

# DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIAS ASSISTIVAS ATRAVÉS DA APLICAÇÃO DE METODOLOGIA DE PROJETO

## **Camila Rocha Rezende**

PUC Minas – IPUC – Engenharia Mecatrônica, Av. Dom José Gaspar, 500 – Belo Horizonte – MG, 30535-610, [camila.rr@ibest.com.br](mailto:camila.rr@ibest.com.br)

## **Carolina Meirelles Dantas**

PUC Minas – IPUC – Engenharia Mecatrônica, Av. Dom José Gaspar, 500 – Belo Horizonte – MG, 30535-610, [carol\\_md@ibest.com.br](mailto:carol_md@ibest.com.br)

## **Marcelo Becker**

PUC Minas – IPUC – Engenharia Mecatrônica - GEAR, Av. Dom José Gaspar, 500 – Belo Horizonte – MG, 30535-610, [marcelo.becker@pucminas.br](mailto:marcelo.becker@pucminas.br)

**Resumo.** A Disciplina de “Projeto de Máquinas” procura incutir nos alunos formandos a elaboração de uma metodologia de projeto aplicável às mais variadas áreas do conhecimento. A mudança do enfoque da disciplina tem dado resultados muito interessantes e motivadores, visto que anteriormente esta disciplina era ministrada meramente como uma revisão dos conhecimentos adquiridos anteriormente nas disciplinas de “Elementos de Máquinas”. Incorporou-se à disciplina os Conceitos de Design, Processos Criativos, Público Alvo, Confiabilidade, Modelo Matemático, Análise do valor e QFD. Baseado nesta metodologia foi proposto o desenvolvimento de produtos voltados a portadores de deficiência como projeto para os alunos do 1º semestre de 2003. Neste processo as três principais etapas do desenvolvimento de um novo produto (Estudo de Viabilidade, Projeto Preliminar e Projeto Detalhado) foram executadas dentro de um período determinado. Os resultados obtidos foram documentados em forma de relatórios e apresentação oral para uma banca composta de Professores da Universidade e Engenheiros de Empresas da região. Neste trabalho são apresentados as análises e resultados obtidos pelos alunos nas pesquisas de mercado e qualidade projetada para alguns dos projetos propostos, bem como o desdobramento de necessidades e projetos futuros decorrentes das referidas análises.

**Palavras-chave:** Metodologia de Projeto, Ensino de Engenharia, QFD, Tecnologia Assistiva.

## **1. INTRODUÇÃO**

O Projeto em Engenharia é muito mais do que a simples coleção de desenhos representativos de uma máquina ou edifício (Dedini *et al.*, 2000). O engenheiro deve procurar entender, não apenas as necessidades atuais da sociedade, mas também a direção e a rapidez com que as mudanças sociais estão ocorrendo, visando sempre direcionar seu projeto para futuras adaptações ou atualizações. Este novo comportamento é exigido para qualquer engenheiro que lide com projetos, tanto para engenheiros mecânicos, eletrônicos, civis, como para engenheiros de software. O engenheiro de projeto tem como objetivo mais importante o incremento da tecnologia, de tal forma que esta possa promover mudanças no sentido de incrementar a qualidade de vida da sociedade. Vislumbra-se então que o cenário de atuação do engenheiro “moderno” mudou drasticamente, agora o projeto não pode mais ser desenvolvido apenas tendo como ferramentas a intuição e o talento criativo.

Os projetos em engenharia envolvem uma infinidade de requisitos, e o desafio do engenheiro é justamente reconhecer a proporção adequada de cada uma deles. Verifica-se então que o engenheiro deve ser capaz de satisfazer, dentro de uma certa margem de tolerância, todos os requisitos de projeto, muitas vezes incompatíveis entre si. Esse é o grande desafio do engenheiro.

Nesse novo cenário observa-se que muitas vezes o engenheiro vê-se perdido em meio tantas metodologias, conceitos e ferramentas que apareceram nas últimas décadas. É comum observar alunos de engenharia atônitos sem saber nem qual ferramenta ou metodologia deve ser empregada para resolver o problema que encontraram, nem como empregá-las adequadamente.

Justamente para tentar sanar essas deficiências na formação do engenheiro optou-se por focar mais diretamente na disciplina de *Projeto de Máquinas* as metodologias e ferramentas desenvolvidas nas últimas décadas.

## 2. METODOLOGIA DE PROJETO

O processo de projeto é essencialmente um exercício de aplicação da criatividade. Algumas metodologias foram desenvolvidas no sentido de auxiliar na organização das várias etapas a serem cumpridas no projeto global. Dentre os diversos trabalhos encontrados na literatura sobre essas metodologias pode-se destacar os seguintes: Asimow (1968), Blanchard e Fabrycky (1981), Pahl e Beitz (1988), Suh (1993), Clausing (1993), Yoshikawa (1993), Ertas e Jones (1994), entre outros.

Verifica-se que em geral cada empresa possui uma formalização própria de metodologia empregada, dividindo o processo de projetar em diversas etapas de desenvolvimento. Na disciplina adotou-se a divisão da metodologia de projeto em 4 etapas principais: Estudo de Viabilidade, Projeto Preliminar, Projeto Detalhado e Produção (Cavalca e Dedini, 2000).

O estudo de viabilidade visa identificar claramente o problema, definindo os requisitos de projeto que devem ser atendidos. O conhecimento do mercado e do cliente possibilita o desenvolvimento da sensibilidade do engenheiro em relação aos requisitos de projeto, traduzindo com a Casa da Qualidade e a Engenharia do Valor (ferramentas de projeto) os desejos do cliente em atributos da engenharia. Os processos criativos podem e devem então ser explorados de forma ampla gerando o maior número possível de soluções alternativas. Ao final dessa etapa obtém-se uma ou mais soluções alternativas que serão analisadas na próxima etapa.

Na etapa de Projeto Preliminar são elaborados todos os cálculos e dimensionamentos, bem como as simulações numéricas e, eventualmente, a reavaliação do projeto. De forma sistemática são analisadas todas as propostas alternativas, concluindo-se com um esboço ou croquis do projeto em sua forma geral. Ao final dessa etapa obtém-se a melhor solução para ser dimensionada, detalhada e enviada à fabricação. A etapa de Projeto Detalhado envolve o conjunto de desenhos completos e especificações de componentes, desenhos de montagem e instalação, maquetes ou protótipos, manuais de instalação, uso e descarte e Relatório Final.

Na disciplina de *Projeto de Máquinas* a aplicação da metodologia de projeto comprehende essas três primeiras etapas. A última etapa, produção, que na “vida real” tem sua responsabilidade compartilhada com outros setores da empresa, não foi abordada devido aos limites de tempo e infra-estrutura da universidade. Mas, deve-se ressaltar que nessa etapa, uma nova série de experiências técnicas, referente a projetos de ferramentas e engenharia de produção, entra em jogo. O grupo projetista, original, deve continuar tendo o papel de liderança. A decisão sobre a produção de um determinado produto envolve, freqüentemente, um compromisso econômico enorme. O grau de confiança no sucesso do produto deve ser muito alto, para apoiar uma decisão definida. A fase do planejamento de produção envolve muitas pessoas que modificarão, em forma e detalhe, de acordo com a indústria. Logo, atividades de planejamento de produção devem ser adotadas (Back, 1983).

## 3. “FERRAMENTAS” DE AUXÍLIO AO PROJETO

Um dos pontos mais enfatizados em sala de aula durante a Disciplina de *Projeto de Máquinas*, foi a importância do trabalho em grupo. Observa-se que cada vez mais o mercado de trabalho deseja

que os profissionais sejam capazes de atuar em um ambiente de cooperação que favoreça o desenvolvimento das capacidades interpessoais e conceituais, da criatividade e de liderança. A palavra chave no grupo de trabalho deve ser harmonia. Desse modo foram ministradas orientações quanto aos estágios de formação de grupos de trabalho, características de grupos eficientes, estilos de participantes, funções de liderança, papel de cada participante, etc. Como forma de dotar os alunos de ferramentas e metodologias de projeto, foram ministradas aulas referentes e diversas metodologias encontradas na literatura e ferramentas empregadas. Algumas das ferramentas de auxílio ao projeto empregadas durante o curso são brevemente descritas a seguir:

### 3.1 Processos Criativos

Uma dúvida que atinge qualquer aluno / engenheiro diz respeito à criatividade. Verifica-se que a criatividade surge a partir de uma necessidade e que é um processo metódico e sistemático. A criatividade pode ser empregada em todas as fases de desenvolvimento de um projeto onde seja necessário produzir idéias e conceitos novos e úteis, ou seja, “chegar ao novo”. Deve-se salientar que pouca, ou nenhuma, relação existe entre comportamento criativo e o nível intelectual das pessoas. Psicólogos afirmam que crianças são mais criativas que adultos pois, a falta de inibição contrapõe-se à atitude restritiva e ao medo de errar que os adultos têm (Cavalca e Dedini, 2000).

Na literatura pode-se encontrar diversos métodos propostos visando o estímulo do processo criativo, mas há um ponto comum entre todos esses métodos: a tentativa de fazer com que o inconsciente produza uma solução pretendida pelo consciente, seja individualmente ou em sinergia. Em qualquer um desses métodos há uma busca constante de eliminação das barreiras da criatividade: maus hábitos, estagnação, condicionamentos, etc. Nas aulas da disciplina, foram apresentados os seguintes métodos:

- Métodos Intuitivos 
$$\left. \begin{array}{l} \text{Brainstorming} \\ 6.3.5 \text{ (Brainwriting)} \\ \text{Delphi} \end{array} \right\}$$
- Métodos Discursivos 
$$\left. \begin{array}{l} \text{Quadro Morfológico} \\ \text{Analogia} \\ \text{Inversão} \end{array} \right\}$$

Todos esses métodos foram minuciosamente descritos, sendo apontados pontos fortes e fracos de cada um e suas aplicabilidades. Para estimular a eliminação de barreiras foram apresentados aos alunos slides contendo pinturas e gravuras de autores famosos como: Rubin, Necker e René Magritte, como também *sites da web* onde os alunos poderiam encontrar jogos que poderiam auxilia-los nas fases preparatórias de reuniões onde a criatividade poderia ser empregada na busca de soluções.

### 3.2 QFD - *Quality Function Deployment*

Conhecida como o Desdobramento da Função Qualidade, essa metodologia foi proposta no Japão em meados da década de 1960, por Akao (1990). Nessa década, a Universidade da Califórnia começou a desenvolver o QFD, mas apenas no início da década de 1980 é que o QFD começou a ser realmente aplicado em empresas dos EUA. Na Europa, em particular na França, o QFD chegou apenas no final da década de 1980 (Iroulart et al., 1993). É uma metodologia de planejamento que visa traduzir a qualidade definida pelo cliente (desejos e necessidades) em requisitos de engenharia. O QFD atua em todas as fases do ciclo de desenvolvimento de um novo produto, ou na melhoria de um produto já existente. Isso ocorre através do uso de uma série de matrizes e gráficos que exibem de uma maneira clara e visual as necessidades dos clientes e os requisitos técnicos com elas relacionados, a partir do planejamento e do projeto do produto até o planejamento do processo e do

“chão de fábrica” (Eureka e Ryan, 1992). Desse modo, torna-se fácil relacionar os “O que?”, “Como?” e “Quanto?”.

Uma das ferramentas mais conhecidas de QFD é a Casa da Qualidade (*House of Quality - HoQ*). Essa ferramenta utiliza um diagrama matricial de planejamento do produto com a finalidade de detectar necessidades do cliente, requisitos de projeto, objetivos e avaliações de competitividade do produto. Como ela permite tanto explicitar os desejos dos clientes em linguagem de engenharia, como comparar o produto em desenvolvimento com produtos concorrentes, a Casa da Qualidade pode ser interpretado como um meio eficaz de imitar os produtos dos concorrentes e ultrapassa-los (Billa e Pasin, 1998).

A partir da Casa da Qualidade, as equipes de engenharia de materiais, projeto, manutenção, fabricação, processos, etc., utilizam os requisitos de projeto, traduzindo-os em características de componentes críticos, que permitam o desempenho das funções essenciais do produto. Em uma etapa posterior, determinam-se as operações de fabricação necessárias, incluindo investimentos em instalações e equipamentos ou decisão por “tercerização” de determinadas operações. As operações de fabricação desdobram-se em requisitos de produção, que o pessoal do “chão de fábrica” usará para produzir de maneira compatível os componentes, com as características exigidas. O mesmo ocorre com relação à manutenção e descarte final do produto (reciclagem). Dessa forma, observa-se que é possível desdobrar a função qualidade não apenas para o projeto de um produto, mas para todo o ciclo de vida desse produto, desde sua concepção, até seu descarte final e reciclagem de seus componentes.

### 3.3 Análise do Valor

Análise do valor é uma técnica de redução de custos que enfatiza a função das características dos recursos disponíveis e obtidos na realização das atividades de desenvolvimento / fabricação de um produto. Mas, deve-se deixar claro que o valor está estreitamente relacionado com as funções do produto, visto que as funções são características de um item ou serviço que atendem às necessidades e desejos do consumidor ou usuário (Abreu, 1996 e Oliveira, 1998).

Na abordagem tradicional de análise de custos em produtos, observa-se que é feito um exame detalhado de custo de materiais, do processo de manufatura e da mão de obra para cada componente do produto. Observa-se que nessa abordagem em momento algum são fornecidas informações a respeito do valor de cada componente do produto. Desse modo, o componente com o custo individual mais elevado pode se tornar o objeto principal para redução de custos, mesmo que ele tenha a maior contribuição à função do produto. Nesse cenário, a análise do valor pode contornar esse problema pela inclusão de medidas de valor que se contrapõem a medidas de custo. Assim, as funções de projeto que são mais caras de serem produzidas deveriam ser as de maior contribuição ao valor reconhecido pelo cliente, e do mesmo modo, as de pequeno valor deveriam acrescentar pouco o custo (Baxter, 1995).

Inicialmente é feita uma análise funcional do produto para que sejam obtidos parâmetros sobre os quais o valor do cliente possa ser determinado. Verifica-se que o desempenho de um produto pode ser definido como o conjunto específico de habilidades funcionais e prioridades que o fazem adequável, atrativo e vendável para uma finalidade específica, ou seja, o valor do cliente. Vários produtos podem ter a mesma finalidade básica, obedecendo a diferentes especificações determinadas pelas condições de uso dos produtos. As diferenças em suas aplicações não necessariamente refletirão em uma diferença em seus projetos, por conseguinte, no valor de custo de cada um de seus componentes e seus preços.

Definidas quais são as funções principais do produto, deve-se então definir as suas funções secundárias. O grau de importância de cada função deve ser obtido junto ao consumidor do produto (análise de mercado). Uma vez que custo e importância tenham sido adequadamente quantificados, calcula-se o valor do produto. Esse cálculo é realizado através da alocação de custo de diferentes componentes e diferentes funções de produto em uma matriz de valor. O valor global de cada função é então calculado pela divisão da importância relativa daquela função pelo seu custo

relativo. Isso resulta em uma faixa de razões de valor, sendo que os maiores números indicam altos valores e os menores, menores valores. Para um melhor emprego da metodologia de análise do valor, recomenda-se que seja empregado um plano de trabalho que possa apresentar de modo sistemático em uma série de etapas uma visão do processo produtivo. Assim, a identificação, compreensão e valoração das funções, processos e objetivos para uma posterior avaliação fica extremamente facilitada (Tavares e Possamai, 1998).

Um dos planos de trabalho mais empregados em Análise de Valor é o Diagrama FAST – Técnica de Análise Funcional de Sistemas (*Functional Analysis Systems Technique*). Essa técnica foi apresentada pela primeira vez em 1965 por Charles W. Bytheway (Fowlkes et al., 1972) como uma maneira fácil de organizar e representar sistematicamente os relacionamentos de função de um sistema. As funções identificadas são expressas como combinações verbo – substantivo e são distribuídas graficamente em função do relacionamento delas com as perguntas “Como?” e “Por que?”. Desta forma, o diagrama apresenta o sistema inteiro e os inter-relacionamentos de cada função desse sistema (Kardos, 1988).

## 4. PÚBLICO ALVO ESCOLHIDO

### 4.1 O Deficiente Físico e a Sociedade

De acordo com a Organização das Nações Unidas, o texto referente à Declaração dos Direitos do Deficiente relata que (ONU, 2004):

“*O deficiente tem os mesmos direitos civis e políticos dos demais seres humanos*”;

“*O deficiente tem direito às medidas destinadas a permitir-lhe alcançar a máxima autonomia possível*”;

“*O deficiente tem direito à [...] educação, à formação e readaptação profissionais*”;

“*O deficiente tem direito a que sejam levadas em conta suas necessidades particulares em todas as etapas do planejamento econômico e social*”.

Segundo o § 1º da Declaração dos Direitos das Pessoas Deficientes, resolução aprovada pela Assembléia Geral das Nações Unidas em 09/12/1975: “*o termo ‘pessoa deficiente’ refere-se a qualquer pessoa incapaz de assegurar por si mesma, total ou parcialmente, as necessidades de uma vida individual ou social normal, em decorrência de uma deficiência, congênita ou não, em suas capacidades físicas ou mentais*”.

Além dessa Declaração da ONU, que trata da relação humana entre a sociedade e o deficiente, há também leis que exigem a fácil acessibilidade dos deficientes de qualquer natureza à estabelecimentos, como a lei Brasileira N° 10.098 de 19 de Dezembro de 2.000. Esta lei estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida. Segundo os Artigos 11º e 13º dessa lei, fica obrigatória a comunicação horizontal e vertical de todas as dependências dos edifícios públicos e privados, entre si e com o exterior.

Ao se observar os trechos da Declaração dos Direitos do Deficiente e a lei vigente sobre o assunto, fica claro o direito deficiente físico de se integrar ao sistema social, incluindo sua possibilidade de freqüência regular as universidades e bibliotecas. Na prática, porém, o que se vê são cidade, edifícios, escolas e bibliotecas que reforçam a marginalização das pessoas de mobilidade limitada ou portadoras de outros tipos de deficiência. Não é preciso ir muito longe para perceber que a sociedade não propicia aos deficientes o seu bem estar e seu direito de ir e vir. Mesmo nas universidades brasileiras, apenas há pouco tempo atrás surgiu a preocupação com os deficientes e mesmo assim os recursos disponibilizados para eles ainda são escassos.

Não se pode negar que recentemente tem havido uma certa evolução na conscientização nacional. Devido às mudanças de pensamento da sociedade, que começa a dar uma importância maior as dificuldades enfrentadas pelos portadores de deficiências, surge a necessidade de melhoria do acesso destas pessoas a serviços públicos fundamentais como educação, saúde, esporte e lazer e o atendimento de suas necessidades especiais. Porém ainda há muito que progredir. Mesmo com a

mudança de mentalidade da sociedade, ainda é fundamental cobrar dos legisladores e do sistema de justiça a elaboração e fiscalização de leis que atendam às necessidades dos portadores de deficiência.

Tabela 1. Alunos Portadores de Deficiência na Universidade.

Curso da Universidade	Tipo de Deficiência	Q <sup>dade</sup>
Administração	Cadeirante	1
Arquitetura e Urbanismo	Já foi cadeirante	1
Ciências Contábeis	Deficiência motora	2
	Glaucoma	1
Direito	Anda com dificuldade	1
	Deficiência motora	1
Engenharia Elétrica	Não tem uma perna .	1
Engenharia Mecânica	Problemas com locomoção	1
Filosofia	Problemas motores e na fala	1
Letras	Deficiência motora	1
	Cadeirante	1
	Problemas na perna esquerda	1
Psicologia	Tetraplegia incompleta	1
	Deficiência motora	1
	Enxerga parcialmente	1
Sistema da Informação	Cadeirante	2

Neste contexto, faz-se necessário incluir o papel social e profissional do engenheiro na elaboração de projetos que eliminem as barreiras e obstáculos que impõem mobilidade reduzida aos portadores de deficiência, conforme a norma técnica NBR 9050 – Acessibilidade de Portadoras de Deficiências a Edificações, Espaço, Mobiliário e Equipamento Urbanos – Associação Brasileira de Norma Técnica – ABNT.

#### 4.2 Projetos Desenvolvidos

No 1º semestre de 2003, foi definido como tema a ser desenvolvido na disciplina de *Projeto de Máquinas, Desenvolvimento de Equipamentos de Assistência a Portadores de Deficiência Física*. Sabe-se que o tema é inicialmente bem amplo, por isso, focou-se entre o universo de portadores de deficiência física, os paraplégicos. Os alunos realizaram entrevistas com portadores de paraplegia no Ambulatório de Fisioterapia do *campus* universitário e também com dirigentes da universidade para entender as necessidades tanto dos deficientes que acessam serviços oferecidos pela universidade, como da própria universidade.

O principal problema detectado que poderia ser trabalhado pelos alunos foi a existência de barreiras físicas que inviabilizam o acesso dos usuários de cadeiras de rodas a edifícios da universidade e no trajeto da residência à Universidade. Uma solução óbvia seria a execução de obras de adequação dos edifícios (construção de rampas padronizadas, instalação de elevadores adequados, etc.) e nos passeios públicos. Uma boa parte dos edifícios da universidade já sofreram reformas de adequação, com a instalação de rampas de acesso. Porém o alto custo de instalação de elevadores para portadores de deficiência na universidade e o acesso do usuário de cadeira de rodas durante o trajeto de sua residência até a universidade ainda era um sério problema.

Os alunos, divididos em grupos de 5 alunos, propuseram então 3 sub-temas relacionados a assistência de Portadores de Deficiência Física:

- O Desenvolvimento de uma Cadeira de Rodas Manual *outdoor* tipo “*all terrain*”;
- O Desenvolvimento de Elevadores de Baixo Custo para Cadeiras de Rodas;
- O Desenvolvimento de um Kit de Motorização para Cadeira de Rodas;

## 5. RESULTADOS

Uma exigência que apresentou excelentes resultados na disciplina de *Projeto de Máquinas*, foi a elaboração de um relatório completo de atividades, contendo entre outros itens, o cronograma de execução e Atas de todas as reuniões de grupo, para discussão do projeto a ser executado. Outra velha ferramenta empregada em grupos de projeto, “o caderno de projeto” que contém um histórico completo do desenvolvimento do projeto, com todos os esboços, cálculos, etc. também se mostrou muito útil para que os alunos pudessem melhorar o nível das discussões e coordenar melhor as idéias.

Todos os grupos também escolheram logotipos e nomes para os “grupos de engenharia” e implementaram grupos de discussão via *web* para facilitar o fluxo de informações entre os integrantes, visto que a maior parte deles estava realizando estágio em empresas da região. Observa-se na figura abaixo a proposta da equipe *ENGENDER* para o desenvolvimento de um elevador para cadeira de rodas de baixo custo e fácil manutenção.

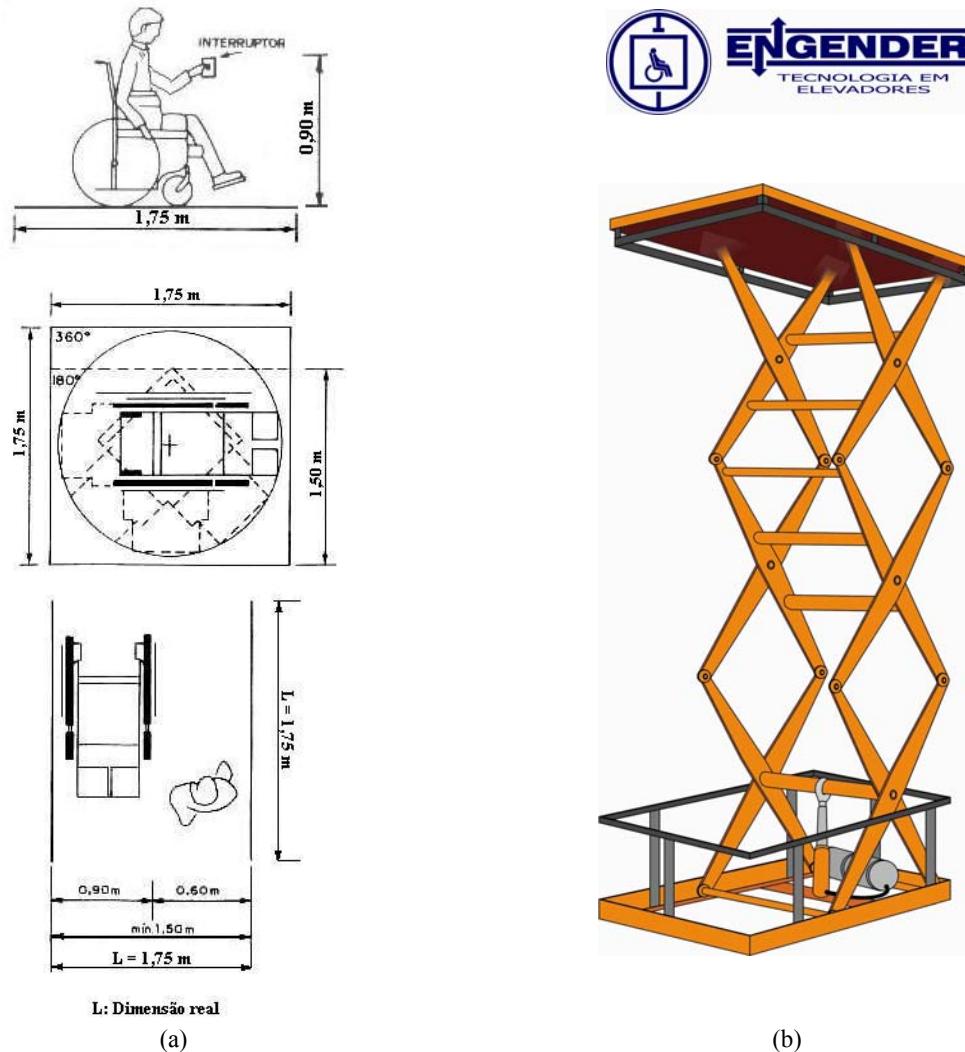


Figura 1. Proposta do Grupo de alunos *ENGENDER* para um elevador de cadeiras de rodas de baixo custo com acionamento por cilindro pneumático. Logotipo do Grupo e dimensões recomendadas pela norma brasileira NBR 9050 (a) e Esboço do mecanismo empregado para o acionamento (b).

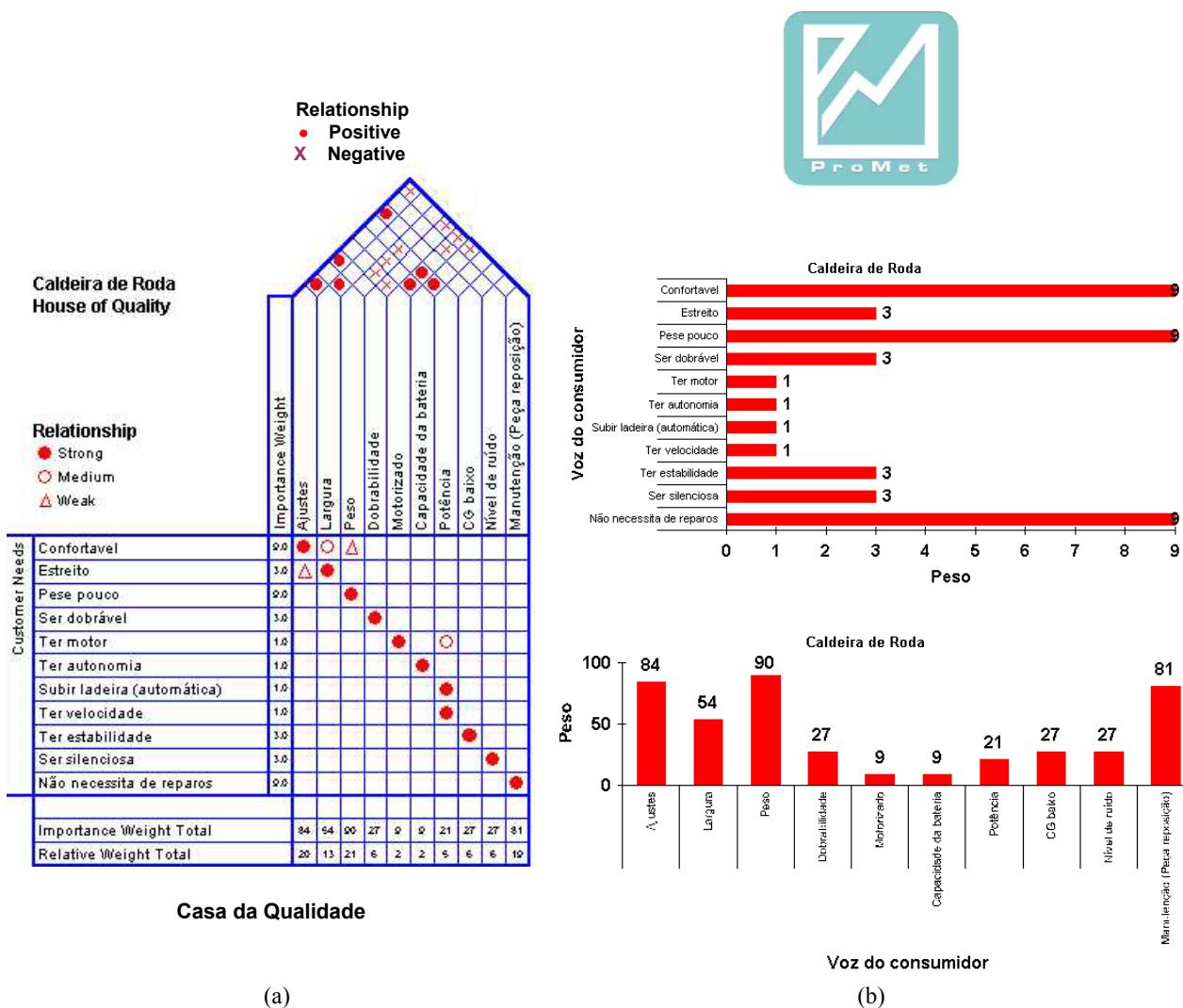


Figura 2. Dados obtidos com a aplicação da Casa da Qualidade pelo Grupo de alunos *ProMet* para o desenvolvimento de um Kit de baixo custo para motorização para cadeiras de rodas manuais. Casa da Qualidade (a) e Logotipo do Grupo e dados da Casa da Qualidade (b).

Todos os grupos elaboraram quatro relatórios, três parciais e um final. Os três relatórios parciais compreendiam respectivamente as três primeiras fases de projeto: Análise de Viabilidade, Projeto Preliminar e Projeto Detalhado. O último relatório, consolida todas as informações e desenvolvimentos obtidos nos três primeiros e prepara os alunos para a apresentação do projeto para uma banca avaliadora composta por professores da universidade e engenheiros de empresas da região.

A Casa da Qualidade mostrou-se uma ferramenta muito útil, tendo sido empregada por todos os grupos. Os alunos apresentaram algumas dificuldades na elaboração dos questionários para os consumidores do produto e na definição dos requisitos de engenharia, provavelmente devido às suas inexperiências em “ouvir” o cliente e em ter que propor soluções que atendam a requisitos apresentados. Durante todo o curso de engenharia os alunos são treinados a calcular e resolver problemas “pré-moldados” e dificilmente são desafiados a empregarem conceitos e conhecimentos acumulados durante o curso para propor soluções. Essa deficiência precisa ser contornada ou eliminada com urgência.

Na figura 2 é mostrada a aplicação da Casa da Qualidade pelo grupo de alunos *ProMet* que desenvolveu um kit de baixo custo para acionamento de cadeiras de rodas manuais. Na figura 3 é

mostrada a proposta de cadeira de rodas manual para qualquer tipo de terreno desenvolvida pelo grupo de alunos *CDLS TIP Technology*.

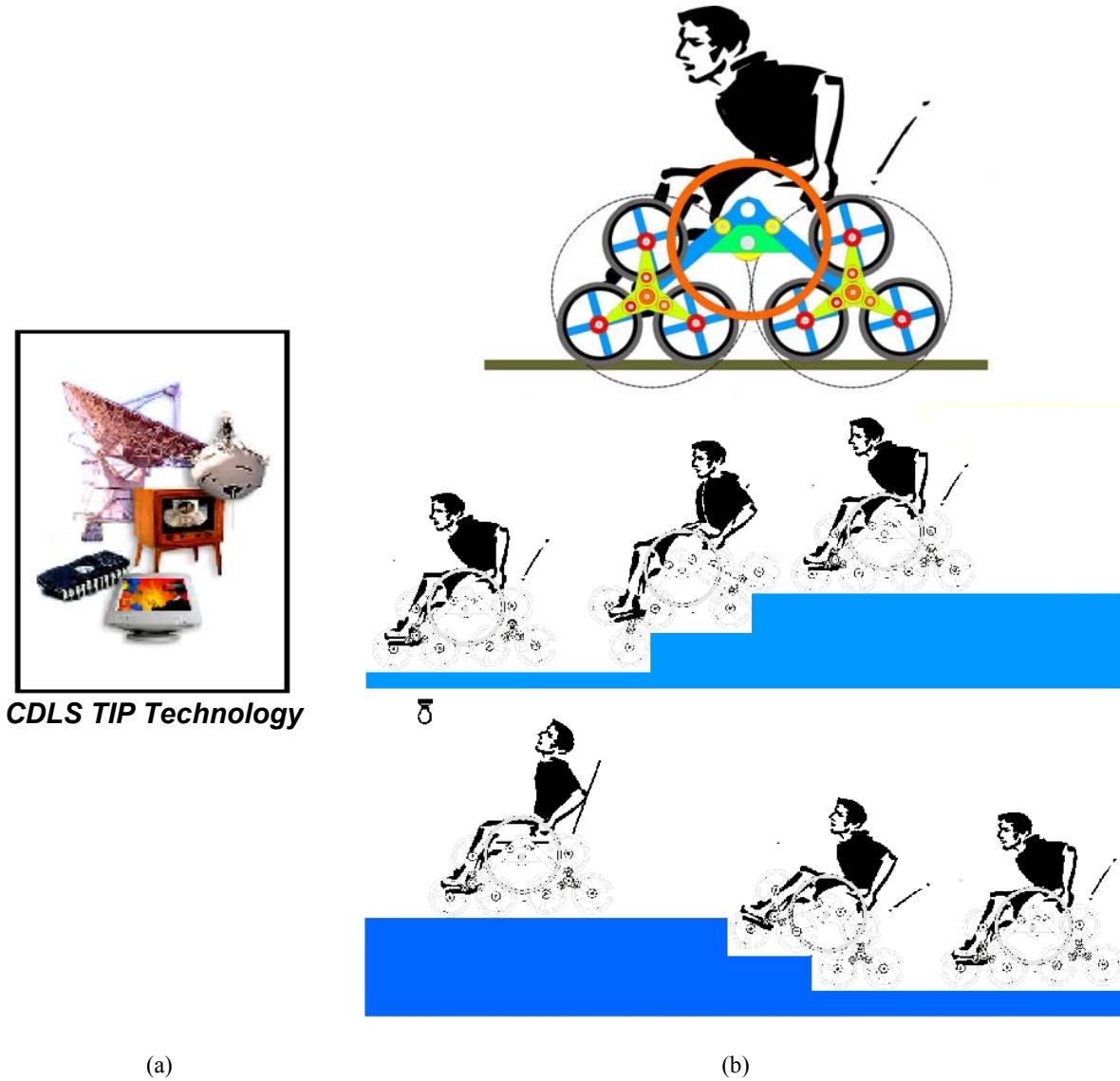


Figura 3. Logotipo do Grupo de alunos *CDLS TIP Technology* (a) e Proposta para uma cadeira de rodas manual outdoor (b).

## 6. CONCLUSÕES

As alterações e atualizações propostas na ementa programada da disciplina, numa primeira análise, proporcionaram resultados positivos, principalmente em relação ao interesse e dedicação dos alunos em final de curso. A aplicação de uma metodologia de projeto facilitou em muito o desempenho dos grupos de trabalho, gerando resultados mais coerentes e de forma organizada e estruturada. O processo criativo mais utilizado no estudo de viabilidade foi o *brainstorming*. Também a Casa da Qualidade mostrou ser uma ferramenta muito aceita pelos alunos. Porém, os resultados obtidos através de respostas a entrevistas / questionários que serão empregadas na elaboração da Casa da Qualidade podem ser de difícil interpretação. Isso ficou evidente para os alunos do grupo *ProMet* no caso de interpretar os desejos / necessidades do consumidor. A escolha incorreta do público alvo na fase de entrevistas para o desenvolvimento de um Kit de baixo custo para motorização para cadeiras de rodas manuais, ou seja, paraplégicos ao invés de tetraplégicos e

hemiplégicos, resultou em um interesse muito pequeno dos consumidores pelo produto em desenvolvimento. Isso fez com que os alunos amadurecessem e dessem mais valor à análise de mercado.

Enfim, a qualidade dos projetos, as análises de mercado, a definição de público alvo, refletem o amadurecimento do aluno dentro do tema proposto na disciplina e, consequentemente, o sucesso na aprendizagem. O evidente e positivo ganho social com o envolvimento dos alunos neste tema certamente só ficará claro com o passar dos anos, quando estes profissionais estiverem em plena atuação no mercado.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Organização das Nações Unidas (ONU), 2004, <http://www.un.org>, site acessado em janeiro de 2004.
- ABNT, NBR 9050 – Acessibilidade de Portadoras de Deficiências a Edificações, Espaço, Mobiliário e Equipamento Urbanos.
- Abreu, R.C.L., 1996, Análise do Valor, Editora Qualitymark.
- Akao, Y., ed., 1990, Quality Function Deployment: Integrating customer requirements into product design. Productivity Press, Cambridge MA.
- Asimow, M., 1968, Introdução ao Projeto de Engenharia. 1. ed. São Paulo: Editora Mestre Jou.
- Back, N., 1983, Metodologia de Projeto de Produtos Industriais. 1. ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Dois S.A.
- Baxter, M., 1995, Product design, Ed. Chapman – Hall, Londres.
- Billa, R. e Pasin, F., 1998, O desdobramento da função qualidade (QFD) e as sete ferramentas de segunda geração, V Congresso de Engenharia Mecânica Norte – Nordeste, pp. 272 – 278, Vol. II.
- Blanchard, B. S. e Fabricky, W. J., 1981, Systems Engineering and Analisys. New Jersey: Prentice – Hall.
- Clausing, D., 1993, Total Quality Development. N. Y.:ASME Press.
- Dedini, F.G. e Cavalca, K.L., 2000, Apostila de Projeto de Sistemas Mecânicos, Unicamp.
- Dedini, F.G., Cavalca, K.L. e Becker, M., 2000, Desenvolvimento de cadeiras de rodas motorizadas, In: Mobilidade, Comunicação e Educação – Desafios à Acessibilidade, pp. 27 – 41.
- Ertas, A. e Jones, J.C., 1994, The Engeneering Design Process. John Wiley & Sons, Inc.
- Eureka, W.E. e Ryan, N.E., 1992, QFD: Perspectivas gerenciais do desdobramento da função qualidade. Editora Qualitymark.
- Kardos, G., 1988, FAST for Systematic Design, Proceedings of International Conference on Engineering Design, ICED '88, in Budapest, August 1988.
- Iroulart, C. et al., 1993, Le depoiment de la fonction qualité (QDF), Mouvement Français pour la Qualité, Nanterre, France, pp. 1-6.
- Fowlkes, J.K., et al., 1972, "Advanced Fast Diagraming", Proceedings of the SAVE Conference, 1972.
- Oliveira Filho, J.G.B., 1998, A utilização da informática como instrumento de suporte à análise de valor durante o projeto do produto, V Congresso de Engenharia Mecânica Norte – Nordeste, pp. 331 – 336, Vol. II.
- Pahl, G. e Beitz, W., 1988, Engineering Design: a Sistematic Approach. Berlin: Springer-Verlag.
- Suh, N. P., 1993, Axiomatic Design of Mechanical Systems. Transactions of the ASME, Special 50th Anniversary Design Issue, 1995, pp. 2-10.
- Tavares Jr., J.M. e Possamai, O., 1998, Uma Aplicação da metodologia de análise do valor na verificação dos valores ambientais do processo produtivo, V Congresso de Engenharia Mecânica Norte – Nordeste, pp. 217 – 226, Vol. II.
- Yoshikawa, H., 1993, Design Philosophy: The State of the Art. Annals of the CIRP, Vol. 38/2, pp.579-586.
- Ferreira, E.L.S. et al., 1998, Aplicação do QFD ao projeto de hélices navais na região amazônica., V Congresso de Engenharia Mecânica Norte – Nordeste, pp. 203 – 208, Vol. II.