Estudo de Caso

Como pode ser visto, apesar do exemplo ser pequeno e didático, com poucas alternativas para avaliação, houve uma inversão na ordem do ranqueamento da 3ª. e 4ª. posições do *ranking*, entre os resultados obtidos pelos dois métodos discutidos. E essa inversão no ranking não é difícil de ocorrer em problemas reais, cujos conjuntos de alternativas e critérios para qualidade demandada e avaliação do consumidor são bem maiores.

6. Considerações Finais

Com o Estudo de Caso apresentado na seção 5 anterior ficou evidente a necessidade de avaliar a racionalidade compensatória ou não-compensatória de cada caso, antes de aplicar um método para obter o peso da satisfação para cada empresa/concorrente, para que o mesmo seja o mais adequado possível, e assim obter um *ranking* que reflita realmente a opinião dos consumidores.

Ao utilizar um método não compensatório, como o exposto na proposta deste artigo, o problema para obtenção do peso de cada item da qualidade demandada assume realmente a interpretação de importância dada pelos consumidores, não sendo necessário fazer algum procedimento de *trade-off* para obter estes valores.

A proposta apresentada no *framework* deste trabalho (Figura 3) trata somente da primeira avaliação realizada na Casa da Qualidade, para obtenção do peso da satisfação. Porém em outras etapas deste processo do QFD não foram investigadas a interferência no uso de diferentes métodos matemáticos, ficando isso como proposta para futuras pesquisas, bem como a realização de um aplicativo que considere a avaliação da racionalidade como exposto no *framework* deste trabalho.

Referências

- ABREU, F. S. *QFD-desdobramento da função qualidade-estruturando a satisfação do cliente*. Revista de Administração de Empresas, v. 37, n. 2, p. 47-55, 1997.
- AKAO, Y. *Quality Function Deployment: integrating customer requirements into product design*. Portland: Productivity Press, 1990.
- AKAO, Y.; TAKAHASHI, S. *Introdução ao Desdobramento da Qualidade*. v. 1. Belo Horizonte: Fundação Cristiano Otoni, 1996.
- ALMEIDA, A.T. *Processo de Decisão nas Organizações: Construindo Modelos de Decisão Multicritério*. 1 ed. São Paulo: Atlas, 2013.
- BELTON, V; STEWART, T. J. *Multiple Criteria Decision Analysis: an integrated approach*. Kluwer Academic Publishers, 2002.
- BRANS, J. P.; VINCKE, P.; MARESCHAL, B. *How to select and how to rank projects: the PROMETHEE method*. European Journal of Operational Research, v. 24, n. 2, p. 228-238, 1986.
- CANCIGLIERI JUNIOR, O. *QFD – Quality Function Deployment*. Apostila e notas de aula, Pontifícia Universidade Católica do Paraná. 2016.
- CARNEVALLI, J. A.; SASSI, A. C.; MIGUEL, P. A. C. *Aplicação do QFD no desenvolvimento de produtos: levantamento sobre seu uso e perspectivas para pesquisas futuras*. Gestão e Produção, São Carlos, v. 11, n. 1, p. 33-49, 2004.

CARNEVALLI, J. A.; MIGUEL, P. A. C. *Empresas de referência na utilização do desdobramento da função qualidade*. Produto & Produção, v. 10, n. 1, p. 01-18, 2009.

CHENG, L. C. *QFD em desenvolvimento de produto: características metodológicas e um guia para intervenção*. Revista Produção Online, v. 3, n. 2, 2003.

CORTÉS, D. M. M.; SILVA, C. A. B. *Revisão: Desdobramento da Função Qualidade-QFD-conceitos e aplicações na indústria de alimentos*. Brazilian Journal Food Technology, v. 8, n. 3, p. 200-209, 2005.

MARCOS, S. K.; JORGE, J. T. *Desenvolvimento de tomate de mesa, com o uso do método QFD (Desdobramento da Função Qualidade), comercializado em um supermercado*. Horticultura brasileira, v. 20, n. 3, p. 490-496, 2002.

MATSUDA, L. M.; ÉVORA, Y. D. M. *O método desdobramento da função qualidade-QFD-no planejamento do serviço de enfermagem*. Ciência, Cuidado e Saúde, v. 1, n. 1, p. 071-074, 2008.

PEIXOTO, M. O. C.; CARPINETTI, L. C. R. *Aplicação de QFD integrando o modelo de Akao e o modelo QFD estendido*. Gestão e Produção, São Carlos, v. 5, n. 3, p. 221-238, 1998.

PINTO, A. L. D.; PAIVA, C. L. *Desenvolvimento de uma massa funcional pronta para tortas utilizando o método de Desdobramento da Função Qualidade (QFD)*. Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2010.

PINTO, R. S.; FONTENELLE, M. A. M. *Desdobramento da Função Qualidade-QFD no processo de desenvolvimento de produtos: uma aplicação prática*. In Encontro de Engenharia de Produção, 33. Salvador, 2013.

SILVA, D. G.; GONÇALVES, R. C. *Desenvolvimento de novos produtos: o uso do Quality Function Deployment (Desdobramento Da Função Qualidade) - QFD*. Revista Brasileira de Administração Científica, v. 7, n. 1, 2016.

TEIXEIRA, E. S. M. *Análise de distribuição de carga horária de um currículo de um Curso Superior de Tecnologia utilizando conceitos de QFD*. Revista GEPROS, v. 11, n. 2, p. 21, 2016.