

# Aplicação do diagrama de Mudge e QFD utilizando como exemplo a hierarquização dos requisitos para um carro voador

## *Application of the Mudge diagram and QFD using the hierarchization of the requirements for a flying car as an example*

Cristiano Henrique Schuster (UNIPAMPA – RS/Brasil) - cris.h.schuster@gmail.com  
• Av. Tiarajú, 810, Ibirapuitã, Alegrete-RS, 97546-550  
Jean Jonathan Schuster (UNIPAMPA – RS/Brasil) - jeanschuster@gmail.com  
Alexandre Silva de Oliveira (UNIPAMPA – RS/Brasil) - alexandresilva@unipampa.edu.br

**RESUMO** Neste artigo, cujo tema é a aplicação do diagrama de Mudge e QFD utilizando como exemplo a hierarquização dos requisitos para um carro voador, será realizada uma análise do estado da arte sobre carros voadores, buscando-se características importantes no desenvolvimento deste conceito. Como objetivo tem-se mostrar um exemplo de aplicação do diagrama de Mudge e da ferramenta *Quality Function Development* (QFD) na definição de requisitos de sucesso para um carro voador. Os métodos utilizados foram: revisão bibliográfica, utilização das ferramentas *Value-Focused Brainstorming* para a obtenção de características desejáveis e posterior aplicação do diagrama de Mudge e QFD para comparação dessas características nestes equipamentos. Os resultados obtidos mostram a valia destas duas últimas ferramentas no desenvolvimento de produtos, auxiliando na tomada de decisões e foco para o projeto. Mostrou-se possível a hierarquização dos requisitos do exemplo através da utilização do diagrama de Mudge, e a comparação desses requisitos por meio da ferramenta QFD. Pode-se concluir assim, que os objetivos foram alcançados, sendo este trabalho de grande valia didática para o meio acadêmico.

**Palavras-chave** Carro voador. Requisitos. Aplicação QFD. Diagrama de Mudge.

**ABSTRACT** *In this paper, whose theme is the application of the Mudge diagram and QFD using the hierarchization of the requirements for a flying car as an example, an analysis of the state of the art of flying cars will be conducted, seeking to highlight important characteristics for the development of this concept. The main objective is to show an example of the application of the Mudge Diagram and the Quality Function Development (QFD) tools to define requirements for the success of a flying car. The methods used are: literature review, use of value-focused brainstorming to obtain desirable characteristics and subsequent application of the QFD and Mudge diagram tools for the comparison of desirable feature in such equipment. The results obtained show the importance of these last two tools in the product development, assisting in the decision-making and focus of the project. The Mudge diagram allowed the hierarchization of the requirements used as example, and a comparison between these requirements through the QFD tool. Therefore, it can be concluded that the objectives were achieved, so this work is of great value to the academic field.*

**Keywords** *Flying car. Requirements. QFD application. Mudge diagram.*

## 1. INTRODUÇÃO

O sonho de voar sempre acompanhou a sociedade, quando este foi atingido por meio de aeronaves, passou-se a se sonhar então com um equipamento híbrido que permitisse se deslocar em solo e também no ar. Como prova disto, tem-se um dos pioneiros da aviação Glenn Hammond Curtiss, que já em 1917 desenvolveu o conceito de “carro voador” ao projetar o *Curtiss Autoplane*, projeto este que acabou sendo deixado de lado devido à entrada dos Estados Unidos na Primeira Guerra Mundial (BERG, 2012).

Depois de Glenn Hammond Curtiss, muitos desenvolveram o conceito de carro voador, alguns até mesmo conseguiram obter algum sucesso, como é o exemplo do Transition da Terraflugia que foi o primeiro carro voador com aporte legal (ROTHMAN, 2010). Mas, mesmo se tratando de um sonho com quase um século e a obtenção de algum sucesso, este conceito ainda não foi popularizado devido a grande complexidade envolvida no projeto de um carro voador. Problemas como *design*, complexidade de pilotagem, preço e segurança estão entre os principais fatores que impedem o sucesso deste conceito.

Partindo desses problemas, justifica-se a realização deste trabalho, uma vez que, dada a complexidade envolvida no projeto de um carro voador, torna-se necessário o uso de ferramentas como o diagrama de Mudge e QFD na hierarquização e comparação de requisitos. Desta forma a realização deste trabalho tem caráter didático podendo ter grande valia para o meio acadêmico.

Como tema temos a Aplicação do Diagrama de Mudge e QFD Utilizando Como Exemplo a Hierarquização dos Requisitos para um Carro Voador. O objetivo geral é mostrar a aplicação do diagrama de Mudge e a ferramenta *Quality Function Development* (QFD) na definição de requisitos de sucesso para um carro voador, os objetivos específicos são: 1) classificar em ordem de relevância as características necessárias a um carro voador; 2) apontar requisitos desejáveis para um carro voador.

Para o desenvolvimento da pesquisa trabalha-se com a hipótese de que utilizando ferramentas de metodologia de projeto de produto é possível definir requisitos de sucesso para um carro voador.

A seguir é apresentada a revisão bibliográfica, o método, os resultados da pesquisa, discussões, as considerações finais e as referências bibliográficas.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

A revisão da literatura é a parte da pesquisa em que se busca embasamento na bibliografia existente sobre os tópicos considerados importantes.

Segundo Gil (2002), uma pesquisa bibliográfica é elaborada a partir de material já publicado, constituído principalmente de livros, artigos de periódicos e atualmente com material disponibilizado na Internet.

Para Minayo (2010), a pesquisa é considerada como “atividade básica das ciências na sua indagação e descoberta da realidade. É uma atitude e uma prática teórica de constante busca que define um processo intrinsecamente inacabado e permanente”.

Nas seções seguintes serão abordados conceitos básicos de metodologia de projeto de produto, conceitos de *benchmarking*, aplicação do Diagrama de Mudge, *Quality Function Development* (QFD) e a aplicação do *Value-Focused Brainstorming*.

## 2.1. Conceitos básicos de metodologia de projeto de produto

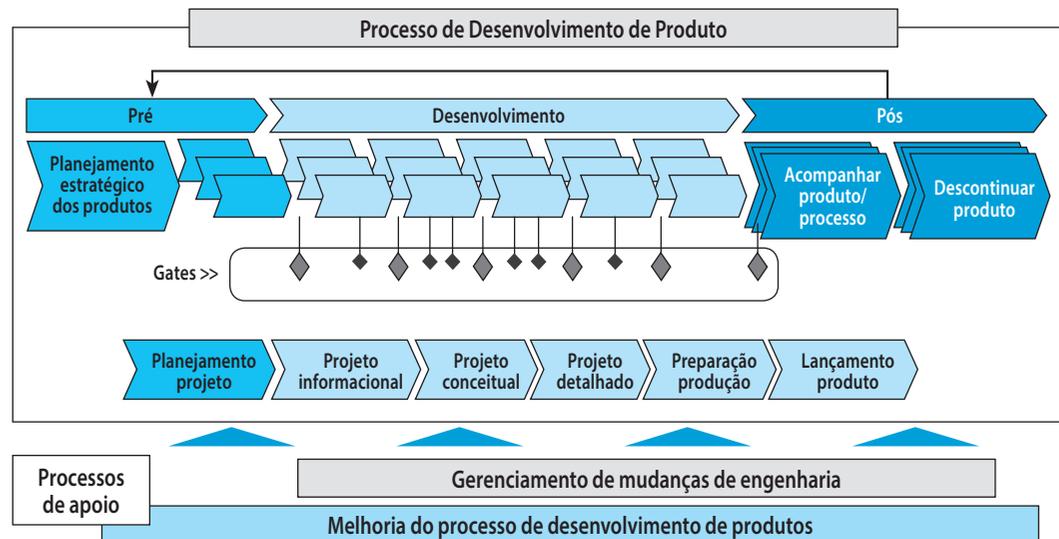
Segundo Budynas e Nisbett (2011) projetar é desenvolver um plano de ações que visam resolver um problema ou atender a uma necessidade. Se este plano de ações for desenvolver um produto, este produto deve ser confiável, seguro e próprio para ser usado, fabricado e comercializado.

O conceito de desenvolvimento de projeto de produto teve grande expansão a partir da década de 1980, resultando em várias publicações com abordagens de projeto diferentes. Como exemplos destas abordagens Back *et al.* (2008) cita:

- projeto de vida do produto;
- projeto para o consumidor;
- projeto para custo;
- projeto para manufatura;
- projeto para meio ambiente;
- projeto para confiabilidade;
- engenharia simultânea;
- projeto para qualidade;
- projeto para competitividade;
- desenvolvimento integrado do produto.

Rozenfeld *et al.* (2006) propõem um modelo de desenvolvimento de produto que é dividido em macrofases, subdivididas em fases e atividades. Neste modelo existem três macrofases: pré-desenvolvimento, desenvolvimento e pós-desenvolvimento. A Figura 1 mostra esquematicamente o modelo proposto por Rozenfeld *et al.* (2006).

Figura 1 – Modelo esquemático de desenvolvimento de produto.



Fonte: Rozenfeld *et al.* (2006, p. 44).

Da Figura 1 tem-se que as fases em que as macrofases se desdobram são: planejamento de projeto, projeto informacional, projeto conceitual, projeto detalhado, preparação da produção e lançamento do produto. Cada uma destas fases gera uma saída chamada gate, que será utilizada no decorrer do desenvolvimento das fases seguintes (BACK *et al.*, 2008).

## 2.2. Conceitos de *benchmarking*

O *Benchmarking* é uma ferramenta muito utilizada pelas empresas no desenvolvimento de seus produtos. Segundo Cleto [2004?], com o objetivo de obter vantagem no mercado, o *Benchmarking* é uma ferramenta muito útil, pois busca identificar e copiar pontos fortes e características de sucesso de outras empresas e produtos. Por isto, para definição do escopo de um carro voador é interessante buscar o que está sendo e já foi desenvolvido, assim, ferramentas de comparação de características podem ser usadas para determinar quais delas são mais importantes. O Quadro 1, encontrado no Anexo I, traz um compilado dos principais carros voadores desenvolvidos durante a história.

Analisando o Quadro 1 pode-se verificar a fase em que cada projeto se encontra, bem como observar características de cada modelo de carro voador. Como exemplo de carros voadores já existentes, disponíveis ao consumidor ou em fase de testes, tem-se o SkyRunner, AeroMobil, PAL-V e o Transition.

## 2.3. Aplicação do Diagrama de Mudge

O diagrama de Mudge é uma ferramenta que permite a comparação de função de duas em duas, com o objetivo de ordená-las por relevância (ROCCO; SILVEIRA, 2007). Esta comparação é feita geralmente enumerando as funções como 1,2,3... n, onde n é o número de funções, posteriormente atribui-se valores para as comparações conforme mostra a Figura 2 (NICKEL *et al.*, 2010).

Figura 2 – Exemplo diagrama de Mudge.

Eficiência		2	3	4	5	SOMA	%
A	5	1B	1A	1A	1B	18	56
B	4	2	2D	2D	5C	4	13
C	3		3	4D	3C	3	9
D	2			4	5D	2	6
E	1				5	5	16
		TOTAL				32	100

Fonte: Nickel *et al.* (2010, p. 714).

Na Figura 2 as funções são representadas pelos números (5 funções no total), as letras A, B, C, D e E representam a ordem de relevância que uma função tem sobre a outra. Por exemplo, na primeira coluna tem-se que a função 1 tem relevância B sobre a função 2. Na coluna soma, faz-se a soma dos pesos de cada função e na última coluna tem-se a porcentagem que a funções representa sobre o total.

## 2.4. Quality Function Development (QFD) e aplicação

De acordo com Cheng (2003), todo método é um reflexo do meio em que este está inserido, e o mesmo acontece com o QFD. Segundo o mesmo *apud*. Akao (1990a) e Akao e Mazur (2003), esta ferramenta surgiu por dois fatores, sendo o primeiro a necessidade e dificuldade de definir a qualidade do *design* e o segundo definir qual o tempo certo para realizar a tabela de controle do processo.

A ferramenta QFD utiliza-se da casa de qualidade, cujo exemplo é mostrado na Figura 3. Para a elaboração da casa de qualidades, alguns questionamentos têm que ser feitos e respondidos, estes questionamentos-chave, segundo Martins e Laugeni (2005) são:

Voz do cliente: Que atributos o cliente considera importante para o produto ou serviço? Nesta fase, listam-se os atributos, ponderando-os em função das respostas apresentadas.

Análise da concorrência: Como nos situamos em relação a nossos concorrentes quanto aos itens enumerados pelos clientes?

Voz da engenharia: Que características de engenharia afetam um ou mais dos atributos identificados pelos clientes? Neste aspecto, o símbolo (+) significa que a engenharia gostaria de aumentar o nível de atributo e inversamente para o símbolo (-).

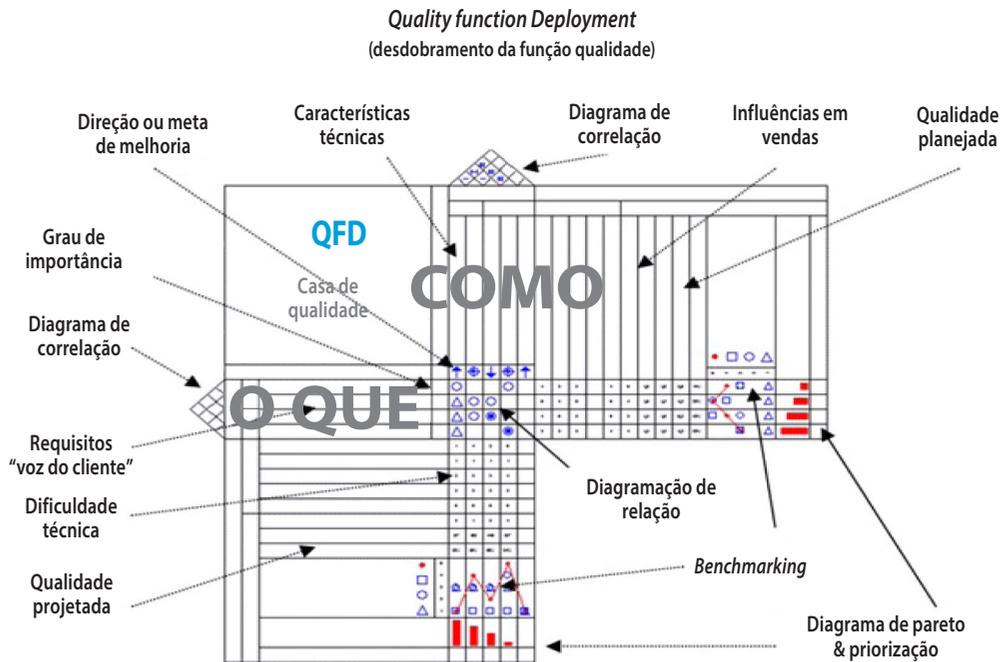
Correlação: Que tipo de correlação existe entre o que os clientes desejam (voz do cliente) e o que a engenharia quer (voz da engenharia)? Essa correlação deverá ser assinalada na matriz com símbolos diferentes.

Comparação técnica: Como nosso produto se comporta frente aos produtos da concorrência? Neste caso, pode-se atribuir uma escala de 1 a 5, sendo que 1 significa a melhor avaliação e 5 a pior. A importância de cada característica para o cliente deve ser avaliada. Para a característica de engenharia mais importante são atribuídos 10 pontos percentuais que correspondem ao máximo e outros valores geralmente baseados em custos para as demais características, estabelecendo metas para as características da engenharia.

Inter-relações: Quais são as inter-relações em potencial do projeto? Aqui, devem ser apontadas como uma melhoria em uma característica do projeto, e podem, eventualmente, interagir de maneira negativa sobre outra característica.

A Figura 3 mostra um exemplo de construção da casa de qualidade para utilização conjunta ao QFD.

Figura 3 – Exemplo de construção da casa de qualidade.



Fonte: Adaptada do site QFD (2014).

## 2.5. Value-Focused Brainstorming

O *Brainstorming* é um dos muitos processos criativos e segundo Keeney (2012) o *Value-Focused Brainstorming* (*brainstorming* focado em valor) tem como caminho a busca de objetivos incorporando duas características do *Value-Focused Thinking* (pensamento focado em valor) ao processo *brainstorming*, que são: explicitar as potenciais alternativas de maior valor criando objetivos distintos, visando orientar os participantes a obter alternativas mais precisas, para isto cada participante cria alternativas individualmente antes de qualquer ancoragem a discussões em grupo.

Desta forma Keeney (2012) enuncia os seguintes passos para um *brainstorming* efetivo:

- 1º passo: definir o problema a ser resolvido. O propósito em fazer o *brainstorming* é a solução de um problema, sendo de suma importância obter com clareza e especificidade a questão a ser respondida, evitando assim restringir potenciais soluções desejáveis.
- 2º passo: identificar os objetivos de uma possível solução. O conjunto de objetivos de uma sessão de *brainstorming* pode ser provido pelo indivíduo ou organização encarregado de dirigir a sessão, ou então pelos participantes com experiência relevante no problema de interesse. Neste passo os participantes separadamente identificam um conjunto de objetivos julgados relevantes.
- 3º passo: geração de soluções individualmente. Os participantes devem usar todo e qualquer processo criativo para gerar alternativas antes da discussão em grupo. Isto evita que o indivíduo fique preso a alguma solução proposta por outro membro minimizando a exclusão de possíveis soluções.
- 4º passo: geração de soluções coletiva. Neste passo a criação de alternativas segue o método tradicional de *brainstorming* onde o grupo passa a gerar mais alternativas por meio de discussões.

### 3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

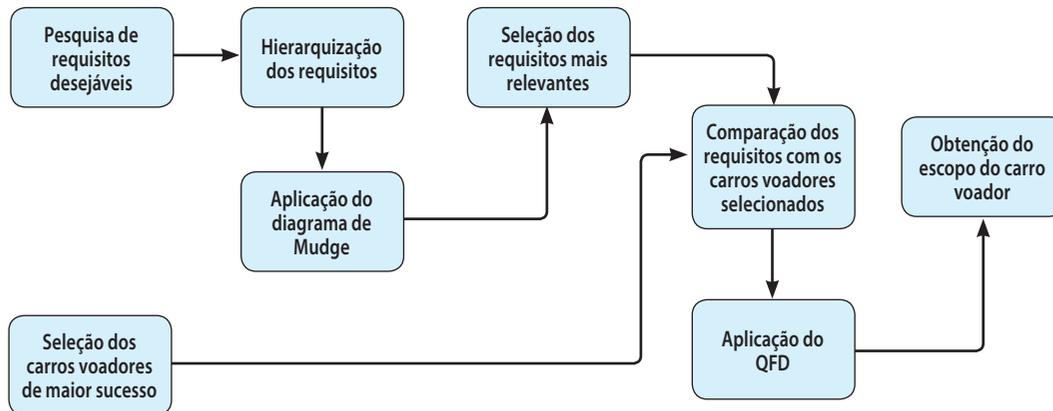
Este estudo consiste em uma revisão bibliográfica da literatura existente, na qual foi realizada uma consulta a artigos, dissertações de mestrado e doutorado presentes no banco de dados do Scielo, Google acadêmico e biblioteca digital da USP (Universidade de São Paulo), bem como livros, periódicos e acesso a sites com credibilidade como o portal da Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior). A pesquisa aos artigos foi realizada entre os meses de maio a agosto de 2014, na qual se buscou por periódicos entre os anos de 2000 a 2014, utilizando-se as seguintes palavras-chave: matriz QFD, diagrama de Mudge, aplicações do *benchmarking*, *brainstorming* e carro voador.

Para obter-se uma relação de requisitos desejáveis para o exemplo de um carro voador, as informações coletadas na revisão bibliográfica foram cruzadas, buscando-se montar um compilado destes requisitos. Como pouco material sobre o assunto foi encontrado, optou-se por realizar um *Value-Focused Brainstorming* com a turma da disciplina de Metodologia de Projeto de Produto do sétimo semestre de 2014 da Universidade Federal do Pampa – Campus Alegrete. Este foi realizado com a participação de oito alunos mais o professor, onde o tema sugerido foi: requisitos mínimos desejáveis em um carro voador de sucesso.

Depois de realizado o *Value-Focused Brainstorming* onze requisitos desejáveis foram obtidos, neste foi aplicada a ferramenta Diagrama de Mudge para classificar os requisitos em ordem de relevância. Para tal, a seguinte ordem de relevância foi adotada: A, com peso 5; B, com peso 3 e C, com peso 1.

Posteriormente foram selecionados os carros voadores existentes de maior sucesso, nestes foi aplicada a ferramenta QFD, utilizando o software QFD 1.1, com o objetivo de transformar os requisitos selecionados no escopo para um carro voador. A Figura 4 mostra um fluxograma das atividades a ser realizadas.

Figura 4 – Fluxograma das atividades.



Fonte: Elaborado pelos autores (2014).

## 4. RESULTADOS

Após análise dos carros voadores existentes e a realização do *Value-Focused Brainstorming*, os exemplos de requisitos mínimos para o sucesso de um carro voador foram definidos como segue:

- Voar/Andar de forma estável;
- Ter fácil dirigibilidade/pilotagem;
- Ter conversão terra/ar automática;
- Ter baixo custo de compra;
- Ter fácil manutenção;
- Ter grande autonomia de voo;
- Ser confortável;
- Ser seguro;
- Atingir altas velocidades em voo;
- Ter boa vida útil;
- Ter boa aparência;

Como visto na revisão bibliográfica, estes requisitos podem ser ordenados por relevância aplicando-se o diagrama de Mudge. A Figura 5 traz o diagrama de Mudge dos requisitos selecionados, com o objetivo de classifica-los por relevância.

Figura 5 – Diagrama de Mudge dos requisitos dos clientes.

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Soma	%
1	2C	1A	1C	1A	1B	1B	8A	1A	1A	1B	30	17,34
	2	2A	2C	2A	2B	2A	8B	2A	2B	2A	33	19,08
		3	3C	3B	3A	3A	8A	3C	3B	3A	23	13,29
			4	4C	4C	4C	8A	4B	4A	4C	12	6,94
				5	6B	7B	8A	5C	5C	11C	2	1,16
					6	7C	8A	6B	6A	6C	12	6,94
						7	8A	7C	7C	11C	6	3,47
							8	8A	8A	8A	48	27,75
								9	9C	9C	2	1,16
									10	11B	0	0
										11	5	2,89
										<b>Total</b>	<b>173</b>	

Legenda	
A=5	
B=3	
C=1	

Fonte: Elaborado pelos autores (2014).

Do diagrama de Mudge (Figura 5), tem-se que os requisitos para um carro voador de sucesso ordenados por relevância são:

- Ser seguro;
- Ter fácil dirigibilidade/pilotagem;
- Voar/Andar de forma estável;
- Ter conversão terra/ar automática;
- Ter baixo custo de compra e ter grande autonomia de voo;
- Ser confortável;
- Ter boa aparência;
- Ter fácil manutenção e atingir altas velocidades em voo;
- Ter boa vida útil.

Para analisar os carros voadores já existentes quando aos requisitos acima citados, foram selecionados três conceitos distintos, mostrados no Quadro 1 do Anexo I, os conceitos selecionados foram: TF-XTM da Terrafugia, AeroMobil e o PAL-V.

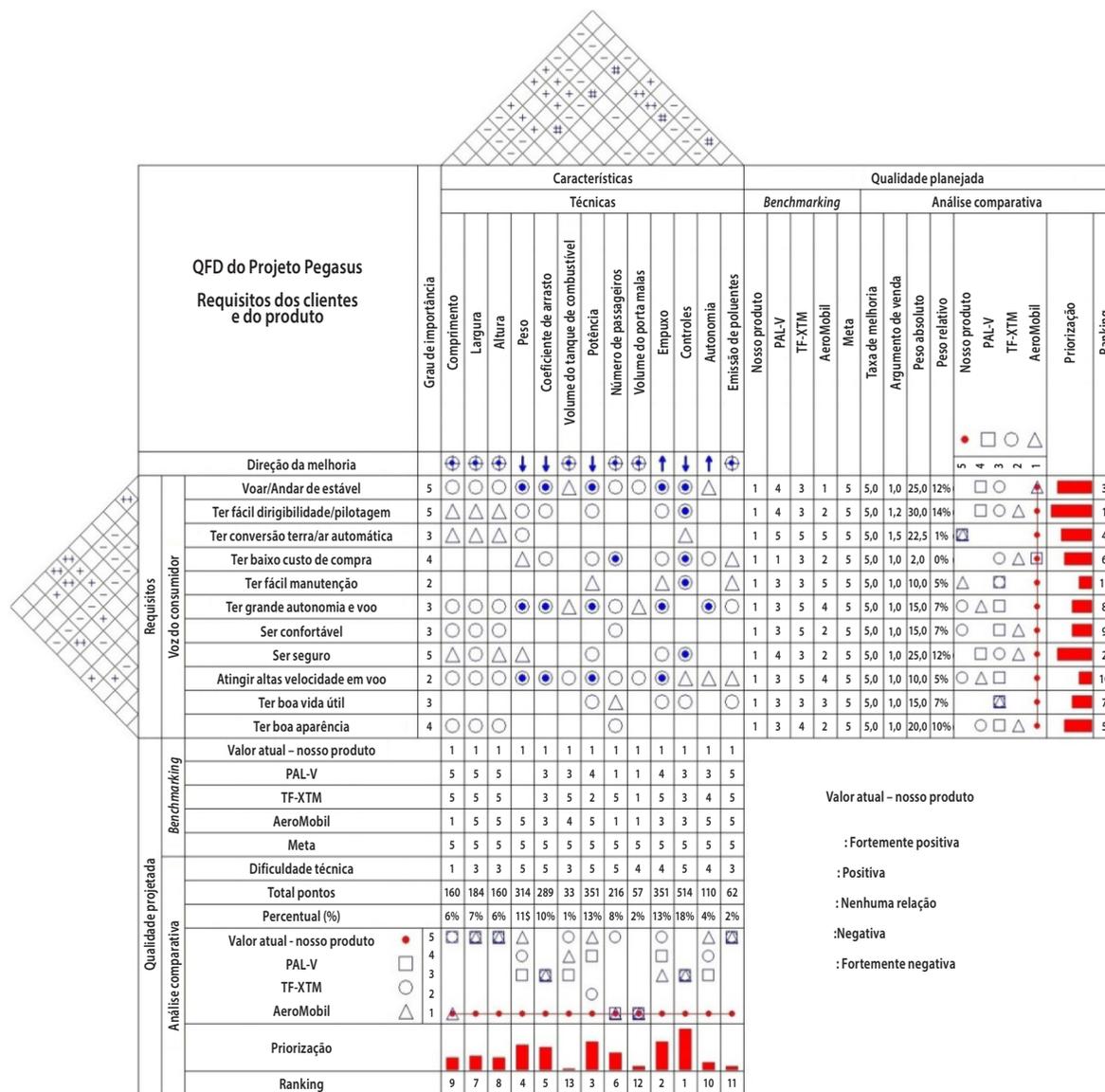
Como característica do produto (carro voador) foram selecionados os seguintes itens:

- Comprimento;
- Largura;
- Altura;
- Número de passageiros;
- Volume do porta malas;
- Controles;
- Autonomia;
- Emissão de poluentes.

Estas características serão comparadas uma a uma com os requisitos obtidos através do diagrama de Mudge, utilizando para tal a matriz QFD, permitindo assim a visualização da situação dos carros voadores existentes e a hierarquização dos requisitos e características.

A Figura 6 mostra a casa de qualidades dos três conceitos selecionados, fazendo um comparativo entre os requisitos. Como o objetivo da pesquisa é apenas hierarquizar os requisitos, todo campo “nosso projeto”, mostrado na Figura 6, obteve nota 1, pois o objetivo não é a comparação com um projeto que esta sendo realizado e sim entre os carros voadores já existentes.

Figura 6 – Casa de qualidade para o exemplo do carro voador.



Fonte: Captura de tela do software QFD 1.1 (2014).

Analisando a Figura 6, pode-se determinar quais as características do produto são mais relevantes para atender de modo satisfatório os requisitos classificados com a ajuda do diagrama de Mudge. Então, as características do produto em ordem de relevância são:

- Controle;
- Empuxo;
- Potência;
- Peso;
- Coeficiente de arrasto;
- Número de passageiros;
- Largura;
- Comprimento;
- Altura;
- Autonomia;
- Emissão de poluentes.

## 5. DISCUSSÕES

Ferramentas como *Benchmarking* e *Value-Focused Brainstorming* têm grande impacto na metodologia de projeto de produto, onde a primeira nos dá características que obtiveram sucesso em produtos já estabelecidos no mercado e que podem ser incorporadas ao projeto. Por sua vez, o *Value-Focused Brainstorming* mostrou vantagens sobre o processo de *Brainstorming* tradicional, pois esse obteve um número maior de soluções, que no geral foram mais precisas devido ao fato de cada integrante do processo criativo criar uma lista de soluções individualmente antes de expor suas ideias ao grupo, eliminando assim a influência dos demais membros sobre suas colocações.

Através da utilização do exemplo do carro voador, mostrou-se possível a hierarquização dos requisitos do produto por ordem de importância, sendo o primeiro o mais relevante e o último o menos relevante. Conforme previsto na revisão bibliográfica, o diagrama de Mudge foi de grande valia na seleção destes requisitos, pois ordenando-os por relevância há a possibilidade do foco dos projetistas nos requisitos que mais influenciam o cliente na decisão de compra.

Posteriormente a seleção dos requisitos, estes foram utilizados no exemplo para uma comparação entre os carros voadores existentes (Figura 6). Esta comparação, mostrada nas seções ranking da Figura 6, evidencia a eficiência da casa da qualidade da ferramenta QFD, pois a partir destas comparações é possível identificar a posição do produto em relação a seus concorrentes, auxiliando na tomada de decisões sobre os rumos do projeto e incorporando as demandas do consumidor às metas do *design* ao longo de cada etapa do projeto.

Como o esperado o QFD não apenas apontou quais as características mais relevantes para o produto, como serviu de comparativo entre os carros voadores existentes e os requisitos selecionados.

## 6. CONCLUSÕES

Com a utilização da ferramenta diagrama de Mudge foi possível hierarquizar os requisitos para o exemplo de um carro voador, o que permite a seleção dos requisitos mais importantes para uma avaliação mais abrangente.

Após a seleção dos requisitos mais importantes para o sucesso do carro voador, foi possível através da Matriz QFD comparar o desempenho dos carros voadores existentes em cada requisito. Esta comparação viabilizou o apontamento de características desejáveis em um carro voador de sucesso.

Mostrando um exemplo de aplicação das ferramentas diagrama de Mudge e QFD, foi possível obter algum esclarecimento quanto às mesmas, atingindo-se, portanto os objetivos do trabalho e consistindo assim este artigo de alguma valia didática para o meio acadêmico.

O que se apresentou neste artigo foi uma visão geral das ferramentas diagrama de Mudge e QFD, por meio de um exemplo, trabalhos futuro podem abordar cada uma destas ferramentas de forma menos sucinta e indicar como deve ocorrer à aplicação de cada uma delas utilizando-se de requisitos previamente pesquisados.

## REFERÊNCIAS

AKAO, Y. History of Quality Function Deployment in Japan, in *The Best on Quality: targets, improvements, systems*. In: ZELLER, H. J. (Ed.). **International Academy for Quality Book Series**. Munich: Hanser Publishers, 1990a. v. 3. p. 183-196.

AKAO, Y.; MAZUR, G. H. The Leading Edge in QFD: Past Present e Future. **International Journal of Quality e Reliability Management**, v. 20, n. 1, p. 20 – 35, 2003.

BACK, N.; OGLIARI, A.; DIAS, A.; SILVA J. C. **Projeto integrado de produtos: planejamento, concepção e modelagem**. Barueri: Manole, 2008. 601 p.

BERG, P. Top 10 Attempts to Build a Flying Car. **Info online: Popular Mechanics**, 2012. Disponível em: <<http://www.popularmechanics.com/technology/aviation/diy-flying/top-10-attempts-to-build-a-flying-car-2#slide-2>>. Acesso em: ago. 2014.

BUDYNAS, R. G.; NISBETT, J. K. **Elementos de máquina de Shigley: Projeto de engenharia mecânica**. 8. ed. Porto Alegre: AMGH, 2011. 1084 p.

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

CLETO, M. G. Método proposto para a realização da atividade de Benchmarking: uma experiência no setor automotivo. **Laboratório de Projeto e Gestão da Produção**, 2004.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002. 175 p.

KEENEY, L. R. Value-Focused Brainstorming. **Informis**, v. 9, n. 4, p. 303-313, 2012.

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. **Administração da Produção**. 5. ed. São Paulo: Saraiva, 2005. 562 p.

MINAYO; M. C. S. **O desafio do conhecimento**. 12. ed. São Paulo: Hucitec, 2010. 408 p.

NICKEL, E. M.; FERREIRA, M. G. G.; FORCELLINI, F. A.; SANTOS, C. T.; SILVA, R. A. A. Modelo multicritério para referência na fase de projeto informacional do processo de desenvolvimento de produtos. **Gestão e Produção**, v. 17, n. 4, p. 707-720, 2010.

**QFD – Quality Function Deployment**. Disponível em: <<http://www.qfd.com.br/>>. Acesso em: ago. 2014.

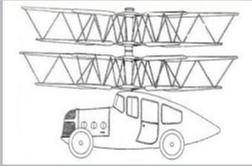
ROCCO, A. M.; SILVEIRA, A. D. Ferramental para eficiência em vendas. *In*: Congresso de Administração e Gerência, 2008, Cascavel. **Anais...** Cascavel: Congresso de Administração e Gerência, 2008.

ROTHMAN, P. **Carro voador é aprovado nos EUA**. Editora Abril, 2010. Disponível em: <<http://info.abril.com.br/noticias/ciencia/carro-voador-e-aprovado-nos-eua-30062010-20.shl>>. Acesso em: ago. 2014.

ROZENFELD, H.; FORCELLINI, F. A.; AMARAL, D. C.; TOLEDO, J. C.; SILVA, S. L.; ALLI-PRANDINI, D. H.; SCALICE, R. K. **Gestão de desenvolvimento de produtos: uma referência para a melhoria do processo**. São Paulo: Saraiva, 2006. 542 p.

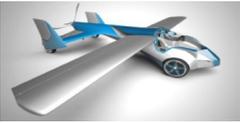
## ANEXO I

Quadro 1 – Carros Voadores desenvolvidos ao longo da história.

Ano	Desenvol-vedor	Modelo	Fase de Desenvolvimento	Preço em Milhões de Dólares	Imagem
1917	Glenn Curtiss	Curtiss Autoplane	Falha	--	
1921	Rene Tampier	Carro-avião	Falha	--	
1922	Raúl Pateras Pescara	Carro-Cóptero	Falha	--	
1944	-	Hafner Rotabuggy	Falha	--	
1946	Robert Fulton	Airphibian	Falha	--	
1947	Ted Hall Convair	ConvAirCar	Falha	--	

Ano	Desenvol-vedor	Modelo	Fase de Desenvolvi-mento	Preço em Milhões de Dólares	Imagem
1957	David Dobbins	Simcopter	Falha	--	
1957	Piasecki Helicopter	Piaseck VZ-8 Airgeep	Falha	--	
1971	Henry Smolinski AVE (advanced Vehicle)	AVE Mizar	Falha	--	
1974	Avro Aircraft	Avrocar	Falha	--	
1996	Gizio	G412	Conceito	--	
2002	Moller International	Moller M400 Skycar	Desenvolvi-mento	0,5 (estimado)	

Ano	Desenvol-vedor	Modelo	Fase de Desenvolvi-mento	Preço em Milhões de Dólares	Imagem
2003	Gizio	G440	Conceito	2 (estimado)	
2004	Universidade Brunel	--	Falha	--	
2008	Audi	Calamaro	Conceito	--	
2009	Terrafugia	Transiti-on	Venda	0,279	
2011	EU Project	Mycopter	Conceito	--	
2012	PAL-V	PAL-V	Testes de voo	0,295	
2013	Terrafugia	TF-XTM	Desenvolvi-mento Conceito	--	

Ano	Desenvol-vedor	Modelo	Fase de Desenvolvi-mento	Preço em Milhões de Dólares	Imagem
2013	B Go Beyond	B the Flying Car	Venda (modelo de brinquedo)	--	
2013	Aeromobil Team	AeroMobil	Protótipo	--	
2013	Rage Motorport e Parajet	SkyRunner	Venda	0,199	
2014	Volkswagen	Hover Car	Conceito	--	
2014	Greg Brown Dave Fawcett	GF7	Conceito	5	

Fonte: Quadro elaborado pelos autores.

