

PROJETO DE DESENVOLVIMENTO DE UMA MACA ARTICULADA

Danrlei Bresciani; Gian Paulo Daniel; Marlo Provin; Matheus Schwarz¹
Anderson Baldissera; Daiane Carla Casonatto; Filipe Sehn Febras²

RESUMO

Partindo de uma necessidade obtida de maneira indutiva, desenvolvemos um produto que segue toda a metodologia aplicada na bibliografia de projeto de máquinas e produto. Tendo isso como alvo, descrevemos técnicas de análise que se caracterizam qualitativas, pois dispõem de pesquisa de campo, interpretação e aplicação dos dados. Logo, obedecendo os requisitos especificados pelo cliente o equipamento elaborado se trata de uma maca articulada, que tem por objetivo auxiliar no tratamento e nas atividades do dia-dia de pessoas portadoras de necessidades de locomoção. Com uma vasta aplicação, a maca pode ser utilizada em hospitais e residências, pois oferece dispositivos que de maneira prática e intuitiva regulam sua altura perante o solo e ainda lhe proporcionam a possibilidade de permanecer na posição vertical. Consequentemente, traduz-se em redução de esforços nas transições do paciente de outras acomodações, oferece também independência, conforto e acessibilidade o que se retrata em qualidade de vida.

Palavras-chave: Projeto de Máquina. Maca. Requisitos do Cliente.

1 INTRODUÇÃO

Segundo Madureira (2010), o triunfo das empresas bem sucedidas, independente do ramo de atuação, é mensurado pela lucratividade obtida no sucesso dos seus produtos perante os clientes. A continuidade desse triunfo e a garantia de sobrevivência, será possível apenas enquanto ela for capaz de manter a preferência dos clientes, através do aperfeiçoamento dos produtos atuais, ou gerando novos e melhores produtos. Daí a grande importância do Projeto de Produto.

Este setor está diretamente ligado ao sucesso da empresa, pois é o responsável por melhorar ou desenvolver novos produtos. “A atividade de desenvolvimento de um novo produto não é tarefa simples. Ela requer pesquisa, planejamento cuidadoso, controle meticuloso e, mais importante, o uso de métodos sistemáticos” (BAXTER, 1998, p. 3).

¹ Acadêmicos do curso de Engenharia Mecânica da UCEFF. E-mails: danrlei_bresciani@hotmail.com; gianpaulodaniel@gmail.com; marlobalenpr@gmail.com; matheusschwarzacad@gmail.com.

² Docente do curso de Engenharia Mecânica da UCEFF. E-mail: anderson.baldissera@hotmail.com. filipe@uceff.edu.br.

Pahl *et al.* (2005), diz que o processo para chegar a uma solução nova, duradoura, não se deve deixar-se levar por ideias fixas ou convencionais ou se dar por satisfeito com elas. Mas sim, é preciso analisar criteriosamente se caminhos inovadores e práticos que levem a soluções são passíveis da implementação.

O desenvolvimento da maça articulada, segue toda a metodologia aplicada na bibliografia de autores da área, buscando ao final obter um produto de qualidade. Para tal, quem determina a qualidade do produto é o cliente através da aceitação. Para que isso aconteça Madureira (2010, p. 26) cita que “o produto (ou serviço) deve incorporar as necessidades e expectativas do cliente (ou usuário)”.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 PLANEJAMENTO DE PRODUTO

Segundo Coral *et al.* (2013, p. 256), “as atividades de planejamento do projeto visam gerar o plano do projeto, incluindo os aspectos relacionados ao escopo do projeto, cronograma, orçamento, entre outros”.

Conforme Ogliari *et al.* (2013, p. 73), planejamento do produto destina-se ao delineamento:

De um novo projeto em face das estratégias de negócio e da organização do trabalho a ser desenvolvido ao longo do processo. É elaborada a declaração do escopo do projeto do produto, que descreve a justificativa do projeto, suas restrições, o que será desenvolvido, as suas saídas desejadas de cada fase do projeto, bem como os objetivos do projeto.

Ainda, conforme Pahl *et al.* (2005, p. 49), “tarefas de desenvolvimento e projetos resultam em primeiro lugar de pedidos feitos diretamente pelo cliente, onde a empresa fornecedora conhece o cliente consumidor”. Coral *et al.* (2013) complementa, dizendo que o processo de concluir o planejamento envolve o conjunto de atividades para formalizar a aceitação dos resultados do projeto.

2.1.1 Projeto Informacional

De acordo com Ogliari *et al.* (2013, p. 75) a fase de projeto informacional, destina-se “à definição das especificações de projeto de produto. Sendo a primeira fase do projeto do produto,

nela acontece a primeira reunião da equipe de desenvolvimento, para apresentação do plano do projeto”.

Para Coral *et al.* (2013), o principal objetivo da fase de projeto informacional é elaborar as especificações de projeto, ou seja, classificar os requisitos de projeto e estipular valores-metas a serem atingidos.

A primeira atividade da fase de projeto informacional consiste em definir o ciclo de vida e atributos do produto, considerando a natureza do produto e projeto. Além disso, devem ser definidos os clientes do projeto (interno, intermediários e externo) e os atributos do produto (CORAL, *et al.*, 2013, p. 178).

Baxter (1998) ressalta que as fases iniciais do desenvolvimento de um novo produto são mais importantes, pois é o momento onde um grande número de decisões é tomado e um considerável volume de recursos financeiros alocado.

“A chave do sucesso no desenvolvimento do produto consiste então, em investir mais tempo e talento durante os estágios iniciais, quando custa pouco” (BAXTER, 1998, p.22), ou seja, nas fases de projeto informacional e conceitual, o tempo deve ser bem aproveitado, para evitar retrabalho.

2.1.1.1 Requisitos básicos

Requisitos do cliente segundo Albuquerque (2017) são exigências feitas verbalmente ou descrita em pedido ou contrato.

Com eles, trata-se sempre de requisitos implícitos, isto é, não são manifestados pelo cliente. Seu atendimento é considerado como natural, sendo que para o cliente, isto é, da maior importância. Portanto, eles decidem sobre o sucesso ou fracasso de um produto. Que o consumo de energia ou custos operacionais de um produto sucessor sejam menores do que de um produto antecessor, podem construir um desses requisitos. Para o setor de desenvolvimento ou projeto, tem significado muito importante perceber tais requisitos. A informação sobre estes requisitos, as formas de pensamento e as expectativas do cliente, através do setor comercial ou através do gerenciamento do produto, são absolutamente imprescindíveis (PAHL *et al.*, 2005, p. 104).

2.1.1.1.1 Requisitos do cliente

“Entender as necessidades dos consumidores é fundamental para identificar, especificar e justificar uma oportunidade de produto” (BAXTER, 2011, p. 181). Na visão de Madureira (2010), o sucesso ou a competitividade industrial tem início no projeto do produto. Para que

isso seja alcançado o produto desenvolvido deve incorporar as necessidades e expectativas dos clientes.

Existem diversas maneiras para definir os requisitos do cliente, sejam elas, “[...] reuniões ou revistas formais, discussões informais ou questionários com listas de desejos” (BAXTER, 2011, p. 182). Toda forma é válida, desde que consiga absorver as informações necessárias para aplicação em projeto.

Para Pahl *et al* (2005), percebe-se um procedimento em dois estágios. No primeiro estágio são definidos e documentados os requisitos óbvios. No segundo estágio, sempre que necessário, estes requisitos são complementados ou melhor detalhados, com auxílio de métodos apropriados.

Então, segundo Pahl *et al* (2005, p. 102), “os objetivos e as condicionantes sob as quais os requisitos devem ser satisfeitos precisam ser destacados claramente, os requisitos assim determinados podem então ser desdobrados em necessidades e vontades”.

2.1.1.1.2 Requisitos do Projeto

Segundo Back *et al* (2008) os requisitos de projeto partem de uma necessidade do cliente, esta fase é importante para a execução do projeto, as especificações devem ser confrontadas conforme condições do cliente. Deste modo, as especificações de produto criam critérios para a geração do produto e é um meio de verificar se o projeto atenderá as necessidades do cliente.

Já, conforme Amaral *et al* (2006), o alcance dos requisitos do projeto com base dos requisitos do cliente estabelece a primeira definição concreta em relação ao produto que está sendo arquitetado. Por intermédio desta ação, são determinadas propriedades mensuráveis relativas às características definitivas da qual deterá o produto, causa pela qual esse passo se concebe importante para todo o andamento do projeto.

Logo entende-se que, “o desenvolvimento do projeto do produto exige que sejam especificados tecnicamente requisitos funcionais, operacionais e construtivos, os quais, quando atendidos, fazem que o produto exerça as suas funções com os atributos esperados” (MADUREIRA, 2010 p. 51).

2.1.1.2 Desdobramento da Função da Qualidade (QFD)

Madureira (2010), diz que a incorporação das necessidades, expectativas e exigências do cliente ao produto são fundamentais para o sucesso. Um método geral e bastante eficiente que foi desenvolvido para auxiliar neste processo é o *Quality Function Deployment* (QFD), também chamada de Qualidade Total, que surgiu em meados de 1970, pela indústria japonesa.

“Embora conceitualmente muito antigo, o QFD, como outras técnicas modernas, resultou da combinação ordenada de atividades conhecidas, antes exercidas de forma mais ou menos dispersa, nos vários níveis das empresas industriais” (MADUREIRA, 2013 p. 30).

Segundo Oakland (1994, p. 53), “a Casa da Qualidade é uma estrutura de abordagem para o gerenciamento de projeto conhecida como desdobramento da função qualidade”.

Esta ferramenta é muito utilizada para projetos de um determinado produto, cita Oakland (1994), pois tem como base as necessidades do cliente, onde toda a equipe de projeto tem participação no desenvolvimento dos requisitos técnicos para cada estágio do projeto.

A utilização do QFD, segundo Oakland (1994), tem por início a formação de um grupo com vastas funções para efetivar essa atividade. Esse grupo deve levantar as necessidades do cliente para posteriormente serem confrontadas com os requisitos técnicos, criados pela unidade operativa e entregues ao cliente.

Para Madureira (2010), o grande valor do QFD em versão geral é:

A sistematização das atividades desde o início do planejamento do produto e, ao longo das etapas de desenvolvimento de projetos e do processo produtivo, até que o produto esteja nas mãos dos clientes. Essencialmente, o QFD amplo contempla os seguintes tópicos na busca da satisfação dos clientes: obter, interpretar e classificar as necessidades e exigências do cliente; exprimir tecnicamente os requisitos funcionais, operacionais e dimensionais correspondentes; projetar e otimizar as soluções e aperfeiçoamentos do produto capazes de atender às especificações técnicas; implantar um sistema de qualidade total. (MADUREIRA, 2010 p. 31).

Romano (2003), diz que a primeira tarefa dentro dessa etapa é valorar os requisitos dos clientes, com a finalidade de identificar os requisitos mais importantes. Ele também ressalta que essa classificação dos requisitos dos clientes em ordem de importância é fundamental na aplicação do QFD.

Uma das vantagens do QFD é a diminuição de alterações durante a elaboração do projeto, que conseqüentemente diminuirão problemas no pós implantação e também o tempo de implementação, pois o QFD trata de informações e ações globais, interfaces funcionais que

se comunicam entre si e considera todos os detalhes, o que faz esta ferramenta muito importante dentro do ciclo do projeto, cita Oakland (1994).

2.1.1.3 Estrutura Funcional

Inicialmente, são realizadas atividades de síntese funcional, a fim de definir a estrutura de funções do produto. A primeira atividade consiste em definir a função global do produto, a qual considera o estado inicial de energia, material e sinal, bem como o estado final desejado destes fluxos e as interações possíveis entre os sistemas técnico com usuários, meio ambiente e outros sistemas técnicos. (CORAL *et al.*, 2013).

Pahl e Beitz (1988, *apud* CORAL, 2013) ainda ressalta que, a ordenação das funções é arranjado a partir do método de desdobramento funcional que, de acordo com grau de complexidade da função-disponibilidade de respostas que acatem as funções, manifestar-se como uma “estrutura de funções parciais” ou como uma “estrutura de funções elementares”.

2.1.1.4 Matriz Morfológica

A partir da estrutura de funções, é iniciada a geração dos princípios de solução para satisfazer as funções do produto. Para tal, pode ser utilizado o método da matriz morfológica, onde as funções do produto são posicionadas na primeira coluna e, então, são sugeridos princípios de solução capazes de atender cada função. (CORAL *et al.*, 2013, p.153)

A análise morfológica estuda todas as combinações possíveis entre os elementos ou componentes de um produto ou sistema. Foi desenvolvida por Fritz Zwickey, em 1948, quando o mesmo trabalhava no desenvolvimento de motores a jato. Segundo ele, o método tem o objetivo de “identificar, indexar, contar e parametrizar a coleção de todas as possíveis alternativas para se alcançar o objetivo determinado” (BAXTER, 2011, p. 113).

A vantagem da Análise Morfológica está no exame sistemático de todas as combinações possíveis. Sem esta, provavelmente limitar-nos-íamos a examinar apenas um número reduzido delas, esquecendo-se das demais. Por outro lado, torna-se difícil examinar um grande número de combinações, até se chegar à solução única. Isso depende, em grande parte, da habilidade do próprio analista. Podem ser estabelecidos alguns critérios para se fazer alguma seleção, como, por exemplo, a disponibilidade de materiais, facilidade de fabricação, existência de

fornecedores para componentes terceirizados, resistência, durabilidade, acabamento superficial, custos e assim por diante.

No início, a análise morfológica foi aplicada principalmente na área militar, mas o método difundiu-se rapidamente e tem sido usado na solução dos mais variados problemas. Na área do design tem sido particularmente útil no desenvolvimento de produtos inéditos, fugindo das soluções convencionais e explorando o uso de novos materiais ou novos mecanismos (BAXTER, 2011, p. 114).

2.1.1.5 Matriz Passa não Passa

Posteriormente a idealização das estruturas funcionais para o produto vigente, deve ser escolhido o arranjo que melhor retrata a dificuldade. Logo, “pode ser utilizado o chamado exame “passa/não-passa” (CORAL *et al.*, 2013, p. 183).

Neste modelo de validação os requisitos de projetos são transmutados em indagações, onde as soluções devem resumir-se em “sim” ou “não”, validando ou não cada exigência. O sistema que obtiver maior volume de respostas positivas se demonstra mais apropriado para solução funcional (CORAL *et al.*, 2013).

2.1.1.6 Cronograma

Para Barbosa (1990, p. 5) “o Cronograma é a previsão de tempo que será gasto na realização do trabalho de acordo com as atividades a serem cumpridas. As atividades e os períodos serão definidos a partir das características de cada pesquisa e dos critérios determinados pelo autor do trabalho”. Complementando Coral *et al.* (2013, p. 257) diz que, “na definição de cronograma do projeto, são estimados os tempos de realização das atividades”.

2.1.1.7 Matriz de Responsabilidade

A matriz de responsabilidades é uma ferramenta bastante útil como apoio a divisão do trabalho. Para definir esse instrumento, algumas questões devem ser respondidas antes de entrarmos na implementação do projeto: “Como conduzir a divisão do trabalho e consequente

distribuição para os responsáveis? Como fazer isto rapidamente de modo a não tirar o foco sobre o projeto? Como deixar isso explícito, claro e abrangente?” (MENEZES, 2009, p. 103).

A resposta para essas questões está na Matriz de Responsabilidades:

Instrumento fácil para ser construído dada a temporalidade dos projetos, ela é empregada pelas organizações que trabalham com projetos, para poder dividir o trabalho e alocá-los aos diversos participantes do projeto, tornando explícita a relação destes com suas tarefas (MENEZES, 2009, p. 103).

Para concluir, Menezes (2009) diz que esse mecanismo busca facilitar a condução das atividades, distribuição de tarefas, e reduz consideravelmente os conflitos de delegação num projeto.

2.1.1.8 Especificação Técnica Comercial

Provindas das especificações funcionais, relatam as propriedades do produto em teor de suas qualidades técnicas, como as dimensões do produto, quantitativos de materiais e/ou peças e o roteiro seguido para o desenvolvimento (MAXIMIANO, 2010).

As especificações técnicas ou ET descrevem de forma precisa, completa e ordenada, os materiais e os procedimentos de execução a serem adotados. Têm como finalidade complementar a parte gráfica do projeto é a discriminação de serviços (GONZÁLEZ, 2008).

2.1.1.9 Proposta Comercial

As propostas comerciais são muitas vezes organizadas em 3 seções: Técnicas, gestão e custos. Para grandes propostas essas sessões poderão contemplar 3 volumes separados. A quantidade de detalhes que o proponente inclui dependerá da complexidade do projeto e dos conteúdos de uma Chamada de Proposta (MAXILIANO, 2010).

2.1.1.10 Manual

Segundo a norma 12.125 “As máquinas e equipamentos devem possuir manual de instruções fornecido pelo fabricante ou importador, com informações relativas a segurança em todas as fases de utilização” (MANUAL DE LEGISLAÇÃO ATLAS, 2012 p. 137).

De acordo com a norma 12.127, os manuais devem ser escritos do acordo com a língua portuguesa-Brasil, com caracteres e tamanhos que possibilitam a visibilidade. Devem ser objetivos, claros, sem ambiguidade e em linguagem que facilite a compreensão. Ter sinais ou avisos referentes à segurança realçados (MANUAL DE LEGISLAÇÃO ATLAS, 2012).

2.1.1.11 Memorial de Cálculo

“Os métodos próprios a análise estrutural só são aplicáveis a modelos. Quanto mais próximos da realidade eles forem mais precisos serão os resultados obtidos do cálculo. Conseqüentemente, mais corretas serão as previsões do comportamento da estrutura real” (BRASIL, 1989, p 149).

“Para problemas de projetos, procura se utilizar, em forma de cálculos alguns fatores mensuráveis como forças aplicadas, tensões e deformações, durabilidade ou desgaste, rendimento, potência e consumo de energia, com fins de prever e verificar posteriormente” (NIEMANN, 2014, p 8).

2.1.2 Projeto Detalhado (Executivo)

Inicia-se com a concepção alcançada no projeto preliminar. O propósito é alimentar com descrições a engenharia devido sua clareza e modificações volumosas podem ser concretizadas sem prejuízos financeiros consideráveis. Logo, neste ponto é onde se concebe uma decisão final sobre uma determinada concepção para o projeto (BACK, 1983).

Agora, com a concepção para o projeto em mente, e os dados preliminares concebidos, adquire-se, interinamente uma síntese geral. Possuindo esse sistema como base, o projeto detalhado ou parâmetros dos componentes são detalhados. Assim, todos as partes são sintetizados, experimentados e alterados em conformidade com o solicitado e o produto efetiva-se concluído (BACK, 1983).

3 METODOLOGIA

A metodologia utilizada é indutiva, feita por coleta de dados particulares e pesquisas de documentos. O nível de pesquisa é exploratório e descritivo, onde respectivamente são feitas pesquisas de hipóteses por meio de entrevistas com questionário e subseqüentemente descritas.

Tendo como alvo o projeto de máquinas e as técnicas de análise caracterizam ser qualitativas, pois dispõe de pesquisa de campo (GIL, 2008).

Desta forma, a elaboração de um questionário para recolher as necessidades do cliente foi a etapa que deu início ao projeto. Posteriormente, tendo posse das informações fornecidas denomina-se que sejam chamadas de “requisitos do cliente”. Assim, começa análise do conteúdo para extrair tecnicamente os objetivos e dar volume aos dados, então chamados de “requisitos técnicos”, que passam a alimentar a ferramenta de desdobramento da função da qualidade ou QFD. Nele são confrontadas as necessidades originais com as técnicas para eleger o grau de importância das informações.

Para fomentar agora a estrutura funcional são utilizadas as informações providas do QFD, onde passam a ser atribuídas as funções parciais e elementares para cada requisito técnico.

Assim sucessivamente, inicia-se a etapa da matriz morfológica, onde para cada requisito técnico classificasse 4 (quatro) equipamentos ou elementos que possam realizar a função descrita anteriormente na estrutura funcional. Desta forma, avalia-se todas as alternativas criadas para executar a função específica e classifica-as em uma ordem de importância da qual tem melhor desempenho. Então, obtemos 4 (quatro) modelos teóricos de máquinas que podem atender as necessidades do cliente, em que previamente é classificada uma ordem de qual satisfaz melhor o trabalho.

As 4 (quatro) alternativas de máquinas passam por um sistema de validação quando confrontadas com os requisitos do cliente novamente, isso é feito através de uma ferramenta chamada “passa ou não passa”. Nesse ponto, é avaliado se realmente estão sendo cumpridas as necessidades propostas e se a ordem de satisfação previamente atribuída anteriormente está correta. Dentre todas, sobre 2 (duas) máquinas que obtém melhor aceitação nos testes, são desenvolvidos projetos básicos explicando o processo de classificação e o porquê das escolhas. Então, são apresentadas ao cliente que tem a possibilidade de escolher e consolidar o projeto, que após isso poderá ou não dar continuidade no desenvolvimento.

Com base na escolha do modelo feita pelo cliente, são geradas as especificações técnicas e a proposta comercial, onde respectivamente temos o detalhamento de componentes e o valor do produto/serviço.

A partir do aval do cliente, já com todas as características definidas, é prosseguido com o desenvolvimento de manuais, cálculos e atividades de instalações “in loco”.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE DADOS

O desenvolvimento deste projeto teve início com a elaboração de um questionário, nele foram descritas 17 (dezesete) perguntas que possibilitaram coletar a real necessidade do público alvo, pessoas impossibilitadas de se locomover sozinhas, e a partir dela obter os requisitos iniciais para o desenvolvimento do projeto. Algumas questões estão relacionadas a seguir: Questionário

1. Quais são as maiores dificuldades nos procedimentos com portador?
2. O que não poderia faltar para a locomoção?
3. Tem algum equipamento que auxilia nas atividades com o portador?
4. Quais as restrições da cadeira de rodas?
5. Quais restrições da maca?
6. Como funciona a passagem da cama para a cadeira de rodas ou maca?
7. Percebe a necessidade de algum equipamento que pode facilitar a rotina? Tem interesse e adquirir um produto para auxiliar?

Após a aplicação do questionário conseguimos identificar um total de 16 itens, consideradas como necessidades, em projeto descritos como requisitos do cliente. A partir desses requisitos, faz-se uma análise para extrair tecnicamente os objetivos e trazer para a linguagem de projeto. Nesse processo conseguiu-se um total de 21 (vinte e um) requisitos que podem ser considerados como indicação para desenvolver um produto que atenda às necessidades do cliente. Alguns requisitos estão citados a seguir:

Requisitos do Cliente:

1. Seja seguro;
2. Facilite o trabalho do cuidador;
3. Que tenha cintos de proteção;
4. Que deixe o paciente na vertical;
5. Passe pelas portas;
6. Seja confortável;
7. Regulagem de altura;
8. Fácil de controlar;
9. Auxilie no tratamento do paciente;
10. Fácil de limpa.

Requisitos Técnicos:

1. Ajustabilidade;
2. Segurança;
3. Ergonomia;
4. Confiabilidade;
5. Atender as normas;
6. Acionamento elétrico;
7. Conforto;
8. Atuação mecânica;
9. Praticidade;
10. Compacto;

Com os requisitos do cliente e técnicos definidos, aplicamos na matriz QFD, onde confrontamos os mesmos. A partir da aplicação, podemos extrair a hierarquização dos requisitos do cliente e projeto para apontar quais são as principais necessidades do cliente Figura 01.

Figura 01 – Matriz QFD

Exemplo de Utilização do QFD Planejamento de Produto		Grau de importância	Características Requisitos Técnicos															
			Confiabilidade	Robustez	Autonomia	Compacto	Previdência	Facil manutenção	Intercambível	Ergonômico	Segurança	Ajustabilidade	Manuais técnicos	Materiais antielectromagnéticos	Resistência mecânica	Dimensionamento	Atender as normas	Conforto
Direção da Melhoria			↑	↑	↓	↑	⊕	↓	⊕	↑	↑	↑	↓	↑	↑	↓	↑	⊕
Requisitos do cliente Voz do Consumidor	Fácil de controlar	4	△		△	○	●			△	○	●	○				△	△
	Seja leve	1		●	●	●	●					○					○	
	Passe pelas portas	3				●	△					○						○
	Regulagem de altura	4				○	○			●		●						△
	Que tenha cintos de proteção	6	●							○	●	●						△
	Deixe o paciente na vertical	5	●			△	△				●	●	△			○	△	○
	Seja confortável	4							○	○		○		△			△	○
	Seja resistente	3		●								△			●		○	○
	Boa qualidade	3	△	△			△	△					●					○
	Facilite o trabalho do cuidador	6	○		△				○	○		●	△					○
Dê independência ao paciente	3							○	△	○	○	△					○	
Seja seguro	6	○	△				△		△	●		△	△				△	

Fonte: Dados da pesquisa (2017).

Com os requisitos de projeto hierarquizados verificamos as funções do equipamento, considerando os requisitos técnicos que são as funções gerais. Após isso, para cada requisito se determina a função parcial e elementar, e por final caracterizou-se cada uma delas, conforme o Quadro 01.

Quadro 01 – Matriz Estrutural

ESTRUTURA FUNCIONAL			
Função geral	Função parcial	Função elementar	Descrição
AJUSTABILIDADE	Altura em relação ao solo	Altura variando de uma cama até uma maca	Variando de 0,5 a 0,8m Variando de 0,6 a 1,0m
	Posições de uso	Estágios de Operação	Vertical (75°)
			Intermediário
			Horizontal
SEGURANÇA	Cintos de suspensão	Prender o paciente ao equipamento	Impedir a queda do paciente
	Guarda corpos	Prevenir quedas	Evitar com que o paciente caia para os lados
ERGONOMIA	Auxilia no tratamento	Ajuste de posição	Vertical (75°)
			Intermediário
	Horizontal		
Antropometria	Mensurar as dimensões do equipamento	Atender diversos públicos	






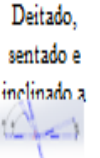
CONFIABILIDADE	Estrutural	Capacidade de carga	Especificar cargas máximas
		Dimensionamento do material	Verificar qual o material mais apropriado

Fonte: Dados da pesquisa (2017).

Como se buscam diversas soluções para as funções descritas na estrutura funcional, desenvolveu-se uma matriz que apresenta um método organizacional das funções propostas. Tem por objetivo mostrar para cada uma das funções elementares as possíveis soluções disponíveis dentro do contexto do projeto.

Nela foi descrito 4 (quatro) possíveis soluções, todas enumeradas com o propósito de facilitar o processo e melhorar a organização, conforme o Quadro 02.

Quadro 02 – Matriz Morfológica

FUNÇÃO GERAL	FUNÇÃO PARCIAL	FUNÇÃO ELEMENTAR	04 MANEIRAS				MELHORES CONFIGURAÇÃO			
			I	II	III	IV	I	II	III	IV
AJUSTABILIDADE	Altura em relação ao solo	Altura variando de uma cama até uma maca					1	2	3	4
	Posições de uso	Estágios de Operação					4	1	3	2

Fonte: Dados da pesquisa (2017).

Após a classificação das máquinas elaboradas na matriz morfológica, aplica-se um sistema de validação, onde elas são confrontadas com os requisitos do cliente e buscam confirmar sua funcionalidade. Essa ferramenta também conhecida como “passa não passa”, permite que sejam identificadas duas máquinas que atendam todas ou a grande maioria das necessidades coletadas do cliente (Quadro 03).

Quadro 03 – Matriz “Passa não Passa”

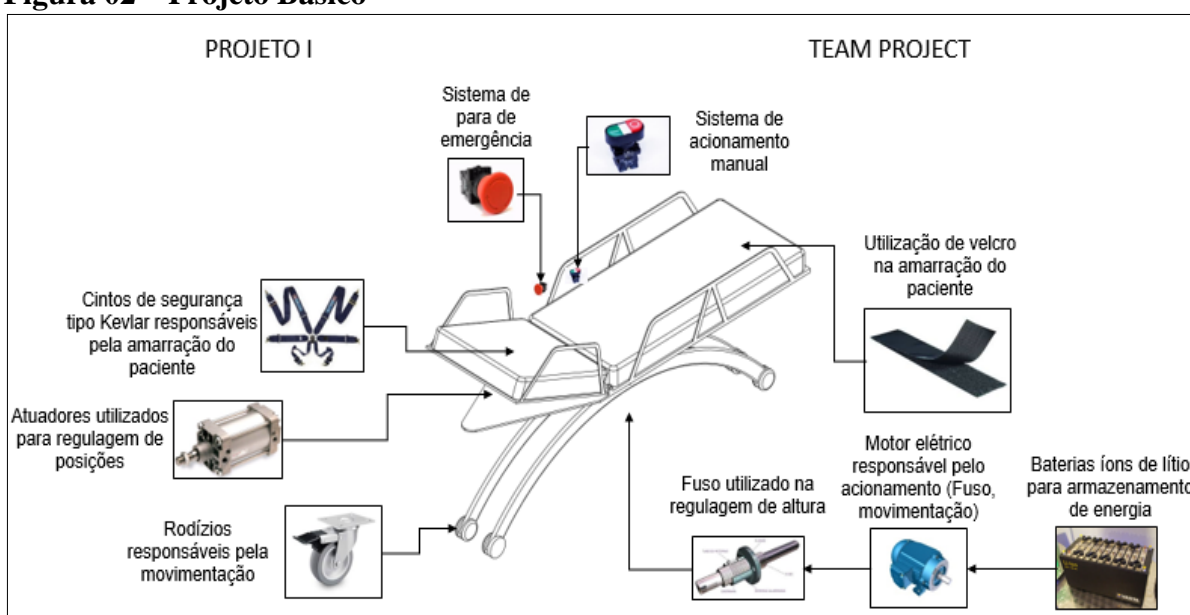
Necessidades do cliente	Opções			
	I	II	III	IV
Seja seguro	P	NP	P	NP
Facilite o trabalho do cuidador	P	NP	NP	NP
Que tenha cintos de proteção	NP	P	P	NP
Que deixe o paciente na vertical	P	P	NP	P
Passe pelas portas	P	P	P	P
Seja confortável	P	P	NP	NP

Regulagem de altura	P	P	P	P
Fácil de controlar	P	NP	NP	P
Auxilie no tratamento do paciente	P	P	P	P

Fonte: Dados da pesquisa (2017)

Já, no projeto básico com a utilização da matriz morfológica e “passa não passa” foi realizado o esboço de dois modelos preliminares de maca articulada. Cada uma com diferentes características foi apresentada ao cliente, após consenso ficou determinado que o equipamento número 1 (Um) seria escolhido para fabricação. Esse modelo conseguiu da melhor forma contemplar a solução para as necessidades, conforme Figura 02.

Figura 02 – Projeto Básico



Fonte: Dados da pesquisa (2017).

O cronograma contemplou todas as atividades realizadas pela equipe de projeto, com seus prazos definidos no início do projeto. Teve seu início no dia 31/07/2017 e foi finalizado no dia 13/11/2017. Levando em consideração o que foi descrito no cronograma, a matriz de responsabilidade, como o próprio nome já diz, determinou quem seria os responsáveis para cada atividade. Sendo elas: análise, execução e cooperação, conforme Quadro 4.

Quadro 04 – Cronograma e Matriz de Responsabilidades

PROJETO DE MÁQUINAS	DATA INICIO	DATA TERMINO	MATRIZ DE RESPONSABILIDADE		
			D: Danrlei/ G: Gian/ MP: Marlo/ MS: Matheus	ANALISE	EXECUÇÃO
	24/07/2017	04/12/2017			
1ª PARTE	31/07/2017	21/08/2017			
REQUISITOS DO CLIENTE	07/08/2017	14/08/2017	D;G;MP;MS	D;MP	D;G;MP;MS
REQUISITOS DO PROJETO	14/08/2017	14/08/2017	D;G;MP;MS	D;MP;MS	G
QFD - CASA DA FUNÇÃO QUALIDADE	14/08/2017	21/08/2017	D;G;MP;MS	D;G;MP;MS	D;MP;MS
ENTREGA N1.1 - AULA 04	21/08/2017	21/08/2017	D;G;MP;MS	G	MS;D;MP
2ª PARTE					
ESTRUTURA FUNCIONAL	21/08/2017	28/08/2017	D;G;MP;MS	D;MS	G
MATRIZ MORFOLÓGICA	28/08/2017	04/09/2017	D;G;MP;MS	D;G;MP;MS	D;G;MP;MS
MATRIZ PASSA NÃO PASSA	04/09/2017	11/09/2017	D;G;MP;MS	D;G;MP;MS	D;G;MP;MS
PROJETO BÁSICO	11/09/2017	18/09/2017	D;MP;MS	MS;D;MP	G
CRONOGRAMA	11/09/2017	18/09/2017	MP;MS;G	G	D
MATRIZ DE RESPONSABILIDADE	11/09/2017	18/09/2017	D;G;MP;MS	G	
ENTREGA N1.2 - AULA 08	11/09/2017	18/09/2017	D;G;MP;MS	G	MS;D;MP
3ª PARTE					
ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA COMERCIAL	18/09/2017	25/09/2017	MP;MS	D;G	MP
PROPOSTA COMERCIAL	25/09/2017	02/10/2017	D;G	MP;MS	D
ENTREGA DA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	02/10/2017	09/10/2017	D;G;MP;MS	D;G;MP;MS	MS
ENTREGA N1.3 - AULA	02/10/2017	09/10/2017	D;G;MP;MS	G	MS;D;MP
4ª PARTE					
PROJETO EXECUTIVO	09/10/2017	16/10/2017	D;G;MP;MS	MS;D	MP;G
MEMORIAL DE CÁLCULO	16/10/2017	23/10/2017	G;MP	D;MS	G
LISTA DE MATERIAIS	23/10/2017	30/10/2017	MS;D	MP	G
MANUAL DE MONTAGEM E OPERAÇÃO	30/10/2017	06/11/2017	G;MP	MS	D
ENTREGA ARTIGO - N2	06/11/2017	13/11/2017	D;G;MP;MS	D;G;MP;MS	
ENTREGA N2 - AULA	06/11/2017	13/11/2017	D;G;MP;MS	G	

Fonte: Dados da pesquisa (2017)

Nesta parte do projeto foi apresentado as diretrizes técnicas para a cotação do escopo da maça articulada. Nela apresentados para o cliente quais seriam as documentações fornecidas, os requisitos do projeto com normas e definições, requisitos gerais, características construtivas, referencias de instalações, e transporte sob responsabilidade do desenvolvedor do equipamento.

O levantamento da proposta comercial considerou o tempo gasto com engenharia, fabricação, montagem parcial, expedição e instalação. A partir destes levantamentos foi calculado o valor para cada etapa e ficou definido de o equipamento custaria para o cliente um total de R\$ 19.989,69 (Quadro 05).

Quadro 05 – Custos por produto

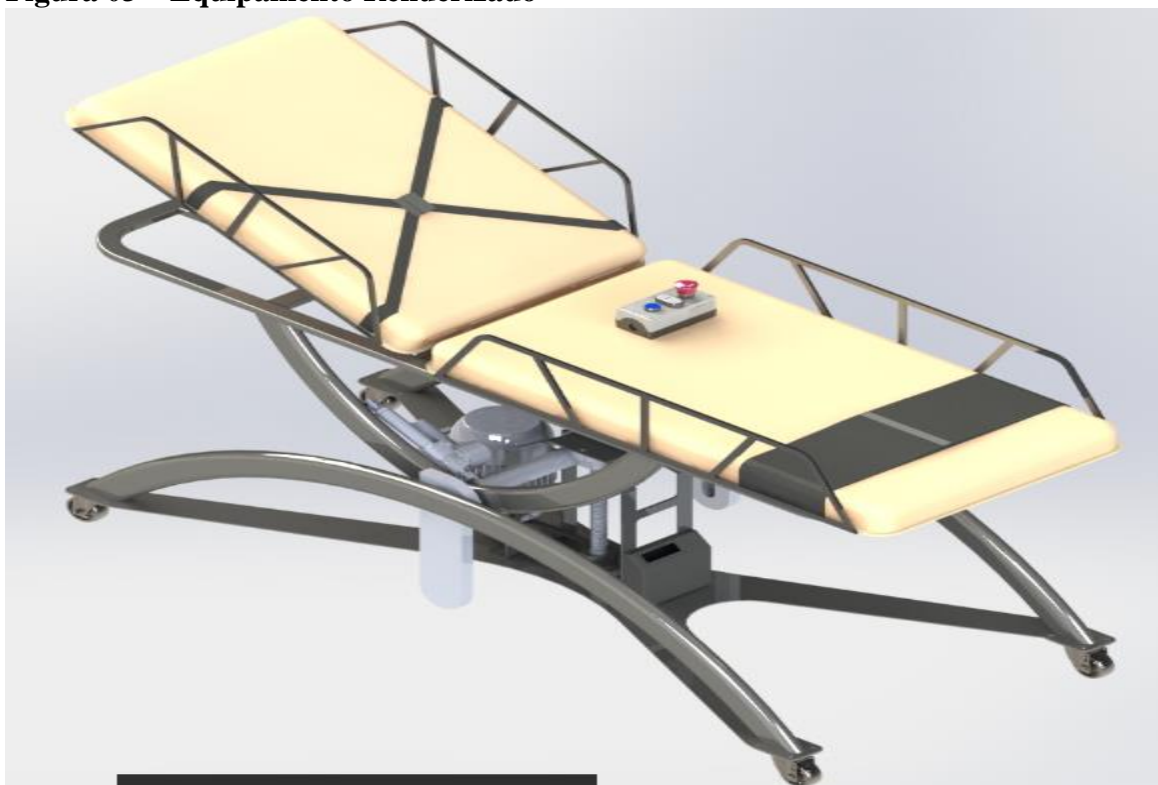
ITEM	SERVIÇO / PRODUTO	TEMPO DE ATUAÇÃO (Horas)	VALOR TOTAL
1	Vendas	4	-
2	Engenharia	216	R\$ 7819,20
3	Fabricação	80	R\$ 8472,21
4	Montagem parcial (módulos)	10	R\$ 289,60
5	Expedição	4	R\$ 144,00
6	Instalação	10	R\$ 360,20
Total			R\$ 17085,21
Total + tributação de 17,0%			R\$19989,69

Fonte: Dados da pesquisa (2017).

No desenvolvimento da proposta também foram determinados as condições de pagamento e os prazos para entrega da maca.

Com a aprovação da proposta comercial passamos para o desenvolvimento do projeto executivo, também considerado como desenho técnico completo (Figura 03). Assim, nesta etapa, para garantir a funcionalidade e qualidade do equipamento, faz-se necessário a utilização de cálculos para adequação e dimensionamento estrutural, sem deixar de atender exigências das normas técnicas. Alguns exemplos de cálculos estão citados na sequência da Figura 3.

Figura 03 – Equipamento Renderizado



Fonte: Dados da pesquisa (2017).

Com os dados calcula-se a área de secção:

$$A_s = \frac{\pi}{4} \left(\frac{d_2 + d_3}{2} \right)^2 \quad \Rightarrow \quad A_s = \frac{\pi}{4} \left(\frac{21.5 + 18.5}{2} \right)^2 \quad \Rightarrow \quad A_s = 314,16 \text{ mm}^2$$

Após calculado a área encontramos a tensão atuante:

$$\sigma = \frac{F}{A_s} \quad \Rightarrow \quad \sigma = \frac{(250 \times 9,81)}{314,16} \quad \Rightarrow \quad \sigma = 7,806 \text{ N/mm}^2$$

Abaixo é definido o torque (T) necessário para acionamento do fuso, considerando $\mu_{escora} = 0,2$ e $\mu_{colar} = 0,5$:

$$T = T_{giro} + T_{escora}$$

$$T_{giro} = F \times \frac{d^2}{2} \times tg(\alpha + \varphi) \quad \text{Para encontrar } \alpha \text{ e } \varphi, \text{ temos: } \alpha = \arctg\left(\frac{Z \times P}{\pi \times d^2}\right)$$

$$T_{giro} = (250 \times 9,81) \times \frac{21,5}{2} \times tg(4,23 + 11,30) \quad \alpha = \arctg\left(\frac{1 \times 5}{\pi \times 21,5}\right) = 4,23^\circ$$

$$T_{giro} = 7.326,35 \text{ Nmm}$$

$$\varphi = \arctg(\mu_{rosca})$$

$$\varphi = \arctg(0,2) = 11,30^\circ$$

Subsequentemente o detalhamento do projeto para fabricação inicia-se, à vista disso e é feito uma descrição precisa dos componentes que constituem o equipamento a ser construído, conforme o Quadro 06.

Quadro 06 – Lista de componentes

LISTA DE MATERIAIS	
Código	Descrição
1	Estrutura em Aço Inox AISI 304
2	Fuso de acionamento - Aço inox AISI 304
3	Correia sincronizadora - 1/2 in
4	Rodas dentadas - Passo 1/2 in
5	Parafusos Inox - Classe de resistência A2-70
6	Porcas Inox
7	Arruelas Inox
8	Motor elétrico - 0,12 kW - 220V
9	Atuador elétrico linear - LA28

Fonte: Dados da pesquisa (2017).

Após a conclusão do projeto do equipamento é desenvolvido os manuais que descrevem informações necessárias para montagem, conforme o Quadro 07, operação Quadro 08 e possíveis riscos quanto a utilização inadequada.

Tabela 07 – Manual de Montagem

PRINCIPAIS COMPONENTES	
01 – Estrutura	04 - Quadro de comando
02 – Colchão	05 – Acionamento
03 - Caixa de acionamentos	06 - Sistema de segurança

Fonte: Dados da pesquisa (2017)

Quadro 08 – Manual de Operação

Subir nível 02	Este comando serve para elevar a maca do nível 01 para o nível 02
Subir nível 03	Passa o equipamento para o nível 03
Descer nível 02	Ao detectar esta fala o equipamento retorna para o nível 02

Fonte: Dados da pesquisa (2017)

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pela facilidade de acesso à informação atualmente, o processo de desenvolvimento de um novo produto exige do criador conhecimentos razoáveis para discernir o que é útil ou não, por isso, a correta aplicação de métodos e práticas de estudo como ferramentas se torna indispensável para alcançar o sucesso.

Sustentados pela disciplina Projeto de Máquinas ministrada em sala e embasados em bibliografias da área, extraímos o conhecimento necessário para desenvolver o projeto proposto pelo cliente. Isso requisitou a criação de uma estrutura em cronograma, qual foi meticulosamente obedecido e nos permitiu controlar cada etapa para que nada passasse despercebido. Concomitante a isso, o objetivo de desenvolver uma máquina aplicando metodologias consistentes durante o processo foi alcançado, e como decorrência deste estudo entregamos um equipamento apto para satisfazer uma necessidade social.

O presente estudo, aqui concluído, nos possibilitou uma visão ampla do quão importante são atitudes simples do nosso dia-a-dia, como ficar em pé, para alguém que não tem essa oportunidade. Isso auxilia no tratamento do beneficiado, melhorando a circulação, digestão e outras atividades essenciais do nosso organismo. Proporciona também conforto e bem-estar há quem não está vivendo uma experiência agradável.

Sugerimos a quem interesse, o estudo de aprimoramento da Maca Articulada, de modo que se torne um equipamento mais acessível financeiramente, menos complexo estruturalmente ou mesmo que atenda alguma necessidade específica de um portador.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, DANIELA. **Requisitos do cliente**. Disponível em: <<http://certificacao.com.br/requisitos-cliente>>. Acesso em 29 de outubro de 2017.

AMARAL, D. C. *et al.* **Gestão de desenvolvimento de produtos**: Uma referência para a melhoria do processo. São Paulo: Editora Saraiva, 2006.

BACK, Nelson. **Metodologia de projeto de produto industriais**. Ed. Guanabara Dois, Rio de Janeiro, 1983.

BACK, Nelson. **Projeto integrado de produtos**: planejamento, concepção e modelagem. Barueri, SP: Manole, 2008.

BARBOSA, C; **O Projeto de Pesquisa**, [1990?]. Disponível em <http://www2.anhemi.br/html/ead01/met_pesq_cient_gastr/pdf/aula_06.pdf>. Acesso em 30 de Outubro de 2017.

BAXTER, M. **Projeto de Produto**: guia prático para o design de novos produtos. 2 Ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1998.

BAXTER, M. **Projeto de Produto**: guia prático para o design de novos produtos. 3 Ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2011.

BRASIL. **Manual brasileiro para cálculo de estruturas metálicas**. Brasília-DF, 1989.

CORAL, E. *et al.* **Gestão integrada da inovação**: estratégia, organização e desenvolvimento de produtos. São Paulo: Atlas, 2013.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GONZÁLEZ, Marco Aurélio Stumpf. **Noções de Orçamento e Planejamento de Obras**. São Leopoldo, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 2008.

NIEMANN, Gustav. **Elementos de máquinas** .1 Ed. São Paulo: Blucher, 2014.

MADUREIRA, O. M. **Metodologia do Projeto**: Planejamento, Execução e Gerenciamento. São Paulo: Edgard Blucher, 2010.

MENEZES, L. C. M. **Gestão de Projetos**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

MANUAL DE LEGISLAÇÃO ATLAS. **Segurança e medicina do trabalho**. 69ª Ed, São Paulo, Atlas, 2012.

MAXIMIANO, A. C. A. **Administração de Projetos**: como transformar ideias em resultados. 4 Ed. São Paulo: Altas, 2010.

OAKLAND. J. **Gerenciamento da qualidade total**. São Paulo: Nobel, 1994.

OGLIARI, A. *et al.* **Projeto integrado de produtos: planejamento, concepção e modelagem**. São Paulo: Manole, 2013.

PAHL, G and BEITZ, W. **Engineering Design**: A Systematic Approach. Springer Verlag, Berlin , 1988.

PAHL, G. *et al.* **Projeto na engenharia**: fundamentos do desenvolvimento eficaz de produtos; métodos de aplicações. São Paulo: Edgar Blucher, 2005.