



**Jones Michel de Souza**

**PROJETO CONCEITUAL DE UM CARRO PARA  
TRANSPORTE E ARMAZENAGEM DE BOMBAS D'ÁGUA**

**Horizontina**

**2012**

**Jones Michel de Souza**

**PROJETO CONCEITUAL DE UM CARRO PARA TRANSPORTE E  
ARMAZENAGEM DE BOMBAS D'ÁQUA**

Trabalho Final de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica, pelo Curso de Engenharia Mecânica da Faculdade Horizontina.

ORIENTADOR: Anderson Dal Molin, Me.

**Horizontina**

**2012**

**FAHOR - FACULDADE HORIZONTINA  
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA**

**A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a monografia:**

**“Projeto conceitual de um carro para transporte e armazenagem de bombas  
d’água”**

**Elaborada por:**

**Jones Michel de Souza**

Como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em  
Engenharia Mecânica

**Aprovado em: 12/12/2012  
Pela Comissão Examinadora**

---

**Me. Anderson Dal Molin  
Presidente da Comissão Examinadora - Orientador**

---

**Me. Cesar Antônio Mantovani  
FAHOR – Faculdade Horizontina**

---

**Dr. Ademar Michels  
FAHOR – Faculdade Horizontina**

**Horizontina  
2012**

## **DEDICATÓRIA**

Este trabalho é dedicado a minha mãe Jane, por manter presença constante na busca deste sonho que se torna realidade.

## **AGRADECIMENTO.**

Ao Prof. Anderson Dal Molim, pela compreensão, pela amizade e por ter disponibilizado seu tempo para exercer a orientação contribuindo para o resultado final obtido.

Ao Prof. Ricardo F. Severo, Prof. Cesar A. Mantovani, Prof. Edio Polacinski e ao colega Cesar G. dos Santos pelas observações construtivas e tempo dedicado.

A empresa Bombas Panorama Indústria e Comercio Ltda., em especial Valcir L. Lucas e Oldemar Webler. Sou grato também em particular aos profissionais que me auxiliaram além de suas obrigações.

A todos os demais professores que fizeram parte desta caminhada.

A todo o pessoal da FAHOR – Faculdade Horizontina, pela dedicação.

Aos avaliadores do projeto conceitual de um carro para transporte e armazenagem de bombas d'água, pelas contribuições que foram feitas.

E por fim e, muito importante, a Deus e toda a minha família, que compreenderam a minha ausência e me deram forças, em especial a Jane, Valmir, Solange, Honorina, Olindolfo, Elemar, Thais e Círio.

“Um caminho de mil milhas começa com um passo”.

(Benjamin Franklin)

## RESUMO

Neste estudo desenvolve-se o Projeto conceitual de um carro para transporte e armazenagem de bombas d'água na empresa Bombas Panorama Ind. E Com. Ltda., situada na cidade de Pinhais no estado do Paraná. Definido como uma das fases iniciais de projeto de um produto este estudo foi desenvolvido a partir de uma pesquisa bibliográfica sobre equipamentos de transporte e armazenagem industrial onde utilizando-se da metodologia de projeto de produto identificou-se as características necessárias para definir um veículo que atenda a necessidade da empresa. Como principal resultado apresenta-se a concepção final do veículo para transporte e armazenagem das bombas d'água onde pode-se observar que os objetivos da pesquisa foram alcançados.

Palavras-chaves:

Veículo de Transporte e Armazenagem – Projeto de Produto (PDP) – Bombas d'água.

## **ABSTRACT**

This study develops the conceptual project of a vehicle for transportation and storage of water pumps at the company Bombas Panorama Ind. E Com. Ltda, located in the city of Pinhais in the state of Paraná. Defined as one of the early project phases of a product, this study was developed from a literature research about transportation equipments and industrial storage where using the methodology of the product project, we identified the necessary characteristics to define a vehicle that fits the need of the company. . As the main result presents the final conception of the vehicle for transportation and storage of water pumps where one can observe that the research objectives were achieved.

Keywords:

Vehicle of Transportation and Storage - Product Project (PDP) - Water pumps.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Para empurrar e puxar deve-se usar o peso do corpo a favor do movimento.. .....	20
Figura 2: Desenho recomendado de pegas para empurrar e puxar carrinhos.....	21
Figura 3: Etapas da fase de Projeto Informacional.....	23
Figura 4: Etapas da fase de Projeto Conceitual. ....	25
Figura 5: Etapas da fase de Projeto Detalhado.....	28
Figura 6: Sequência de etapas de processo. ....	30
Figura 7: Atributos gerais. ....	36
Figura 8: Atributos específicos.....	37
Figura 9: Matriz da casa da qualidade .....	41
Figura 10: Função global. ....	44
Figura 11: Desdobramento da função global. ....	44
Figura 12: Árvore de funções.....	45
Figura 13: Concepção final. ....	50
Figura 14: Concepção final parte estrutural. ....	51
Figura 15: Concepção final em simulação de uso.....	51

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Produtos semelhantes existentes no mercado. ....	32
Quadro 2 - Ciclo de vida. ....	33
Quadro 3 - Relação do ciclo de vida com seus clientes. ....	33
Quadro 4 - Desdobramento das necessidades dos clientes em requisitos dos clientes. ....	34
Quadro 5 - Relação do ciclo de vida com os requisitos dos clientes. ....	35
Quadro 6 - Enumeração dos requisitos de clientes. ....	38
Quadro 7 – Diagrama de Mudge. ....	39
Quadro 8 - Hierarquização dos requisitos de clientes. ....	40
Quadro 9 - Especificações de projeto do terço superior considerado com telhado. ....	42
Quadro 10 - Especificações de projeto do terço médio considerado com telhado. ....	42
Quadro 11 - Especificações de projeto do terço inferior considerado com telhado. ....	43
Quadro 12 - Matriz morfológica. ....	46
Quadro 13 - Alternativas de soluções. ....	48
Quadro 14 - Matriz de seleção e avaliação. ....	49

# SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	<b>14</b>
2.1 MOVIMENTAÇÃO E ARMAZENAGEM .....	14
2.2 VEÍCULOS INDUSTRIAIS .....	14
2.2.1 VANTAGENS E LIMITAÇÕES DOS VEÍCULOS INDUSTRIAIS.....	15
2.3 EQUIPAMENTOS PARA ELEVAÇÃO E TRANSFERÊNCIA .....	16
2.3.1 VANTAGENS E LIMITAÇÕES DOS EQUIPAMENTOS PARA ELEVAÇÃO E TRANSFERÊNCIA .....	16
2.4 EMBALAGENS, RECIPIENTES E UNITIZADORES .....	17
2.4.1 VANTAGENS E LIMITAÇÕES DAS EMBALAGENS, RECIPIENTES E UNITIZADORES.....	18
2.5 ERGONOMIA .....	18
2.5.1 MOVIMENTAÇÃO DE CARGA MANUAL.....	19
2.5.2 RECOMENDAÇÕES DE ERGONOMIA PARA CARRINHOS.....	19
2.6 PROJETO DE PRODUTO .....	21
2.6.1 PROJETO INFORMACIONAL.....	22
2.6.2 PROJETO CONCEITUAL .....	24
2.6.3 PROJETO DETALHADO .....	27
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	<b>30</b>
3.1 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS .....	30
3.2 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS .....	31
<b>4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS</b> .....	<b>32</b>
4.1 PROJETO INFORMACIONAL .....	32
4.1.1 PESQUISAR INFORMAÇÕES SOBRE O TEMA DO PROJETO.....	32
4.1.2 IDENTIFICAR AS NECESSIDADES DOS CLIENTES DO PROJETO .....	33
4.1.3 ESTABELECEER OS REQUISITOS DOS CLIENTES.....	34
4.1.4 ESTABELECEER OS REQUISITOS DO PROJETO .....	35
4.1.5 HIERARQUIZAR OS REQUISITOS DO PROJETO .....	37
4.1.6 ESTABELECEER AS ESPECIFICAÇÕES DO PROJETO.....	41
4.2 PROJETO CONCEITUAL .....	43
4.2.1 VERIFICAR O ESCOPO DO PROBLEMA.....	43
4.2.2 ESTABELECEER A ESTRUTURA FUNCIONAL.....	43
4.2.3 PESQUISAR POR PRINCÍPIOS DE SOLUÇÃO .....	45
4.2.4 COMBINAR PRINCÍPIOS DE SOLUÇÃO .....	47

4.2.5 SELECIONAR COMBINAÇÕES E AVALIAR CONCEPÇÕES .....	48
4.3 CONCEITO DE CONCEPÇÃO FINAL .....	50
<b>5 CONCLUSÕES .....</b>	<b>53</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>54</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O projeto conceitual do carro para movimentação e armazenagem de bombas d'água foi desenvolvido na empresa Bombas Panorama Ind. E Com. Ltda., situada na cidade de Pinhais no estado do Paraná.

Atualmente após a fabricação, montagem e teste, a bomba d'água é embalada sobre o piso da empresa. Posteriormente a bomba d'água embalada é elevada e transportada do piso da empresa até o ponto onde a embalagem será plastificada para armazenamento. E após ordem de venda a bomba d'água é elevada e transportada do piso da empresa até o caminhão.

A empresa atualmente executa um trabalho individual e manual para fazer a movimentação das bombas d'água na fábrica, o armazenamento e o transporte do produto acabado. Com o crescimento de 600 bombas d'água mensais para 1440 bombas d'água produzidas pela empresa em estudo, consumindo em média 72 horas mensais de mão de obra especializada para realizar a movimentação, ficou mais evidente a necessidade de busca por melhorias.

Uma das grandes preocupações, além da satisfação dos clientes com os produtos e o retorno financeiro ao empresário, é a satisfação por parte dos funcionários e sua respectiva integridade.

A implantação de carro de transporte e armazenagem de bombas d'água na empresa em estudo tem por função preservar a integridade dos funcionários, diminuir o desgaste físico e diminuir o tempo gasto com a movimentação.

Esse projeto é importante para o processo produtivo da empresa, pois o tempo gasto pelo funcionário implica em custo e capacidade de produção e isto implica no preço do produto podendo ou não tornar a empresa competitiva no mercado com destaque no custo do produto final e tempo de entrega deste produto após solicitação.

Justifica-se este estudo pelo fato de todas as etapas supracitadas serem realizadas individual e manualmente, o que além de ser ergonomicamente incorreto demanda atualmente 72 horas mensais de mão de obra especializada.

O projeto vai contribuir, pois vai atender a uma demanda existente na empresa, bem como, para o meio acadêmico, onde serão demonstrados os conhecimentos da Engenharia Mecânica nas mais diversas áreas, tais como, projeto

de produto, materiais de construção mecânica, desenho, processos de fabricação, entre outras.

Dessa forma, esse projeto pretende responder a seguinte questão:

Como desenvolver o Projeto conceitual de um carro para transporte e armazenagem para uma empresa de bombas d'água?

O objetivo geral deste trabalho é desenvolver um projeto conceitual de um carro de transporte e armazenagem para uma empresa de bombas d'água.

Destacam-se os objetivos específicos a seguir:

- Utilizar a metodologia de projeto de produto;
- Realizar pesquisa bibliográfica sobre equipamentos de transporte e armazenagem industrial;
- Identificar as características necessárias do carro para que atenda a necessidade da empresa.

Dessa forma o carro de transporte e armazenagem proposto neste trabalho terá por função preservar a integridade física oferecendo mais segurança e diminuindo o desgaste físico para o funcionário, pois não será necessário abaixar-se até o nível do piso para levantar a embalagem com a bomba d'água dentro. Também diminui o tempo de trabalho utilizado para transportar as bombas d'água, pois em vez de carregar uma a duas bombas por vez agora vai transportar uma quantidade maior de bombas em uma única vez. Também vai diminuir a quantidade de vezes que as bombas mudam de um lugar para outro, pois agora vão ficar somente no carro que também tem função de armazenagem até o momento de colocar no caminhão.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

Na revisão de literatura será abordado o que se conhece sobre o tema do trabalho e quais os autores que descreveram sobre o assunto.

### 2.1 MOVIMENTAÇÃO E ARMAZENAGEM

Há centenas de tipos e modelos de equipamentos de transporte e armazenagem de materiais disponíveis no mercado e, mais tipos sendo introduzido continuamente o que dificulta sua seleção. Portanto, para ser um profundo conhecedor desse assunto é necessário estudo contínuo (WOLFF, 2011).

Segundo Medeiros, Silva e Moura (2008), atualmente as empresas se especializam cada vez mais no controle das atividades destinadas aos processos de armazenamento dos produtos; seguindo procedimentos para otimizar todos os processos de armazenagem, utilizando sistema de Gerenciamento de armazéns, equipamentos de transportes e estruturas de verticalizações.

“Sabe-se que a maioria dos tipos de equipamentos de movimentação de materiais possui vantagens comuns, tais como: a) Redução do esforço físico do homem; b) Movimentação mais segura, sem acidentes e danos aos materiais e às pessoas; c) Redução do custo de movimentação de materiais; d) Aumento de produção e capacidade de estocagem; e, e) Redução de área” (WOLF, 2011, p. 46).

Para Dul e Weerdmeester (2004), os sistemas de produção devem ser projetados para uso de equipamentos mecânicos, a fim de aliviar o trabalho manual de movimentação de cargas.

O conceito de equipamento mecânico aqui é bastante amplo. Abrange qualquer tipo de artefato usado pelo homem para realizar um trabalho ou melhorar o seu desempenho. Portanto, pode ser um simples lápis ou chave de fenda, até complexos computadores e aeronaves (IIDA, 2005).

### 2.2 VEÍCULOS INDUSTRIAIS

São equipamentos motorizados, ou não, equipados com ou sem rodas e empregados para mover cargas mistas ou uniformes, em caminhos variáveis com superfície e espaço apropriado, onde a função primária é manobrar e transportar. Exemplos: carrinhos industriais; empilhadeiras; rebocadores; autocarrinhos (WOLFF, 2011).

Os veículos industriais segundo Wolff (2011) podem ser classificados de acordo com três critérios:

- Fonte de energia: manual; elétrica; combustão interna (gasolina, diesel, ou gás liquefeito (GLP));
- Modo de controle: controlado por operador (sentado ou em pé); controlado por pedestre; sem operador (indução magnética, controle remoto ou navegação a laser);
- Modo de deslocamento e repuxo: unidirecional; bidirecional; multidirecional; deslocamento dirigido; repuxo lateral; repuxo frontal lateral.

Veículos industriais são utilizados tanto no processo de produção como no de armazenagem para não só transportar cargas, mas também colocá-las em posição conveniente para alimentar máquinas (na horizontal) ou empilhá-los (na vertical). São utilizados em locais onde o fluxo, seja por volume, seja por apresentar muitos cruzamentos, desaconselhe o uso de transportadores contínuos, que costumam ser, por outro lado, menos versáteis quanto ao tipo de carga (WOLFF, 2011).

Os veículos industriais também são mais flexíveis, em termos de ocupação de espaço, que os equipamentos suspensos, tendo também, em certas aplicações, maior rapidez. Sua principal virtude é a flexibilidade de percurso e de pontos de carga/descarga. Podem requerer ou não equipamento auxiliar para carga/descarga, conforme o tipo de equipamento e cuidados devido à carga (WOLFF, 2011).

### **2.2.1 Vantagens e limitações dos veículos industriais**

De acordo com Wolff (2011), além das vantagens comuns a todos os equipamentos de manipulação de materiais temos as vantagens específicas aos veículos industriais que são:

- Em geral, autocarregamento e transporte combinado em um único equipamento;
- Flexíveis quanto ao percurso e aos pontos de carga/descarga;
- Podem transportar cargas de peso e formas variáveis, bastando para isso que estas estejam em bases adequadas;
- Facilidade para manobrar e posicionar a carga;



As principais limitações dos veículos industriais segundo Wolff (2011) são:

- Requerem espaços para corredores e manobras;
- Na maioria das operações, sua eficiência depende da habilidade do operador;
- Geralmente requerem superfície de rolamento adequada, com planicidade e resistência mecânica;
- Costumam perder eficiência em áreas congestionadas.

### 2.3 EQUIPAMENTOS PARA ELEVAÇÃO E TRANSFERÊNCIA

São equipamentos aéreos ou elevados utilizados para movimentar cargas variadas, intermitentemente, entre determinados pontos dentro de uma área limitada pelos trilhos de apoio e guias, onde a função primária é a transferência. Exemplos: pontes-rolantes; guindastes; guindastes giratórios; elevadores; talhas (WOLFF, 2011).

Para Fiesp (2012), são equipamentos destinados a mover cargas variadas para qualquer ponto dentro de uma área fixa, onde a função principal é transferir, sendo utilizados principalmente para materiais pesados e volumosos, em curtas distâncias dentro de uma fábrica. Tendo como destaque: talhas; guindastes fixos; pontes rolantes; pórticos; semi-pórticos.

São aplicados onde se deseja transferir materiais pesados e volumosos, em curtas distâncias, dentro de fábricas, para carregamento de veículos de transporte em empresas ou armazéns. Sua função básica é de transferência em curtas distâncias, sendo sua característica mais importante a de não ocupar espaço significativo no piso, seja com suas estruturas, seja na operação de transferência, liberando-o para outros usos (WOLFF, 2011).

#### 2.3.1 Vantagens e limitações dos equipamentos para elevação e transferência

De acordo com Wolff (2011), além das vantagens comuns a todos os equipamentos de manipulação de materiais temos as vantagens específicas aos equipamentos de elevação e transferência que são:

- Em geral, grande capacidade de elevação e transferência;
- Ocupam reduzido espaço no piso;

- Versáteis quanto ao tipo de material, por sua grande variedade de acessórios ganchos, garras, caçambas, e outros;
- Grande fluxo, desde que a carga unitária seja de grande volume e peso.

As principais limitações dos equipamentos de elevação e transferência segundo Wolff (2011) são:

- São geralmente caros;
- Raio de ação limitado;
- Tipos de maior capacidade requerem estruturas ou pisos reforçados;
- Baixo fluxo de movimentação em termos de unidades/hora para aplicações em fluxo contínuo;
- Capacidade de carga limitada ao momento de transporte (carga x distância).

## 2.4 EMBALAGENS, RECIPIENTES E UNITIZADORES

Unitizar uma carga significa agrupar volumes, tendo como principal objetivo a facilitação no manuseio, movimentação, armazenagem e transporte da carga Wolff (2011). Acrescenta também Fiesp (2012) que unitizar corresponde à alocação de um conjunto de mercadorias em uma única unidade com dimensões padronizadas para uso mecanizado.

Embalar um produto é dar-lhe forma para sua apresentação, proteção, movimentação e utilização, a fim de que possa ser comercializado e manipulado durante todo o seu ciclo de vida. A embalagem precisa ser idealizada, levando-se em conta que uma mercadoria, normalmente, passa por três fases de manuseio: No local da produção, quando será embalada e armazenada; No transporte, quando sofrerá os efeitos do seu deslocamento de um ponto a outro, incluindo os transbordos; No seu destino final, quando terá outras manipulações. (FIESP, 2012).

Recipientes apresentam dupla característica de embalagem: estocagem e movimentação de materiais. Trata-se de recipientes abertos que permitem ou facilitam os deslocamentos, em distâncias pequenas, dos materiais, produtos ou peças soltas no interior da fábrica. (WOLFF, 2011).

### 2.4.1 Vantagens e limitações das embalagens, recipientes e unitizadores

Para Wolff (2011), além das vantagens comuns a todos os equipamentos de manipulação de materiais temos as vantagens específicas as embalagens, recipientes e unitizadores que são:

- São de uso repetitivo;
- Constituem uma base para o sistema de movimentação e armazenagem;
- Reduzem a movimentação de itens individuais;
- Reduzem tempo de carga e descarga;
- Eliminam ou simplificam a embalagem unitária;
- Permitem estocagem uniforme.

As principais limitações das embalagens, recipientes e unitizadores segundo Wolff (2011) são:

- Padronização dimensional;
- Requerem (em geral) meios mecânicos para movimentação;
- Retorno ou estocagem dos recipientes vazios; Tara (peso da embalagem de uma mercadoria, ou do veículo que a transporta, e que, somado ao desta, forma o peso bruto);
- Espaços perdidos, comparando com os métodos convencionais.

## 2.5 ERGONOMIA

Existem diversas definições de ergonomia. Mas todas procuram ressaltar o caráter interdisciplinar e o objeto de seu estudo, que é a interação entre o homem e o trabalho, no sistema homem - máquina - ambiente. Ou, mais precisamente, as interfaces desse sistema, onde ocorrem trocas de informação e energias entre o homem, máquinas e ambiente, resultando na realização do trabalho (IIDA, 2005).

Resumidamente para Dul e Weerdmeester (2004), pode-se dizer que a ergonomia é uma ciência aplicada ao projeto de máquinas, equipamentos, sistemas e tarefas, com o objetivo de melhorar a segurança, saúde, conforto e eficiência no trabalho.

### **2.5.1 Movimentação de carga manual**

A carga provoca dois tipos de reações corporais. Em primeiro lugar, o aumento de peso provoca uma sobrecarga fisiológica nos músculos da coluna e dos membros inferiores. Segundo, o contato entre a carga e o corpo pode provocar estresse postural. As duas causas podem provocar desconforto, fadiga e dores. O segundo ponto é estudado pela ergonomia, com o objetivo de projetar métodos mais eficientes para o transporte de cargas, reduzindo os gastos energéticos e os problemas músculo – esqueléticos (IIDA, 2005).

Para Dul e Weerdmeester (2004), se o levantamento manual de cargas até 23 kg for inevitável, é necessário criar condições favoráveis para essa tarefa:

- É necessário manter a carga próxima do corpo;
- A carga deve estar colocada sobre uma bancada de 75 cm de altura, aproximadamente, antes de começar o levantamento;
- O deslocamento vertical da carga não deve exceder 25 cm;
- Deve ser possível segurar a carga com as duas mãos;
- A carga deve ser provida de alças ou furos laterais para encaixe dos dedos;
- Deve possibilitar a escolha da postura para o levantamento;
- O tronco não deve ficar torcido durante o levantamento;
- A frequência dos levantamentos não deve ser superior a um por minuto;
- A duração do levantamento não deve ser maior que uma hora.

### **2.5.2 Recomendações de ergonomia para carrinhos**

Tanto o autor lida (2005) quanto Dul e Weerdmeester (2004) demonstram na literatura a questão da capacidade de puxar ou empurrar o carrinho de uma forma semelhante.

Para puxar ou empurrar, a força exercida não deve ultrapassar 200 N. Para movimentos com duração superior a um minuto, a força permitida cai para 100 N. Na prática isso significa que carrinhos com peso total superior a 700 Kg, não devem ser movimentados manualmente. Naturalmente esse limite pode variar em função de alguns fatores (DUL e WEERDMEESTER, 2004).

A capacidade para empurrar e puxar depende de diversos fatores como a postura, dimensões antropométricas, sexo, atrito entre o sapato e o chão e outros. Em geral, as forças máximas para empurrar e puxar, para homens, oscila entre 200 a 300N e as mulheres apresentam 40 a 60% dessa capacidade. Se for usado o peso do corpo e a força dos ombros para empurrar, conseguem – se valores até 500N (IIDA, 2005).

“Para puxar ou empurrar a distancia entre o pé mais afastado e as mãos devem ser 120 cm, no mínimo. Para puxar, deve existir um espaço sob o carrinho para que os pés fiquem na projeção vertical das mãos” (DUL e WEERDMEESTER, 2004, p. 36). Figura 1.

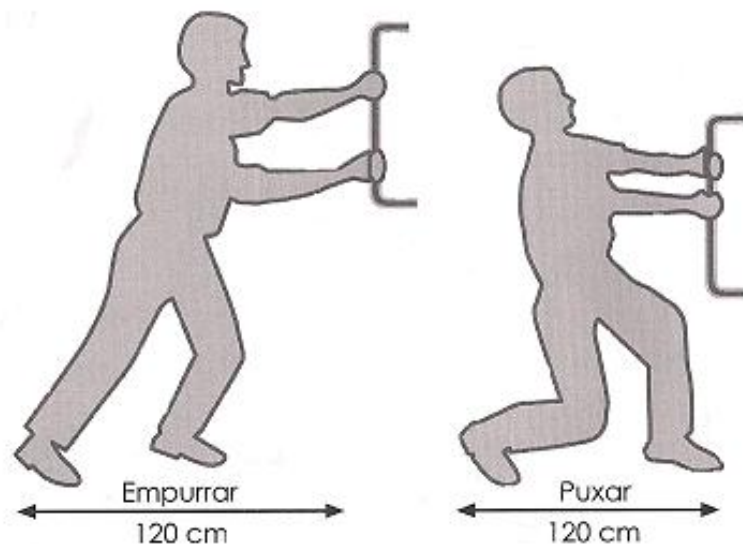


Figura 1: Para empurrar e puxar deve-se usar o peso do corpo a favor do movimento. Fonte: Dul e Weerdmeester, 2004, p 36.

De acordo com Dul e Weerdmeester (2004), o carrinho deve:

- Ter pegas em forma de barras, de modo que as duas mãos possam ser utilizadas para transmitir forças. A Figura 2 apresenta as dimensões. As pegas devem ser cilíndricas, com diâmetro de 3 cm e comprimento de 30 cm ou mais. As pegas verticais devem situar-se entre 90 a 120 cm do piso, para permitir uma boa postura tanto para puxar, como para empurrar;

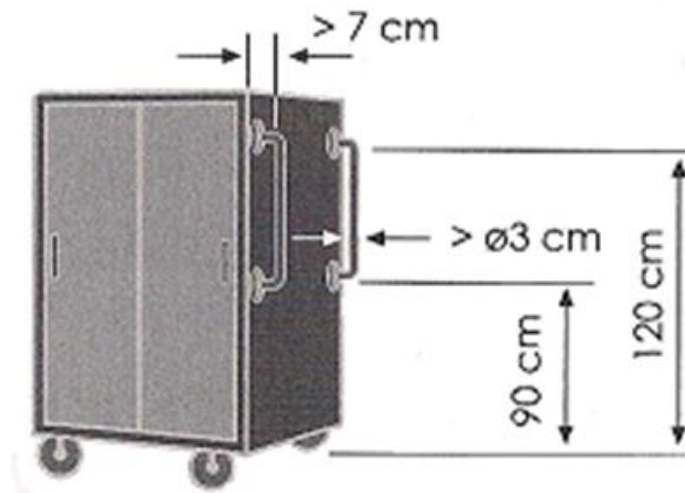


Figura 2: Desenho recomendado de pegas para empurrar e puxar carrinhos. Fonte: Dul e Weerdmeester, 2004, p 37.

- Ter rodas grandes e largas para trafegar em pisos irregulares. Duas rodas devem ser colocadas do lado que será exercida a força de puxar e empurrar. A colocação de quatro rodas giratórias não é aconselhável, pois torna a trajetória do carrinho muito instável. A altura total do carrinho, quando carregado, não deve exceder a 130 cm, para que a maioria das pessoas possa enxergar sobre o mesmo;
- Ter pegas horizontais para que possa ser erguido no caso do piso não ser duro, ter depressões ou desníveis, como degraus e meios-fios. Outra solução será uma rampa. Se o piso estiver de acordo é dispensado o uso de pegas horizontais.

## 2.6 PROJETO DE PRODUTO

Romano (2003) destaca a importância da execução do processo de desenvolvimento do produto com o uso de métodos que sistematizem o processo, de modo a se obter resultados desejáveis, principalmente quando se refere à complexidade do produto e pela interação usuário-máquina-ambiente, que exige, por um lado, preocupações absolutamente indispensáveis para a segurança do homem e do ambiente durante o ciclo de vida da máquina, e por outro, desempenho funcional satisfatório na realização da operação.

Conforme Ogliari e Ferreira apud Mantovani (2011) a denominar o modelo de fases de modelo consensual que é composto de quatro fases: projeto informacional, projeto conceitual, projeto preliminar e projeto detalhado, porém, com

os constantes avanços na área dos projetos assistidos por computador, levou Amaral et al. apud Mantovani (2011) a juntar à fase de Projeto Preliminar a fase de Projeto Detalhado.

### **2.6.1 Projeto Informativo**

O objetivo desta fase é, a partir das informações levantadas no planejamento e em outras fontes, desenvolver um conjunto de informações, o mais completo possível, chamado de especificações meta do produto. Também é importante ressaltar que a definição inadequada dessas informações iniciais poderá causar uma consequência de decisões que fará emergir uma solução para um problema diferente daquele que se deseja (AMARAL et al. 2006).

Nesta fase evolui-se das necessidades dos clientes até as especificações do projeto. Apresentando um fluxograma com o resumo das tarefas e ferramentas na Figura 3 (MANTOVANI, 2011).

Na sequência descrevem-se sucintamente as principais etapas do fluxograma de Projeto de Produto da fase Informativa:

Pesquisar informações sobre o tema do projeto: Inicialmente, busca-se a familiarização com o problema que vai ser resolvido, além das informações técnicas e econômicas, deverá ser considerada os aspectos relacionados aos componentes, materiais, fornecedores, essas informações podem ser coletadas através da procura de tecnologias e métodos de fabricação disponíveis; pode ser também através da procura de patentes sobre o produto que vai ser projetado; e ainda através das informações conseguidas através da pesquisa de produtos similares. Após essa etapa é determinado ciclo de vida do produto que fornece uma descrição da história do produto, descrevendo os estágios pelos quais irá passar (AMARAL et al. 2006);

Identificar as necessidades dos clientes do projeto: Conforme Amaral et al. (2006) as necessidades dos clientes são dados originais gerados através dos desejos dos clientes, que podem ser redundantes e representar características dos produtos;

Estabelecer os requisitos dos clientes: As necessidades dos clientes levantadas na etapa anterior, não podem ser empregadas diretamente no desenvolvimento do produto. Conforme se sabe, as necessidades são expressas de forma subjetiva, de difícil aproveitamento no projeto, portanto, precisam ser traduzidas para a linguagem de engenharia (MANTOVANI, 2011);

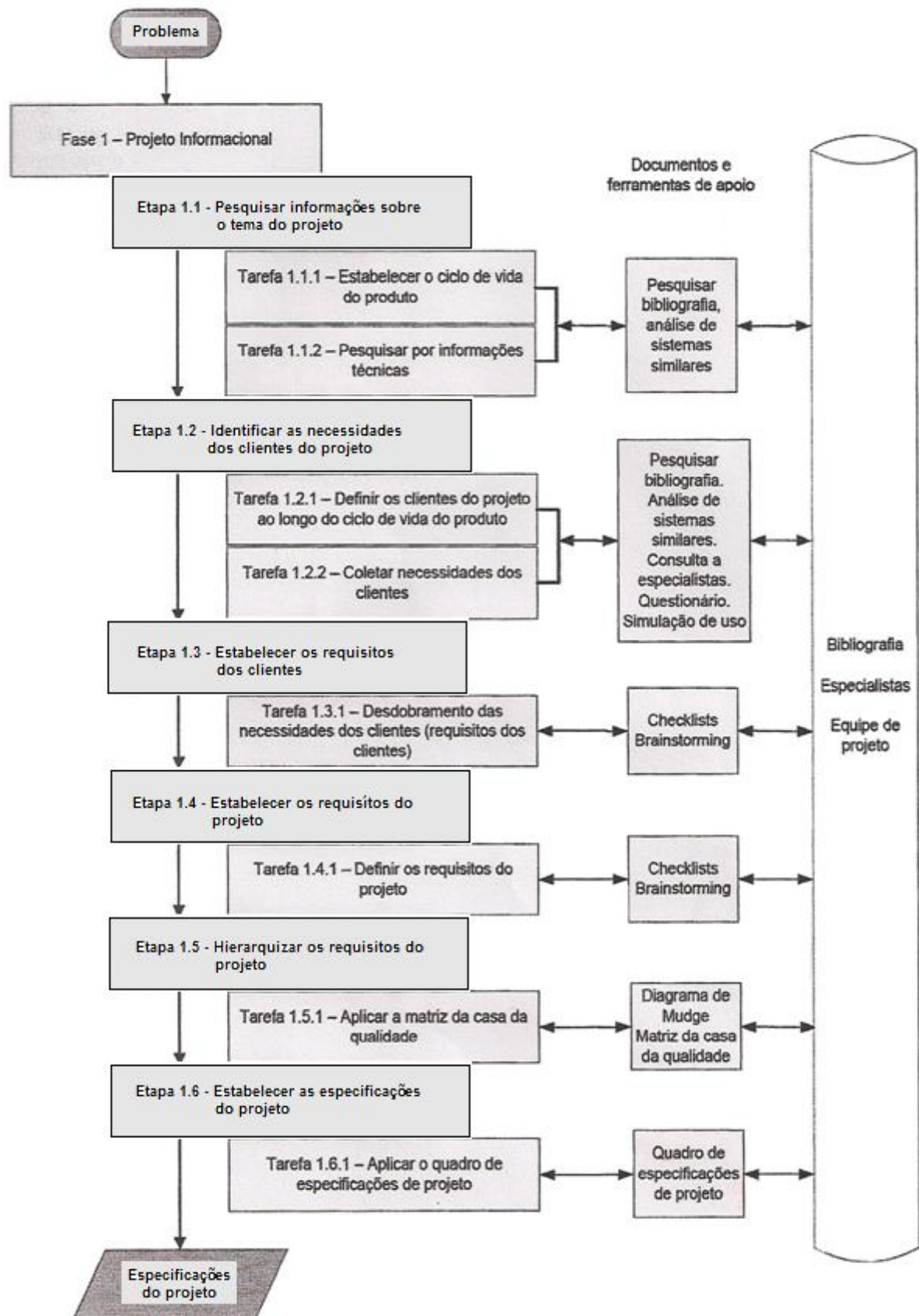


Figura 3: Etapas da fase de Projeto Informacional. Fonte: Mantovani apud Reis, 2011, p. 5.



Estabelecer os requisitos do projeto: sugere que esses requisitos devem ser estabelecidos através das características que o produto deve atender, desdobrados a partir dos requisitos dos clientes (AMARAL et al. 2006);

Hierarquizar os requisitos do projeto: Esta etapa consiste na aplicação do diagrama de mudge e matriz da casa da qualidade. Segundo Mantovani (2011) a matriz da casa da qualidade é uma ferramenta que auxilia a transformação das necessidades dos clientes em características mensuráveis, que ao serem incorporadas no projeto constituem - se nos requisitos de qualidade (requisitos de projeto obtidos visando á qualidade);

Estabelecer as especificações do projeto: Conforme Mantovani (2011) a tarefa principal dessa etapa é aplicar o quadro de especificações de projeto aos requisitos, obtendo assim as especificações do projeto. O quadro de especificações de projeto nada mais é do que o local onde aos requisitos de projeto são associadas mais três informações, conforme sugere Mantovani apud Fonseca (2011): a) meta a ser atingida pelo requisito expressa quantitativamente; b) forma de avaliação da meta estabelecida a fim de verificar o seu cumprimento; e c) aspectos que devem ser evitados durante a implementação do requisito.

### **2.6.2 Projeto conceitual**

A fase de projeto conceitual, as atividades estão relacionadas com a busca, criação, representação e seleção de soluções para o problema do projeto (AMARAL et al. 2006).

“A busca por soluções já existentes pode ser feita pela observação de produtos concorrentes ou similares descritos em livros, artigos, catálogos e bases de dados de patentes, ou ate mesmo por benchmarking. O processo de criação de soluções é livre de restrições, porém direcionado pelas necessidades, requisitos e especificações de projeto do produto, e auxiliado por métodos de criatividade. A representação das soluções pode ser feita por meio de esquemas, croquis e desenhos que podem ser manuais ou computacionais, e é muitas vezes realizada em conjunto com a criação. A seleção de soluções é feita com base em métodos apropriados que se apoiam as necessidades ou requisitos previamente definidos” (AMARAL et al., 2006, p.236).

Segundo Mantovani (2011), o projeto conceitual parte de um campo abstrato, análise funcional, decomposição e chega à composição, síntese das

soluções, resultado mais próximo do campo concreto. Apresentando um fluxograma com o resumo das tarefas e ferramentas na Figura 4.

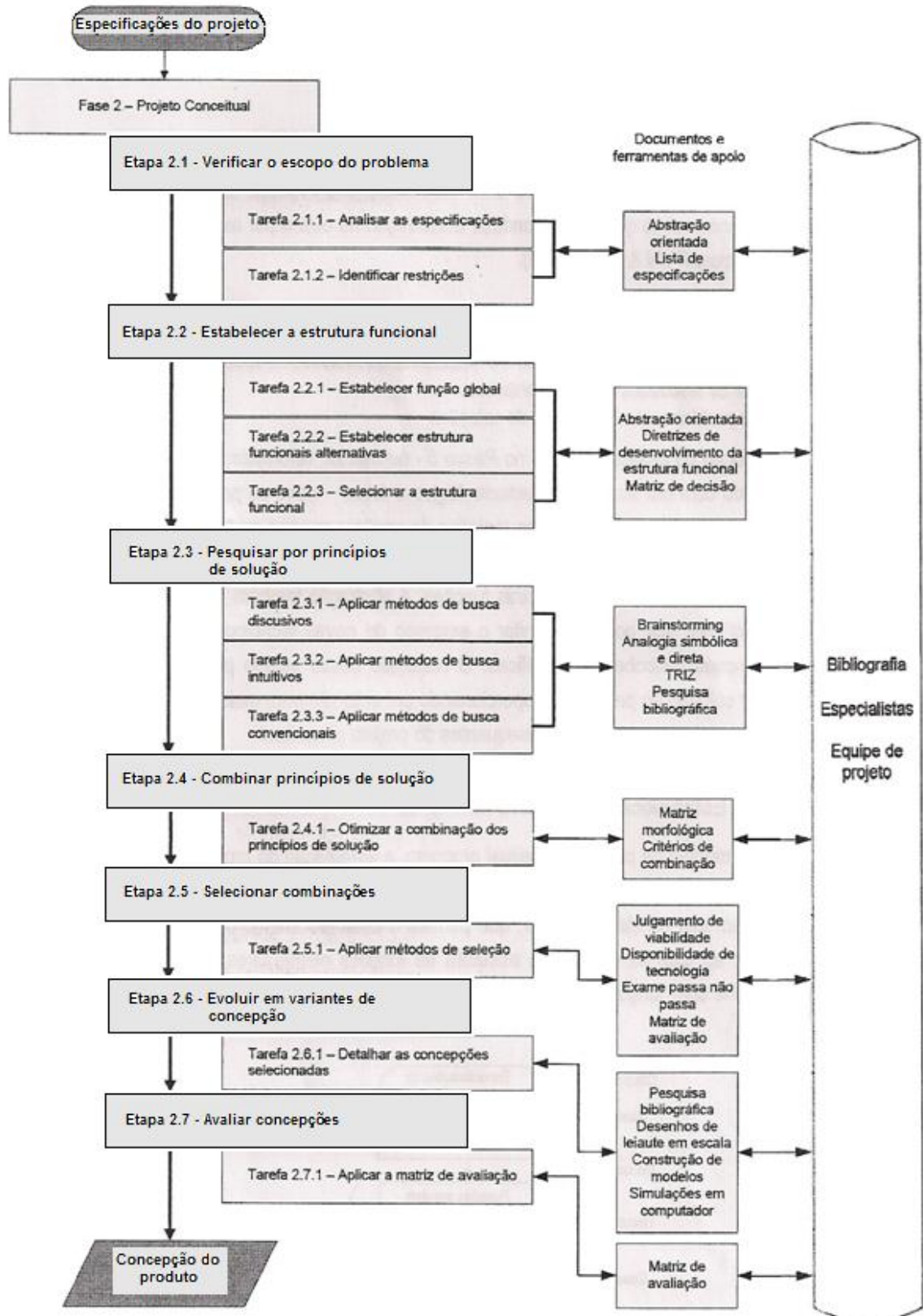


Figura 4: Etapas da fase de Projeto Conceitual. Fonte: Mantovani apud Reis, 2011, p. 13.

Na sequência descrevem-se sucintamente as principais etapas do fluxograma de Projeto de Produto da fase Conceitual:

Verificar o escopo do problema: “Esta etapa tem por objetivo fazer um estudo compreensivo do problema num plano abstrato, de forma a abrir caminho para soluções melhores” (MANTOVANI, 2011. p. 12);

Estabelecer a estrutura funcional: A estrutura funcional representa de forma hierárquica e estruturada a lista de funções que o produto deve possuir (AMARAL et al. 2006);

Pesquisar por princípios de solução: Nesta etapa passa-se do abstrato ao concreto, da função a forma. A cada uma das subfunções da estrutura funcional é atribuído princípios de solução (MANTOVANI, 2011);

Combinar princípios de solução: Com o emprego da matriz morfológica são estabelecidas combinações de princípios de solução entre as subfunções da estrutura funcional de forma a atender a função global do sistema (MANTOVANI, 2011);

Selecionar combinações: O objetivo principal dessa etapa é escolher entre as concepções geradas o melhor conceito. Existem dois tipos possíveis de comparação para auxiliar na escolha: A comparação absoluta, cada conceito é comparada diretamente com algum tipo de informação, conhecimento, experiência e, dependendo do caso, com requisitos; A comparação relativa, que é caracterizada pela comparação dos conceitos entre si (AMARAL et al. 2006);

Selecionar combinações: Dentre as soluções alternativas geradas deve ser escolhida, através de uma análise criteriosa, a que melhor atenderá as necessidades do projeto. Um grande número de combinações é possível, porém, deve ser considerada a possibilidade de restrições devida à compatibilidade física e geométrica entre os princípios de soluções (AMARAL et al. 2006);

Evoluir em variantes e concepções: O nível de detalhamento de uma concepção deve permitir a continuidade do projeto a partir desse ponto. Para tanto, a concepção deve ser desenvolvida até que os meios de desempenhar cada uma das funções principais tenham sido fixados, assim como as relações espaciais e estruturais dos principais componentes. Um esboço deve ter sido suficientemente detalhado para tornar possível o cálculo aproximado de custos, pesos e dimensões gerais, e a exequibilidade, possa ser garantida (FRENCH apud MANTOVANI, 2011);

Avaliar concepção: Como agora se dispõe de poucas variantes de concepção, emprega-se apenas a técnica da matriz de Avaliação, que nessa etapa, devido ao maior nível de detalhamento das soluções, utilizará como critérios de avaliação as especificações de projeto (MANTOVANI, 2011).

### **2.6.3 Projeto Detalhado**

Nesta fase o modelo de projeto evolui da concepção ao leiaute definitivo e também a disposição, a forma, as dimensões e as tolerâncias de todos os componentes devem ser fixadas. Da mesma forma a especificação técnica e a viabilidade deve ser reavaliada. O modelo de produto é expresso pela documentação completa necessária à produção do produto (MANTOVANI apud PAHL e BEITZ, 2011).

Segundo Mantovani (2011) nesta fase é empregado uma série de normas e procedimentos padronizados. Uma síntese das atividades desta fase é apresentada no fluxograma na Figura 5.

Na sequência descrevem-se sucintamente as principais etapas do fluxograma de Projeto de Produto da fase Conceitual:

Elaborar leiaute preliminares e desenhos de forma: A tarefa inicial dessa etapa é a identificação de requisitos determinantes e, a próxima tarefa é a produção de desenhos em escala e, a seguir identificação dos portadores de efeito físico determinantes e, a seguir com base nesses portadores de efeito físico e na concepção do produto desenvolvem-se leiautes preliminares e desenhos de forma. Caso aja mais de um leiaute preliminar deve se selecionar apenas um. Depois da seleção se fazem o desenvolvimento de leiautes preliminares e desenhos de forma para os demais portadores de efeito físico (MANTOVANI, 2011);

Elaborar leiautes detalhados e desenhos de forma: Nesta etapa tem o desenvolvimento do leiaute preliminar, com a incorporação das soluções para as funções auxiliares e o seu refinamento, já com todas as funções incorporadas, e a subsequente avaliação, a fim de verificar a adequação dos resultados aos critérios técnicos e econômicos (MANTOVANI, 2011);

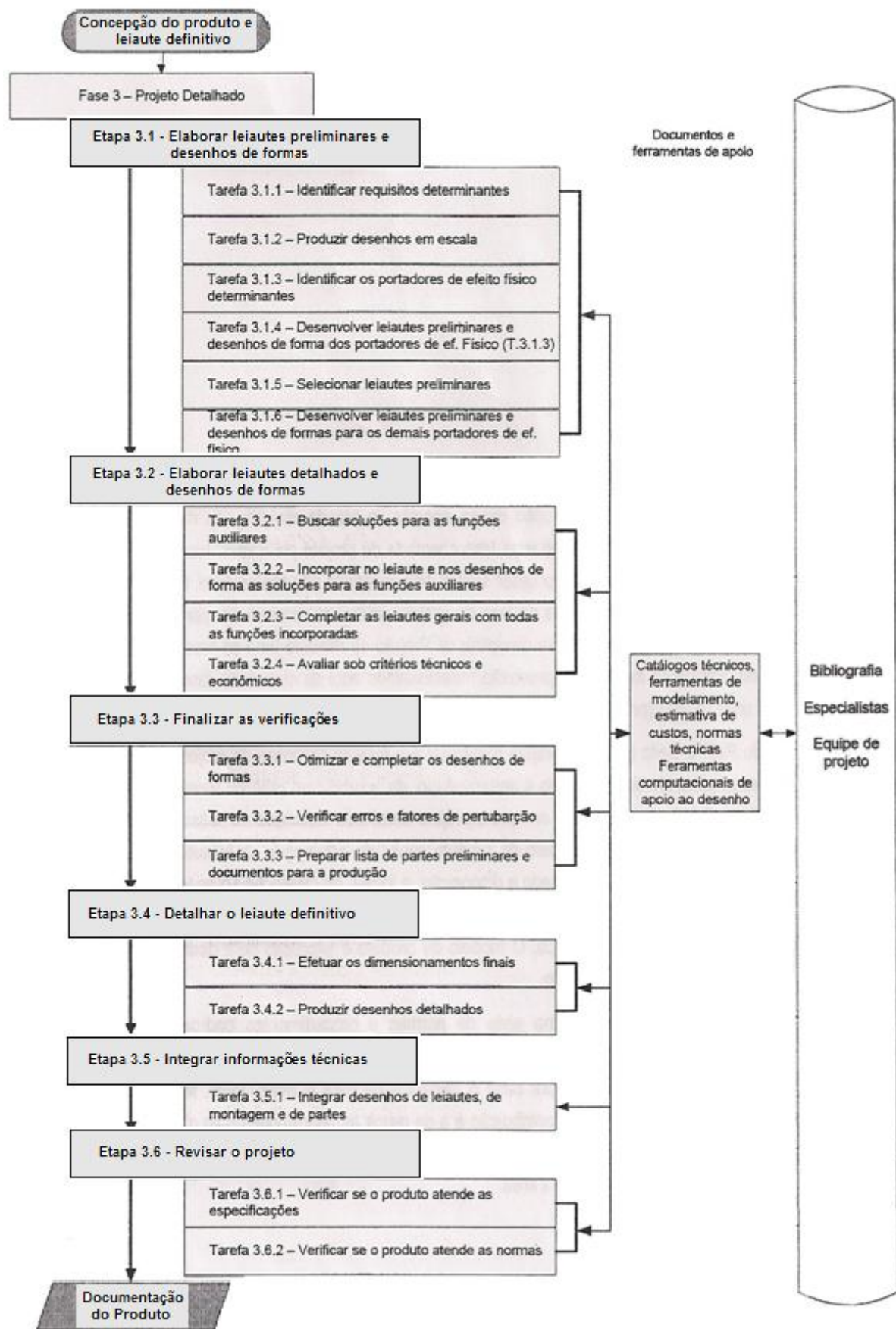


Figura 5: Etapas da fase de Projeto Detalhado. Fonte: Mantovani apud Pahl e Beitz, 2011, p.24.

Finalizar verificações: Durante o processo de avaliação pode ter sido identificados pontos fracos no leiaute ou surgir dúvidas, tornando necessário otimizar e completar os desenhos. Podendo ser necessário a repetição de atividades já realizadas (MANTOVANI, 2011);

Detalhar o leiaute definitivo: Durante esta etapa a preocupação deve estar focada em apurar os últimos detalhes do projeto, efetuar os dimensionamentos finais e ao mesmo tempo produzir os desenhos detalhados sem esquecer informações que permitem a sua fabricação (MANTOVANI, 2011);

Integrar informações técnicas: “Durante o esta etapa deve-se promover a integração de todos os desenhos e outras informações necessárias a montagem de partes” (MANTOVANI, 2011. p. 28);

Revisar o projeto: A preocupação do projetista aqui deve estar voltada em verificar se o produto atende as especificações e as normas estabelecidas para que possa cumprir a função para o qual foi projetado (MANTOVANI, 2011).

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS

No decorrer será demonstrado como foi executada a pesquisa, as ferramentas utilizadas, descrição do caminho (método) e das técnicas (formas como percorrê-lo). A metodologia será apresentada na sequência cronológica em que a pesquisa foi conduzida.

Inicialmente foi realizando estudo da metodologia de projeto de produto de autores como Amaral et al. (2006), Romano (2003), Mantovani (2011), adaptado o processo de projeto de produto de acordo com a necessidade do projeto conceitual do carro de transporte e armazenamento, chegando à sequência de etapas de processo da Figura 6.

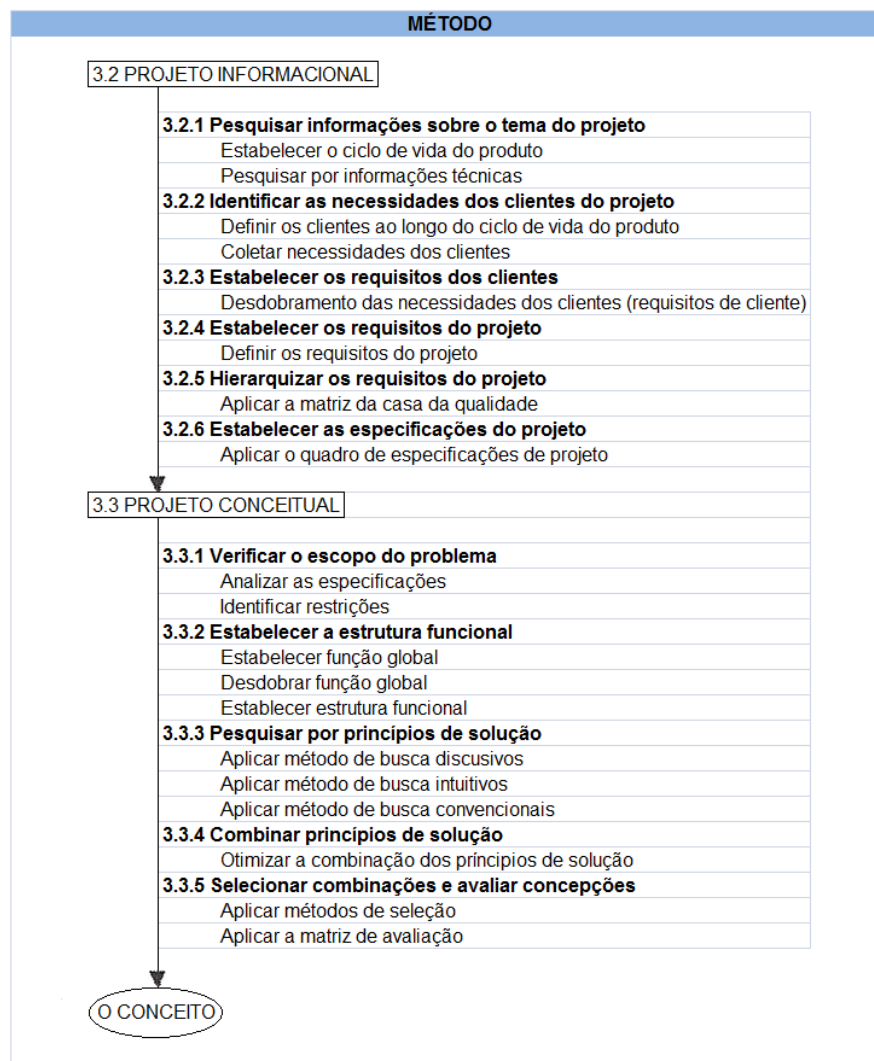


Figura 6: Sequência de etapas de processo.

Para extrair as necessidades dos clientes foi realizada uma entrevista com todos os envolvidos com o projeto. Com exceção da pergunta “f” que foi direcionada apenas para a gerência juntamente com as demais perguntas. Na entrevista foram realizadas as seguintes perguntas:

Quanto tempo se gasta em média com movimentação de produto diariamente?

Qual a capacidade que o carro deve possuir?

Conhece algum modelo de carro que possa servir como referência?

Como você gostaria que fosse este carro?

Como gostaria que fosse a manutenção do carro?

Quanto de orçamento se tem para investir neste projeto?

### 3.2 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

Para realizar a modelagem do conceito foi utilizado o auxílio do software SolidWorks na versão 2012, uma ferramenta de engenharia que devido aos avanços tecnológicos cada vez mais vem se tornando presente nos projetos.



## 4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Nesta etapa será descrito os dados levantados, através de uma exposição sobre o que foi observado e desenvolvido na pesquisa.



### 4.1 PROJETO INFORMACIONAL

Nesta etapa, o projeto evolui das necessidades dos clientes até as especificações do projeto. Onde serão levantadas informações importantes para o desenvolvimento do projeto, porém, deve-se agir com cautela na seleção destas informações para não surgir soluções para um problema diferente do que se espera.

#### 4.1.1 Pesquisar informações sobre o tema do projeto

A pesquisa por informações técnicas, grande maioria realizou-se principalmente por meio da revisão bibliográfica. Mas também foi realizada pesquisa em produtos semelhantes, fonte de pesquisa para o novo produto a ser projetado.

No Quadro 1 apresento a pesquisa por produtos semelhantes existentes no mercado.

Descrição	Produto
Carro plataforma para 800 kg nas dimensões de 150x80cm de largura. Com 5a. roda e 4 abas de 80cm de altura dotado de cabo de tração em forma de "T" com articulação. Equipado com 4 rodas, sendo 2 montadas no eixo fixo e 2 na 5a. roda, com freio. Assoalho de chapa. Roda pneumática 350 x 8". Peso 135 Kg.	
Carro caixa para 600 kg nas dimensões de 120x60x60cm de altura. Revestida no contorno de tela de arame com meia porta lateral com trinco e puxador tubular. Equipado com 4 rodas de 6", sendo 2 fixas e 2 giratórias. Assoalho de chapa. Roda de aro desmontável revestida de borracha de 6". Peso 60 kg.	

Quadro 1 - Produtos semelhantes existentes no mercado. Fonte: Adaptado de Gadotticar, 2012. p. não pág.

#### 4.1.2 Identificar as necessidades dos clientes do projeto

A maioria dos produtos são conjuntos de sistemas e componentes mecânicos, tornando possível definir o ciclo de vida (Quadro 2) do novo produto a partir de produtos semelhantes.

<b>Ciclo de vida</b>
Projeto
Produção
Venda
Uso
Manutenção

Quadro 2 - Ciclo de vida.

Para identificar as necessidades dos clientes do projeto primeiramente devemos no Quadro 3 relacionar as fases do ciclo de vida do produto com os seus respectivos clientes.

<b>Ciclo de vida</b>	<b>Clientes ao longo do ciclo de vida do produto</b>		
	<b>Interno</b>	<b>Intermediário</b>	<b>Externo</b>
<b>Projeto</b>	Projetista		
<b>Produção</b>	Funcionários da Produção		
<b>Venda</b>		Vendedor	
<b>Uso</b>			Funcionários da Produção
<b>Manutenção</b>			Funcionários da Manutenção

Quadro 3 - Relação do ciclo de vida com seus clientes.

Para conhecer melhor a realidade do cliente e identificar as suas necessidades foi realizada uma entrevista com todos os envolvidos no projeto. Na entrevista foi realizado o questionário (capítulo 3) de acordo com o ciclo de vida do produto, onde foi possível coletar as seguintes respostas que são as necessidades dos clientes:

- a) Armazenar 60 bombas e mais peças de reposição;

- b) Causar boa impressão no setor de entrega;
- c) Bombas e peças devem ficar separadas por tipo;
- d) O carro deve possuir um projeto com linguagem simples;
- e) Servir para movimentar e também armazenar;
- f) Não apresentar risco de acidente;
- g) Deve ter um baixo custo;
- h) Manutenção barata e fácil.

#### 4.1.3 Estabelecer os requisitos dos clientes

Para estabelecer os requisitos dos clientes é necessário fazer o desdobramento das necessidades dos clientes (Quadro 4). Este processo consiste em transformar os dados originais coletados na entrevista que estão em uma linguagem local para uma linguagem técnica.

<b>Desdobramento das necessidades dos clientes (requisito de clientes)</b>	
<b>Necessidades dos clientes</b>	<b>Requisitos dos clientes</b>
Armazenar 60 bombas e mais peças de reposição	Ter capacidade adequada de carga
	Ter espaço físico necessário
Causar boa impressão no setor de entrega	Permitir boa organização
	Ter boa aparência
Bombas e peças devem ficar separadas por tipo	Ter compartimentos separados
O carro deve possuir um projeto com linguagem simples.	Ter layout de projeto simples.
Servir para movimentar e também armazenar	Ser multifuncional
	Ser de fácil operação
Não apresentar risco de acidente	Ser seguro
	Ser ergonômico
	Ser leve
	Ter treinamento para funcionários
Deve ter um baixo custo	Ter baixo custo de fabricação
	Ser de fácil fabricação
Manutenção barata e fácil	Ser de fácil manutenção
	Ter baixo custo de manutenção

Quadro 4 - Desdobramento das necessidades dos clientes em requisitos dos clientes.

Em um segundo momento as necessidades podem ser analisadas e classificadas em requisitos dos clientes levando em conta as fases de cada etapa do ciclo de vida. O Quadro 5 mostra esta classificação.

<b>Requisitos de clientes</b>	
<b>Ciclo de vida</b>	<b>Requisitos de cliente</b>
Projeto	Ter layout de projeto simples.
Produção	Ser de fácil fabricação
	Ter baixo custo de fabricação
Venda	Ter treinamento para funcionário
Uso	Ter compartimentos separados
	Ter capacidade adequada
	Ter boa aparência
	Ter espaço físico necessário
	Permitir transportar e armazenar
	Ser leve
	Ser ergonômico
	Ser seguro
	Permitir boa organização
	Ser de fácil operação
Manutenção	Ser de fácil manutenção
	Ter baixo custo de manutenção

Quadro 5 - Relação do ciclo de vida com os requisitos dos clientes.

#### 4.1.4 Estabelecer os requisitos do projeto

Esses requisitos de projeto estão divididos em atributos gerais Figura 7 e atributos específicos Figura 8.

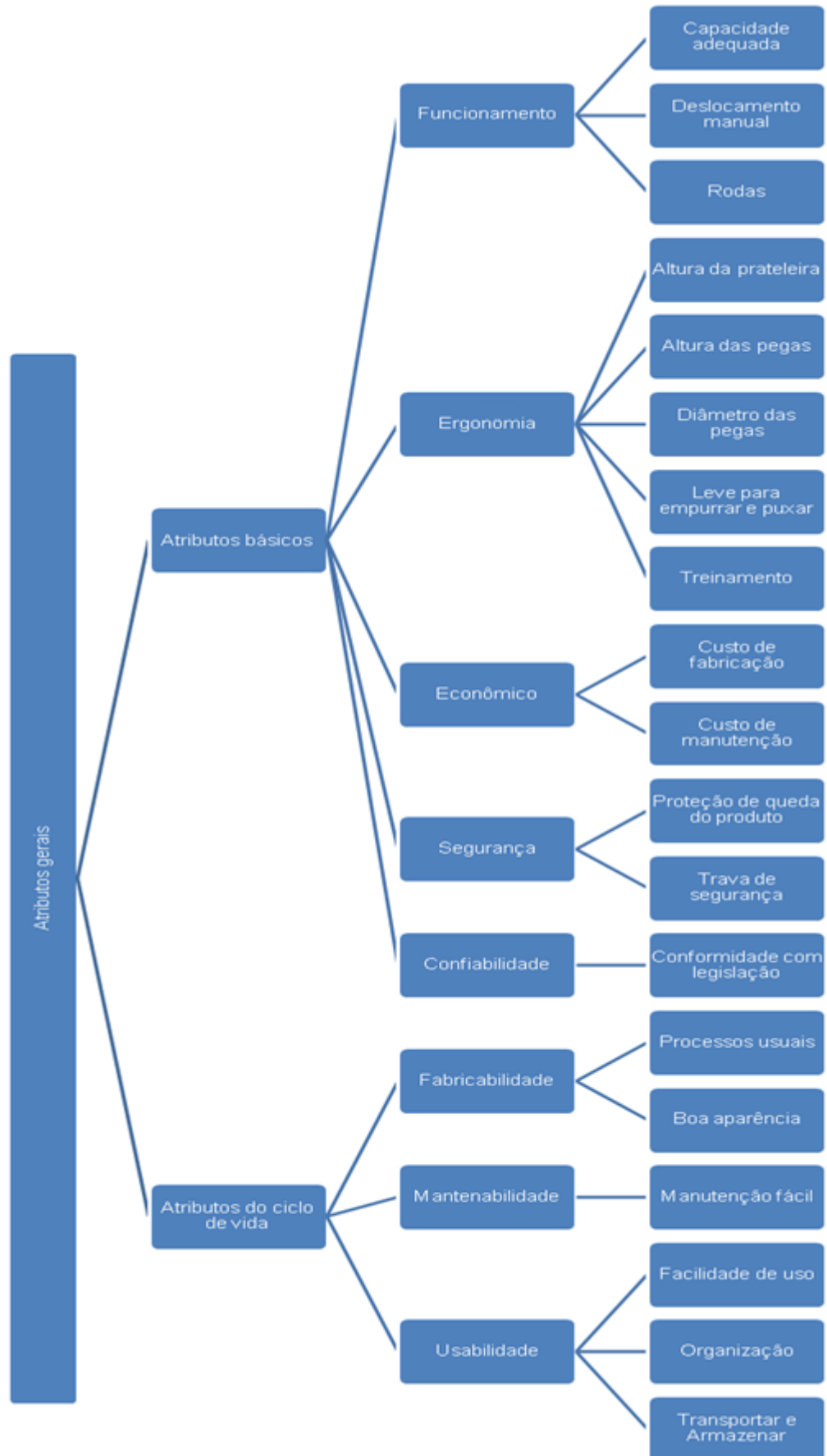


Figura 7: Atributos gerais.

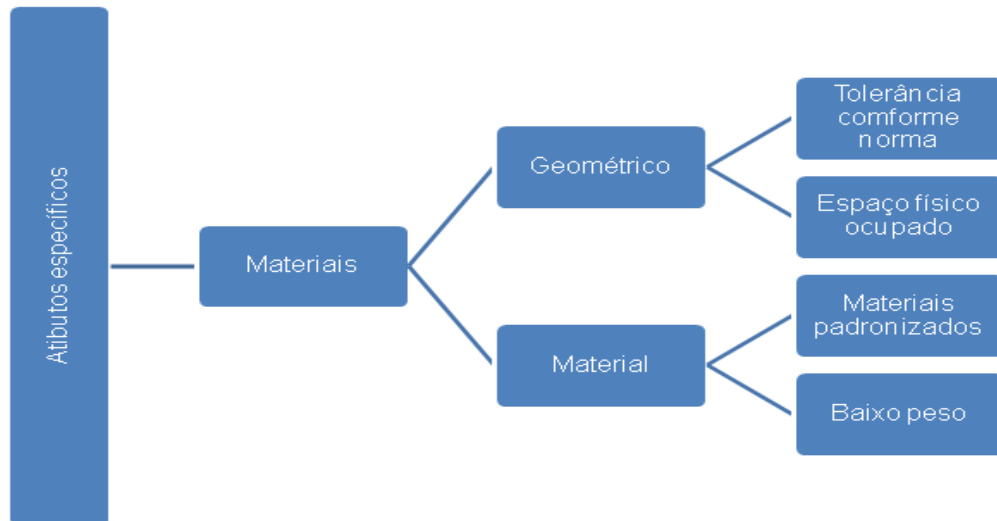


Figura 8: Atributos específicos.

#### 4.1.5 Hierarquizar os requisitos do projeto

Primeiramente temos os requisitos técnicos que os clientes desejam que o carro possua porém estes requisitos ainda não estão hierarquizado por ordem de importância, o que será demonstrado no Quadro 7.

O Quadro 7 consiste em avaliar o grau de importância dos requisitos do cliente. Esta avaliação é obtida através da comparação direta entre os requisitos dos clientes, de modo a avaliar qual destas é mais importante. Esta comparação foi realizada em conjunto com o cliente e resultarão em três respostas, baseadas no critério abaixo:

O requisito do cliente é considerado muito mais importante do que o outro (A = 5); O requisito do cliente é considerado mais importante do que o outro (B = 3); O requisito do cliente é considerado pouco mais importante do que o outro (C = 1).

Os requisitos dos clientes foram enumerados para serem utilizados no diagrama de Mudge como mostra o Quadro 6.

<b>Requisitos de cliente</b>	
1	Ter layout de projeto simples.
2	Ser de fácil fabricação
3	Ter baixo custo de fabricação
4	Ter treinamento para funcionário
5	Ter compartimentos separados
6	Ter capacidade adequada
7	Ter boa aparência
8	Ter espaço físico necessário
9	Permitir transportar e armazenar
10	Ser leve
11	Ser ergonômico
12	Ser seguro
13	Permitir boa organização
14	Ser de fácil operação
15	Ser de fácil manutenção
16	Ter baixo custo de manutenção

Quadro 6 - Enumeração dos requisitos de clientes

Diagrama de Mudge																		
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Pontuação	Importância (%)	Vc
1	1C	1B	1C	5C	6C	1C	8C	9C	1C	11C	1C	1B	1B	1B	1A	22	10,38	8
	2	2C	2C	5C	6B	7C	8C	9C	10C	11B	12C	2C	14C	2B	16B	6	2,83	2
		3	4B	5B	6B	7C	8B	9C	10C	11B	12B	3C	14C	3B	3B	7	3,30	3
			4	5B	6B	4C	8C	9B	10C	11C	12B	13C	14C	4C	4B	8	3,77	3
				5	6C	5B	8C	9C	5C	11C	12C	5C	5C	5C	5B	18	8,49	6
					6	6C	8C	9C	6C	11C	12C	13C	6C	6C	6B	18	8,49	7
						7	8B	9B	10C	11C	12C	13C	14C	15B	7B	5	2,36	1
							8	9C	8C	11C	12C	8C	8C	8B	8B	20	9,43	7
								9	9C	11C	12C	9C	9B	9B	9B	23	10,85	9
									10	11C	12C	13C	14C	10C	10B	8	3,77	3
										11	11C	11C	11C	11B	11A	25	11,79	10
											12	12C	12C	12B	12A	23	10,85	9
												13	13C	13B	16B	8	3,77	3
													14	14B	14C	9	4,25	3
														15	15B	6	2,83	2
															16	6	2,83	2
																<b>212</b>	<b>100,00</b>	

Classificação	
A = 5)	muito mais importante
B = 3)	mais importante
C = 1)	pouco mais importante

Quadro 7 – Diagrama de Mudge



No Quadro 8 esta representada hierarquicamente o resultado obtido com o uso do diagrama de Mudge, conforme a classificação obtida da valoração dos requisitos do cliente por ordem de importância.

Hierarquização dos requisitos de clientes		
Ordem	Vc	Requisitos de cliente
1º	10	Ser ergonômico
2º	9	Ser seguro
3º	9	Permitir transportar e armazenar
4º	8	Ter layout de projeto simples.
5º	7	Ter espaço físico necessário
6º	7	Ter capacidade adequada
7º	6	Ter compartimentos separados
8º	3	Ser de fácil operação
9º	3	Ser leve
10º	3	Permitir boa organização
11º	3	Ter treinamento para funcionário
12º	3	Ter baixo custo de fabricação
13º	2	Ser de fácil fabricação
14º	2	Ser de fácil manutenção
15º	2	Ter baixo custo de manutenção
16º	1	Ter boa aparência

Quadro 8 - Hierarquização dos requisitos de clientes.

Para hierarquizar os requisitos de projeto foi utilizada a matriz da casa da qualidade. Uma das atividades mais importante é estabelecer o grau de relacionamento entre cada requisito de cliente com cada requisito de projeto. Este grau de relacionamento pode ser fraco, médio ou forte e depois na sequência no telhado da matriz são correlacionados todos os requisitos de projetos com eles mesmos podendo ter um relacionamento fortemente negativo, negativo, positivo ou fortemente positivo.

A Figura 9 mostra a casa da qualidade e os respectivos resultados da hierarquização dos requisitos de projeto.

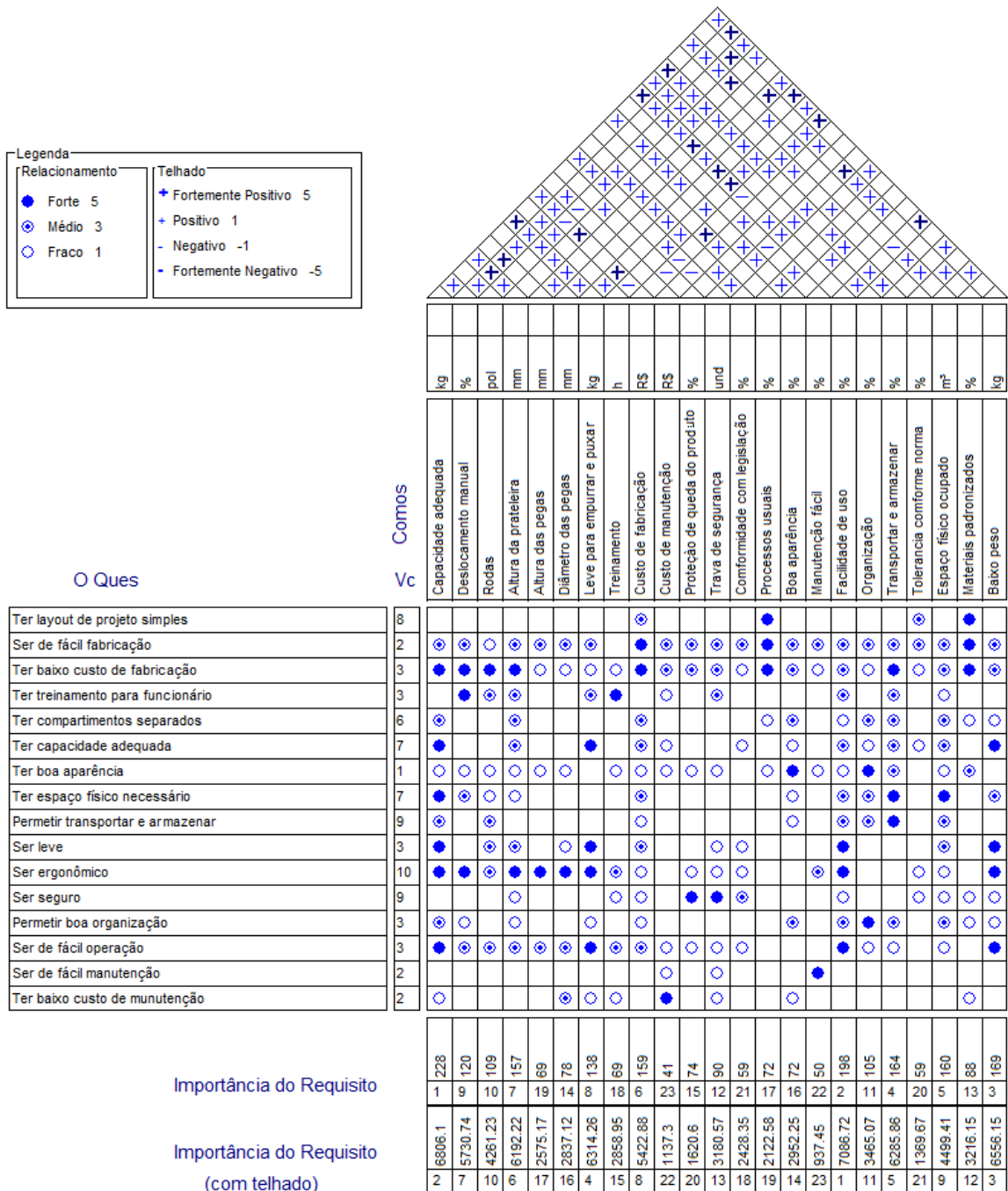


Figura 9: Matriz da casa da qualidade. Fonte: Adaptado de NEDIP, 2012, p. não pág.

### 4.1.6 Estabelecer as especificações do projeto

No Quadro 9, 10 e 11 foram estabelecidas as especificações de projeto, isto é, foram especificados as metas, forma de avaliação e os aspectos indesejados. E os requisitos de projeto estão apresentados de acordo com o seu grau de importância que resultou do uso da matriz da qualidade. O grau de importância considerado foi o com o telhado.

Requisitos de projeto		Meta	Forma de Avaliação	Aspectos Indesejados
1	Facilidade de uso	80%	Análise visual	Atrasar operação do equipamento
2	Capacidade adequada	442 kg	Pesagem	Comprometer capacidade de trabalho
3	Baixo peso	<150 kg	Pesagem	Excedente de dimensionamento
4	Leve para empurrar e puxar	<700 Kg carregados	Pesagem	Limitar a capacidade
5	Permitir transportar e armazenar	100%	Análise de projeto	Elevar muito o custo
6	Altura da prateleira	<1300 mm	Medição	Não atender a capacidade
7	Deslocamento manual	100%	Análise de projeto	Elevar o custo
8	Custo de fabricação	<R\$1000,00/und	Soma de gastos	Restringir a qualidade

Quadro 9 - Especificações de projeto do terço superior considerado com telhado.

Requisitos de projeto		Meta	Forma de Avaliação	Aspectos Indesejados
9	Espaço físico ocupado	< 2m3	Cálculos	Elevar custo de fabricação
10	Rodas	6 pol	Medição	Excesso de altura do carro
11	Organização	100%	Análise visual	Excesso de mão de obra
12	Materiais padronizados	>85%	Contagem	Elevar o custo de fabricação
13	Trava de segurança	2 und	Análise de projeto	Excesso de precaução
14	Boa aparência	> 90%	Análise visual	Elevar muito o custo
15	Treinamento	1 hora	Monitorar	Excesso de precaução
16	Diâmetro das pegas	30 mm	Medição	Excesso de precaução

Quadro 10 - Especificações de projeto do terço médio considerado com telhado.

Requisitos de projeto		Meta	Forma de Avaliação	Aspectos Indesejados
17	Altura das pegas	900 a 1200 mm	Análise de projeto	Limitar a capacidade
18	Conformidade com legislação	100%	Análise de projeto	Exagero de precauções
19	Processos usuais	100%	Contagem	Limitação da inovação
20	Proteção de queda do produto	100%	Análise visual	Dificultar operação
21	Tolerância conforme norma	100%	Análise de projeto	Prejudicar o funcionamento
22	Custo de manutenção	<R\$150/ano	Monitorar	Manutenção constante
23	Manutenção fácil	>90%	Análise de projeto	Encarecer a manutenção

Quadro 11 - Especificações de projeto do terço inferior considerado com telhado.

Realizando análise dos requisitos de projeto do quadro 9, 10 e 11 pode-se verificar que os requisitos de projeto de maior importância estão relacionados com uma movimentação ergonomicamente correta.

## 4.2 PROJETO CONCEITUAL

### 4.2.1 Verificar o escopo do problema

Ao realizar análise detalhado das especificações do projeto e sua relação com o problema que pretende solucionar foi constatado e delimitado o escopo do problema que é um carro para movimentar e armazenar o produto com segurança e ergonomia.

Conclui-se que as especificações do projeto estão bem direcionadas para atender ao problema, sendo assim o escopo do problema continua sem alterações.

### 4.2.2 Estabelecer a estrutura funcional

Depois de delimitar o problema pode ser determinada a função global do produto que é “movimentar o produto”. A Figura 10 representa a função global.

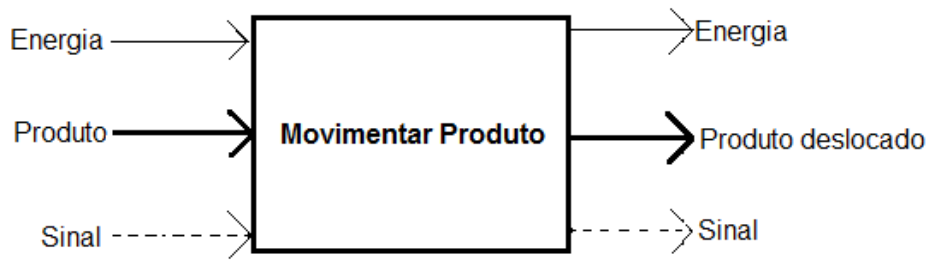


Figura 10: Função global.

Na Figura 11 a função global foi desdobrada em funções de menor complexidade, de forma que quando todas elas são executadas a função global do produto é realizada. A energia e o sinal são determinados pela ação do funcionário devido aos movimentos serem manuais, colocando o produto no carro, onde, o carro tem função de sustentar o produto, separar o produto, proteger o produto nas laterais para não cair de cima. Em paralelo o funcionário trava ou destrava o carro, movimenta o carro e manobra o carro ergonomicamente, resultando no uso de sinal e energia do funcionário para deslocamento do produto.

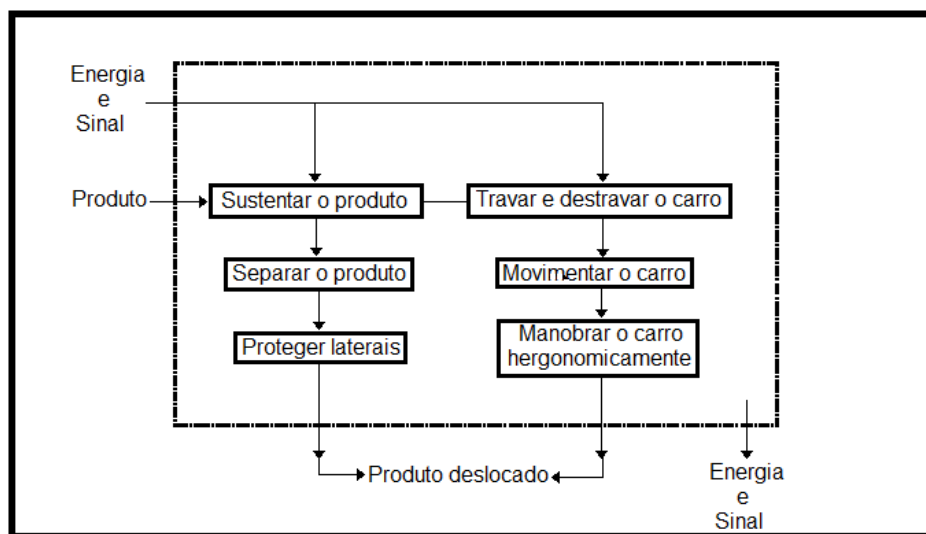


Figura 11: Desdobramento da função global.

Estas funções da Figura 12 são as funções que tornam o produto capaz de atingir seu objetivo.

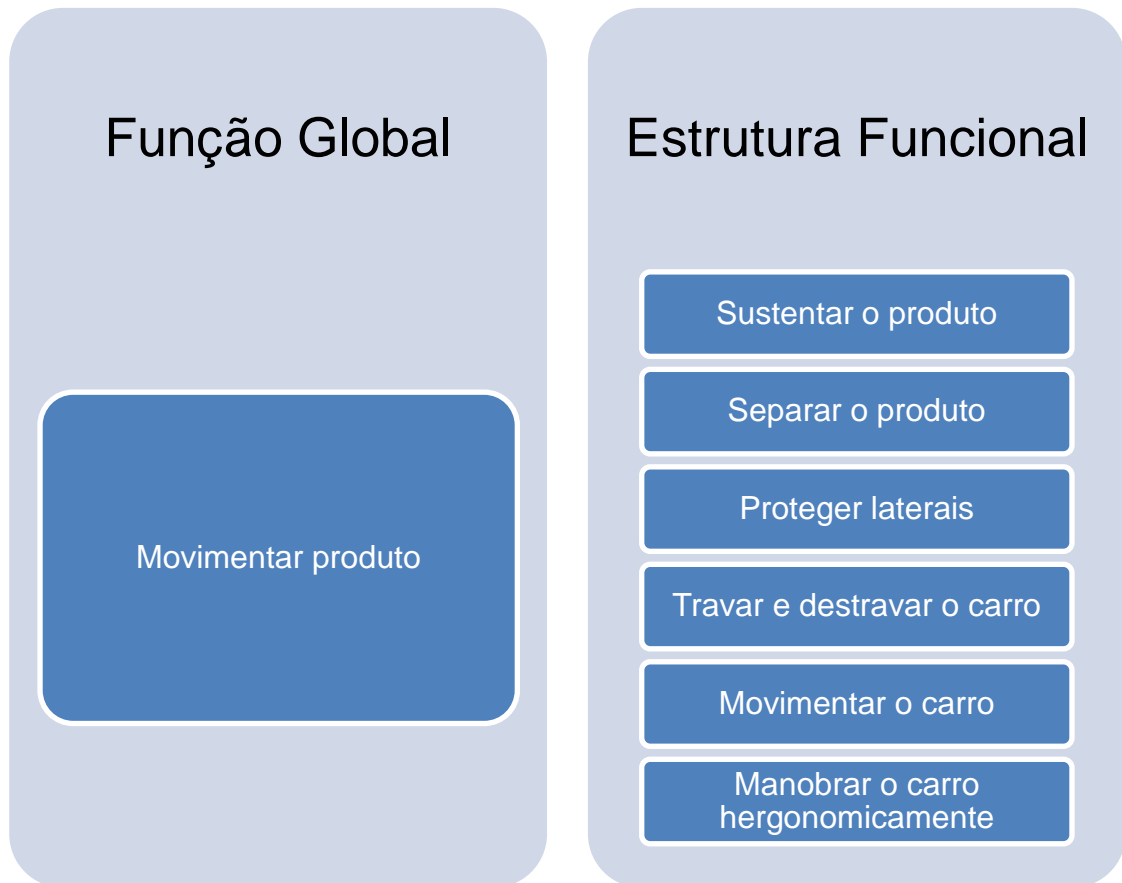
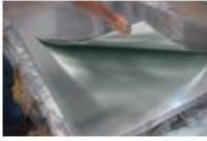







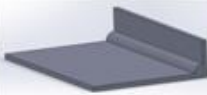


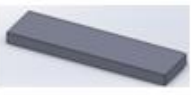














Figura 12: Árvore de funções.

#### 4.2.3 Pesquisar por princípios de solução

Para demonstrar os princípios de solução foi elaborada uma matriz morfológica, como mostra o Quadro 12. Na elaboração da matriz morfológica atribuí-se separadamente para cada função do carro princípios de solução, estes princípios de solução seguem um raciocínio que é ignorar o que é particular e se deter no que é geral e essencial, prevenindo que as experiências e preconceitos limitem a solução do problema.

Sustentar o produto	 Chapa de aço inox	 Tubo redondo de aço 1020	 Chapa de aço 1020	 Tubo retangular de aço 1020
Separar o produto	 Separar com estrutura vertical	 Separar com estrutura horizontal	 Separar provisório com papelão	 Separar com estrutura vertical e horizontal
Proteger laterais	 Com chapas unidas por solda	 Com chapa dobrada	 Com tela	 Com chapa soldada na estrutura
Travar e Destruvar o carro	 Freio com cabo	 Freio a disco	 Freio de pe com roda giratória	 Freio usado em bicicletas
Movimentar o carro	 Rodizio fixo	 pneumática	 Roda de madeira	 Rodizio giratório
Manobrar o carro hergonomicamente	 Pegas para empurrar	 Volante de alumínio para direção	 Leve para empurrar	 Altura adequada para visualizar percurso













Quadro 12 - Matriz morfológica.

#### 4.2.4 Combinar princípios de solução

Após a combinação dos princípios de solução demonstrados na matriz morfológica foi gerado três concepções alternativas, que compõem a estrutura funcional, que são apresentadas no Quadro 13.

Funções		Concepções		
		1	2	3
1	Sustentar o produto	 Tubo redondo de aço 1020	 Tubo retangular de aço 1020	 Tubo retangular de aço 1020
		 Chapa de aço 1020	 Chapa de aço 1020	 Chapa de aço 1020
2	Separar o produto	 Separar com estrutura vertical	 Separar com estrutura vertical e horizontal	 Separar com estrutura horizontal
3	Proteger laterais	 Com chapas unidas por solda	 Com chapa dobrada	 Com tela
4	Travar e Destruvar o carro	 Freio com cabo	 Freio de pe com roda giratória	 Freio de pe com roda giratória



5	 Roda pneumática	 Rodizio fixo	 Rodizio fixo
6	 Altura adequada para visualizar percurso	 Altura adequada para visualizar percurso	 Altura adequada para visualizar percurso
	 Pegas para empurrar	 Pegas para empurrar	 Pegas para empurrar
	 Leve para empurrar	 Leve para empurrar	 Leve para empurrar

Quadro 13 - Alternativas de soluções.

#### 4.2.5 Selecionar combinações e avaliar concepções

Para selecionar e avaliar foi necessário realizar uma análise comparativa no Quadro 14. Para definir o grau de afinidade de cada concepção com os requisitos de projeto, foram atribuídas notas de 1 a 5, variando entre menor e maior afinidade.

Requisitos de projeto	Concepções		
	1	2	3
Facilidade de uso	3	5	1
Capacidade adequada	5	5	5
Baixo peso	3	5	3
Permitir transportar e armazenar	5	5	5
Leve para empurrar e puxar	3	5	3
Altura da prateleira	3	5	5
Deslocamento manual	5	5	5
Custo de fabricação	3	5	3
Espaço físico ocupado	3	5	3
Rodas	5	5	5
Organização	5	5	5
Materiais padronizados	5	5	5
Trava de segurança	5	5	5
Boa aparência	5	5	5
Treinamento	5	5	5
Diâmetro das pegas	5	5	5
Altura das pegas	5	5	5
Conformidade com legislação	3	5	5
Processos usuais	5	5	5
Proteção de queda do produto	5	5	3
Tolerância conforme norma	5	5	5
Custo de manutenção	5	5	5
Manutenção fácil	5	5	5
<b>Soma</b>	<b>101</b>	<b>115</b>	<b>101</b>

Quadro 14 - Matriz de seleção e avaliação.

O resultado da avaliação comparativa através da atribuição de notas nos mostra que a concepção dois foi a que obteve maior soma e também não obteve nem uma nota baixa na avaliação individual dos requisitos de projeto. A concepção dois revelou ter maior afinidade com os requisitos de projeto que são oriundos dos requisitos de cliente, motivo pelo qual, ele vou a ser selecionada.

### 4.3 CONCEITO DE CONCEPÇÃO FINAL

O conceito de concepção final da Figura 13 tem por princípio atender da melhor forma possível as necessidades dos clientes.

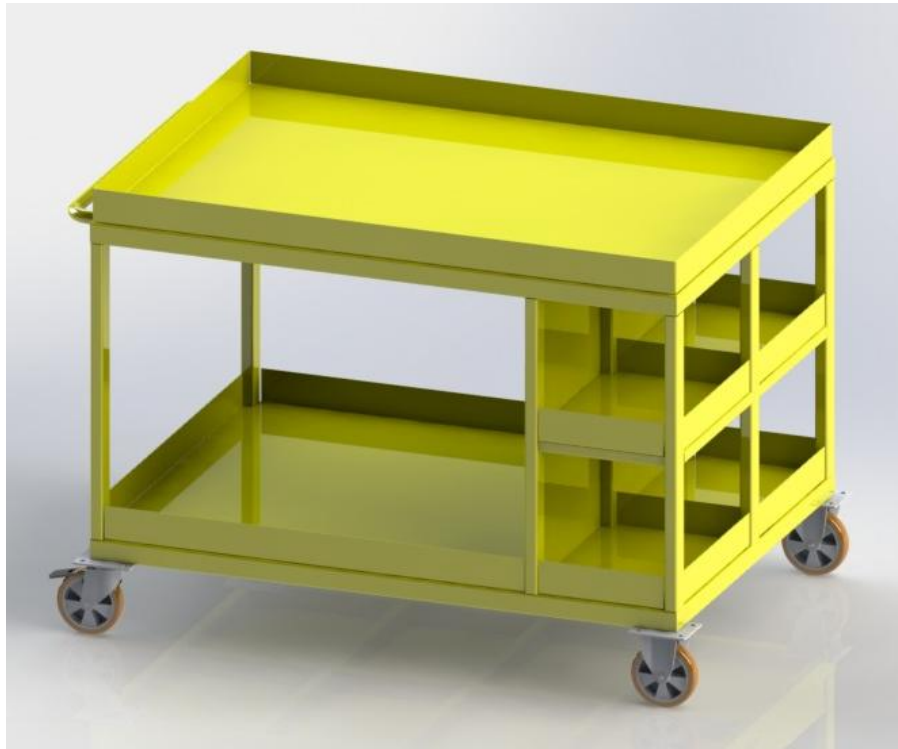


Figura 13: Concepção final.

Na Figura 14 pode ser visualizada a estrutura do carro onde são utilizados processos de fabricação usuais. Os perfiz e chapas são unidos por solda e as chapas de proteção laterais são resultado de uma única chapa que é dobrada em máquina prensa viradeira.

O corte das chapas é realizado em máquina guilhotina e o corte dos perfiz em máquina serra fita.

As chapas e perfiz são de aço 1020 laminado

As rodas são de poliuretano sendo 2 fixas e 2 giratórias com trava, cada uma é unida a estrutura através de flange com 4 parafusos, 4 arruelas e 4 porcas. O poliuretano possui alta capacidade de carga e boa resistência a graxas, solventes, óleos e sais.

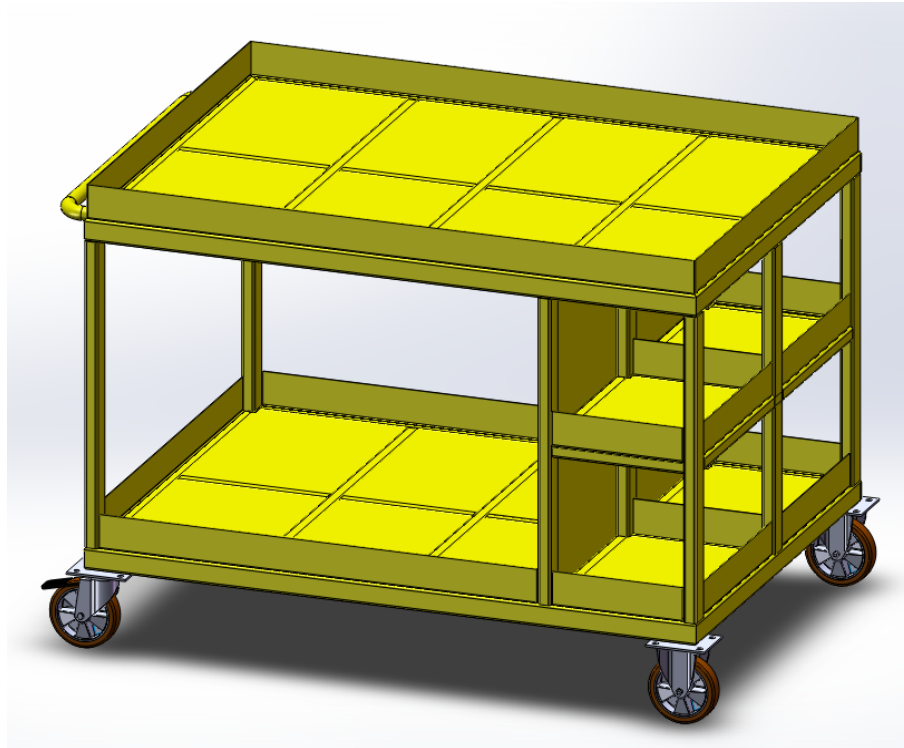


Figura 14: Concepção final parte estrutural.

Para se ter um melhor entendimento do carro em relação às necessidades dos clientes, apresento na Figura 15 o conceito da concepção final carregada com 60 unidades do produto e mais seus compartimentos reservados à colocação de peças de reposição.



Figura 15: Concepção final em simulação de uso.

As medidas básicas deste carro são 1400 mm de comprimento por 1000 mm de largura e 980 mm de altura.

Estima-se que com a implantação do carro de transporte e armazenagem para bombas d'água na empresa se terá uma economia de mão de obra em torno de 4500% no que diz respeito ao transporte. E no armazenamento no próprio carro economia de 33%. Sendo que atualmente se gasta aproximadamente 180 minutos diários com a movimentação e passará a ser 61,5 minutos diários nos dando uma economia de 118,5 minutos diários, 2844 minutos mensais, 31284 minutos anuais. Transformando isso em valores financeiros temos uma economia de R\$4953,30 anuais.

Com a estimativa de orçamento do carro para transporte e armazenagem para bombas d'água em torno de R\$ 932,00 a empresa vai fabricar 3 unidades gastando um total de R\$ 2796,00 e já vai obter a amortização do investimento nos primeiros 7 meses.

## 5 CONCLUSÕES

A metodologia de projeto de produto e suas ferramentas utilizadas nas etapas de desenvolvimento de projeto promoveram a adequada definição das necessidades de clientes bem como requisitos de projeto e ainda promoveram a seleção da concepção que melhor atenda as necessidades da empresa, prevenindo que as experiências limitem a solução do problema.

A revisão da literatura apresentou informações importantes ao conhecimento de equipamentos, de transporte e armazenagem industrial, já usual as mais diversas necessidades de trabalho e a seleção adequada dos mesmos, ainda favoreceram ao desenvolvimento da concepção que levou em consideração informações técnicas, metodológicas e ergonômicas.

A soma de conhecimento gerada com a metodologia de projeto de produto e a revisão da literatura tornou possível identificar as características necessárias do carro para atender a necessidades da empresa bem como para o meio acadêmico.

Após realização de todas as etapas supracitadas é apresentada a concepção final do carro onde se pode concluir que os objetivos do trabalho foram alcançados tanto os práticos como teóricos, pois conhecimentos adquiridos nas várias áreas da engenharia mecânica foram aplicados, elementos de máquinas, metodologia da pesquisa, segurança no trabalho, projeto de produto, materiais de construção mecânica, polímeros e compósitos, processos de fabricação, desenho, relações interpessoais e outras.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, D. C. et al. **Gestão de desenvolvimento de produtos**. São Paulo: Saraiva, 2006.

DUL, J; WEERDMEESTER, B. **Ergonomia Prática**. 2. Ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2004.

FIESP- Federação das Indústrias do Estado de São Paulo. **Equipamentos de Movimentação** Disponível em: <<http://www.fiesp.com.br/transporte-e-logistica/equipamentos-de-movimentacao/>>. Acesso em: 18 set. 2012.

Gadotti Car. **Carrinhos Industriais**. Disponível em: <<http://www.gadotticar.com.br/index.php>>. Acesso em: 19 set. 2012.

IIDA, I. **Ergonomia: projeto e produção**. 2. Ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.

MANTOVANI, C. A. **Metodologia de projeto de produto**. Faculdade Horizontina 2011. Baseado em Reis, A. V. dos. Desenvolvimento de Concepção para a Dosagem e Deposição de Precisão para Sementes Miúdas. 2003. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003. Trabalho não publicado.

MEDEIROS, F. P; SILVA, M. J. da; MOURA, W. E. **Equipamento e técnicas de armazenagem**. 2008. Monografia (Curso Superior de Tecnologia em Logística) - UNIFIO - Centro Universitário FIEO, Osasco, 2008. Disponível em: <<http://br.monografias.com/trabalhos-pdf/equipamentos-tecnicas-armazenagem/equipamentos-tecnicas-armazenagem.pdf>>. Acesso em: 14 abr. 2011.

NEDIP – Núcleo de Desenvolvimento Integrado de Produtos. Disponível em: <<http://www.nedip.ufsc.br/site/index.php?link=softwares>>. Acesso em: 02 out. 2012.

ROMANO, L. N. **Modelo de referência para o processo de desenvolvimento de máquinas agrícolas**. 2003. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003. Disponível em: <<http://www.tede.ufsc.br/teses/PEMC0724.pdf>>. Acesso em: 22 ago 2012

WOLFF, G. **Equipamentos de manipulação de materiais**. Disponível em: <<http://pessoal.utfpr.edu.br/wolff/arquivos/S05TextoEquipamentosdemovimentacaoearmazenagem.pdf>>. Acesso em: 14 de março 2011.