

Emprego do QFD no projeto de um reboque militar

José Artur Fagundes Nora (UNIFEI – IMBEL) arturnora@uol.com.br

Carlos Eduardo Sanches da Silva (UNIFEI) sanches@iem.efei.br

João Batista Turriani (UNIFEI) turriani@iem.efei.br

Resumo

Este trabalho descreve uma pesquisa-ação do emprego da metodologia QFD (Desdobramento da Função Qualidade) num projeto de um reboque especializado de Engenharia. São apresentadas algumas dificuldades encontradas na aplicação da metodologia, o método de coleta de dados para a entrada na primeira matriz do QFD, a descrição da pesquisa-ação propriamente dita e os resultados obtidos dessa aplicação.

Palavras-chave: QFD, Material de Emprego Militar, reboque.

1. Introdução

O desenvolvimento de materiais de emprego militar (MEM) visa a satisfação de seus usuários diretos, de modo a se obter o melhor desempenho do conjunto homem-equipamento durante a sua utilização.

Para atingir este objetivo a adoção de uma ferramenta para desenvolvimento de produto faz-se necessária. Sem a sistematização das ações de projeto o trabalho torna-se cansativo sem que os resultados sejam satisfatórios. O Desdobramento da Função Qualidade (QFD) é um método de desenvolvimento de produtos e serviços, que busca identificar quais são os desejos e exigências dos clientes, para projetar produtos e serviços que os satisfaçam (OHFUJI et al., 1997).

O QFD iniciou sua utilização no final dos anos 60 no Japão. Um de seus principais objetivos é garantir a qualidade do produto na fase de projeto. O salto de qualidade atingido pelos produtos japoneses, principalmente no setor automobilístico, despertou a atenção dos países ocidentais. O crescimento da participação dos produtos japoneses nesses mercados fez com que tais países passassem a adotá-lo no início da década de 80. Algumas montadoras norte americanas como General Motors, Ford e Chrysler, inicialmente adotaram o QFD para resolver problemas de insatisfação de seus clientes em relação a seus produtos. Nos dias de hoje, tais empresas utilizam o QFD para desenvolver novos produtos (Ross, 1999). No Brasil o QFD só passou a ser empregado no início dos anos 90.

Este trabalho descreve o caso de aplicação do QFD apresentando a metodologia utilizada, a coleta de dados, as dificuldades encontradas e os resultados obtidos no desenvolvimento de um reboque especializado para arma de Engenharia.

2. Metodologia

O trabalho foi utilizado o método de pesquisa denominado “pesquisa-ação”. Tal método consiste em estabelecer uma forma de cooperação entre pesquisadores e clientes para resolverem juntos problemas de ordem social, comunicacional, organizacional ou simplesmente técnica (Thiollent, 1980).

Segundo Bryman (1989) há duas formas (adjetivos) da pesquisa-ação. O primeira é a “participativa” onde os integrantes de uma organização têm controle sobre a definição do problema e respectivos reflexos de sua solução. A segunda é a “colaborativa” onde o pesquisador é pessoa externa à organização. No presente estudo a forma é “participativa”, pois o pesquisador atuava como gerente do projeto em questão.

A escolha do QFD no caso em pauta deveu-se ao fato do mesmo prestar-se ao desenvolvimento de projetos com qualidade, direcionando o atendimento da satisfação dos consumidores, através da tradução de suas necessidades e desejos, em objetivos para o desenvolvimento de novos produtos e/ou melhoria dos atuais, garantindo desta forma a qualidade do projeto como um todo desde a sua fase de idealização até as fases de produção, utilização e alienação (Moura, 1999).

Feroli (2000) afirma que o QFD integra as diversas atividades de desenvolvimento de um produto ou serviço em um único processo.

No Brasil, a Volkswagen utiliza o QFD em suas linhas de ônibus e caminhões. Tal metodologia integra o ciclo de projeto do produto, sendo sua primeira e mais importante etapa. Com o QFD a empresa traduz a voz do cliente em requisitos técnicos. A Volkswagen do Brasil utiliza apenas a primeira matriz do QFD (Fragoso, 1999).

Já a General Motors dos EUA enfrentou problemas durante o emprego do QFD devido ao tamanho das matrizes. As matrizes muito grandes desmotivavam a equipe de trabalho (Ross, 1999).

Na presente pesquisa se adotada o questionário auto-administrado (vide Anexo 01) como técnica de coleta dos dados que definiriam o grau de importância de cada requisito do cliente. Na linguagem militar tais requisitos são chamados “operacionais”. As principais vantagens deste instrumento de medição sobre as entrevistas são: baixo custo, rapidez e isenção dos constrangimentos causados pela figura de um entrevistador (Bryman, 1989).

O questionário foi pré-testado por dois oficiais oriundos da Arma de Engenharia para verificação do entendimento dos requisitos. As sugestões desses oficiais ajudaram a aclarar a terminologia empregada.

O questionário contém uma escala de Likert variando de 5 (mais importante) a 1 (menos importante) estando as instruções de preenchimento contidas no corpo do mesmo. Na seção seguinte serão detalhados mais alguns aspectos desse instrumento de medição.

3. Descrição da pesquisa

A pesquisa foi realizada de novembro de 1996 a outubro de 1997 no Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento do Exército Brasileiro. Foi escolhido um projeto de um MEM (Material de Emprego Militar) simples de modo a se aprender a metodologia QFD de desenvolvimento de produto, a qual poderia servir de suporte para o desenvolvimento de materiais mais elaborados.

O projeto escolhido foi o dos “Reboques Especializados de Engenharia”. Três reboques seriam desenvolvidos para servir de plataforma para os seguintes equipamentos utilizados pela Arma de Engenharia: compressor de ar; equipamento de solda; e purificador de água. Dentre os três escolheu-se para o aprendizado do QFD o Reboque Purificador de Água.

No início do projeto foi adquirido o software “QFD Designer” e contratado um curso de 40 horas acerca da metodologia QFD e da utilização desse mesmo software. Participaram do curso: um oficial com mestrado na área de levantamento de requisitos; dois oficiais instrutores do equipamento de purificação de água do Curso de Engenharia da Escola de Instrução Especializada (EsIE); dois oficiais engenheiros mecânicos com especialização em automóveis pertencentes ao Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento (órgão encarregado do projeto); dois oficiais engenheiros (um mecânico e outro metalúrgico) pertencentes ao Arsenal de Guerra do Rio de Janeiro (órgão encarregado da fabricação); além de outros engenheiros e técnicos de outros projetos do Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento.

O levantamento dos requisitos foi realizado no último dia do curso com a participação de todos os alunos. O especialista no levantamento de requisitos conduziu um *brainstorming*. Interessante ressaltar a participação de todas as equipes interessadas no projeto: usuários (representados pelos instrutores da EsIE), projetistas e processistas. Além desses especialistas também estavam presentes engenheiros e técnicos de outras áreas que contribuíram no levantamento de requisitos. Os requisitos foram aglutinados em grupos de afinidades resultando um total de 55 (cinquenta e cinco) requisitos operacionais que seriam transformados nos “O Que’s” (linhas) da primeira matriz do QFD.

Para determinação do grau de importância de cada requisito foi elaborado o questionário (Anexo 01), que após ter sido submetido a um pré-teste, foi remetido via correio para todas as trinta Organizações Militares da Arma de Engenharia espalhadas por todo o Brasil (vide figura 1) que utilizavam equipamento de purificação de água. O questionário auto-administrado foi escolhido devido às grandes distâncias entre as diversas regiões onde o reboque seria empregado.



Figura 1 – Localização das Unidades de Engenharia.

Para estimular os índices de retorno, os questionários foram remetidos acompanhados de um envelope de resposta já preenchido (remetente e destinatário) e devidamente selado. Além disso o ofício que encaminhava o questionário era assinado por um oficial de alta patente (general).

Todos os questionários foram postados no dia 21/12/1996. O primeiro questionário a retornar chegou em 10/01/1997 e o último em 06/03/1997.

Das trinta Organizações Militares (OM) contatadas vinte e nove responderam (97%). Duas delas informaram não mais possuir o equipamento de purificação de água. Das vinte e sete restantes recebeu-se um total de quarenta e cinco questionários. Era permitida a reprodução e o envio de quantos questionários a organização desejasse. O número de questionários variou de seis (máximo) a um (mínimo) por OM.

Dos quarenta e cinco respondentes dezessete eram oficiais, vinte e seis eram praças e apenas dois militares não quiseram se identificar. Apesar de existir no questionário os campos de identificação do respondente, os mesmos não eram de preenchimento obrigatório.

As respostas de todos os quarenta e cinco questionários foram tratadas de maneira igual. O grau de importância de cada requisito operacional foi dado pela média de todas as respostas. Os resultados serão apresentados na próxima seção.

A média das médias foi de 3,993. Tal média foi considerada muito elevada, pois a escala de notas variava de 1 a 5. A primeira impressão é de que a pesquisa aplicada ao corpo de tropa não havia escalonado os requisitos pela sua importância, ou seja, todos os requisitos eram muito importantes. Dessa forma decidiu-se checar a validade desses resultados. Enviou-se um questionário semelhante (Anexo 02) a um público dirigido: o curso de Engenharia da Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais (EsAO). Foram recebidos trinta e nove questionários sendo cinco de instrutores e trinta e quatro de alunos (todos oficiais). Por tratar-se de um questionário dirigido, a média das respostas foi 3,000.

Da comparação realizada entre os resultados das duas pesquisas viu-se que eram muito semelhantes. Dos dez requisitos mais importantes de cada pesquisa, 60% eram coincidentes (vide requisitos em negrito na quadro 1). Desta forma, concluiu-se que a segunda pesquisa validou a primeira e conseqüentemente optou-se por usar os graus de importância normalizados (de 1 a 5) obtidos na primeira pesquisa junto ao corpo de tropa (usuários diretos).

Cl.	Pesquisa da Tropa	Pesquisa da EsAO
1º	permitir rápida entrada em func. do equipamento	ter rusticidade para trafegar no terreno
2º	permitir fácil instalação no campo	possibilitar operação noturna
3º	oferecer boas condições de acond. do material	transitar em qualquer terreno
4º	permitir facilidade operação no seu interior	proteger o operador de gases de escapamento
5º	permitir embarque/desembarque fácil material	permitir fácil instalação no campo
6º	retirar facilmente o equipamento para manutenção	ter mobilidade compatível com o comboio
7º	proteger o operador de gases de escapamento	permitir facilidade operação no seu interior
8º	possibilitar operação noturna	ter instruções de operação
9º	ter facilidade de acesso ao seu interior	acoplar facilmente reboque-viatura
10º	acoplar facilmente reboque-viatura	permitir embarque/desembarque fácil material

Quadro 1 – Requisitos mais importantes das duas pesquisas

Os cinquenta e cinco requisitos operacionais foram desdobrados em oitenta e um requisitos técnicos levantados pelos engenheiros de produto (projetistas). Esta mesma equipe avaliou os valores objetivo e respectivas direções de melhoria para cada requisito.

O trabalho da equipe de projeto tornou-se extremamente árduo para a montagem da primeira matriz do QFD, também chamada de “Casa da Qualidade” (vide figura 2). A figura dois permite visualizar a dimensão da matriz, não seu conteúdo, uma matriz com 55 linhas (requisitos operacionais) por 81 colunas (requisitos técnicos) geraram 4.455 relações. O trabalho ainda compreendia a análise das inter-relações dos requisitos técnicos, também conhecidas como o “telhado”. Tais inter-relações foram em número de 3.240 (80+79+78+ ... +3+2+1). No total (corpo da matriz + telhado) foram analisadas 7.695 relações. Foi registrado um total de quinze reuniões para montagem da 1ª Matriz. O tempo médio de cada reunião foi de três horas. O número médio de participantes foi de três engenheiros. Logo, o trabalho consumiu aproximadamente 3H/45h (3 homens por 45 horas) distribuídos ao longo de quatro meses.

Os resultados desse trabalho são apresentados na seção seguinte.

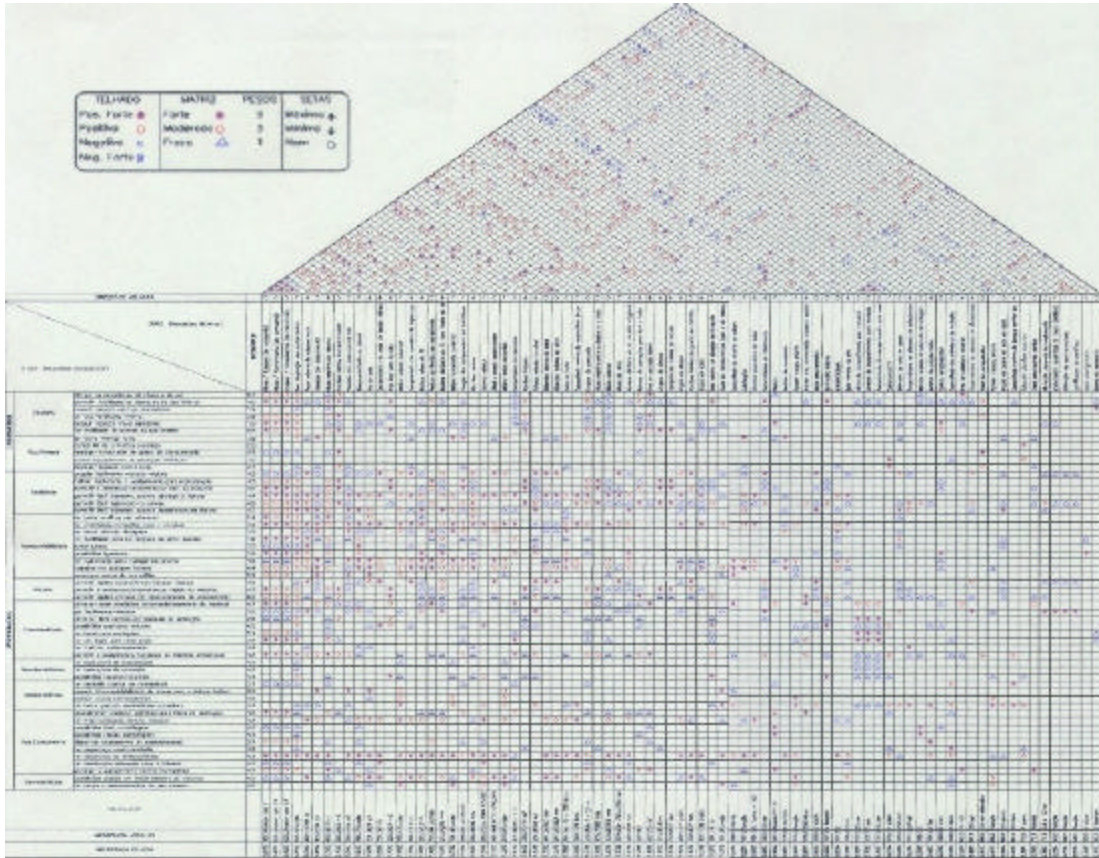


Figura 2 – Primeira matriz do QFD – “Casa da Qualidade”.

4. Resultados

O Reboque Purificador de Água projetado ficou como mostrado na figura 3.

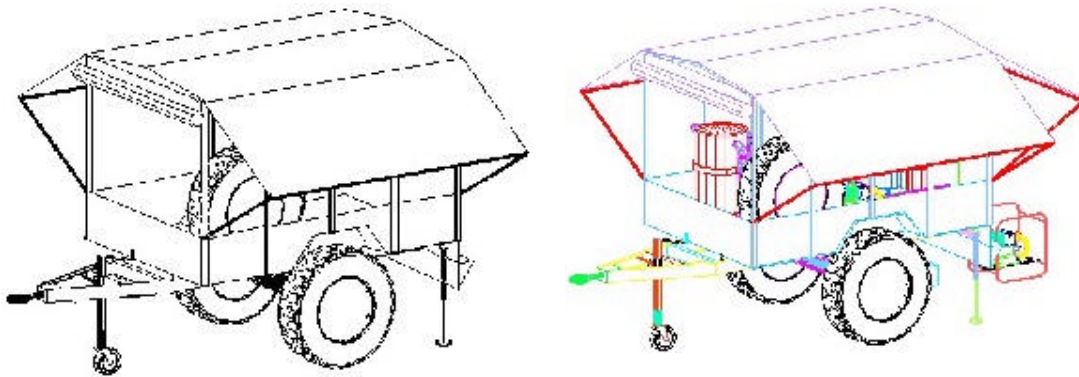


Figura 3 – Visão do Reboque Purificador de Água sem e com o equipamento.

Os requisitos operacionais (total de 55) foram grupados num primeiro nível em dois grandes grupos de afinidade: ergonomia e operacionalidade. Num segundo nível esses grupos foram desdobrados. A ergonomia foi subdividida em: conforto e segurança pessoal. Já a operacionalidade foi desmembrada em oito subgrupos, a saber: facilidade, transportabilidade, rapidez, funcionalidade, manutenibilidade, independência, segurança do equipamento e universalidade.

As respostas dos quarenta e cinco questionários recebidos da primeira pesquisa junto ao corpo de tropa (usuários diretos) foram estatisticamente analisadas, sendo os resultados apresentados em forma de média e desvio padrão para cada requisito. As médias foram normalizadas de 1 (menos importante) a 5 (mais importante) permitindo que os requisitos fossem classificados em sua ordem de importância conforme Tabela 2.

		Requisitos Operacionais		Média	Desvio	Norm.	Cl.
ERGONOMIA	Conforto	abrigar os operadores da chuva e do sol		3,378	1,39	2,8	48º
		permitir facilidade de operação no seu interior		4,511	0,81	4,6	4º
		possuir assento para os operadores		2,444	1,18	1,2	54º
		ter boa ventilação interna		4,067	1,02	3,9	35º
		possuir aspecto visual agradável		2,311	0,91	1,0	55º
		ter facilidade de acesso ao seu interior		4,444	0,68	4,5	9º
	Segurança pessoal	ter baixo nível de ruído		4,022	1,09	3,8	37º
		conter kit de primeiros socorros		3,422	1,32	2,8	47º
		proteger o operador de gases de escapamento		4,467	0,81	4,6	7º
		conter equipamento de proteção individual		3,545	1,34	3,0	44º
		proteger pessoal contra ruído		3,364	1,24	2,7	49º
OPERACIONALIDADE	Facilidade	acoplar facilmente reboque-aviatura		4,444	0,72	4,5	10º
		retirar facilmente o equipamento para manutenção		4,477	0,66	4,6	6º
		permitir o embarque/desembarque fácil do material		4,500	0,75	4,6	5º
		permitir fácil manobra, quando atrelado à viatura		4,378	0,90	4,4	14º
		permitir fácil instalação no campo		4,659	0,52	4,9	2º
		permitir fácil manobra, quando desatrelado da viatura		4,267	0,98	4,2	23º
	Transportabilidade	ter baixo perfil ao ser rebocado		3,159	0,98	2,4	51º
		ter mobilidade compatível com o comboio		4,068	0,99	3,9	34º
		ter baixo nível de vibrações		4,114	1,03	4,0	32º
		ter facilidade para ser lançado de pára-quedas		2,733	1,32	1,7	53º
		pesar pouco		3,578	1,24	3,1	43º
		possibilitar içamento		3,455	1,05	2,9	46º
		ter rusticidade para trafegar no terreno		4,444	0,80	4,5	11º
		transitar em qualquer terreno		4,422	0,86	4,5	13º
	Rapidez	empregar pneus de uso militar		3,467	1,13	2,9	45º
		permitir rápido acoplamento reboque-aviatura		4,444	0,80	4,5	12º
		permitir o embarque/desembarque rápido do material		4,333	0,84	4,3	17º
		permitir rápida entrada em funcionamento do equipamento		4,733	0,49	5,0	1º
	Funcionalidade	oferecer boas condições acondicionamento do material		4,556	0,72	4,7	3º
		ser facilmente nivelado		4,111	1,06	4,0	33º
		oferecer fácil acesso aos manuais de instrução		3,311	1,03	2,7	50º
		possibilitar operação noturna		4,467	0,91	4,6	8º
		ter local para anotações		3,022	1,06	2,2	52º
		ter um lugar para cada coisa		3,844	1,05	3,5	39º
		ter freio de estacionamento		4,356	0,95	4,4	15º
		permitir equipamento funcionar ao máximo embarcado		4,295	1,10	4,3	19º
	Manutenção	ter instruções de manutenção		4,178	0,82	4,1	27º
		ter instruções de operação		4,289	0,81	4,3	20º
		possibilitar reparos noturnos		4,200	0,88	4,1	25º
	Independência	ter depósito auxiliar de combustível		3,622	1,22	3,2	41º
		possuir intercambiabilidade de pneus c/ a viatura tratora		3,600	1,22	3,1	42º
		possuir peças sobressalentes		4,159	0,90	4,1	30º
		ter baixo grau de dependência da viatura		3,756	1,23	3,4	40º
	Segurança Equipamento	acondicionar produtos químicos para início da operação		4,356	0,90	4,4	16º
		ter freio conjugado viatura-reboque		4,289	1,07	4,3	21º
		possibilitar fácil camuflagem		4,289	0,96	4,3	22º
		possibilitar rápida camuflagem		4,200	1,05	4,1	26º
		dispor de equipamento de comunicações		3,956	1,32	3,7	38º
		ter segurança contra incêndio		4,067	0,90	3,9	36º
		ter segurança no deslocamento		4,311	0,78	4,3	18º
		ter sinalização adequada para o trânsito		4,178	0,88	4,1	28º
		proteger o equipamento contra intempéries		4,244	0,95	4,2	24º
Universalidade	possibilitar engate em maior número de viaturas		4,133	1,11	4,0	31º	
	ter peças e sobressalentes de uso comum		4,178	1,08	4,1	29º	

Tabela 2 – Apresentação da classificação da importância dos requisitos operacionais.

Iniciou-se a montagem da primeira matriz do QFD utilizando os valores normalizados como os graus de importância para cada requisito operacional. Os “O QUE’s” foram desdobrados em 81 requisitos técnicos (COMO’s). Estes últimos tiveram seus valores objetivo e respectivas direções de melhoria levantados pelos engenheiros de projeto. As direções de melhoria podiam ser de quatro tipos: quanto maior melhor (↑); quanto menor melhor (↓); valor alvo (⊙); ou simplesmente uma função (F).

Posteriormente foram analisadas as relações existentes entre os requisitos operacionais e técnicos. As relações possíveis eram: forte (valor 9); moderada (valor 3); fraca (valor 1); e inexistente (valor 0). Do produto entre o grau de importância e valor das relações determinou-se a importância técnica absoluta e posteriormente a relativa. A partir daí os requisitos técnicos foram classificados em ordem decrescente como mostrado na Tabela 3.

Cl.	Requisitos técnicos	Valores objetivo	Direção de melhoria	Absoluto	Relativo
1 ^o	Altura / Largura (da carroceria)	< 1	⊙	707,9	3,81%
2 ^o	Altura / Comprimento (da carroceria)	< 0,7	⊙	636,3	3,43%
3 ^o	Largura / Comprimento (da carroceria)	< 0,7	⊙	636,3	3,43%
4 ^o	Boa disposição dos equipamentos	Função	F	634,3	3,42%
5 ^o	Peso máximo do reboque vazio	1200 Kg	↓	492,1	2,65%
6 ^o	Pressão dos pneus em QT	30 psi	⊙	453,2	2,44%
7 ^o	Altura máxima do reboque	2,8 m	↓	428,8	2,31%
8 ^o	Abertura lateral, frontal e traseira	8,2 m ²	⊙	395,8	2,13%
9 ^o	Pressão dos pneus em estrada	50 psi	⊙	380,2	2,05%
10 ^o	Dimensionamento do chassis	Função	F	366,7	1,97%
11 ^o	Aro da roda	20 pol	↑	354,0	1,91%
12 ^o	Comprimento mín. cabo de ligação elétrica	2 m	↓	351,5	1,89%
13 ^o	Área livre para transitar	2,4 m ²	↑	326,5	1,76%
14 ^o	Utilizar rodado comercial	Função	F	326,4	1,76%
15 ^o	Comprimento mínimo correntes de segurança	1,5 m	↓	324,1	1,75%
16 ^o	Máxima altura do CG	1,2 m	↓	323,5	1,74%
17 ^o	Pontos de fixação por equipamento	4 pontos	⊙	316,9	1,71%
18 ^o	Máxima distância do CG para frente do eixo	280 mm	↓	313,9	1,69%
19 ^o	Utilizar suspensão comercial	Função	F	304,0	1,64%
20 ^o	Fixação dos equipamentos por parafusos	4 parafusos	F	298,8	1,61%
21 ^o	Vão livre mínimo	400 mm	↑	286,8	1,54%
22 ^o	Sistema elétrico	Esp. DMM 175/92	F	286,2	1,54%
23 ^o	Olhal e engate padronizados	NEB/T E-248,249	⊙	281,9	1,52%
24 ^o	Utilizar freios comerciais	Função	F	278,8	1,50%
25 ^o	Comprimento da carroceria	2,8 a 3 m	⊙	274,8	1,48%
26 ^o	Abertura traseira	2,15 m ²	↑	268,2	1,44%
27 ^o	Esforço máximo no olhal	160Kgf	↓	254,8	1,37%
28 ^o	Diâmetro interno do olhal	76,2 mm	⊙	247,5	1,33%
29 ^o	Diâmetro externo do olhal	158,8 mm	⊙	247,5	1,33%
30 ^o	Feixe de molas	K = 50 a 330 N/m	⊙	241,9	1,30%
31 ^o	Capacidade mínima do reservatório de ar	20 litros	⊙	240,1	1,29%
32 ^o	Largura da carroceria	De 2 a 2,5 m	⊙	236,0	1,27%
33 ^o	Altura máxima entre o degrau e o chão	600 mm	⊙	235,7	1,27%
34 ^o	Bitola mínima	1810 mm	⊙	233,8	1,26%
35 ^o	Altura do olhal	De 780 a 880 m	⊙	229,6	1,24%
36 ^o	Máxima distância do CG ao eixo longitudinal	50 mm	↓	229,3	1,23%
37 ^o	Número de operações para abrir o toldo	2	↓	227,8	1,23%
38 ^o	Área de proteção lateral	6 m ²	↑	222,2	1,20%
39 ^o	Largura do degrau	1,8 m	↑	215,0	1,16%
40 ^o	Comprimento mínimo do degrau	17 mm	↑	210,9	1,14%
41 ^o	Ângulo de ataque	17 graus	↑	209,1	1,13%
42 ^o	Abertura mínima do gancho da corrente	27 mm	⊙	209,0	1,13%
43 ^o	Ângulo de saída	30 graus	↑	192,1	1,03%
44 ^o	Raio mínimo de atuação da lâmpada	4 m	⊙	191,1	1,03%
45 ^o	Roda da viatura tratora igual à do reboque	Função	F	191,0	1,03%

Cl.	Requisitos técnicos	Valores objetivo	Direção de melhoria	Absoluto	Relativo
46 ^o	Capacidade do suporte do estepe	100 Kg	⊙	188,2	1,01%
47 ^o	Lubrificação	Função	F	187,2	1,01%
48 ^o	Sistema pneumático de freios	Brake factor \geq 1,8	↑	184,6	0,99%
49 ^o	Curso mínimo de nivelamento	10 cm	↑	183,5	0,99%
50 ^o	Pintura	Norma Pr-20	F	182,0	0,98%
51 ^o	Buchas da suspensão	6 buchas	F	179,8	0,97%
52 ^o	Possuir estepe próprio	Função	F	175,6	0,95%
53 ^o	Volume min. reservatórios produtos químicos	200 litros	↑	170,1	0,92%
54 ^o	Alças para manobra	2 alças	⊙	168,1	0,91%
55 ^o	Iluminação interna	40 lumens	⊙	167,9	0,90%
56 ^o	Amortecedores	2	⊙	157,9	0,85%
57 ^o	Raio mínimo de giro	15 m	↓	145,8	0,79%
58 ^o	Altura do compartimento para manuais	25 cm	⊙	137,2	0,74%
59 ^o	Largura do compartimento para manuais	5 cm	⊙	137,2	0,74%
60 ^o	Comp. do compartimento para manuais	35 cm	⊙	137,2	0,74%
61 ^o	Caixa com Equip. Proteção Individual	1 caixa	F	125,2	0,67%
62 ^o	Diâmetro da roda de apoio	250 mm	⊙	123,1	0,66%
63 ^o	Força máxima na alavanca de estacionamento	20 Kgf	↓	117,5	0,63%
64 ^o	Número mínimo de redes de camuflagem	3	⊙	109,6	0,59%
65 ^o	Alcance da estação rádio	8 Km	↑	104,8	0,56%
66 ^o	Cantos arredondados	2 mm	⊙	100,8	0,54%
67 ^o	Capacidade dos extintores de incêndio	5 litros	⊙	100,5	0,54%
68 ^o	Área de cobertura superior	14 m ²	↑	93,3	0,50%
69 ^o	Força máxima na alavanca de nivelamento	20 Kgf	↓	91,1	0,49%
70 ^o	Cano de escapamento	50 mm diâmetro	⊙	88,9	0,48%
71 ^o	Possuir macaco próprio	Função	F	88,2	0,48%
72 ^o	Ângulo de câster da roda de apoio	20 graus	⊙	86,9	0,47%
73 ^o	Capacidade min. tanque aux. combustível	20 litros	↑	83,7	0,45%
74 ^o	Caixa de primeiros socorros	1 caixa	F	73,9	0,40%
75 ^o	Capa para bomba auxiliar	Função	⊙	73,1	0,39%
76 ^o	Altura da alavanca de nivelamento	0,4 a 1,2 m	⊙	71,1	0,38%
77 ^o	Acabamento superficial da rosca (retífica)	Função	F	52,8	0,28%
78 ^o	Utilização de rosca quadrada	Função	F	50,5	0,27%
79 ^o	Lubrificação do parafuso	Função	F	50,5	0,27%
80 ^o	Alças para içamento	6 alças	⊙	33,8	0,18%
81 ^o	Banco de campanha	2 bancos	⊙	33,8	0,18%

Tabela 3 – Apresentação da classificação da importância dos requisitos técnicos.

5. Conclusões

Os resultados deste estudo mostram que o QFD é uma ferramenta eficaz para orientar os projetistas sobre quais são as características de projeto que mais satisfazem às necessidades dos usuários. O projetista deixa de ser “soberano” e passa a melhor ouvir a voz do cliente.

O QFD organiza a condução do projeto objetivando dados dantes subjetivos. A metodologia permite comparar inúmeras variáveis a partir de relações paritárias. Seria muito difícil trabalhar racionalmente com mais de dez variáveis que guardam algumas relações nem sempre óbvias, sem a adoção de um método científico.

A utilização da primeira matriz isoladamente não garante a operacionalização dos anseios dos clientes, mas esta matriz é a mais importante etapa para a consecução desse objetivo.

Porém, deve-se ressaltar que o emprego de matrizes muito grandes desgasta a equipe de projeto e consome um tempo significativo da mesma. A restrição do número de requisitos, focando nos mais importantes é fundamental para o sucesso do trabalho.

Bibliografia

BRYMAN, A. *Research methods and organization studies*. Unwin Hyman, London, 1989.

OHFUJI, T.; ONO, M. e AKAO, Y. *Métodos de desdobramento da qualidade*. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1997.

FERROLI, P. C. M. *O QFD auxiliando o projeto de novos produtos nas organizações em aprendizagem*. 2º Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produtos, São Carlos, 2000.

FRAGOSO, H. R. *O ciclo de desenvolvimento do produto da Volkswagem caminhões e ônibus*. 1º Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produtos, Belo Horizonte, 1999.

MOURA, W. G. *Aplicação do QFD no desenvolvimento do produto e do processo*. 1º Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produtos, Belo Horizonte, 1999.

OHFUJI, T.; ONO, M. e AKAO, Y. *Métodos de desdobramento da qualidade*. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1997.

ROSS, H. *QFD status at General Motors in the U.S.* 5th International Symposium on Quality Function Deployment, 5, 1999, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte, 1999.

THIOLLENT, Michel. *Pesquisa-Ação no campo da comunicação sociopolítica*. Comunicação e sociedade, vol. 4 pp. 63-79, 1980.

Anexo 01 – Instrumento de Medição – Pesquisa no Corpo de Tropa (questionário parcial)

Projeto de reboque especializado para o equipamento de purificação de água

Objetivo: Este questionário tem por objetivo levantar o grau de importância de cada requisito que irá compor o projeto de um reboque especializado para o equipamento de purificação de água.

Instruções de preenchimento:

- Este questionário é composto de 55 (cinquenta e cinco) itens para o reboque dispostos em 2 (duas) folhas.
- Leia** atentamente todos os itens **antes** de responder.
- Selecione o item **mais** importante, e marque com um “**X**” o valor “**5**” da escala de importância.
- Da mesma forma atribua valor “**1**” ao item **menos** importante.
- A partir daí, atribua valores de “**1**” a “**5**” (**inclusive**) a todos os demais itens. É fundamental que toda a escala de 1 a 5 seja utilizada.

A sua opinião tem grande valor para o projeto!

Nr	<u>O REBOQUE DEVE...</u>	Grau de Importância				
		MUITO IMPORTANTE		MENOS IMPORTANTE		
		++	+	+-	-	--
01	abrigar os operadores da chuva e do sol	5	4	3	2	1
02	permitir facilidade de operação no seu interior	5	4	3	2	1

Acrescente aqui outros itens para o reboque que julgar necessário, atribuindo-lhes grau de importância. Utilize o verso da folha para quaisquer observações que desejar fazer

Posto/Grad: _____ Nome: _____ OM: _____

**Anexo 02 – Instrumento de Medição – Pesquisa na EsAO
(questionário parcial)
Projeto de reboque especializado para o equipamento de purificação de água**

OBJETIVO: Este questionário tem por objetivo levantar o grau de importância de cada requisito que irá compor o projeto de um reboque especializado para o equipamento de purificação de água.

Instruções de preenchimento:

- a) Este questionário é composto de 55 (cinquenta e cinco) itens para o reboque dispostos em 2 (duas) folhas.
- b) **Leia** atentamente todos os itens **antes** de responder.
- c) Preencha-o **inicialmente a lápis**. Passe **caneta após totalmente respondido**. Não deixe de identificar as **duas** páginas.
- d) Selecione os 11 (onze) itens **mais** importantes, e marque com um “**X**” o valor “**5**” da escala de importância.
- e) Da mesma forma atribua valor “**1**” aos 11 (onze) itens **menos** importantes.
- f) Dentre os itens restantes (33) escolha 11 itens para nota “4”, outros 11 para nota “2”, e 11 para nota “3”.
- g) Na casa de **Nr 60** atribua uma nota de 1 a 5 à sua **experiência pessoal** no trato com o equipamento de purificação de água adotado pelo E.B., ao longo de sua carreira profissional.

A sua opinião tem grande valor para o projeto!

Nr	O <u>REBOQUE</u> DEVE...	Grau de Importância				
		MUITO IMPORTANTE		MENOS IMPORTANTE		
		++	+	+-	-	--
01	abrigar os operadores da chuva e do sol	5	4	3	2	1
02	permitir facilidade de operação no seu interior	5	4	3	2	1
03	possuir assento para os operadores	5	4	3	2	1
59		5	4	3	2	1

↑ Acrescente aqui outros itens para o reboque que julgar necessário, atribuindo-lhes grau de importância. Utilize o verso da folha para quaisquer observações que desejar fazer

60	experiência profissional com eqp. purificação de água	5	4	3	2	1
-----------	--	----------	----------	----------	----------	----------

Posto/Grad: _____ Nome: _____ OM: _____