

UTILIZAÇÃO DE APRENDIZAGEM ATIVA PARA O ENSINO DO MÉTODO DE DESDOBRAMENTO DA FUNÇÃO QUALIDADE

USING ACTIVE LEARNING TO TEACH THE METHOD OF QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT

USO DE APRENDIZAJE ACTIVO PARA ENSEÑAR EL MÉTODO DESPLIEGUE DE FUNCIONES CALIDAD

Kívia Mota Nascimento¹, Carlos Eduardo Sanches da Silva²

RESUMO

O ensino de engenharia está bastante ligado ao desenvolvimento de atividades práticas. O método Desdobramento da Função Qualidade (QFD) é um conteúdo importante da área e que, com muitos outros, pode ser melhor compreendido com aplicações em situações do dia-a-dia. A aprendizagem ativa é utilizada para incentivar os alunos a desenvolver seu raciocínio, compreendendo não só a teoria passada pelo professor, mas como ela funciona e é utilizada na prática. O objetivo do presente artigo é mostrar

uma aplicação didática do método QFD para aperfeiçoamento de produtos. Foi proposto aos alunos de Engenharia de Produto da Universidade Federal de Itajubá que analisassem a roda de reboque, produto utilizado para realizar o taxiamento de helicópteros de esqui. A ideia seria aplicar o método QFD para propor melhorias ou criar um novo produto. A aprendizagem ativa mostrou-se eficaz para o ensino do método QFD aos alunos. Os estudantes, ainda que separados em grupos para desenvolver as atividades, apresentaram resultados convergentes. Mesmo que tenham sido evidenciadas algumas dificuldades, todos se mostraram envolvidos e dedicados à realização do trabalho, obtendo resultados satisfatórios. Para trabalhos futuros, foi identificada a oportunidade de utilização de outros métodos de desenvolvimento de produtos no mesmo objeto de estudos.

Descritores: Aprendizagem baseada em problemas; Educação Baseada em Competências; Qualidade de Produtos

¹Engenheira de Produção pela Universidade Federal de Viçosa (2014) e, atualmente, Mestranda em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Itajubá. E-mail: kiviamn@gmail.com

²Economista (1989 - FACESM), Engenheiro Mecânico (1990 - UNIFEI), Especialista em Qualidade e Produtividade (1994 - UNIFEI), Mestre em Engenharia de Produção (1996 - UNIFEI), Doutor em Engenharia de Produção (2001 - UFSC), Pós-doutorado University of Texas (2009). Professor Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI) - Graduação e Pós-graduação. E-mail: sanches@unifei.edu.br

para o Consumidor; Melhoria de Qualidade

ABSTRACT

The engineering education is closely linked to the development of practical activities. The Quality Function Deployment (QFD) is an important content of the area and, like many others, can be better understood with applications in situations of day-to-day. Active learning is used to encourage students to develop their reasoning, understanding not only the theory presented by the professor, but how it works and is used in practice. The objective of this paper is to show a didactic application of QFD for product improvement. It has been proposed to the students of Product Engineering at Federal University of Itajubá to analyze the rolling device, a product used to conduct taxiing to the ski's helicopter. The idea would be to apply the QFD method to propose improvements or create a new product. Active learning was effective for teaching to students the QFD method. The students though separated into groups to develop activities showed convergent results. Even though they have been evidenced some difficulties, everyone was involved and dedicated to carrying out the work, obtaining satisfactory results.

For the futures work, it was identified the opportunity to use other methods of product development on the same object of study.

Keywords: Problem-Based Learning; Competency-Based Education; Consumer Product Safety; Quality Improvement

RESUMEN

La enseñanza de ingeniería está bastante relacionada con actividades de desarrollo de práctica. El Método Despliegue de la Función Calidade (QFD) es un contenido importante y, como otros, puede ser mejor comprendido con aplicaciones en situaciones de día a día. El aprendizaje activo es utilizado para animar a los estudiantes a desarrollar tu razonamiento, comprendiendo no sólo una teoría pasado por el profesor, pero cómo funciona y se utiliza en la práctica. El objetivo de este artículo es mostrar una aplicación didáctica del método QFD para mejora de productos. Fue propuesto a los estudiantes de Ingeniería de Producto de la Universidad Federal del Itajubá que analizasen la rueda de remolque, producto utilizado para llevar a cabo en tierra helicóptero de esquí. La idea sería aplicar el método QFD para proponer mejoras o crear un nuevo producto. El

aprendizaje activo se presentó eficaz al enseñanza del método QFD a los alumnos. Los estudiantes, aunque separados en equipos para desarrollar las actividades, presentaron resultados convergentes. Mesmo que algunas dificultades fueron evidenciadas, todos se mostraron involucrados y dedicados al trabajo, obteniendo resultados satisfactorios. Para trabajos futuros, fue identificada la oportunidad de utilización de otros métodos de desarrollo de productos en el mismo objeto de estudio.

Descriptor: Aprendizaje Basado en Problemas; Educación Basada en Competencias; Seguridad de Productos para el Consumidor; Mejoramiento de la Calidad

INTRODUÇÃO

A aprendizagem ativa é um método que engaja os alunos ao processo de aprendizagem, propiciando que estudantes raciocinem e questionem sobre o que estão fazendo⁽¹⁾. De forma complementar os docentes das escolas de engenharia, em sua maioria, trabalham com técnicas de aprendizagem ativa⁽²⁾.

O aprendizado do método o método Quality Function Deployment (QFD) conhecido no Brasil como

Desdobramento da Função Qualidade é conteúdo comum nas disciplinas dos cursos de engenharia⁽³⁾.

Partindo do conceito de aprendizagem ativa, foi proposto aos alunos da disciplina Engenharia de Produto da Universidade Federal de Itajubá melhorar a qualidade ou desenvolver um novo produto, por meio da aplicação do QFD, para realizar o taxiamiento do helicóptero de esquis, no solo, que é realizado por meio da roda de reboque.

Dessa forma, o artigo tem como objetivo analisar a aplicação didática do QFD para aperfeiçoamento de produtos. Nos próximos tópicos será realizada a descrição o método QFD, do produto utilizado como objeto de estudo e os problemas relacionados a eles, e também apresentados e analisados os resultados obtidos em sala de aula.

DESDOBRAMENTO DA FUNÇÃO QUALIDADE – QFD

O Quality Function Deployment - QFD, termo traduzido como Desdobramento da Função Qualidade, foi desenvolvido no Japão no fim da década de 1960 por Yoji Akao⁽³⁾. O QFD pode ser definido como “uma forma de comunicar sistematicamente a informação relacionada com a qualidade

e de explicitar ordenadamente o trabalho relacionado à obtenção da qualidade” (3). É um método voltado para garantir a qualidade do projeto ligada à satisfação do consumidor, traduzindo a voz do cliente em requisitos de projeto(3-5)

É importante destacar que o QFD pode ser aplicado não só para desenvolver novos produtos, mas também para corrigir problemas

detectados através dos clientes ou para melhorar produtos existentes(6).

A Matriz da Qualidade ou Casa da Qualidade é o meio utilizado para realizar o projeto da qualidade(3-4). A Matriz da Qualidade é a matriz que interliga o mundo do cliente ao mundo da tecnologia, tendo a capacidade de sistematizar verdadeiramente as qualidades exigidas pelo cliente (3).

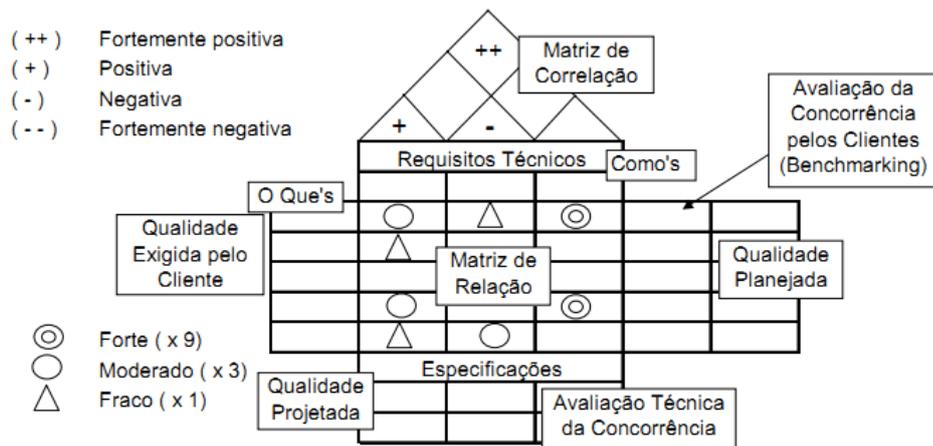


Figura 1- Casa da Qualidade(5)

Nem todas as necessidades levantadas com os clientes serão passíveis de serem incluídas no projeto. Sendo assim, é necessário priorizar utilizando-se, por exemplo, a Classificação de Kano(3-4, 8).

O Modelo de Kano defende que um aumento drástico na satisfação do cliente pode ser alcançado com apenas a melhoria de alguns atributos do produto. Melhorar todos os atributos não irá significar um aumento tão

comparativamente maior(9). De acordo com essa classificação, os requisitos serão classificados como obrigatórios atrativos ou lineares e poderão auxiliar na priorização das necessidades dos clientes(3-4, 8).

Para determinar o relacionamento entre as Necessidades dos Clientes com os Requisitos de Projeto é utilizada a chamada Matriz de Relação(5). É a parte central da Casa da Qualidade e nela são utilizados

símbolos para indicar o nível de relação (forte, moderado ou fraco)^(3-5, 8).

O telhado da Casa da Qualidade, denominada Matriz de Correlação, tem por objetivo mostrar a existência de correlação positiva ou negativa entre as Necessidades dos clientes e os Requisitos de projeto^(3-5, 8).

Analisando empresas que trabalham com a mesma linha de produtos, pode-se construir a matriz de Qualidade Planejada. É realizado um benchmark para comparar o produto com os seus concorrentes, avaliar o mercado para que opções de melhoria sejam identificadas^(3-5, 8).

Fundamentado nesses embasamentos se descreve a seguir o objeto de estudo pratico desenvolvido na disciplina de desenvolvimento de produtos.

A RODA DE REBOQUE

A roda de reboque é um equipamento cuja função é possibilitar o taxiamento de helicópteros que possuem esquis na base. Após encaixada no esqui, a roda eleva o helicóptero até determinada altura possibilitando que ele seja empurrado

da pista de pouso (no solo) até o hangar ou do hangar para a pista, sem danificar o trem de pouso. Esse equipamento, normalmente é transportado no compartimento de carga, deve elevar e suportar o peso do helicóptero básico (1.800kg), assegurar que não seja provocado impacto ou vibrações durante a elevação do helicóptero e seu posterior taxiamento, garantir a estabilidade durante a subida ou descida e garantir a integridade física da pessoa que oaciona.

As rodas de reboque possuem diferentes tipos de mecanismos de acionamento: manual, hidráulico ou rosca sem fim, resumidos na Tabela 1.

A VOZ DO CLIENTE

Para todos os tipos de rodas apresentadas foram relatados pelos mecânicos (usuários) problemas que prejudicam sua utilização. Foi proposto aos alunos que trabalhassem para obter melhorias em quaisquer rodas ou criar um novo mecanismo para reboque. Para isso, eles deveriam observar alguns aspectos, como: segurança, tempo de operação, facilidade dos movimentos, esforço do operador, custo e dimensões do produto.

TABELA 1 - Rodas de reboque

| Tipo de roda de reboque | Tempo de operação | Vantagens | Desvantagens |
|--------------------------------|--------------------------|---|---|
| Manual | 8 segundos | <ul style="list-style-type: none"> • Agilidade da operação | <ul style="list-style-type: none"> • Exigência de elevada força humana para operação. • Pode causar acidentes durante o funcionamento |
| Hidráulica | 35 segundos | <ul style="list-style-type: none"> • Não exige força do operador. • Encaixe adequado ao esqui do helicóptero. | <ul style="list-style-type: none"> • Suscetível a vazamento de óleo do sistema hidráulico. • Tempo de operação relativamente elevado. |
| Hidráulica alemã | 20 segundos | <ul style="list-style-type: none"> • Tempo de operação adequado. • Não exige força do operador. | <ul style="list-style-type: none"> • Encaixe inadequado ao esqui do helicóptero. |
| Rosca sem fim | 180 segundos | <ul style="list-style-type: none"> • Produto leve e com dimensões condizentes com o bagageiro do helicóptero. | <ul style="list-style-type: none"> • Elevado tempo de operação. • Fadiga do operador que realiza um pequeno esforço por elevado período de tempo. |

Os alunos tiveram a oportunidade de “captar” a voz do cliente, por meio de uma visita preparada pela empresa, onde foi observado para cada tipo de roda: sua utilização; as reclamações feitas pelos clientes; as vantagens e deficiências; além de responderem a perguntas específicas. Além desse contato foram disponibilizados os manuais técnicos dos tipos de roda de reboque. Dessa forma, esse foi o único contato que eles tiveram. Os operadores fizeram as seguintes considerações:

- O tempo de operação deve ser reduzido;
- A operação do equipamento deve ser segura, não representar riscos ao operador;
- O esforço para a operação deve ser reduzido;
- A roda de reboque deve ser de fácil manuseio, ou seja, leve, e deve ter dimensões compatíveis com o bagageiro do helicóptero;
- A roda deve possuir uma altura suficiente para que o trem de pouso do helicóptero não se

choque no solo, como por exemplo, no caso de oscilações na pista.

- O procedimento de subida e descida do helicóptero deve ser suave e estável para não danificar seus componentes;
- O equipamento deve estar sempre disponível para uso imediato, ou seja, necessita de confiabilidade;
- A roda deve ter o encaixe compatível com o esqui do helicóptero;
- A manutenção deve ser fácil; deve haver a possibilidade de trocar peças em caso de defeito.

De posse dessas informações e de pesquisas na web os alunos desenvolveram a aplicação do QFD,

limitada a primeira matriz (casa da qualidade).

APLICAÇÕES DO QFD

Os grupos de trabalho interpretaram as informações à sua maneira e realizaram aplicações da matriz QFD. A seguir, seguem os resultados obtidos por cada um.

Grupo 1: adaptação da roda de reboque manual

Com base nos dados obtidos, o grupo pôde traduzir a voz do cliente em requisitos de projeto, preenchendo a Casa da Qualidade mostra na Figura 2.

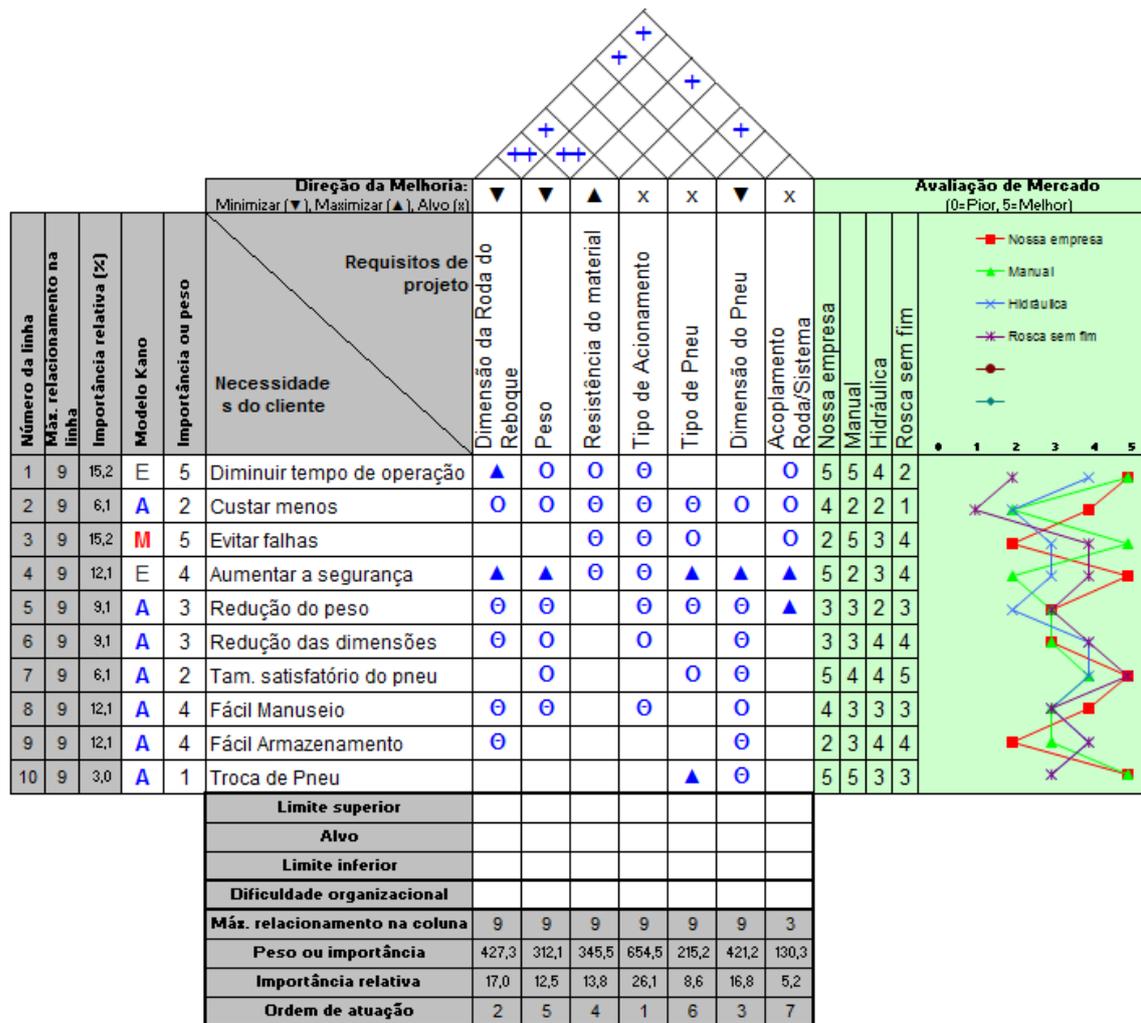


Figura 2-Casa da Qualidade Grupo 1

De acordo com os resultados, os itens com maior peso ou importância são o tipo de reboque e sua dimensão. Por outro lado, os itens que exigem menos preocupação seriam a forma de acoplamento do reboque e o tipo de pneu utilizado.

Dessa forma, o grupo identificou oportunidades de melhoria nos seguintes pontos críticos:

- Tipo de acionamento;
- Dimensões da roda de reboque;
- Dimensões do pneu.

Diante disso, para definir a nova concepção do produto, o grupo teve que levar em consideração os seguintes pontos: o tipo de acionamento deve garantir ao processo máxima praticidade com uma curta duração de tempo; além disso, as rodas de reboque precisam ser minimizadas para que ocupem menor espaço no bagageiro e sejam mais leves, sem que isso interfira na eficiência do produto; ao mesmo tempo, as dimensões do pneu devem ser suficientes para que não haja impacto

do trem de pouso com o solo, caso haja algum tipo de irregularidade na pista.

O grupo, então, optou por trabalhar em modificações na roda de reboque manual. Esse modelo é o que possui menor tempo de operação e é o mais utilizado pelos mecânicos devido à sua praticidade. Porém, exige grande aplicação de força pelo operador, o que pode comprometer tanto a sua segurança quanto a do helicóptero. Dependendo da experiência e peso do operador, ele pode não ser capaz de levantar o helicóptero.

Considerando essas questões o grupo propôs modificações para aumentar a segurança do equipamento. Ao contrário do modelo original, que possui um único pino de segurança para travar o mecanismo, o grupo propôs a utilização de uma catraca (Figura 3) que a cada passo com a alavanca travaria o sistema, não exigindo que o operador necessite segurar todo o peso do helicóptero durante todo o processo de subia ou descida.



Figura 3-Catracas

Grupo 2: adaptação da Roda de Reboque hidráulica alemã

A Matriz da Qualidade elaborada pelo Grupo 2 pode ser observada na Figura 4. Nela estão descritas as necessidades dos clientes, os requisitos de projetos e todas as relações.

De acordo com os resultados da Matriz, puderam-se identificar os requisitos de projeto mais críticos:

tempo de acionamento do reboque, que aparece como o primeiro na ordem de atuação, seguido do diâmetro da roda junto com a espessura do pneu, que são fatores que contribuem para que o helicóptero sofra menos impacto.

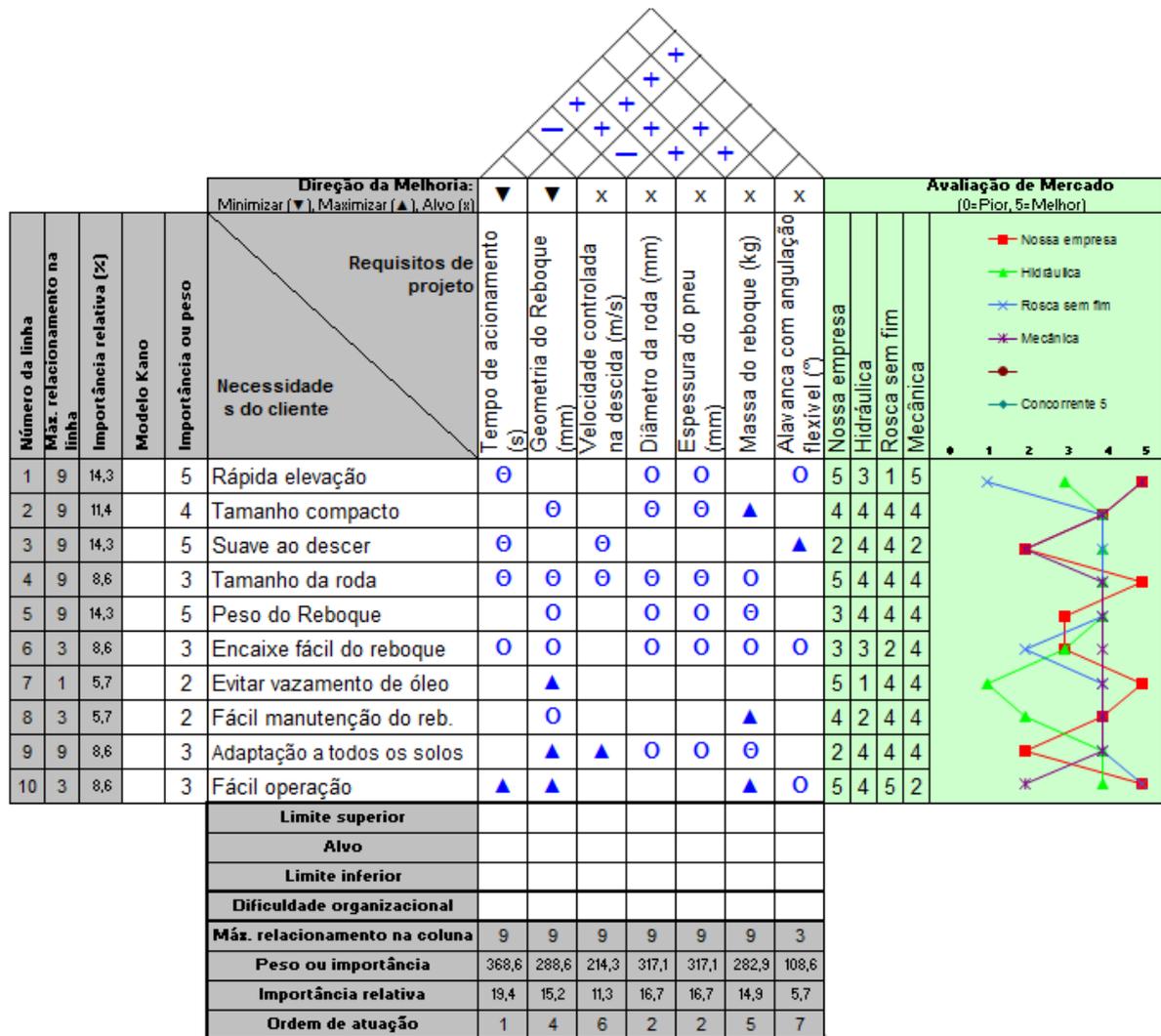


Figura 4-Casa da Qualidade Grupo 2

O grupo identificou que as oportunidades de melhoria deveriam ser relacionadas aos seguintes fatores:

- Tamanho e peso da roda
- Encaixe no esqui
- Manutenção

Analisando então os resultados da matriz, o grupo escolheu trabalhar em modificações no modelo hidráulico. A roda de reboque hidráulica utilizada atualmente se encaixa perfeitamente no esqui do helicóptero, porém há grande incidência de vazamento de óleo, o que

faz com que todo o produto precise ser trocado, não só a parte hidráulica. Já o modelo hidráulico alemão, não possui histórico de vazamento de óleo e se adapta a qualquer tipo de terreno, porém as dimensões do encaixe não são adequadas às dos esquis dos helicópteros produzidos. Sendo assim, o grupo optou por trabalhar na adaptação da roda alemã aos padrões franceses.

Com isso, a principal modificação seria a implantação de um encaixe flexível, que possibilitaria a

utilização da roda em qualquer tipo de esqui. Além disso, propuseram a redução do peso do equipamento e compactação de suas dimensões, sem causar problemas de danos ao trem de pouso do helicóptero por choques.

Grupo 3: adaptação da roda de reboque parafuso sem fim

Os resultados obtidos pelo Grupo 3 podem ser observados Figura 5. Fazendo a análise da matriz da qualidade, o tipo de mecanismo aparece em primeiro lugar na ordem de atuação e em segundo encontram-se as dimensões do equipamento e o peso. O grupo considerou que outros requisitos, como mecanismo de trava, apesar de possuírem notas relativamente baixas em relação aos dois itens mais críticos, merecem atenção especial, pois estão ligados também à segurança, tanto do operador quanto da própria aeronave.

Avaliando os resultados da matriz QFD, o grupo pôde identificar que as oportunidades de melhoria estavam ligadas aos seguintes fatores críticos:

- Tipo de acionamento;
- Dimensões do equipamento;
- Peso do equipamento.

Então, o grupo optou por trabalhar com o modelo rosca sem fim. Esse modelo de roda de reboque é mais leve em relação aos demais e possui dimensões condizentes com o bagageiro do helicóptero. Porém, sua utilização é inviabilizada por possuir elevado tempo de operação devido ao passo da rosca ser muito pequeno. Mesmo não exigindo grande aplicação de força, causa fadiga do operador, pois é necessário realizar um pequeno esforço por muito tempo. Além disso, o diâmetro da roda é baixo, o que faz com que o helicóptero entre em contato com o solo em caso de oscilações na pista.

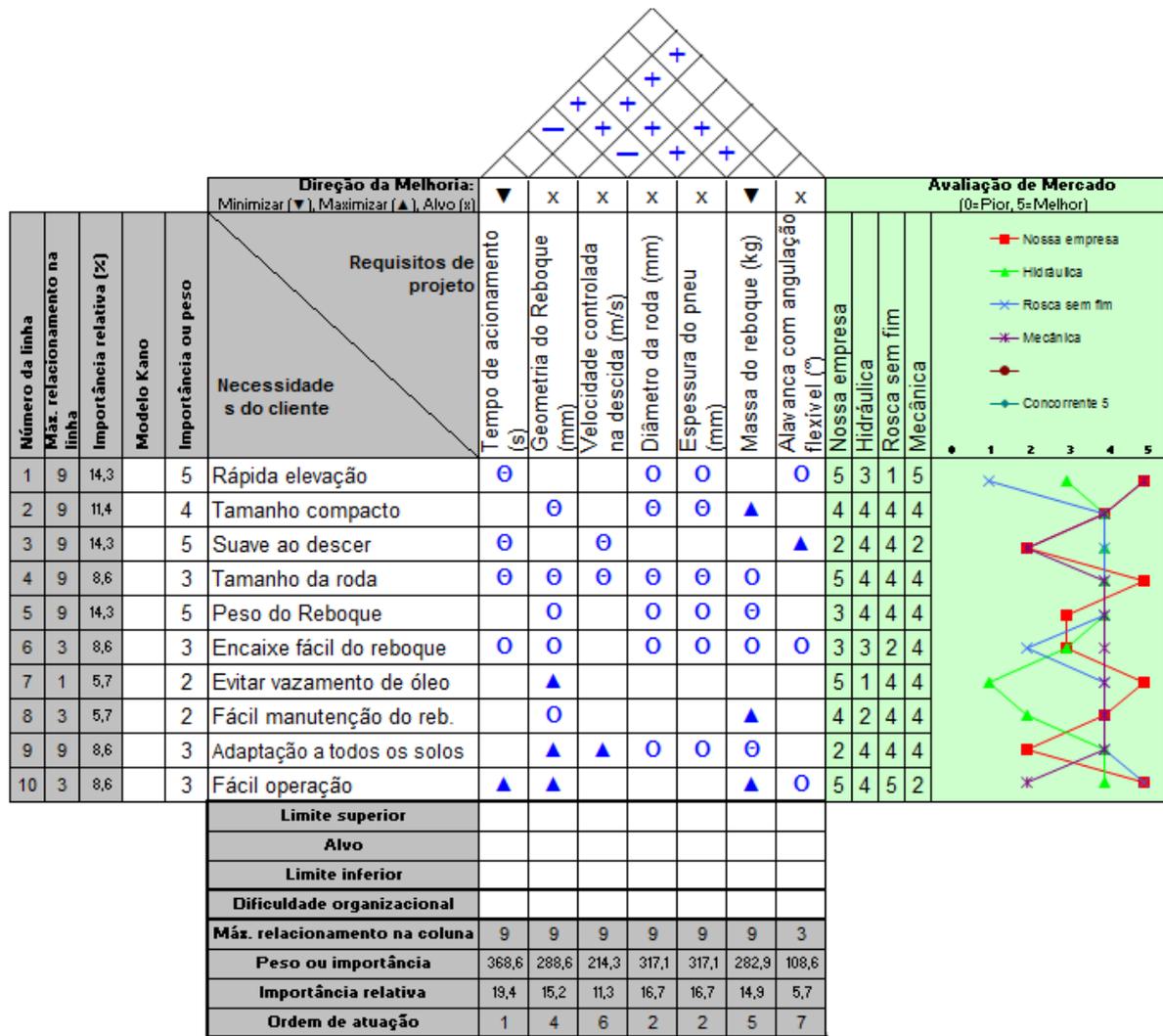


Figura 5-Casa da Qualidade Grupo 3

Sendo assim, propuseram as seguintes modificações no produto:

- Aumento do passo da rosca sem fim;
- Utilizar uma manivela no lugar da alavanca utilizada no modelo atual;
- Aumentar o braço da alavanca;

- Aumento nas dimensões da roda.

A Figura 6 representa o esquema para nova concepção para a roda de reboque rosca sem fim.

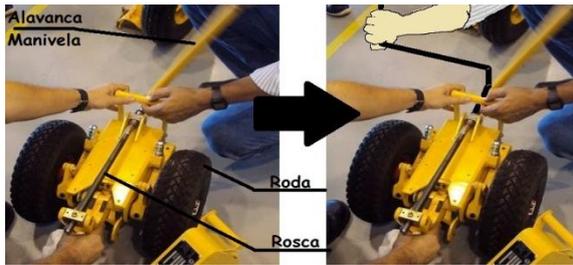


Figura 6-Adaptação Roda de Reboque Rosca sem fim

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Observando os resultados obtidos pelos grupos, pode-se considerar que a aplicação do QFD para aperfeiçoamento de produtos se mostrou eficaz. Cada um interpretou os dados individualmente, porém os resultados convergem. Analisando de maneira geral, os grupos identificaram as características ligadas ao tipo de mecanismo de acionamento e dimensões da roda como principais pontos a serem analisados.

Assim, puderam desenvolver ideias que podem auxiliar na solução dos problemas da roda de reboque. É interessante ressaltar que cada grupo conseguiu identificar soluções para um tipo diferente de roda. Isso demonstra que mesmo sendo identificados os mesmos requisitos de projeto, ou requisitos muito próximos, os estudantes não ficaram limitados a aperfeiçoar nenhum modelo de específico de roda.

Os grupos destacaram, por meio de entrevista não estruturada, algumas dificuldades para conduzir a

metodologia devido ao pouco contato que tiveram tanto com o produto, como com o pessoal que utiliza a roda de reboque. A empresa disponibilizou apenas uma visita, sendo que o contato direto foi feito somente com pessoas do nível operacional. Além disso, devido a questões de segurança foram proibidas fotos ou filmagens. Posteriormente foram disponibilizadas fotografias e manuais técnicos da roda de reboque e do helicóptero.

Em contrapartida, em um segundo momento a empresa disponibilizou uma pessoa de nível estratégico para que as dúvidas dos estudantes fossem sanadas. O trabalho foi realizado em um momento de pico de produção da empresa, fator que limitou contatos verbais ou escritos, limitando a validação da matriz e das ideias geradas. Outro fator que deve também ser considerado é que a empresa esperava que os alunos desenvolvessem opções diferentes das tradicionais. Por isso, limitaram o fornecimento de informações para que

eles fossem mais ativos e buscassem de forma independente novas ideias.

Os trabalhos foram apresentados para os docentes da disciplina que discutiram os fundamentos teóricos do QFD, esclareceram dúvidas e orientaram correções.

CONCLUSÃO

O trabalho proposto aos estudantes da disciplina de Engenharia de Produto da Universidade Federal de Itajubá foi executado com êxito evidenciando dificuldades práticas. A falta de informações vivenciada pode ter limitado um pouco o seu trabalho, porém não impossibilitou a sua realização. Os trabalhos foram conduzidos e bons resultados foram gerados. As dificuldades forçaram os alunos a procurarem outras formas de obterem dados.

Pode-se concluir que a utilização de um problema real para auxílio no ensino em sala de aula cumpriu seu objetivo de expor os alunos a situações práticas. Para os estudantes, a aplicação prática é uma experiência estimulante, o que foi demonstrado pelo fato de todos terem realizado o trabalho com sucesso e demonstrarem preocupações com os resultados.

Para o mesmo objeto de estudo outros métodos de desenvolvimento de produtos podem ser desenvolvidos, tais como: Failure Mode and Effect Analysis (FMEA); ergonomia de produto; Theory of Inventive Problem Solving (TRIZ).

REFERÊNCIAS

1. Prince M. Does Active Learning Work? A review of the Research. *Journal of Engineering Education*, ProQuest Central, 223-231, 2004.
2. Graaf E, Christensen HP. Editorial: Theme Issue On Active Learning In engineering education. *European Journal of Engineering Education*. 29, 461-463, 2004.
3. Cheng LC, Melo Filho LDR. QFD: Desdobramento da função qualidade na gestão de desenvolvimento de produtos. São Paulo: Editora Blücher, 2007.

4. Akao Y. Introdução ao desdobramento da qualidade. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1996. 187 p.
5. Nagumo GK. Desdobramento da função qualidade (QFD) aplicado à produção de mudas de café (Coffea arábica L.)Piracicaba: ESALQ/USP, 2005. 61p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.
6. Govers CPM. What and how about quality function deployment (QFD). International Journal of Production Economics.v.46/47. p. 575-585, 1996.
7. Back N, Ogliary A, Dias A, Silva JC. Projeto integrado de produtos: planejamento, concepção e modelagem. 1 ed. São Paulo: Manole, 2008. 601 p.
8. Rozenfeld H, Forcellini FA, Amaral DC, et al. Gestão de desenvolvimento de produtos: uma referência para a melhoria do processo. Editora Saraiva, 2006.
9. Roos C, Sartori S, Godoy LP. Modelo de Kano para a identificação de atributos capazes de superar as expectativas do cliente; Revista Produção Online, v.9, n.2, p. 536-550, 2009.

Sources of funding: No
Conflict of interest: No
Date of first submission: 2015-02-11
Last received: 2015-02-11
Accepted: 2015-02-11
Publishing: 2015-04-30