

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO – USP
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS – EESC
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA – SEM

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**Aplicação da metodologia de Análise do Valor ao projeto
conceitual de uma maca de banho hospitalar**

Aluno: Murilo de Sousa Gallo
Orientação: Prof. Dra. Zilda de Castro

São Carlos, Novembro de 2012.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO – USP
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS – EESC
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA – SEM

Aplicação da metodologia de Análise do Valor ao projeto conceitual de uma maca de banho hospitalar

Aluno: Murilo de Sousa Gallo

Orientação: Profa. Dra. Zilda de Castro

Trabalho de conclusão de curso ao Departamento de Engenharia Mecânica da Escola de Engenharia de São Carlos (EESC), como parte dos requisitos para conclusão do curso de Graduação em Engenharia Mecânica na Universidade de São Paulo - USP.

São Carlos, Novembro de 2012.

FOLHA DE AVALIAÇÃO

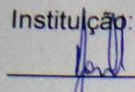
Candidato: **Murilo de Sousa Gallo**

Título: **Aplicação da metodologia de Análise do Valor ao projeto conceitual de uma maca de banho hospitalar**

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Jonas de Carvalho

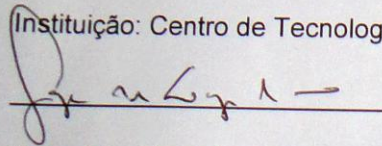
Instituição: SEM - EESC -USP



Nota atribuída: (10,0) Det

Prof. Dr. Jorge Vicente Lopes da Silva

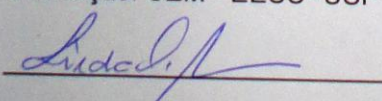
Instituição: Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer - CTI



Nota atribuída: (10) Det

Profa. Dra. Zilda de Castro Silveira (Orientadora)

Instituição: SEM - EESC -USP



Nota atribuída: (10,0) Det

Média: 10,0 (Det)

Resultado: *Aprovado*

Data: 11/2012

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTES TRABALHOS, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Tratamento
da Informação do Serviço de Biblioteca – EESC/USP

G172a Gallo, Murilo de Sousa
Aplicação da metodologia de análise do valor ao projeto conceitual de uma maca de banho hospitalar / Murilo de Sousa Gallo ; orientadora Zilda de Castro. -- São Carlos, 2012.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Mecânica) -- Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2012.

1. Maca de banho. 2. Ergonomia. 3. Análise do valor. 4. Dispositivos hospitalares. 5. Dispositivo de transferência de pacientes. I. Título.

Gallo, M.S. (2012) **Aplicação da metodologia de Análise do Valor ao projeto conceitual de uma maca de banho hospitalar**. Trabalho de conclusão de Curso. Departamento de Engenharia Mecânica (SEM), Escola de Engenharia de São Carlos, USP. 60 p.

Resumo

O objetivo deste trabalho é aplicar a metodologia de análise do valor no projeto conceitual de uma maca de banho hospitalar. O projeto da maca de banho trata do desenvolvimento de um equipamento que seja prático, ergonômico, com custo acessível, e que supra com as necessidades tanto do profissional da saúde, quanto do paciente. A utilização da metodologia de análise do valor resulta em uma comparação entre o custo dos itens e as funções de projeto, permitindo um estudo de novas soluções para que o mesmo cumpra com seus objetivos. Foi realizado um levantamento de custos para os itens do projeto juntamente com a aplicação do método COMPARE, que consiste basicamente em identificar o consumo de recursos por função e as necessidades relativas para as mesmas, plotando estes dados em um gráfico, para por fim realizar a análise. A partir do estudo, foi possível identificar quais funções abordar para que o projeto atinja as expectativas e necessidades do consumidor.

Palavras-chave: maca de banho; ergonomia; análise do valor; dispositivos hospitalares; dispositivo de transferência de pacientes.

Gallo, M.S. (2012) **Aplicação da metodologia de Análise do Valor ao projeto conceitual de uma maca de banho hospitalar.** Trabalho de conclusão de Curso. Departamento de Engenharia Mecânica (SEM), Escola de Engenharia de São Carlos, USP. 60 p.

Abstract

The objective of this work is to apply the Value Analysis methodology to the conceptual design of a hospital bath trolley. This project focuses on the developing of a device that is practical, ergonomic, low cost, and supply the needs of both the nursing professional and the patient. The use of the Value Analysis methodology results in a comparison between the cost of the items and the design functions, allowing a study of new solutions so then it meets its objectives. A survey of costs for the items of the project along with the application of the COMPARE method, which basically consists on identifying the resource consumption by function and the requirements relating by function, plotting this data on a graph to finally perform the analysis. From this analysis, it was possible to identify which functions to address so the project reaches the expectations and needs of the customer.

Palavras-chave: *bath stretcher; ergonomics; value analysis; medical devices; patient transfer apparatus.*

Agradecimentos,

Agradeço primeiramente à minha família, por me apoiar e incentivar nas escolhas que fiz na vida, e por me proporcionar a melhor educação possível.

À minha orientadora, prof. Dra. Zilda de Castro Silveira, quero expressar o meu reconhecimento e admiração por sua competência profissional, e minha gratidão por sua amizade e por toda a ajuda que prestou, permitindo que eu realizasse este trabalho.

A todos os meus amigos, por todos esses anos, em especial Ismael Motta Barbosa, que também permitiu que este trabalho pudesse ser realizado com sua ajuda e suporte.

E finalmente, à Escola de Engenharia de São Carlos, e todos os professores, por contribuir com minha formação em Engenharia Mecânica.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
1.1. Motivação.....	9
1.2. Objetivo	9
2. REVISÃO DA LITERATURA	10
3. EMBASAMENTO TEÓRICO.....	12
3.1. Metodologia de projeto em engenharia	12
3.2. Projeto Conceitual.....	13
3.3. Projeto Preliminar ou Anteprojeto	16
4. ANÁLISE DO VALOR.....	19
4.1. Histórico	20
4.2. Conceitos	22
4.3. Componentes Básicos	23
4.4. Plano de Trabalho.....	27
4.5. Método COMPARE	30
5. ESTUDO DE CASO: MACA DE BANHO	37
5.1. Dispositivos de higienização: estudo de mercado.....	37
5.2. Identificação e Descrição do Problema	43
5.3. O projeto conceitual da Maca de Banho	44
6. APLICAÇÃO DA METODOLOGIA.....	47
7. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS.....	59
REFERÊNCIAS.....	60

1. INTRODUÇÃO

O aumento da expectativa de vida dos indivíduos no mundo e a preocupação crescente com relação às melhores condições de locomoção e acomodação de pessoas com necessidades especiais são indicativos de que a sociedade de uma forma geral se preocupa e anseia proporcionar uma maior qualidade de vida para si mesma. Entretanto, condições pré-determinadas ou aleatórias das mais diferentes enfermidades dos ser humano apontam para períodos de reclusão em ambientes hospitalares.

Segundo WANG e KASAGAMI (2008), há em hospitais, ocupações que envolvem grande esforço físico por parte dos profissionais de enfermagem ao deslocar os pacientes, sob condições específicas. Essas condições envolvem, por exemplo, a transferência do paciente de uma maca para o leito hospitalar, e vice-versa. Com o objetivo de evitar dor ou algum acidente ao paciente, o profissional de enfermagem acaba executando um esforço físico elevado. Essas condições de transferência também são estendidas para outras situações, como resgates de acidentes em vias públicas, dentro de residências, deslocamento de pacientes entre e dentro de hospitais e centros de referência em saúde. Dessa forma, o processo de transferência de pacientes é uma atividade frequente nas mais diversas situações da sociedade.

Ao se tratar da transferência de pacientes em hospitais, uma das atividades de grande frequência e fundamental aos profissionais de enfermagem é o processo de higienização de pacientes com restrição de movimentos. A grande maioria dos equipamentos e dispositivos para o “banho” hospitalar não oferecem de fato, um banho completo. Algumas opções de projeto são adaptações de cadeiras de rodas, banho no próprio leito hospitalar com toalhas, lençóis e recipientes de deposição da água sobre o paciente, e em alguns casos com banheiras de plásticos sobre o próprio leito, sem escoamento ou troca da água, e controle de temperatura.

Este trabalho tem como objetivo analisar os custos do projeto conceitual de uma maca de banho para hospitais públicos, considerando as funções de projeto desdobradas em seus subsistemas técnicos.

A abordagem pela análise do valor foi escolhida para que os custos fossem balanceados considerando a importância das funções técnicas dos componentes e montagens essenciais do projeto proposto em BARBOSA (2012).

1.1. Motivação

A motivação inicial deste trabalho é a possibilidade e a necessidade de se desenvolver um projeto de maca de banho, que seja “amigável” tanto para o profissional de saúde, quanto para o paciente, com custo acessível e também relacionado com as funções de projeto. O termo “amigável” se refere aos aspectos de ergonomia e facilidade de uso.

1.2. Objetivo

O objetivo deste trabalho é analisar o valor das funções de projeto de uma solução conceitual, referente ao desenvolvimento de uma maca de banho hospitalar, através da utilização da metodologia de análise do valor.

A utilização da Análise do Valor possibilita uma comparação entre o custo dos itens e as funções de projeto, permitindo assim um estudo de novas soluções para que o mesmo cumpra com seus objetivos inicialmente propostos e expectativas do cliente.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Dados do último Censo divulgados pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) apontam que a expectativa de vida do brasileiro atingiu 73,4 anos em 2010, um aumento de 25,4 anos em comparação à década de 1960. Com esse aumento da expectativa de vida da sociedade e a reestruturação da pirâmide etária, a busca por uma melhor qualidade de vida para pessoas com restrição de movimento, e conseqüentemente profissionais da área da saúde se torna cada vez mais necessária.

Segundo ALEXANDRE, *et al.* (2000), *“os procedimentos que envolvem a movimentação e o transporte de pacientes são considerados os mais penosos e perigosos para os trabalhadores da saúde. Grande parte das agressões à coluna vertebral em trabalhadores da saúde estão relacionadas a condições ergonômicas inadequadas de mobiliários, posto de trabalho e equipamentos utilizados nas atividades cotidianas.”*

A *Ergonomics Research Society* da Inglaterra define o conceito de ergonomia como sendo *“O estudo do relacionamento entre o homem e o seu trabalho, equipamento e ambiente, e particularmente a aplicação dos conhecimentos de anatomia, fisiologia e psicologia na solução dos problemas surgidos desse relacionamento”*.

Para MELO (2006), a ergonomia tem um papel fundamental na relação saúde e trabalho, ao transformar o ambiente laboral de acordo com o trabalhador. Segundo ela, *“um posto de trabalho, mesmo quando se apresenta aparentemente bem projetado arquitetonicamente, pode se revelar desconfortável conforme influências de aspectos subjetivos dos trabalhadores daquele ambiente de trabalho.”*

BERNARDES e MOURO (2011) citam em seu estudo que os distúrbios da coluna lombar têm sido descritos como um dos principais distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho (DORT) entre os profissionais de enfermagem, sendo a movimentação e transferência de pacientes apontada como uma das causas primárias para o desenvolvimento desses distúrbios. Além disso,

concluem que existe um atraso significativo entre o começo das discussões acerca da movimentação e transporte de pacientes internacionalmente e o início das publicações sobre o tema no Brasil.

WANG e KASAGAMI (2007) desenvolveram em seu estudo, um equipamento mecatrônico composto por esteiras de deslizamento, que auxilia na transferência de pacientes entre uma maca e uma cama, ou vice-versa, possibilitando que esta atividade seja feita por apenas uma enfermeira.

Ainda segundo WANG e KASAGAMI (2007), há grandes dificuldades para os profissionais de enfermagem na transferência de pacientes com movimentação restrita, entre uma maca e cama. Tal atividade requer geralmente mais que três profissionais para ser realizada, e como um transporte descuidado pode causar dor ou até mesmo um acidente ao paciente, isso faz com que os mesmos exerçam mais força do que fariam se fosse um objeto de mesmo peso.

Conclui-se que o estudo e a aplicação da ergonomia neste ambiente de trabalho, juntamente com o desenvolvimento de dispositivos mecânicos/mecatrônicos proporciona uma maior produção da saúde dos trabalhadores e, conseqüentemente, beneficia os pacientes nos cuidados e assistência necessárias para sua recuperação.

3. EMBASAMENTO TEÓRICO

3.1. Metodologia de projeto em engenharia

Para PAHL e BEITZ (2005) a metodologia de projeto constitui uma sistemática planejada com indicações concretas de condutas a serem observadas no desenvolvimento e no projeto de sistemas técnicos, que resultam dos conhecimentos na área da ciência de projeto e da psicologia cognitiva e também da experiência com diferentes aplicações. Desse processo fazem parte, os procedimentos para interligação de etapas de trabalho e fases de projeto tanto pelo conteúdo quanto pela organização, que de maneira flexível são adaptados ao respectivo problema. Como o desenvolvimento de um produto é realizado por meio de pessoas, o objetivo de se utilizar a metodologia de projeto é que ela seja uma ferramenta que venha auxiliar e intensificar a capacidade inventiva da equipe de projeto. Não se deve desprezar em nenhum momento a intuição das pessoas envolvidas. Ainda segundo PAHL e BEITZ (2005, p. 6) “Com os métodos de projeto, é almejado o despertar das habilidades individuais do projetista por meio de diretrizes e ajuda potencializar sua disposição com relação à criatividade e simultaneamente evidenciar a necessidade de uma avaliação subjetiva do resultado.”.

Para alcançar esse ponto, a atividade de projeto passa por diversas etapas, que formam uma sequência aproximada, embora na prática os engenheiros de desenvolvimento de produtos tenham atividades de iteração entre essas etapas. Há vários modelos de ciclo de desenvolvimento de produtos propostos na literatura pertinente. O modelo proposto por BACK, *et al.* (2007) apresenta as divisões no ciclo de desenvolvimento do produto, detalhando cada fase, conforme apresentado na Figura 1.

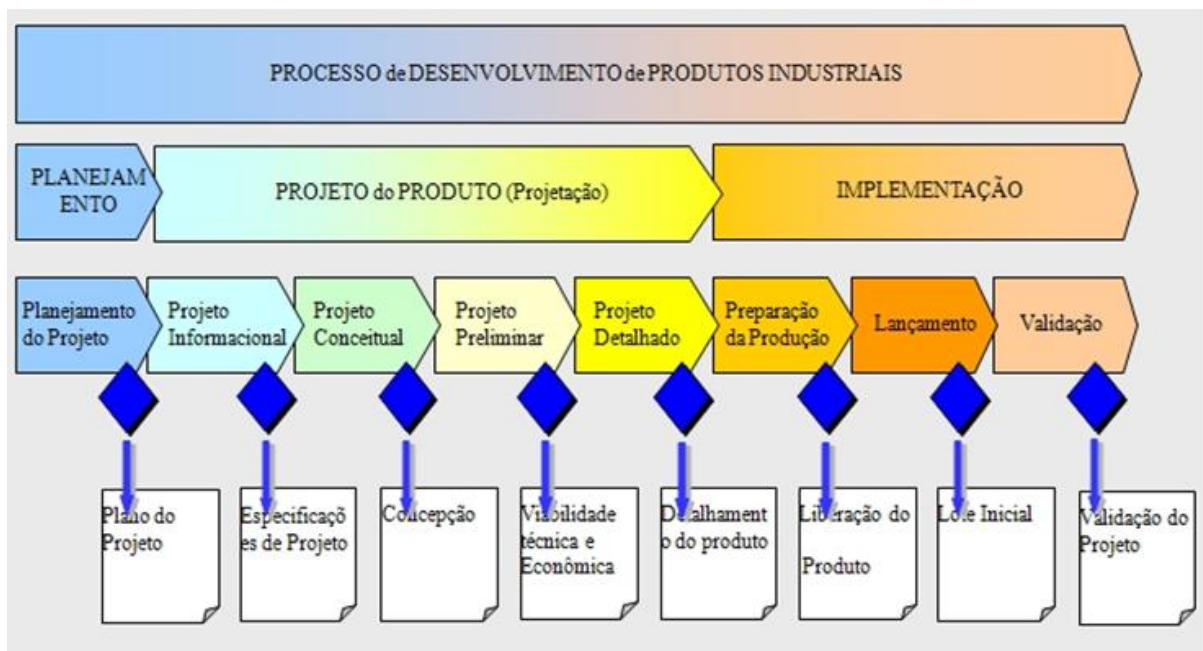


Figura 1 - Ciclo de desenvolvimento de produtos (BACK, *et al.* 2008).

A utilização de técnicas de metodologia de projeto, principalmente para produtos com inovação ou alterações significativas é feita de forma mais detalhada durante as fases de viabilidade técnica (ou projeto informacional) e projeto conceitual. Porém, em estudos de identificação de problemas e soluções também podem ser utilizadas, como por exemplo, na engenharia experimental.

3.2. Projeto Conceitual

O projeto conceitual tem o objetivo de produzir princípios de projeto para um produto melhorado ou uma inovação. Ele deve ser suficiente para satisfazer as exigências do consumidor e diferenciar o novo produto de outros produtos existentes no mercado. Especificamente, o projeto conceitual deve mostrar como o novo produto será feito para atingir os benefícios básicos, (BAXTER, 1998). A entrada do projeto conceitual pode ser a lista de requisitos obtidos, no projeto informacional.

Nesta etapa, os conhecimentos básicos e tecnológicos da engenharia, bem como a capacidade de abstração são fundamentais, para nortear a busca e avaliação de soluções. PAHL e BEITZ (2005, p. 112) propõem que “no procedimento para chegar a uma solução nova, duradoura, não se deve deixar-se

conduzir somente por ideias fixas ou convencionais ou se dar por satisfeito com elas. Pelo contrário, é preciso verificar cuidadosamente se caminhos inovadores e práticos que levem a solução são passíveis de implementação”.

O objetivo do projeto conceitual pode variar bastante, dependendo do tipo de produto. Isso se deve, em grande parte, aos diversos tipos de restrições colocadas às oportunidades de produto. Pode-se procurar definir as fronteiras e o espaço do problema, sendo que a atenção deve ser concentrada principalmente nas necessidades do consumidor e, em menor grau, na viabilidade de fabricação do produto.

De um modo geral podemos definir os objetivos do projeto conceitual como sendo:

- Estabelecer funções;
- Estabelecer requisitos (Especificações de função);
- Estabelecer meios para as funções;
- Gerar alternativas de projeto;
- Refinar e aplicar métricas nas alternativas de projeto;
- Escolher projeto.

A geração de conceitos exige muita intuição, imaginação e raciocínio lógico. A maior dificuldade no projeto conceitual é liberar a mente para se chegar a conceitos originais.

Segundo BAXTER (1998) utilizando-se apenas a imaginação e a intuição pode-se gerar novos conceitos. Entretanto, aplicando-se técnicas de pensamento estruturadas, pode-se chegar a melhores resultados. As técnicas estruturadas citadas pelo autor são: análise da tarefa, análise das funções do produto, análise do ciclo de vida, concepção do estilo, semântica do produto, simbolismo do produto, a emoção provocada pelo produto e por ultimo a seleção do conceito.

A *análise da tarefa* parte do principio de que todos os produtos são projetados para serem usados, de alguma forma, pelo homem e ao examinar-se a interface homem-produto, em detalhe pode-se descobrir que ela é geralmente complexa e pouco compreendida. A análise da tarefa explora as interações entre o

produto e seu usuário através de observações e análises. Os resultados dessas análises são usados para gerar novos conceitos, levando-se em consideração métodos ergonômicos e antropométricos (XIMENES, 2011).

A *análise das funções do produto* é um tipo de análise mais analítica do produto, voltada para o consumidor. As funções do produto são apresentadas como são percebidas e avaliadas pelo consumidor, sendo que para produtos de maior complexidade ou aqueles cujas funções não são entendidas pelo consumidor, deve-se realizar pesquisas formais de mercado. Para conduzir a análise tem-se que perguntar: *como e por quê?* Dessa forma se desenha uma árvore funcional e proposições de soluções conceituais para cada uma das questões. A Figura 2 exemplifica a análise morfológica, aplicada a um descascador de batatas.

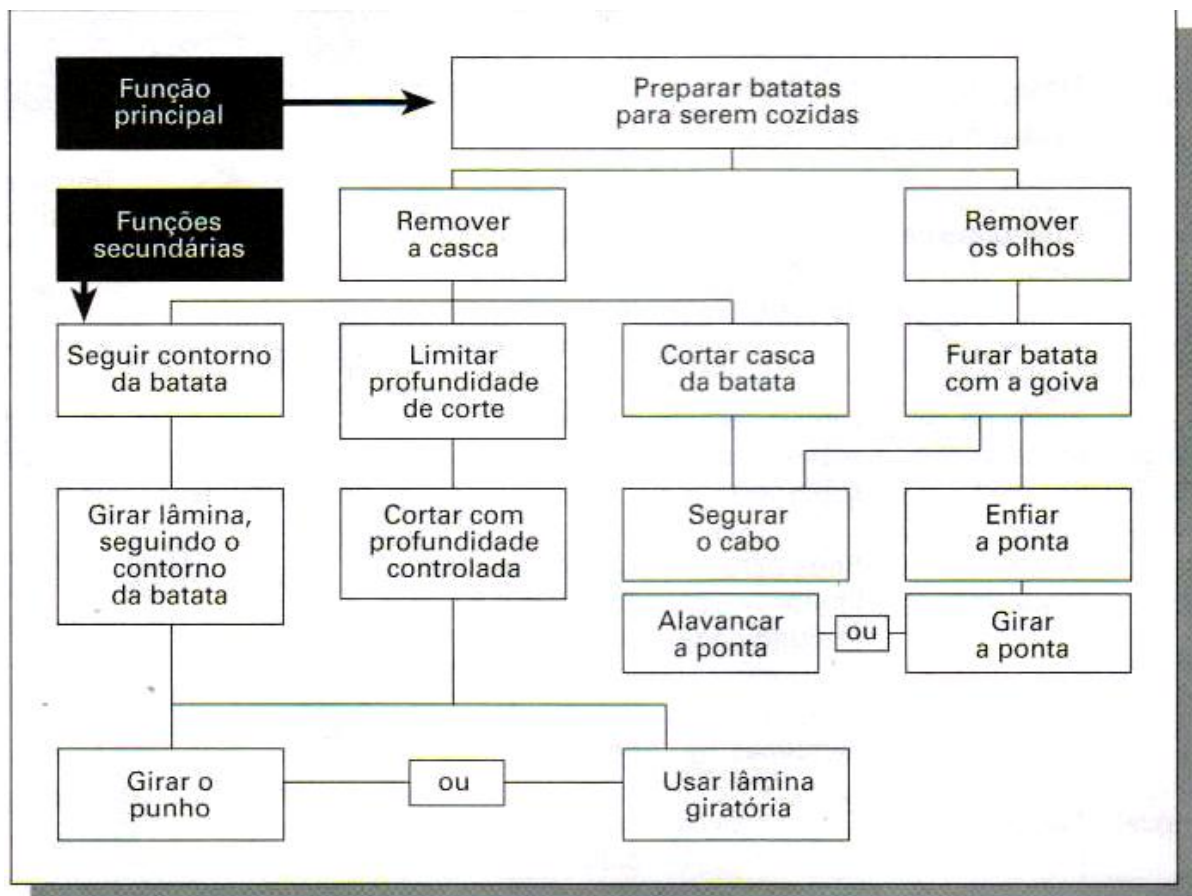


Figura 2 – Árvore funcional de um descascador de batatas (BAXTER, *et al.* 1998).

A análise do ciclo de vida é usada quando se pretende diminuir a agressividade ambiental dos novos produtos. Pode-se construir um fluxo do ciclo de

vida, desde a entrada de matéria prima na fábrica, passando pela produção, distribuição e uso, até o descarte final do produto. Dessa maneira, podem-se propor mudanças conceituais na estrutura ou na forma do produto para melhorar etapas do ciclo de vida, como por exemplo, seu descarte.

A análise de valor procura aumentar o valor relativo (em relação ao custo) das peças e componentes e do produto como um todo, sem comprometer as suas funções, baseando-se na estratégia de: identificar as funções do produto, estabelecer valores para essas funções e procurar realizar essas funções com o mínimo custo, sem perda de qualidade.

A concepção de estilo é a definição da forma global do produto, embora não seja necessário preocupar-se com o projeto de cada componente. Os objetivos do estilo podem ser estabelecidos a partir de outros produtos da empresa, identificando-se como uma marca da empresa e os aspectos semânticos e simbólicos do produto.

A semântica do produto é a preocupação de que cada produto deve ter uma aparência visual adequada a sua função. Assim, os produtos duráveis e para trabalho pesado devem ter aspecto robusto e forte, os produtos engraçados devem parecer leves e alegres enquanto os produtos para trabalhos sérios devem parecer sóbrios e eficientes.

O simbolismo do produto baseia-se na ideia de que todos nós temos uma autoimagem, baseada nos valores pessoais e sociais que possuímos. Faz parte da natureza humana, observar os objetos que reflitam a nossa autoimagem.

Com a geração de um número significativo de conceitos deve-se selecionar àqueles viáveis, para seguir com o processo de desenvolvimento.

3.3. Projeto Preliminar ou Anteprojeto

Segundo PAHL e BEITZ (2005), durante a etapa de concepção, a solução básica foi essencialmente elaborada a partir de informações sobre a estrutura de funcionamento, a configuração concreta dessa ideia básica figura agora em primeiro plano. Esta configuração agora exige a escolha de materiais, a definição das

dimensões principais, o exame da compatibilidade espacial a ainda a complementação das conseqüentes funções auxiliares por meio de “subsoluções”. A configuração é desenvolvida e concluída através de uma avaliação técnico-econômica.

Como primeira etapa de trabalho, uma vez conhecida a solução preliminar é elaborada uma lista de requisitos, com as seguintes informações:

- Requisitos determinantes das dimensões como potência, vazão, dimensões das interfaces, entre outros;
- Requisitos determinantes do arranjo, como direções do fluxo ou do movimento, posição, entre outros;
- Requisitos determinantes de materiais, como resistência à corrosão, módulo de elasticidade, resistência à tração e outros.

Posteriormente determina-se o esclarecimento das condições espaciais determinantes ou limitantes da configuração do projeto básico, como por exemplo, afastamentos exigidos, direções a considerar para os eixos e limitações de montagem.

Após a percepção dos requisitos determinantes da configuração e das restrições espaciais é preciso desenvolver a estrutura do produto por meio de um esboço da configuração e da escolha preliminar do material, no qual se consideram preferencialmente os portadores da função principal, determinantes da configuração global.

Para dimensionamento e seleção de material é imprescindível o conhecimento de uma condição de carga claramente definida quanto à magnitude, tipo, frequência ou intervalo de atuação. Na falta desses dados deve-se dimensionar com hipóteses adequadas e, em seguida, estimar o tempo do ciclo de vida do produto.

A configuração do objeto deveria ser escolhida para que resulte um estado de tensões descritível ou possa ser analisado para qualquer condição de serviço. Nesse sentido, para suportar a equipe de projeto quando resultados analíticos são

extremamente complexos podem-se utilizar sistemas CAE (*Computer Aided Engineering*), em seguida é elaborado o projeto detalhado.

No final do processo de configuração do projeto detalhado, deve-se tomar a decisão da arquitetura do produto, ou seja, como o produto é organizado em blocos de componentes a serem montados, a forma e função de cada componente, processo de montagem e os tipos de materiais e processos de manufatura a serem usados na produção. Todo o procedimento deve estar contido em um memorial descritivo do projeto, desenhos técnicos e protótipos, assim como a análise de falhas e resultados dos testes com protótipos. A Figura 3 exemplifica o processo de detalhamento de um produto.

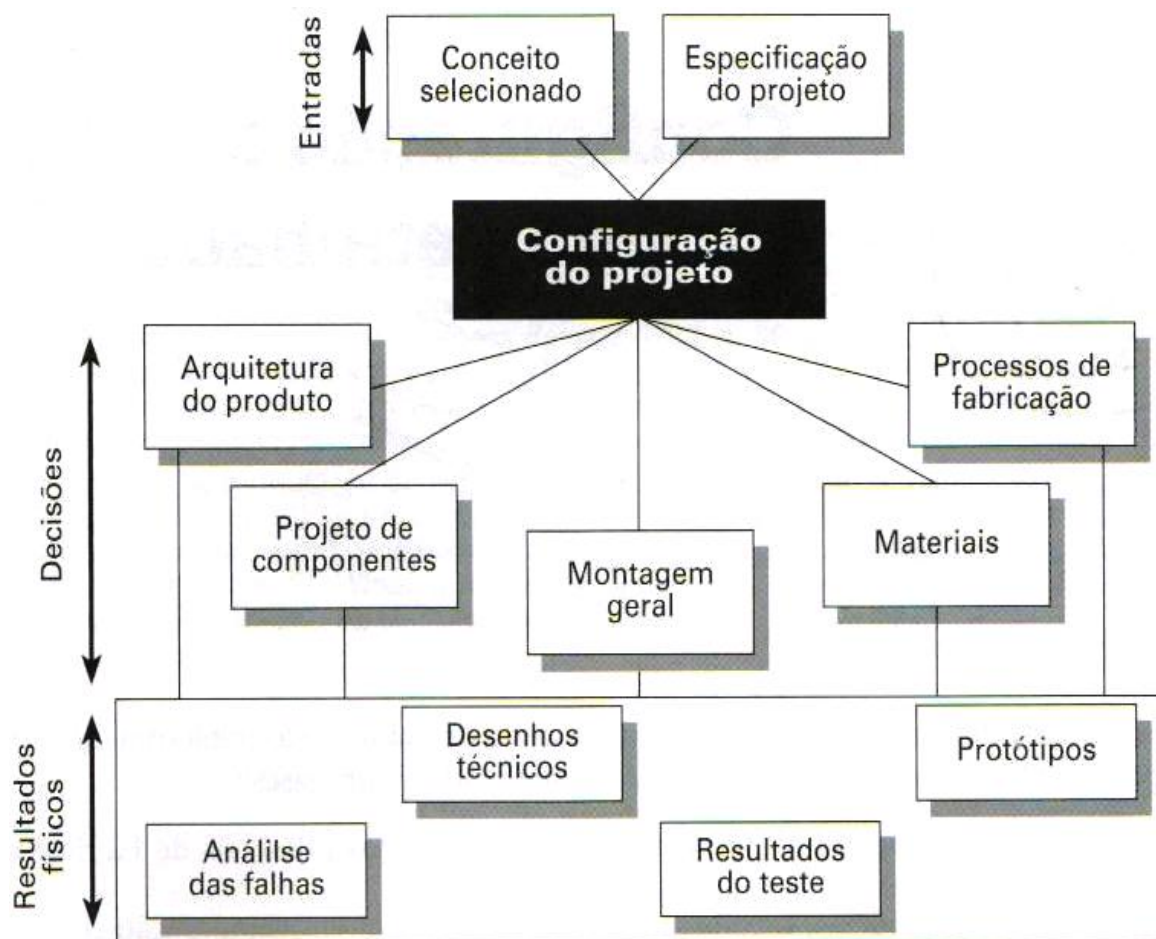


Figura 3 – Configuração do projeto (BAXTER, *et al.* 1998).

4. ANÁLISE DO VALOR

A Análise do valor é uma metodologia composta de técnicas específicas, permite identificar as funções de um produto, analisá-las com relação a valor e custo, e propor formas alternativas de desempenhá-las, eliminando custos desnecessários.

Segundo a Sociedade Americana de Engenheiros de Valor (SAVE), a Análise do Valor é “uma aplicação sistemática de técnicas reconhecidas que identificam a função de um produto ou serviço, estabelecendo um valor monetário para cada função e provendo as funções com a confiabilidade necessária ao menor custo total.” (CSILLAG, 1991).

ABREU (1996) *apud* ASSUNÇÃO (2003) definem a Análise do Valor como uma metodologia sistemática de avaliação do valor, tanto para processos quanto para produtos e redução de custos. E, entendida em sua abrangência, permite que se utilize, conforme as condições microeconômicas da empresa e macro do ambiente nas quais se encontra inserida.

Para CSILLAG (1991), a análise do valor constitui uma abordagem para reduzir custos de produção de bens e serviços. Consiste basicamente em identificar as funções de determinado produto, avaliá-las e finalmente propor uma forma alternativa de desempenhá-las a um custo menor que o da maneira conhecida.

A aplicação do método é seguida através de Planos de Trabalho, que sugerem passos a serem seguidos durante o processo. Com o passar do tempo muitos Planos de Trabalho apareceram, mostrando uma grande diversidade de técnicas de aplicação do método. Ainda assim, analisando os Planos de Trabalho existentes, é constatado que apesar das diferenças em finalidade de aplicação de técnicas utilizadas, todos possuem três fases em comum. A primeira, convergente, na qual as informações são coletadas e a definição do que se quer é formulada. A segunda, divergente, em que são geradas várias alternativas de solução. A terceira, novamente convergente, na qual, de várias alternativas de solução, uma é selecionada.

4.1. Histórico

Segundo CSILLAG (1991), as técnicas de Análise do Valor e de Engenharia do Valor tiveram início durante a última guerra mundial e foram consolidadas efetivamente nos EUA entre 1947 a 1952. A ação destas técnicas voltava-se, sobretudo à pesquisa de novos materiais de custo mais baixo e de grande disponibilidade, que pudessem substituir outros mais raros e de custo mais elevado, durante os anos de conflito. Terminada a guerra, os citados materiais voltaram a ser acessíveis e os projetos implementados anteriormente foram analisados com vistas na reversão às especificações originais. Notou-se que as alterações produziram economia, sem prejudicar o nível de satisfação do consumidor, tendo em alguns casos, até melhorado. Assim, alguns executivos da “*General Electric Company*”, analisando os resultados inesperados, propuseram em 1947 a Lawrence D. Miles sistematizar essas técnicas e desenvolver uma metodologia.

Os estudos de Miles levaram à formulação de uma série de técnicas de análise em torno da ideia de focalizar estudos de produtos em termos de funções em lugar de peças ou componentes. Essa abordagem traria resultados muito promissores, como já se percebia nessa época inicial. Uma série de técnicas foi desenvolvida em torno dessa ideia, e que no conjunto, foi chamada de Análise do Valor.

A Análise do Valor iniciou-se então, de uma forma pragmática, dentro de empresas que visavam o lucro, e expandiram-se rapidamente em outras empresas e em órgãos governamentais, através de seminários, livros, artigos e cursos em universidades. Os resultados conseguidos foram motivadores de sua difusão, ultrapassando as fronteiras do país, tendo então recebido a aprovação em outros países.

A introdução das técnicas dependeu em cada país do apoio governamental recebido, de ajuda de associações técnicas nacionais, sempre proporcionalmente ao treinamento adaptado às circunstâncias locais.

CSILLAG (1991) descreve um breve histórico da aplicação da análise do valor: Noticiou-se em 1954 e 1955, que o Exército e a Marinha dos EUA, estavam

utilizando a Análise do Valor. Nessa época, os escritórios técnicos da Marinha Americana passaram a adotar a metodologia como norma e a denominaram de *Value Engineering*, ou “Engenharia do Valor”.

Em 1959 ocorreram dois fatos significativos na história da AV:

- A fundação da SAVE - *Society of American Value Engineers* (Sociedade Americana de Engenheiros do Valor).
- Inclusão da AV como cláusula nos contratos assinados pelo Pentágono, decisão tomada por Robert MacNamara - Secretário de Defesa dos Estados Unidos.

A partir de 1960 a AV passou a ser difundida em outros países.

Na Alemanha, os engenheiros, através de sua associação VDI - *Verein Deutscher Ingenieure* (Sociedade dos Engenheiros Alemães) desenvolveram estatutos próprios, sistematizando a técnica de aplicação da WERTANALYSE (Análise do Valor), incluindo-a em suas especificações: Norma DIN 69910 e VDI 2801.

No Japão, foi proporcionado um treinamento em massa, de forma intensa, aderindo às ideias básicas de Miles e desenvolvendo métodos e técnicas próprias, especialmente adaptadas as necessidades de seu país. Foi criada a SJVE (*Society of Japanese Value Engineers*).

No Brasil, as primeiras notícias do uso de AV/EV são da Companhia Industrial Palmeiras (CIP), conhecida como Singer do Brasil S.A., em 1964. A partir daí se disseminou para outras empresas como Volkswagen do Brasil, Mercedes Benz, Valeo, Petrobras, IBM, Telebrás, Panasonic, TRW, FIAT, Consul, General Motors, entre outras. Com a finalidade de divulgar essa técnica também no Brasil, foi fundada em julho de 1984 a ABEAV - Associação Brasileira de Engenharia e Análise do Valor.

4.2. Conceitos

A seguir são apresentados alguns conceitos básicos, fundamentais para o estudo da metodologia de Análise do Valor.

4.2.1. Valor

Há mais de 2000 anos Aristóteles descreveu sete classes de valor: econômico, político, social, estético, ético, religioso e judicial.

Segundo o dicionário Aurélio Buarque de Holanda Ferreira, valor é o “equivalente justo em dinheiro, mercadoria, entre outros, especialmente de coisa que pode ser comprada ou vendida.”.

Concentrando-se na metodologia de Análise do Valor, sob o enfoque econômico, definem-se quatro tipos de valores econômicos:

- Valor de Custo: representa a soma de custos de mão-de-obra, matéria prima, despesas gerais e outros esforços para a fabricação do produto;
- Valor de Uso: representado pela utilidade de um bem ou serviço para o uso esperado;
- Valor de Estima: representado pelos aspectos que visam dotar um produto de beleza, aparência, status, etc.;
- Valor de Troca: como sendo a quantidade de dinheiro que equivale a troca do produto no mercado.

Segundo CSILLAG (1991), o valor real de um produto, processo ou sistema é o grau de aceitabilidade de um produto pelo cliente e, portanto, é o índice final do valor econômico. Quanto maior é o valor real de um item sobre outro que tenha mesma finalidade, maior é a probabilidade de se vencer a concorrência. De uma forma geral, o valor real de um produto aumenta com maiores valores de uso e de estima e diminui com o crescimento do valor de custo.

Generalizando os conceitos para serviços, produtos, processos e sistemas, seguem algumas definições. “Valor” é:

- Uma estimativa da maneira mais econômica de desempenhar uma função (SAVE);
- Uma estimativa idealisticamente baixa do custo de realizar uma função requerida (SAVE);
- O custo mais baixo possível de uma função requerida especificada (SAVE);
- A representação do menor gasto necessário para prover a função requerida conforme definida (O'BRIEN, 1976).

4.2.2. Função

De acordo com a Pesquisa Wilcock, algumas definições de função são dadas:

- A característica a ser obtida do desempenho de um item, se o item realizar sua finalidade, objetivo ou meta. É a finalidade ou motivo da existência de um item ou parte de um item.
- A característica de um item ou serviço que atinge as necessidades e desejos do comprador e/ou usuário.
- A característica de desempenho a ser possuída por um item ou serviço para funcionar ou vender.

4.3. Componentes Básicos

A metodologia de Análise do Valor, elaborada por MILES (1947), possui quatro componentes básicos:

- Abordagem funcional;
- Uso da criatividade;
- Esforço multidisciplinar;
- Eliminação dos bloqueios mentais.

Segundo CSILLAG (1991), a abordagem funcional pode ser definida como a determinação da natureza essencial de uma finalidade, considerando que todo objeto ou toda ação, para existirem, tem ou tinham uma finalidade.

MILES (1947) concluiu que o pensamento criativo é bloqueado pela forma física, pelo conceito dos produtos ou dos serviços existentes; ou ainda, concentrando-se a análise as funções, facilita-se a remoção de bloqueios, surgindo oportunidades excepcionais para o pensamento criativo.

A abordagem funcional reduz o projeto a requisitos chamados funções. O processo de definição de uma função requer habilidade, prática e a consciência de que a definição deve ser tal que amplie a oportunidade para gerar maior número de possibilidades.

Anatomia das funções:

Uma função deve ser sempre definida por duas palavras: um verbo (ação) e um substantivo (objeto da ação). A escolha do substantivo deve ser tal que associe um parâmetro mensurável, em alguma unidade de medida, como por exemplo: tempo, custo, volume, entre outros.

Uma função é o objetivo de uma ação, ou de uma atividade que está sendo desempenhada; não é a própria ação. Visa um resultado que deve ser conseguido, enquanto a ação é um método para realizar o objetivo.

A função definida com um verbo e um substantivo mensurável é dita função de uso, enquanto que as funções de estima são expressas por verbos e substantivos não mensuráveis, que estabelecem definições mais qualitativas e subjetivas. As funções de uso possibilitam o funcionamento, já as de estima resultam o desejo de posse por parte do usuário.

As figuras 4 e 5 apresentam exemplos simplificados de funções de uso e de estima.

Verbo	Substantivo	Unidade
amplificar	corrente	ampère
armazenar	energia	Watt/hora
aplicar	força	N ou lb
autorizar	programa	custo
criar	projeto	tempo
conduzir	corrente	ampère
controlar	ruído	decibel
evitar	vibração	Hertz
frezar	metal	cm ³
isolar	calor	°C
suportar	peso	Kg
transmitir	torque	N.m

Figura 4 – Exemplos de funções de uso (CSILLAG, 1991).

Verbo	Substantivo
aumentar	Beleza
criar	Beleza
diminuir	Forma
melhorar	Aparência

Figura 5 – Exemplos de funções de estima (CSILLAG, 1991).

As funções de projeto ou morfológicas podem ainda ser classificadas em:

- Básicas ou Secundárias;
- Necessárias ou Desnecessárias;

A função básica é aquela sem a qual o produto ou serviço perderá seu valor, e em alguns casos a sua identidade. Essa função explica a própria existência do produto. Exemplo: em um relógio, a função básica é indicar hora.

As funções secundárias são aquelas que ajudam a melhorar o produto, ou até mesmo possibilitam o desempenho das demais funções. Exemplo: em um relógio, contar segundos (cronometro) é uma função secundária.

As funções necessárias são aquelas que o usuário procura o desempenho dessas funções (indicar hora, indicar data, etc.). As funções desnecessárias, são

aquelas que somente estão lá para que o fabricante possa realizar as funções necessárias tanto do ponto de vista do produto como do processo, como por exemplo, um furo de centro para uma peça usinada, origina funções desnecessárias para o cliente final, apesar de sua importância para o fabricante.

Finalmente, a avaliação funcional de um produto pode ser constituída de um conjunto de perguntas e respostas, como se segue:

- ✓ Quais as funções básicas e secundárias?
- ✓ Qual o custo de cada uma delas?
- ✓ Qual o valor da função básica?
- ✓ De que outras formas pode ser desempenhada a função básica?
- ✓ Quanto custa uma forma alternativa?

Partindo de que todos os “valores” são relativos, um dos meios de se quantificar o custo de uma função fica sendo o de “avaliar por comparação”, assim comparam-se produtos similares e suas funções a fim de quantificar cada uma delas, e a partir de tais valores somados, chega-se ao valor do produto/serviço.

A função básica de um lápis (fazer marcas), por exemplo, é desempenhada pela ponta, que corresponde a aproximadamente 15% do custo total do mesmo, apresentada na Figura 6. Essa função pode ser desmembrada no custo de riscar certo comprimento de marcas com alternativas, como por exemplo: canetas esferográficas e lapiseiras.

Componentes	Funções	Custo [u.m]	%	Básica/Secundária
Grafite	Fazer marcas	0.018	15	Básica (B)
Madeira	Proteger grafite	0.012	10	Secundária (S)
Capa metálica	Proteger borracha Prender borracha	0.018	15	(S)
Borracha	Remover Marcas	0.018	15	(S)
Pintura	Prover Estética	0.018	15	(S)
Forma da madeira	Facilitar manuseio/ Evitar rolar	0.018	15	(S)
Impressão	Transmitir Mensagem	0.018	15	(S)
Total			100	

Figura 6 – Estudos das funções de um lápis (CSILLAG, 1991).

Assim são geradas varias alternativas para se que se escolha aquela que satisfaça à função, por um menor custo.

Outro componente básico para a Análise do Valor, as técnicas de criatividade, teve inicio em 1950 quando o termo passou a ter seu significado em Psicologia. A partir daí foram sendo criadas técnicas como: *Brainstorming* (OSBORN, 1962), Análise Morfológica (ZWICKY e MYRON), entre outras.

O terceiro componente, o esforço multidisciplinar, passou a ser muito importante a partir da especialização decorrente da evolução industrial. Por exemplo, trabalhava-se com o paradigma de que a função do projetista era a de conceber e projetar o produto a seu modo, sem interferências externas, para então, posteriormente, entregá-lo ao engenheiro, o qual teria a árdua tarefa de encontrar soluções viáveis a fim de produzi-lo, uma vez que não estiveram envolvidos no processo do projeto. Isto ficou conhecido na literatura por abordagem “por cima do muro”, no qual o projetista fica em um lado do muro e atira seus projetos para os engenheiros de manufatura, que ficam do outro lado do muro. Com o aumento da complexidade dos produtos, criou-se a necessidade da Interdisciplinaridade. A metodologia de Análise do Valor reúne e confronta todos os conhecimentos especializados disponíveis na organização, a fim de suprir essa necessidade. Este envolvimento traz um efeito positivo para toda a equipe, uma vez que a empresa é um sistema, e suas partes devem ser interligadas.

E por fim, o reconhecimento e contorno dos bloqueios mentais (julgamento prematuro, hábitos anteriores, timidez, medo de fracasso, conformismo, entre outros) para a aceitação de propostas constituem os últimos componentes básicos da metodologia.

4.4. Plano de Trabalho

O plano de trabalho é um instrumento sistematizado de desenvolvimento e aplicações da Metodologia de Analise do Valor, a qual, segundo MILES (1947) apresenta as seguintes etapas:

- Fase de Orientação / Preparação: corresponde às medidas preparatórias para escolher e determinar o objeto, compor o grupo de trabalho e planejar as atividades. Nessa fase, há uma situação nebulosa, e ela deve ser estudada para verificar que tipo de problema pode estar ocorrendo, como a escolha de um produto entre muitos, um sistema entre outros, um processo entre outros, por exemplo.
- Fase da Informação: ocorre a coleta do maior número de dados possíveis e informações disponíveis (como por exemplo, custo, quantidade, fornecedores e investimentos, manufatura), para uma melhor avaliação dos produtos e serviços por meio de comparações. Também são estabelecidas e avaliadas as funções, primárias e secundárias.
- Fase Criativa: são geradas alternativas, fazendo uso de diversas técnicas, tanto para partes do problema como para o todo. Objetiva eliminar funções desnecessárias ou propor maneira mais simples de satisfazer a função requerida.
- Fase de Análise: as ideias são analisadas e para cada uma descreve-se a resposta adequada, no sentido de identificar o que falta para “funcionar”. São estabelecidas prioridades.
- Fase de Planejamento do Programa: estabelece um planejamento geral, dividindo-se o trabalho numa programação de áreas funcionais que se relacionam, executando para estas, consultas a especialistas e fornecedores.
- Fase de Execução do Programa: acompanhamento dos resultados e consequentemente ajustas no programa conforme seu desenvolvimento.
- Fase de Resumo e Conclusões: é feito um resumo, em forma de relatório, com análises em relação ao tempo despendido, custos de implementação, estratégias e demais assuntos ocorridos durante a fase de execução.

Apesar de flexíveis quanto a diferentes finalidades de aplicação de técnicas utilizadas, os Planos de Trabalho possuem em resumo basicamente três fases:

- Convergente: as informações são coletadas e o problema é definido.
- Divergente: são geradas várias alternativas de solução.
- Convergente: algumas alternativas são selecionadas para implementação.

Segundo CSILLAG (1991), independente do plano de trabalho considerando que, podem ter múltiplas variações, todos orbitam em torno de uma alternância de fases em que se aplicam técnicas que auxiliam desde a identificação do problema, a coleta de informações pertinentes, para em seguida mergulhar na fase criativa, após a qual a escolha da alternativa adequada é feita para posterior implementação.

Por mais metodizado que for o plano de trabalho, é o uso das técnicas que irá determinar o sucesso ou não do projeto.

Segundo MILES (1947), as técnicas são ferramentas para serem usadas conforme a necessidade, algumas vezes até simultaneamente, complementando-se. O autor apresentou 13 técnicas para que o analista pudesse estar em contato direto com o problema, são elas:

- a) Evitar generalidades, concentrando-se no específico;
- b) Conseguir todos os custos disponíveis;
- c) Usar apenas as informações da melhor fonte;
- d) Desestruturar, criar e refinar;
- e) Usar criatividade;
- f) Identificar e contornar bloqueios;
- g) Recorrer a especialistas quando necessário;
- h) Verificar o custo das tolerâncias principais;
- i) Utilizar produtos funcionais disponíveis nos fornecedores;
- j) Utilizar e pagar pelo conhecimento de fornecedores especializados;
- k) Utilizar processos especializados;

l) Utilizar normas aplicáveis;

m) Usar o critério “eu despenderia meu próprio dinheiro desta maneira?”.

Com o tempo outros autores propuseram suas próprias técnicas. MUDGE propôs 22 técnicas e HELLER 20.

CSILLAG (1991) classifica as técnicas conforme a sua utilização, podendo ser de suporte ou específicas.

As técnicas de suporte, geralmente as originais concebidas por Miles, são regras heurísticas cujo uso apenas facilita a solução dos problemas surgidos na aplicação do Plano de Trabalho (CSILLAG, 1991), e são consideradas apenas uma série de regra de bom senso e procedimentos a serem utilizados sem ordem de aplicação.

Já as técnicas específicas, são técnicas resultantes de conhecimentos obtidos após várias aplicações do Plano de Trabalho, são aplicadas conforme a necessidade em determinadas fases do processo e são classificadas em técnicas:

- de análise global;
- reestruturantes;
- de geração de ideias;
- de seleção e avaliação de ideias;
- de implementação.

4.5. Método COMPARE

O método COMPARE foi desenvolvido por CSILLAG e apresentado no Congresso Internacional da SAVE em 1988. Segundo o autor, o termo foi criado com as iniciais das palavras *comparar* parâmetros (do lado do usuário) e *recursos* (do lado do fornecedor), dando ao mesmo tempo a ideia de comparação.

Frequentemente, algumas das funções mais “caras” para o fornecedor não apresentam nenhuma importância para o consumidor e vice-versa.

Segundo CSILLAG (1991), o primeiro passo para a aplicação do método é fazer a identificação das funções e a construção de um diagrama FAST (*Functional Analysis System Technique*).

O diagrama FAST foi introduzido por BYTHEWAY (1965), para a introdução do pensamento lógico, bem como uma relação de dependência da análise de funções. Quando aplicado forma um diagrama onde são mostradas todas as funções, tornando visíveis suas relações de importância relativa.

PEREIRA FILHO (1994) *apud* ASSUNÇÃO (2003) menciona que o diagrama FAST contribui para comunicação visual de determinado problema e como solução recomendada para tomada de decisão, além de apresentar as diversas atividades do processo de avaliação e das funções, permitindo uma melhor compreensão das informações de entrada e saída processadas dentro do sistema.

O diagrama FAST mostra como um processo de raciocínio lógico, sobre a análise de funções, oferece uma melhor compreensão das funções que devem ser cumpridas para alcançar o propósito de um estudo.

Para o sucesso no processo de diagramação FAST, devem-se seguir alguns passos:

- ✓ Elaborar uma “lista de funções”, abordar todas as possíveis funções envolvidas (básica, secundária, uso, estima, necessárias e desnecessárias);
- ✓ Levantar questionamentos utilizando a expressão “como” e “porque”, para cada função apresentada;
- ✓ Testar as respostas oriundas do questionamento anterior, de forma que o sentido apresente uma lógica no processo.

A estruturação do diagrama de FAST pode ser auxiliada pela utilização do recurso ilustrado na Figura 7.

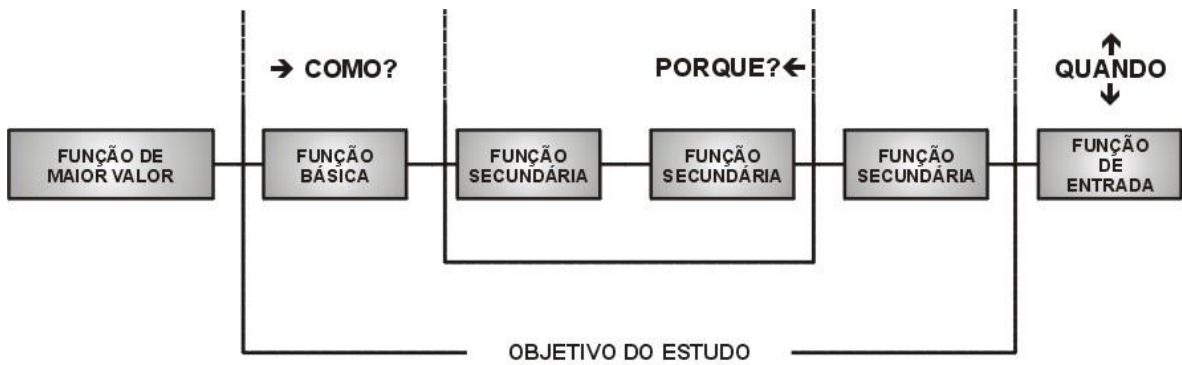


Figura 7 - Mecanismo de obtenção do FAST (ABREU, 1996).

A Figura 8 apresenta o desenvolvimento de um diagrama FAST para o desenvolvimento de uma barra de apoio, para indivíduos com aparelho locomotor acometido desenvolvido na disciplina SEM 5910, da EESC-USP (Silveira *et al.*, 2011).

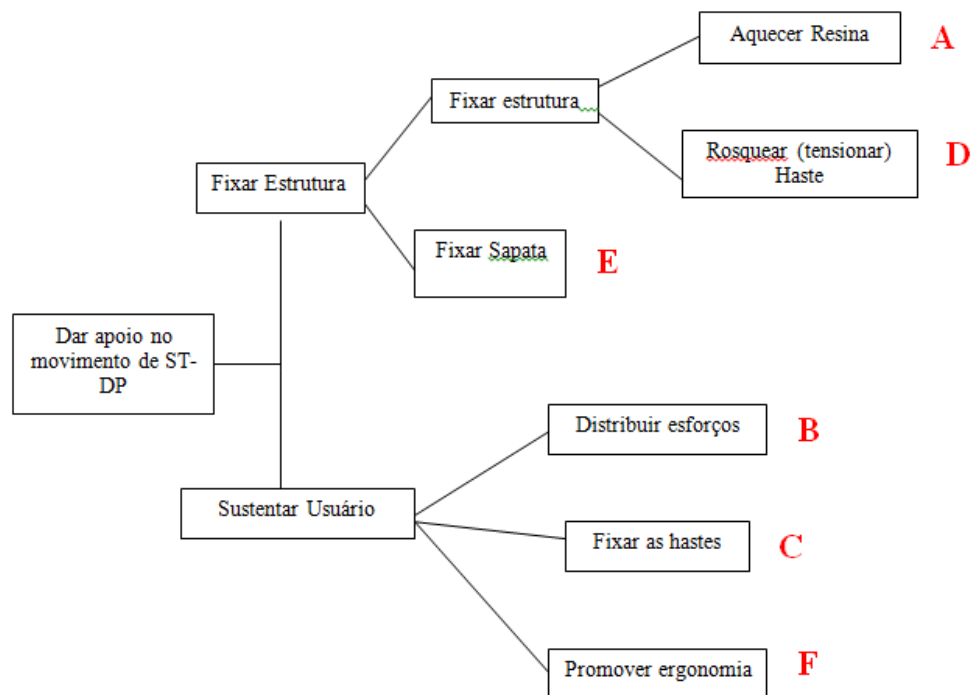


Figura 8 - Diagrama FAST, para uma barra vertical de apoio. (SILVEIRA, *et al.* 2011).

O segundo passo a ser feito é a determinação dos recursos consumidos por função, utilizando-se de uma tabela onde nas linhas são alocados os elementos do consumo de recursos (peças, itens, entre outros) e nas colunas as funções escolhidas do diagrama FAST.

A Figura 9 mostra esta tabela para o caso de uma barra vertical de apoio, desenvolvida na disciplina SEM 5910, da EESC-USP (SILVEIRA, *et al.*, 2011).

Funções Componentes	A	B	C	D	E	F	TOTAL
Base do chão	30,00	35,00					65,00
Resina	5,00						5,00
Termostato	10,00						10,00
Botão de acionamento	1,00						1,00
Haste		15,00		3,85			18,85
Borracha					3,00		3,00
Trava de segurança			34,78				34,78
Apoio Emborrachado (silicone)						4,77	4,77
Total	46	45	34,78	3,85	3,00	4,77	142,40
%	32,3	31,6	24,4	2,7	2,1	3,3	100%

Figura 9 - Tabela de recursos por função – Barra vertical de apoio. (SILVEIRA, *et al.* 2011).

Outro exemplo, apresentado na Figura 10, trata da distribuição de custo entre funções e componentes para uma transmissão automática de bicicletas também desenvolvido na disciplina SEM 5910, da EESC-USP (SILVEIRA, *et al.*, 2011)

Função Componentes	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	Somas
Coroa	1,19				0,19		0,12	0,08		0,2	1,78
Suporte da coroa	1,12				0,16	0,35		0,12	0,8	0,22	2,42
Pino da coroa		1,5	1,02			1	0,11		0,15		3,78
Rolamento		1	1,5				0,15				2,65
Mola			1,1				0,13	0,23			1,46
Catraca			1,1						0,55	0,22	1,87
Disco	1,35			1,1	0,34		0,12	0,11	1,15	0,8	4,97
Pino da articulação			0,18	0,08		1	0,18	0,2			1,64
Fixação da manivela		1,3				1,25	0,35	0,2		0,24	3,34
total	3,66	3,8	4,9	1,18	0,69	3,25	1,16	0,94	2,65	1,68	23,91
%	15,31	15,89	20,49	4,94	2,89	13,59	4,85	3,93	11,08	7,03	100%

Figura 10 - Tabela de decomposição de custo (SILVEIRA, *e. al.* 2011).

Nas Figuras 9 e 10 as distribuições dos custos x funções podem ser feitas pelos grupos de desenvolvimento de produto, fabricação e área de compras técnicas.

O próximo passo é determinar as necessidades relativas entre as funções, utilizando-se da técnica de Mudge, a fim de compreender a percepção do cliente com relação ao produto. Nesta comparação, o grupo de desenvolvimento de produto atua de forma específica.

Mudge (CSILLAG, 1991) propõe fazer uma comparação duas a duas de todas as funções consideradas, resultando numa avaliação numérico-funcional. Neste diagrama é possível avaliar quais funções são “as mais necessárias”.

						TOTAL	%
A	B3	A2	A2	A2	A3	9	25
	B	B3	B3	B3	B3	15	42
		C	C1	C1	C3	5	14
			D	D1	D3	4	11
				E	E3	3	8
					F	0	0
						36	100

Legenda:

1 – Pouco importante

2 – Importante

3 – Muito importante

Figura 11 - Diagrama de Mudge – Barra vertical de apoio (SILVEIRA, *et al.* 2011).

									Consumo	necessidade	
A	A1	A1	A2	A2	A3	A3	A3	A3	A1	19	24,1
	B	H1	B2	B2	D1	B2	B2	G1	D2	9	11,4
		C	I1	I2	G3	H1	C1	H1	I2	6	7,6
			D	G1	G3	I2	D1	D2	G1	6	7,6
				E	E1	B1	F1	F3	C2	1	1,3
					F	J1	C3	J1	F2	8	10,1
						G	H2	H1	G3	14	17,7
							H	F2	H1	7	8,9
									G2	7	8,9
									J	2	2,5
									samas	79	100,0

Figura 12 - Diagrama de Mudge (SILVEIRA, *et al.* 2011).

O Método COMPARE consiste em considerar o compromisso entre o consumo de recursos (fornecedor) e a necessidade ou importância relativa (cliente) por função. Frequentemente, algumas das funções mais caras para o fornecedor não apresentam nenhuma importância para o consumidor, e vice-versa. A forma de demonstrar isto é através do Gráfico COMPARE apresentados nas Figuras 13 e 14.

Neste gráfico são registrados os conteúdos das tabelas, apresentando as necessidades relativas das funções para o usuário em porcentagem e os consumos de recursos para as mesmas funções, também em porcentagem. O “ideal” é que as curvas de ambas as tabelas se coincidissem, assim os clientes estariam “pagando proporcionalmente a importância que dão a certa função”.

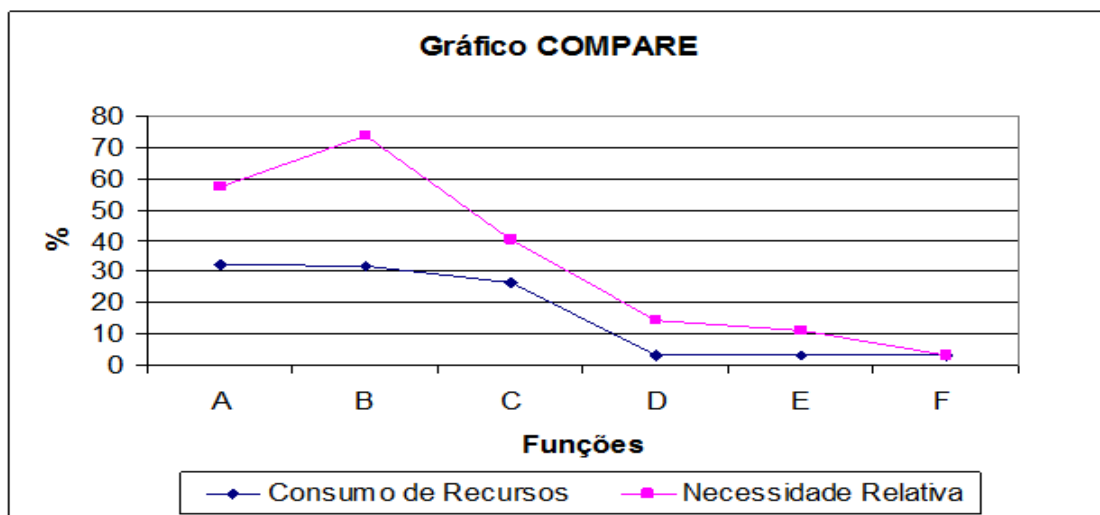


Figura 13 - Gráfico COMPARE - Barra vertical de apoio (SILVEIRA, *et al.* 2011).

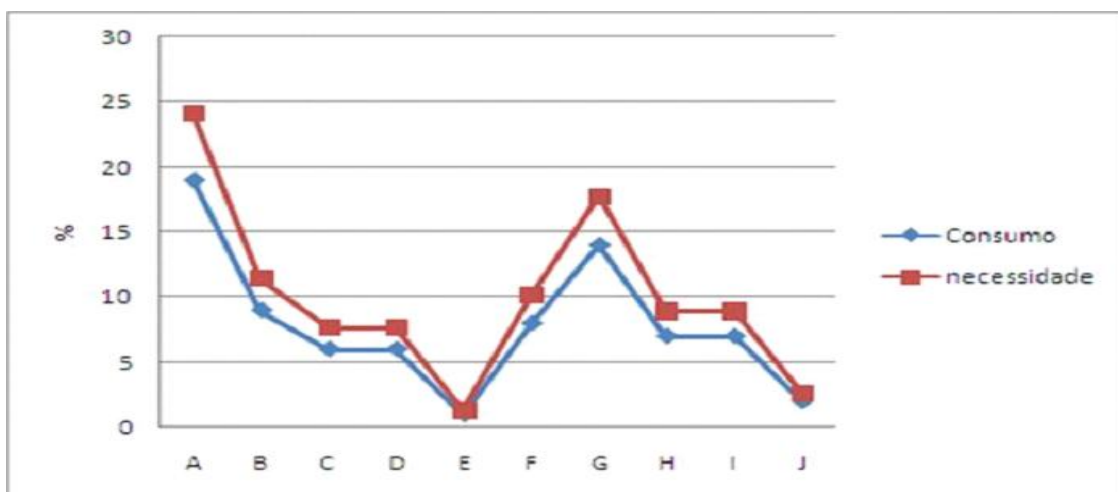


Figura 14 - Gráfico COMPARE - Transmissão Automática para Bicicletas (GALLICCHIO, *et al.* 2011).

A análise deste gráfico indica claramente para a equipe qual função, ou funções, deve(m) ser trabalhada(s) para “aumentar o valor” do produto.

A partir deste ponto devem ser aplicadas técnicas de geração de ideias, como as técnicas de *Brainstorming* e *Brainwriting*, que visam estimular a criatividade e encontrar soluções para os problemas / situações encontradas, de acordo com o objetivo da aplicação da metodologia.

Por fim, utilizando-se de técnicas de seleção e avaliação de ideias, são tomadas as decisões a serem aplicadas ao projeto. Uma das principais técnicas para tal avaliação é a Técnica FIRE, uma simplificação dos métodos ponderacionais onde se atribui pesos iguais aos quatro parâmetros: funções, investimento, resultado e exequibilidade (FIRE). A Tabela 1 deve ser preenchida de acordo com esses critérios e a última coluna fornece um “ranking” das melhores soluções (MARAMALDO, 1983 *apud* CSILLAG, 1991).

Tabela 1 – Diagrama FIRE. (CSILLAG, 1991).

Valor	F (Funções)	I (investimento)	R (Resultado)	E (Exequibilidade)	F x I x R x E
10	Exerce todas as funções necessárias	Nenhum	Economia/simplificação acima do esperado	Extremamente fácil de executar ou implantar	1000
08	Não se aplica	Até UM\$.*	Conforme estimado	Muito fácil	512
06	Não se aplica	Até UM\$.*	Levemente abaixo do esperado	Razoavelmente fácil	216
03	Não se aplica	Até UM\$.*	Razoavelmente abaixo do estimado	Muito difícil	27
01	Não se aplica	Acima de UM\$.*	Muito abaixo do estimado	Extremamente difícil	1
00	Não exerce todas as funções necessárias	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	0

5. ESTUDO DE CASO: MACA DE BANHO

5.1. Dispositivos de higienização: estudo de mercado

Embora existam algumas pesquisas e até patentes que visam o transporte e a higienização do paciente, são poucos os resultados encontrados quando o assunto é a higienização no leito, para pacientes que possuem restrições de movimento, principalmente se focarmos na realidade financeira no Brasil.

A solução mais simples encontrada está apresentada na Figura 15, um equipamento para atividades de higiene corporal de pacientes que nada mais é do que uma cadeira de rodas adaptada.



Figura 15 - Cadeira de banho em alumínio. Disponível em:<<http://www.futuraSaude.com.br>>. Acesso em: 15/09/2012.

COMÉLIO e ALEXANDRE (2005) realizaram um estudo com o objetivo de avaliar ergonomicamente uma cadeira de banho utilizada em um hospital. Originalmente, a cadeira de banho foi desenvolvida de modo a facilitar a operação,

e prover conforto e segurança. Porém, a conclusão foi que a mesma apresentava inúmeros problemas ergonômicos, tanto para o paciente (dimensões padronizadas, apoios e assento), quanto para o enfermeiro (esforço na movimentação do paciente da cama para a cadeira, e vice-versa).

A X-Ray Medical Indústria e Comercio de Equipamentos Hospitalares Ltda desenvolveu o “Acqua Therm”, ilustrado na Figura 16, que nada mais é do que uma ducha de banho no leito, portátil e transportável, que se utiliza de água, ar comprimido e energia elétrica para funcionar. Apesar de ser um equipamento de fácil utilização, não pode ser considerado um equipamento completo para a higienização do paciente, pois depende ainda de um leito que permita tal operação.



Figura 16 - Acqua Therm. Disponível em: <<http://www.xraymedical.com.br>>. Acesso em: 15/09/2012.

Outra empresa que possui equipamentos similares é a Chiltern Invadex (UK) Ltda. Dentre a sua gama de produtos encontramos a linha “Washington Shower Cradle”, que são equipamentos que permitem a higienização de pacientes com restrição de movimentos, em uma posição reclinada, com o quadril e pernas flexionados. Possuem várias opções de tamanho e seu acabamento é facilmente

removível e lavável, mantendo os níveis de higiene. Este equipamento está ilustrado na Figura 17.



Figura 17 – Equipamento de higienização “Washington Shower Cradle”. Disponível em: <http://www.chilterninvadex.co.uk/showeringandbathing/shower_cradles.htm>. Acesso em: 15/09/2012.

A TR Equipment UK Ltd é outra empresa que também possui equipamentos focados na higienização de pacientes. Dentre seus produtos, destacamos a linha de Macas de Banho TR, que permitem o transporte e a higienização de pacientes.



Figura 18 - Maca de Banho TR. Disponível em: <<http://www.trequipment.com/upl/files/46731.pdf>>. Acesso em: 15/09/2012.

Abaixo vemos alguns outros exemplos de macas de banho, encontrados no mercado.



Figura 19 – Maca de Banho. Disponível em: <<http://praxis-healthcare.com/00000198640aab305/000001985b0e5e29a/index.html>>. Acesso em: 15/09/2012.



Figura 20 - Maca de Banho. Disponível em: <<http://www.liftandcaresystems.com/surehands-lift-systems/handicap-showers-ma/>>. Acesso em: 15/09/2012.



Figura 21 - Maca de Banho. Disponível em: <<http://www.ying-kang.com/english/displaypro.php?proid=196934>>. Acesso em: 15/09/2012.



Figura 22 - Maca de Banho. Disponível em: <<http://www.unbescheiden.com/en/#/g/products/shower-trolley>>. Acesso em: 15/09/2012.

Basicamente todas estas macas de banho possuem funcionamento similar a uma maca comum, tendo como diferencial a possibilidade de serem “laváveis” e permitirem o escoamento da água. Algumas destas ainda possuem seus ajustes, de altura e inclinação, sendo operados eletricamente ou hidraulicamente, tornando a operação mais confortável, tanto para paciente quanto para o profissional de enfermagem.

Juntamente com as mesmas, é possível adquirir um “Painel de Banho”, que tem a função de prover a água através de duchas, com controle de temperatura, e faz do conjunto um sistema completo de higienização para pacientes.



Figura 23 – Painel de Banho TR. Disponível em: <http://www.trequipment.com/upl/files/46731.pdf>. Acesso em: 15/09/2012.

Apesar de completos, o uso de tais equipamentos de banho, em países como o Brasil, se torna inviável. Em rápida pesquisa realizada na internet, o valor encontrado para tais varia de \$900 a \$8000, dependendo do tipo de acionamento, e da presença ou não do painel de banho.

5.2. Identificação e Descrição do Problema

Com anos de experiência na área médica, a enfermeira Maria A. C. Tonucci observou as dificuldades em se realizar o procedimento de higienização de pacientes impossibilitados de se locomover até o banheiro, assim realizando a prática do banho no leito, sendo esse procedimento danoso para a saúde do enfermeiro, além de ser desconfortável e constrangedor para o enfermo.

Baseado nisso e em conjunto com o Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer (CTI), a proposta do presente estudo foi a construção de uma maca para banho de pacientes, permitindo o aumento do conforto e satisfação dos mesmos, tanto durante o banho quanto durante o tempo em que estes se encontram internados e com necessidades de ficarem em um leito de hospital. O projeto trata também de desenvolver um dispositivo que auxilie os profissionais de enfermagem em seu trabalho, tentando diminuir os esforços físicos e o tempo do banho.

A escolha do projeto de uma maca para banho surgiu devido à dificuldade do banho ser realizado na cama, entre lençóis empoçados com água suja. Foi feito um estudo de mercado, simultaneamente com BARBOSA (2012), apresentado no item 5.1, e as opções encontradas para este tipo de prática no Brasil foram apenas opções simples em que o paciente fica em contato com água contaminada, no caso do uso de macas simples, ou se utiliza de cadeiras de rodas adaptadas, que além de desconfortáveis, apresentam diversos problemas ergonômicos. Foram encontrados diversos outros sistemas, que apesar de completos e eficientes, devido ao seu alto custo e à alta demanda requerida pelos hospitais públicos no Brasil, se tornam inviáveis.

Assim, a ideia de retirar o paciente do leito para uma maca surgiu devido à facilidade de escorrer e armazenar esta água em contato com o enfermo, além da inclusão de dispositivos que facilitem o manuseio, o conforto, a privacidade do paciente e possibilitem um custo acessível do produto por parte de centros públicos de saúde, conforme pesquisa desenvolvida em BARBOSA (2012).

É necessário ressaltar que a maca deve ser adequadamente dimensionada levando em conta os aspectos ergonômicos e deve obrigatoriamente atender as normas da ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária). O estudo para elaboração e tomada de decisões foi norteado com a utilização de técnicas de metodologia de projetos para garantir atendimento de requisitos, qualidade do produto final, documentação de tomada de decisões e facilitação da possibilidade de melhorias.

5.3. O projeto conceitual da Maca de Banho

Este trabalho foi desenvolvido em conjunto com BARBOSA (2012). O referido autor tratou do estudo de viabilidade física, projeto conceitual e obtenção de um protótipo virtual da maca de banho.

Em seu estudo, o autor decidiu por dividir o projeto em subgrupos, focando nos requisitos e necessidades do cliente. Tais requisitos foram obtidos através da utilização de questionários, destinados a profissionais da saúde, e formalizados em uma matriz denominada Casa da Qualidade (“House of Quality”). Esta matriz representa a primeira tabela da sistemática utilizada no QFD (Quality Function Deployment). Nessa matriz são obtidos os requisitos do usuário, que são traduzidos e convertidos em características técnicas.

Através do uso de técnicas de *Brainstorming*, e baseando-se nos resultados obtidos no QFD, foram discutidas as possíveis soluções para o projeto. Após isto se iniciaram as tomadas de decisões técnicas para o projeto conceitual, e com isso chegou-se a tabela mostrada na Figura 24.

PARÂMETROS		SOLUÇÕES			
Sistema de Elevação	Suporte da Estrutura	Quatro Barras	Estrutura em X		
	Movimentação do Sistema	Parafuso de potência (Trapezoidal)	Ajuste manual tipo cadeira de praia	Cremalheira	Fuso de esferas recirculantes
Sistema de Frenagem		(Carrinho de supermercado)	Compra de rodas padronizadas	Freio de Sapata Externa	
Sistema de Transporte do paciente		Proteção Lateral Articulada	Leito Deslizante (gaveta)		
Sistema de Manipulação do Paciente (Posição Fowler)		Placas Moldadas e encaixáveis	Parafuso Trapezoidal	Sistema Manual utilizando Barras para manipulação	
Reservatório de água suja		Escoamento para estrutura externa	reservatório preso a estrutura		
Mecanismo de auxílio a lavagem do reservatório de água suja		Placas destacáveis	Leito com dobradiça		
Material do Leito		Compósito	Plástico sem material pesado	Aço Inox	Courvin (espulma)
Material da Base		Aço Inox	Aço Carbono Cromado	Alumínio com resina Epóxi	Metalon
Fixação da Maca com a Cama		Amarras (mochila)	Encaixe	Trava	
Proteção Visual do Cliente		Cortina	Proteção Lateral Elevada		
Sistema de Organização dos produtos de limpeza		Gavetas	Divisórias Abertas		
Sistema de Aquecimento da Água	Reservatório	Conformação de Chapa	Compra de um tanque de Água		
	Aquecimento da água	Resistência/Termopetro/ Termostato	Água do chuveiro do hospital		
	Extração da água	Manufatura de Bomba de Água Manual	Compra de uma bomba manual		

Figura 24 – Análise Morfológica (BARBOSA, 2012).

Ao final do estudo, gerou-se um protótipo virtual da maca de banho. Na figura abaixo pode ser visto um croqui do mesmo.

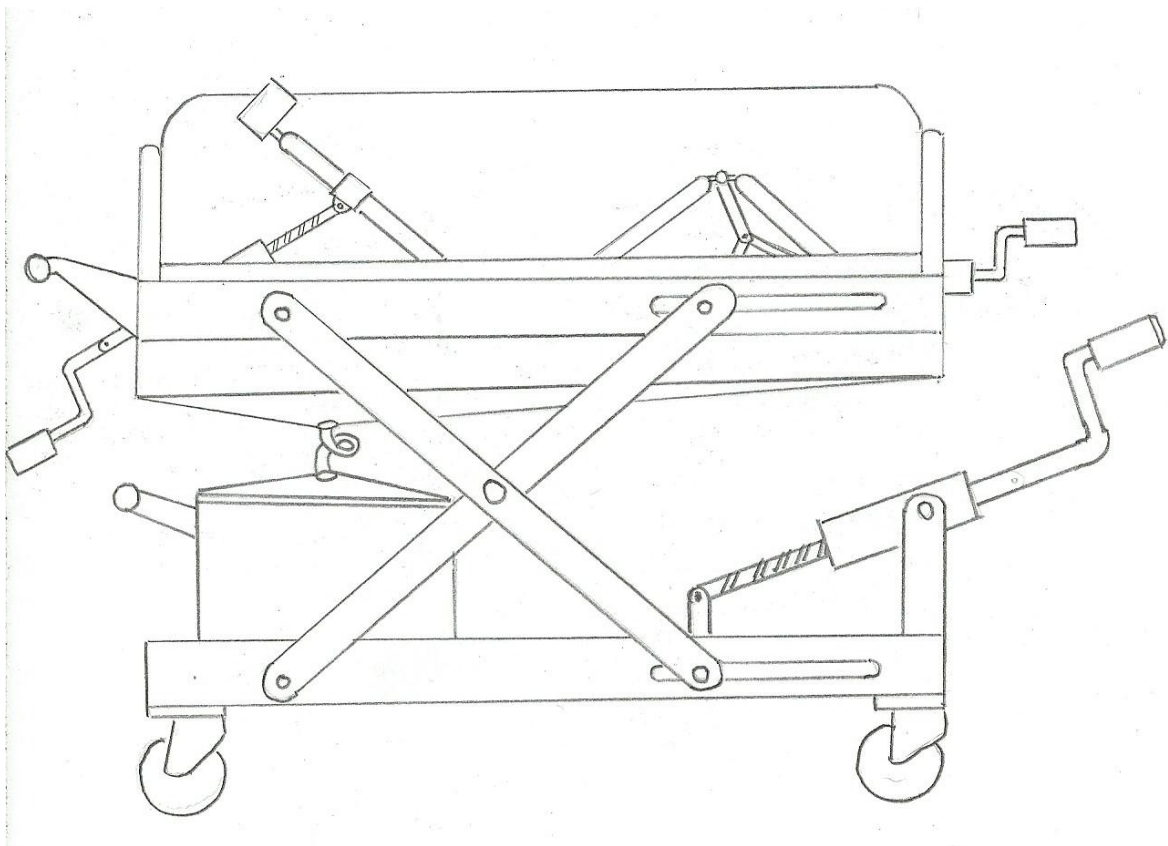


Figura 25 – Croqui da Maca de Banho Hospitalar. (BARBOSA, 2012).

6. APLICAÇÃO DA METODOLOGIA

A partir das definições propostas por BARBOSA (2012) no projeto conceitual do produto, foi possível iniciar a aplicação da metodologia de Análise do Valor no mesmo.

O primeiro passo realizado foi identificar os principais elementos do produto, subdividindo-o em uma nova divisão de subsistemas.

Tomando como base a Análise Morfológica desenvolvida por BARBOSA (2012), e através de reuniões realizadas com a equipe, composta por oito pessoas, inclusive de áreas de saúde, foi-se conseguindo identificar e discutir os principais elementos do projeto, detalhando características como materiais e dimensões dos mesmos.

Nesta fase do estudo, focou-se em identificar apenas os principais elementos da maca de banho, visto que por tratar-se de um projeto em fase conceitual, não seria possível chegar a níveis de detalhes tão grandes. Tais níveis de detalhes só serão atingidos no desenvolvimento do projeto detalhado.

A Figura 26 ilustra, em forma de “árvore”, a nova divisão de subsistemas e os correspondentes elementos identificados a serem estudados.

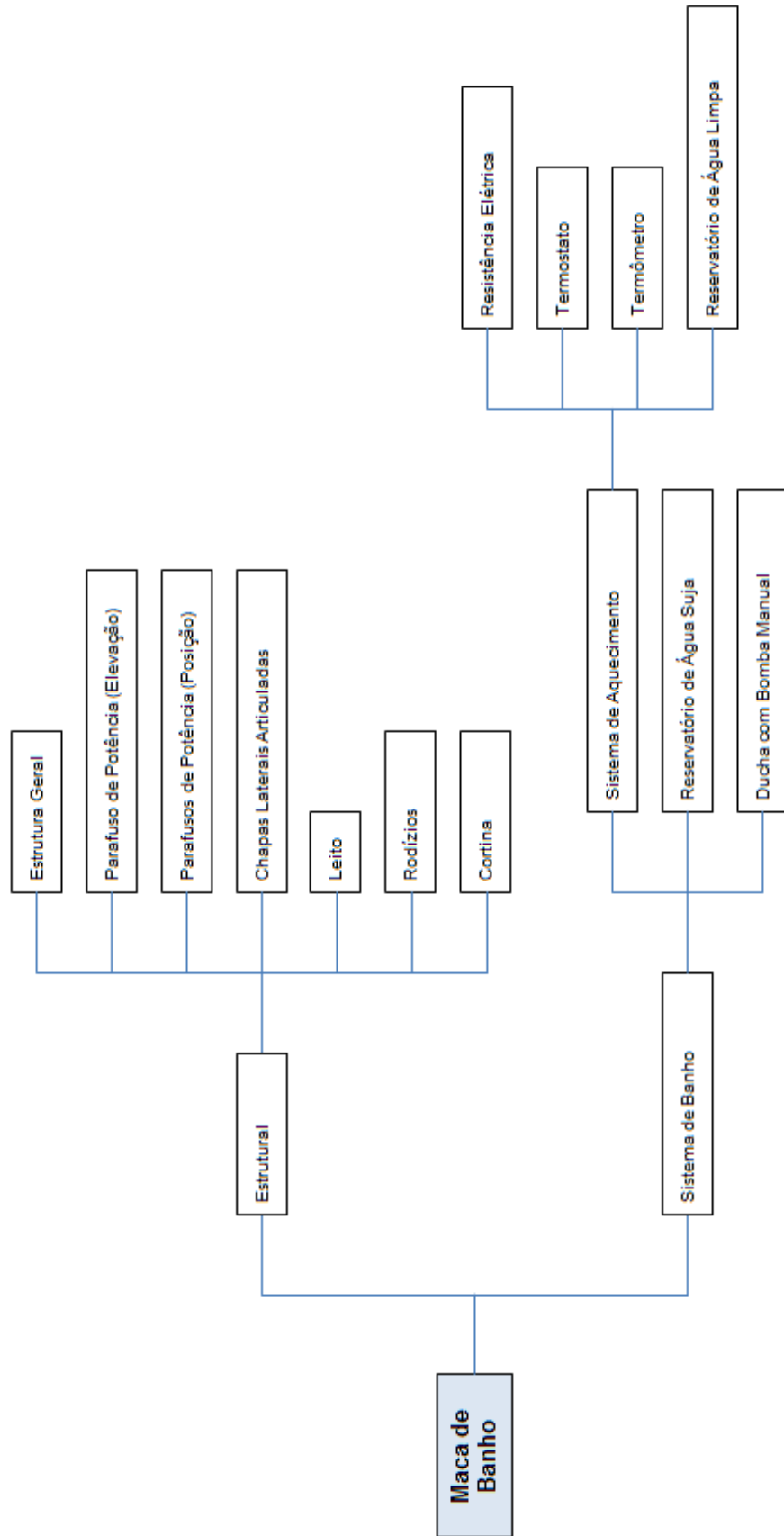


Figura 26 – Árvore de elementos.

Após a definição de todos os elementos que fariam parte do estudo, foi possível definir as funções do projeto, juntamente com o desenvolvimento de um Diagrama FAST, ilustrado na Figura 27.

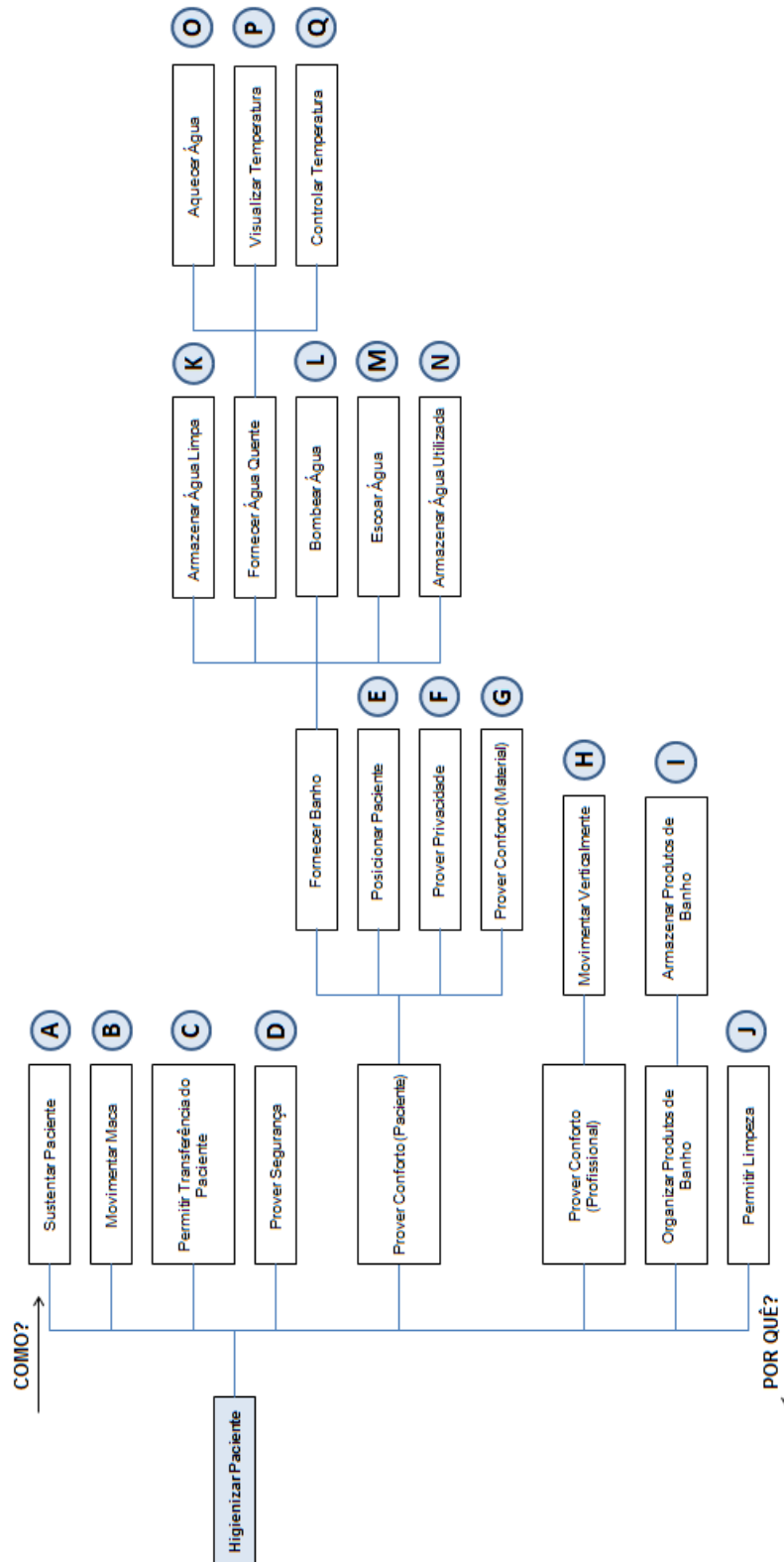


Figura 27 – Diagrama FAST.

Paralelamente ao desenvolvimento do Diagrama FAST, foi feito um levantamento de custos para o projeto, onde o principal objetivo seria prover valores monetários aos elementos identificados, para que assim pudesse se prosseguir com a aplicação da metodologia.

Vale ressaltar, que os valores aqui obtidos, não podem ser considerados como valores reais de produção da maca de banho. Buscou-se apenas estimar estes valores, onde em alguns casos foram “negligenciados” custos como: de fabricação, transporte, importação, e etc., e em outros casos foram tomados como base valores de produtos similares, mas que não serão usados integralmente no projeto.

Foram obtidas e assumidas as seguintes cotações de materiais para os cálculos estimados de custos:

- Aço Inox: R\$ 14.606,66/tonelada. Fonte: www.metallica.com.br. Acesso em: 29/10/2012.
- Tubos de Aço 30x30x2,65mm: R\$ 3,36/Kg.
- Tubos de Aço 30x50x3mm: R\$ 3,51/Kg.
- Plástico ABS de Médio Impacto: R\$ 12/Kg.

O detalhamento deste levantamento de custos é mostrado na Tabela 2.

Tabela 2 – Levantamento de custos.

Componente	Descrição	Dimensões	Qtde.	Fornecedor	Custos (R\$)
Estrutura Geral	Estrutura Geral da Maca + Custos de Fabricação (20%)	-	-	N/D	R\$ 1.050,00
>Estrutura em "X" para Elevação	Estrutura em Tubos 30x30x2,65mm. R\$ 3,36 / Kg	-	-	-	R\$ 150,00
>Estrutura para Posicionamento (Paciente)	Estrutura em Tubos 30x30x2,65mm. R\$ 3,36 / Kg	-	-	-	R\$ 80,00
>Estrutura Fixa	Estrutura em Tubos 30x50x3mm. R\$ 3,51 / Kg	2050 x 760mm	-	-	R\$ 150,00
>Chapas para Produtos de Banho	Chapas em Inox. R\$ 14,60 / Kg	760 x 300 x 0,75mm	-	-	R\$ 20,00
>Chapas para Escocamento	Chapas em Inox. R\$ 14,60 / Kg	-	-	-	R\$ 175,00
>Accessórios	Parafusos, Porcas, Pinos, Proteções, etc.	-	-	-	R\$ 100,00
>Pintura	Pintura em Tinta Epoxi	-	-	-	R\$ 200,00
Parafuso de Potência (Elevação)	Fuso Trapezoidal TR25 + Castanha com Mancal em Nylon + Manivela	Ø14 x 400mm	1	N/D	R\$ 114,30
Parafusos de Potência (Posição)	Fuso Trapezoidal TR25 + Castanha com Mancal em Nylon + Manivela	Ø14 x 400mm	2	N/D	R\$ 228,60
Chapas Laterais Articuladas	Estrutura em Tubos 20x20x2mm + Chapas Inox	2050 x 400mm	2	N/D	R\$ 150,00
Leito	Chapas de Plástico ABS (Médio Impacto). Peso Aprox. Total = 5,1 Kg	Diversas	3	N/D	R\$ 61,20
Rodízios	Rodízio Hospitalar Zafira de 4" com Freio. Capacidade = 80 Kg / Rodízio	4"	4	Schioppa	R\$ 187,60
Cortina	Cortina para Box + Estrutura em PVC	1,40 x 1,80m	1	Vulcan	R\$ 32,00
Resistência Elétrica	Resistência Elétrica do Tipo "Rabo Quente" com Potência de 1000W	-	1	N/D	R\$ 27,90
Termostato	Termostato Digital de Precisão. Modelo: Tic 17 RGTI	-	1	Full Gauge	R\$ 88,90
Termômetro	Termômetro Clínico Digital	-	1	N/D	R\$ 9,40
Reservatório de Água Limpa	Galão Térmico Seat-Top 18,9 L	310 x 310 x 500mm	1	Igloo	R\$ 204,00
Ducha com Bomba Manual	Bomba Manual p/ Galão de Água + Ducha Higiénica c/ Mangueira	-	1	N/D	R\$ 65,00
Reservatório de Água Suja	Estrutura em Inox para 30 Litros + 4x Rodízios Giratórios "Gel" de 1,5"	300 x 300 x 500mm	1	N/D	R\$ 100,00
	Total				R\$ 2.318,90

O passo seguinte realizado foi a determinação dos recursos consumidos por função, utilizando-se de uma tabela onde nas linhas são alocados os elementos de consumo de recursos e nas colunas, as funções escolhidas do diagrama FAST.

A distribuição dos valores em cada função foi feita levando-se em consideração a porcentagem do custo total do elemento que “torna possível” a realização da função. Pelos valores utilizados serem apenas estimativas e não mostrarem fielmente a realidade dos custos dos elementos, esta distribuição baseou-se basicamente no “bom senso” e conhecimento técnico da equipe de projeto, com relação ao conceito da maca.

A Tabela 3 mostra esta tabela, onde pode ser verificado que as funções **A**, **D**, **E** e **M** são as que mais consomem recursos, correspondendo a **49,88 %** do total de recursos.

Tabela 3 – Recursos consumidos por função.

Componente	Função	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	Total
Estrutura Geral		234,36	-	-	157,50	97,44	-	-	138,60	67,20	157,50	-	-	197,40	-	-	-	-	RS 1.050,00
Parafusos de Potência (Elevação)		17,15	-	-	17,15	-	-	-	80,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	RS 114,30
Parafusos de Potência (Posição)		34,29	-	-	34,29	160,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	RS 228,60
Chapas Laterais Articuladas		-	-	75,00	45,00	-	-	-	-	-	-	-	-	30,00	-	-	-	-	RS 150,00
Leito		18,36	-	-	-	-	-	24,48	-	-	18,36	-	-	-	-	-	-	-	RS 61,20
Rodízios		56,28	93,80	-	37,52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	RS 187,60
Cortina		-	-	-	-	-	32,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	RS 32,00
Resistência Elétrica		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	27,90	-	-	RS 27,90
Termostato		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	88,90	RS 88,90
Termômetro		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9,40	-	RS 9,40
Reservatório de Água Limpa		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	122,40	-	-	-	-	-	81,60	RS 204,00
Ducha com Bomba Manual		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	65,00	-	-	-	-	-	RS 65,00
Reservatório de Água Suja		-	-	-	-	-	-	-	-	-	20,00	-	-	20,00	60,00	-	-	-	RS 100,00
Total		RS 360,44	RS 93,80	RS 75,00	RS 291,46	RS 257,46	RS 32,00	RS 24,48	RS 218,61	RS 67,20	RS 195,86	RS 122,40	RS 65,00	RS 247,40	RS 60,00	RS 27,90	RS 9,40	RS 170,50	RS 2.318,90
%		15,54%	4,05%	3,23%	12,57%	11,10%	1,38%	1,06%	9,43%	2,90%	8,45%	5,28%	2,80%	10,67%	2,59%	1,20%	0,41%	7,35%	100,00%

Existe uma tendência em trabalhar com as funções que mais consomem recursos imediatamente, mas esta tendência deve ser evitada até que sejam conhecidos os “impactos” das funções para o cliente.

A fim de compreender este impacto para o cliente, utilizou-se da técnica de Mudge, determinando-se as necessidades relativas entre as funções. Nesta técnica é feita uma comparação duas a duas de todas as funções em estudo, resultando em uma avaliação numérico-funcional. A comparação duas a duas das funções é expressa por um fator de peso, onde:

- Peso 1 → Pouco Importante;
- Peso 2 → Importante;
- Peso 3 → Muito importante.

Esses fatores de peso quantitativos foram baseados no tempo de duração e dificuldade de se conseguir um consenso entre os componentes da equipe, para decidir qual função é mais importante. Se a decisão fosse imediata, o fator de peso 3 seria colocado no quadrículo de avaliação numérica junto à letra escolhida. Se o tempo utilizado fosse um pouco maior que o imediato ou se houvesse alguma discussão, o fator de peso seria 2. E se houvesse muita demora e discussão para se determinar a função mais importante, a que prevaleceu teria fator de peso 1.

A Figura 28 mostra o Diagrama de Mudge, onde nota-se que as funções **A**, **D** e **H** são “as mais necessárias”, correspondendo a **32,36%** das necessidades.

		A			B			C			D			E			F			G			H			I			J			K			L			M			N			O			P			Q			Total	%
		A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	D1	D2	D3	E1	E2	E3	F1	F2	F3	G1	G2	G3	H1	H2	H3	I1	I2	I3	J1	J2	J3	K1	K2	K3	L1	L2	L3	M1	M2	M3	N1	N2	N3	O1	O2	O3	P1	P2	P3	Q1	Q2	Q3		
0	A	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	D1	D2	D3	E1	E2	E3	F1	F2	F3	G1	G2	G3	H1	H2	H3	I1	I2	I3	J1	J2	J3	K1	K2	K3	L1	L2	L3	M1	M2	M3	N1	N2	N3	O1	O2	O3	P1	P2	P3	Q1	Q2	Q3	32	11,64%
	B	B1	B2	B3	C1	C2	C3	D1	D2	D3	E1	E2	E3	F1	F2	F3	G1	G2	G3	H1	H2	H3	I1	I2	I3	J1	J2	J3	K1	K2	K3	L1	L2	L3	M1	M2	M3	N1	N2	N3	O1	O2	O3	P1	P2	P3	Q1	Q2	Q3	24	8,73%			
	C	C1	C2	C3	D1	D2	D3	E1	E2	E3	F1	F2	F3	G1	G2	G3	H1	H2	H3	I1	I2	I3	J1	J2	J3	K1	K2	K3	L1	L2	L3	M1	M2	M3	N1	N2	N3	O1	O2	O3	P1	P2	P3	Q1	Q2	Q3	19	6,91%						
	D	D1	D2	D3	E1	E2	E3	F1	F2	F3	G1	G2	G3	H1	H2	H3	I1	I2	I3	J1	J2	J3	K1	K2	K3	L1	L2	L3	M1	M2	M3	N1	N2	N3	O1	O2	O3	P1	P2	P3	Q1	Q2	Q3	32	11,64%									
	E	E1	E2	E3	F1	F2	F3	G1	G2	G3	H1	H2	H3	I1	I2	I3	J1	J2	J3	K1	K2	K3	L1	L2	L3	M1	M2	M3	N1	N2	N3	O1	O2	O3	P1	P2	P3	Q1	Q2	Q3	15	5,45%												
	F	F1	F2	F3	G1	G2	G3	H1	H2	H3	I1	I2	I3	J1	J2	J3	K1	K2	K3	L1	L2	L3	M1	M2	M3	N1	N2	N3	O1	O2	O3	P1	P2	P3	Q1	Q2	Q3	6	2,18%															
	G	G1	G2	G3	H1	H2	H3	I1	I2	I3	J1	J2	J3	K1	K2	K3	L1	L2	L3	M1	M2	M3	N1	N2	N3	O1	O2	O3	P1	P2	P3	Q1	Q2	Q3	12	4,36%																		
	H	H1	H2	H3	I1	I2	I3	J1	J2	J3	K1	K2	K3	L1	L2	L3	M1	M2	M3	N1	N2	N3	O1	O2	O3	P1	P2	P3	Q1	Q2	Q3	25	9,09%																					
	I	I1	I2	I3	J1	J2	J3	K1	K2	K3	L1	L2	L3	M1	M2	M3	N1	N2	N3	O1	O2	O3	P1	P2	P3	Q1	Q2	Q3	0	0,00%																								
	J	J1	J2	J3	K1	K2	K3	L1	L2	L3	M1	M2	M3	N1	N2	N3	O1	O2	O3	P1	P2	P3	Q1	Q2	Q3	23	8,36%																											
	K	K1	K2	K3	L1	L2	L3	M1	M2	M3	N1	N2	N3	O1	O2	O3	P1	P2	P3	Q1	Q2	Q3	7	2,55%																														
	L	L1	L2	L3	M1	M2	M3	N1	N2	N3	O1	O2	O3	P1	P2	P3	Q1	Q2	Q3	11	4,00%																																	
	M	M1	M2	M3	N1	N2	N3	O1	O2	O3	P1	P2	P3	Q1	Q2	Q3	18	6,55%																																				
	N	N1	N2	N3	O1	O2	O3	P1	P2	P3	Q1	Q2	Q3	7	2,55%																																							
	O	O1	O2	O3	P1	P2	P3	Q1	Q2	Q3	21	7,64%																																										
	P	P1	P2	P3	Q1	Q2	Q3	1	0,36%																																													
	Q	Q1	Q2	Q3	22	8,00%																																																
	Somas	275	100%																																																			

Legenda
1 - Pouco importante
2 - importante
3 - Muito importante

Figura 28 – Diagrama de Mudge

Por fim, o ultimo passo realizado foi o desenvolvimento do Gráfico COMPARE, onde são plotados num mesmo gráfico os conteúdos das tabelas de recursos consumidos por função, e as necessidades relativas destas mesmas funções. A Figura 29 mostra o gráfico COMPARE.

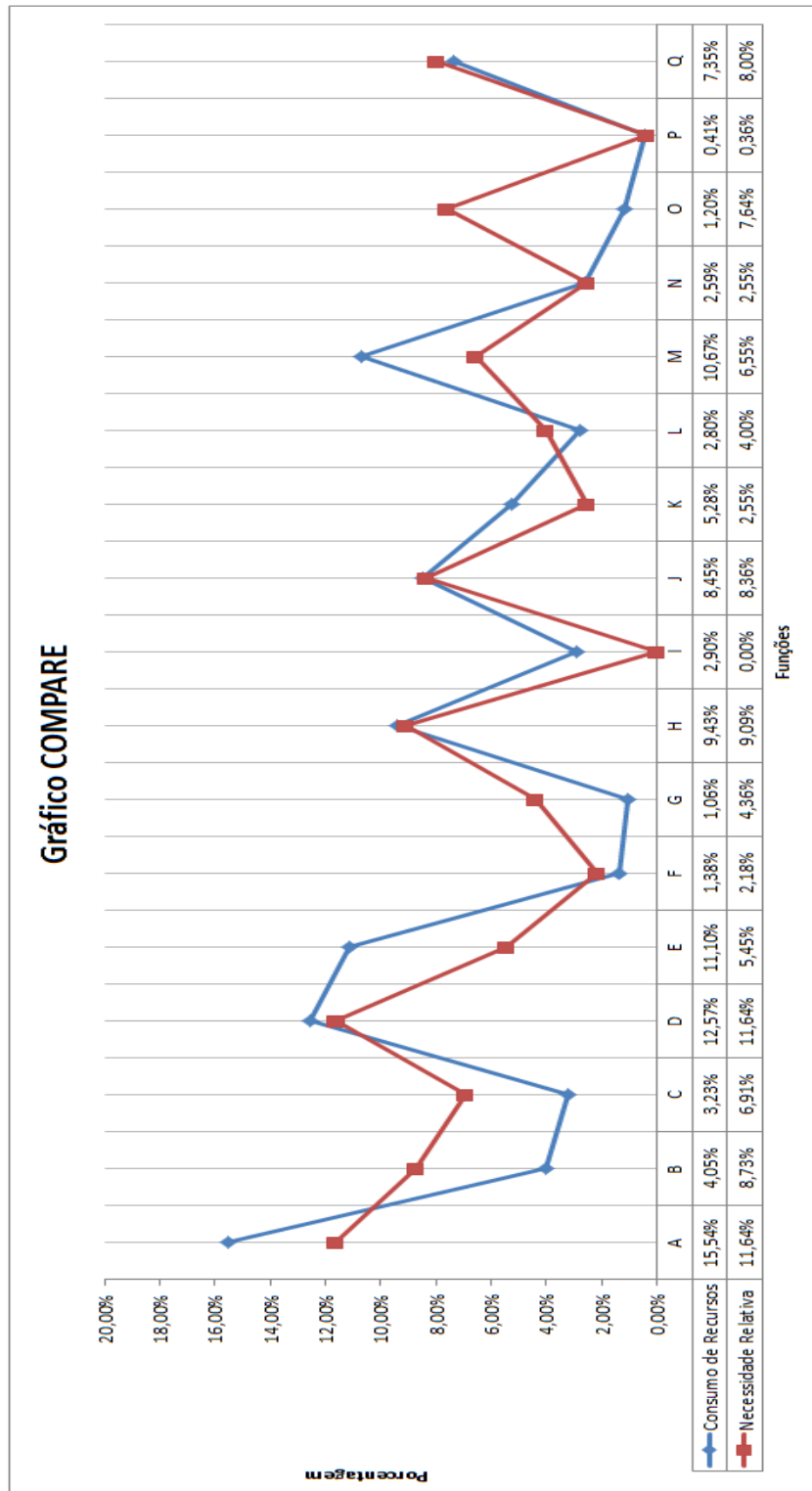


Figura 29 – Gráfico COMPARE.

Nota-se a partir do gráfico que as funções A, E, I, K e M consomem proporcionalmente mais recursos do que as respectivas necessidades do consumidor sobre as mesmas. Segundo os dados obtidos, estas funções estão consumindo 45,49% do total de recursos, sendo que representam uma importância bem menor ao consumidor, apenas 26,18%. Portanto, caso decida-se por reduzir custos do projeto, o ideal seria iniciar os estudos abordando estas funções.

Analisando detalhadamente cada uma destas funções, vemos que:

- Função A (“Sustentar Paciente”): esta é uma das funções que se obteve maior necessidade relativa, e portanto de grande importância no desenvolvimento do projeto. O consumo de recursos acima da necessidade pode ser explicado pela ausência de outras funções, não pensadas na fase inicial, e que fizeram com que alguns custos desnecessários para que a função A pudesse “ser realizada”, fossem dissolvidos como custo de material da própria estrutura, como por exemplo a “pintura epóxi”, que poderia ser facilmente alocada em uma função como “Ser inerte ao ambiente”, ou “Resistir a produtos hospitalares”. Futuramente com o projeto detalhado sendo desenvolvido, novas funções devem ser identificadas de modo que casos como este sejam diminuídos e assim tenha-se uma análise melhor detalhada.
- Função E (“Posicionar Paciente”): com o desenvolvimento do projeto detalhado, o consumo de recursos para esta função pode ser revisto, visto que os custos obtidos para “realizar” esta função foram todos estimados por não se conhecer exatamente os itens que serão responsáveis pelo mecanismo de posicionamento do paciente na maca (Posição “Fowler”). Caso esta diferença venha a se repetir em um novo estudo, é de se esperar então que se proponham novas soluções para o posicionamento do paciente, ou então que não se enfoque tantos recursos para esta função que não possui necessidade relativa tão importante no ponto de vista do consumidor.

- Função I (“Armazenar Produtos de Banho”): por ser um item em que foi dada grande importância no estudo de BARBOSA (2012), sendo identificado como requisito do cliente, o mesmo foi inserido no projeto. Mas, feita a análise relativa de importância entre as funções, nota-se facilmente que esta função pode ser eliminada, visto que sua necessidade se comparada com as outras funções do projeto é nula (0%).
- Função K (“Armazenar Água Limpa”): a diferença encontrada para esta função pode ser facilmente explicada pelo fato de que para o consumidor talvez não seja tão necessário que a própria estrutura da maca armazene a água do banho, visto que este armazenamento pode ser realizado externamente.
- Função M (“Escoar Água”): podem ser estudadas novas soluções para o escoamento da água utilizada da maca, ou até mesmo o uso de materiais mais acessíveis, visto que esta é uma função necessária e que também foi colocada como requisito do cliente em BARBOSA (2012).

Ao mesmo tempo, vemos que as funções B, C, G e O tem certa importância para o consumidor (27,64%), mas não estão consumindo proporcionalmente o mesmo valor de recursos 9,54%. Isto pode representar as funções onde se devem focar melhorias de projetos de modo a atingir as expectativas dos mesmos.

O ideal seria que as curvas coincidissem, o que significaria que os clientes estariam pagando proporcionalmente a importância que dão às funções.

7. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

O objetivo deste trabalho era aplicar a metodologia de análise do valor no projeto conceitual de uma maca de banho hospitalar, para que se pudesse obter uma nova abordagem de estudo, focando-se no valor das funções de projeto, permitindo assim que o mesmo pudesse futuramente atingir todas as expectativas e necessidades do cliente.

Foi possível perceber que a metodologia em estudo realmente possibilita uma abordagem muito importante no desenvolvimento do projeto conceitual, visto que permite que se tenha um novo enfoque aos problemas/situações, trazendo um entendimento maior, e que conduz geralmente a reduções de custos para certas funções desempenharas, ou ate mesmo possibilita que se desenvolvam novas soluções que atendam melhor as expectativas do consumidor.

Nota-se também que os resultados obtidos com a aplicação da metodologia dependem diretamente do analista e de sua equipe, onde o bom senso e conhecimento técnico detalhado do projeto são extremamente importantes.

E por fim, com os resultados obtidos neste estudo, é esperado que sejam aplicadas em sequência, técnicas de geração de ideias para estimular a criatividade e analisar soluções para os problemas / situações encontradas, para em seguida, utilizando-se de técnicas de seleção e avaliação de ideias, serem tomadas as decisões a serem aplicadas ao projeto.

Futuramente com o desenvolvimento do projeto detalhado, será possível e até recomendada a reaplicação da metodologia, podendo certamente chegar a níveis de detalhes maiores que o trabalho atual, e até mesmo encontrar "novos problemas" que com este trabalho não foram possíveis de se identificar e avaliar.

REFERÊNCIAS

ALEXANDRE, N. M. C.; ROGANTE, M. M. Movimentação e transferência de pacientes: aspectos posturais e ergonômicos. Em pauta - **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, v. 34, n. 2, p. 165-173, 2000.

ASSAD, D. A. B. et al. **Desenvolvimento de barra vertical de apoio móvel para indivíduos com aparelho locomotor acometido**. 2011. Trabalho acadêmico (Disciplina SEM 5910) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

ASSUNÇÃO, W. **Uma aplicação do método de análise de valor em um processo produtivo**. 2003. 138 p. Tese (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

BACK, N. **Metodologia de projetos de produtos industriais**. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1983. 385 p.

BAXTER, M. **Projeto de Produto: guia prático para o design de novos produtos**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2006. 260 p.

BARBOSA, I. M. **Desenvolvimento de um dispositivo para higienização de pessoas com restrição de movimento, baseado em técnicas de metodologia de projeto**. 2012. Trabalho de Conclusão de Curso – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos. *No prelo*.

BERNARDES, J. M.; MORO, A. R. P. **Movimentação e transferência de pacientes: uma análise da produção científica nacional**. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 31., 2011, Belo Horizonte.

COMÉLIO, M. E.; ALEXANDRE, N. M. C. Avaliação de uma cadeira de banho utilizada em ambiente hospitalar: uma abordagem ergonômica. **Revista Brasileira de Enfermagem**, 2005 Julho-Agosto; 58(4):405-10.

CSILLAG, J. M. **Análise do valor: metodologia do valor**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1991. 303 p.

GALLICCHIO, L. et al. **Transmissão Automática para Bicicletas**. 2011. Trabalho acadêmico (Disciplina SEM 5910) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

MELO, V. G. D. **Ergonomia no hospital**. 2006. 61 p. Monografia (Curso de Formação Técnica em Gestão de Serviços de Saúde) - Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio da Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro.

PAHL, G. et al. **Engineering Design: a systematic approach**. 3. ed. Springer, 2007. 617 p.

RUIZ, J. DE A. **Engenharia de valor na construção de edifícios: simulação de aplicações**. 2011. 156 p. Tese (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

WANG, H.; KASAGAMI, F. A patient transfer apparatus between bed and stretcher. 2008. **IEEE Transactions on systems, man and cybernetics - Part B: Cybernetics**, Vol. 38, nº.1.