

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADEMICO DE ENGENHARIA MECÂNICA  
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA

RODRIGO WENDHAUSEN XAVIER

VEÍCULO PARA PORTADORES DE NECESSIDADES ESPECIAIS:  
CONCEPÇÃO SOB À VISÃO DO *DESIGN* UNIVERSAL

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PATO BRANCO

2015

RODRIGO WENDHAUSEN XAVIER

**VEÍCULO PARA PORTADORES DE NECESSIDADES ESPECIAIS:  
CONCEPÇÃO SOB À VISÃO DO *DESIGN* UNIVERSAL**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, do Curso de Engenharia Mecânica da Coordenação de Engenharia Mecânica – COEME – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Câmpus Pato Branco, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro.

Orientador: Prof. Dr. Gilson Adamczuk Oliveira

PATO BRANCO

2015

## TERMO DE APROVAÇÃO

O trabalho de diplomação intitulado VEÍCULO PNES: CONCEPÇÃO SOB À VISÃO DO *DESIGN* UNIVERSAL do acadêmico RODRIGO WENDHAUSEN XAVIER, com o intuito de obter o título de bacharel em ENGENHARIA MECÂNICA, foi considerado APROVADO de acordo com a ata da banca examinadora N° 045 de 2015.

Fizeram parte da banca os professores:

Prof. Dr. Gilson Adamczuk Oliveira

Prof. Dr. José Donizetti de Lima

Prof. Dr. Marcelo Gonçalves Trentin

A FOLHA DE APROVAÇÃO ASSINADA ENCONTRA-SE NA COORDENAÇÃO DO CURSO.

Ao meu PAI, Vilson, o qual desprendeu tamanho esforço para que eu pudesse completar minha academia.

À minha MÃE, Laura, que esteve sempre firme ao meu lado, dedicando seu carinho e atenção, tendo sonhado com este momento de minha formatura.

Ao meu AVÔ Aldo Wendhausen (*in memoriam*) o qual sempre esteve acompanhando toda minha trajetória e ainda acompanha com olhos apaixonados pela sua família.

## **AGRADECIMENTOS**

A todos que de alguma maneira estiveram e estão envolvidos na caminhada para a conclusão deste curso.

Especialmente para:

À minha mãe Laura Maria Wendhausen e meu pai Vilson Costa Xavier, pelo apoio, carinho e amor.

À minha irmã Priscila Wendhausen Xavier, pela ajuda e incentivo.

À Equipe Pato a Jato por me agradecer e oportunizar aplicar ensinamentos adquiridos durante o curso, com a prática e me proporcionar grandes conquistas pessoais e de grupo.

Às empresas Aramart Aramados e GP Combustíveis, as quais me propiciaram o meu desenvolvimento profissional e grandes aprendizados.

Aos professores por serem os responsáveis pelos ensinamentos que utilizei em meu trabalho e minha vida diária, em especial ao professor orientador Dr. Gilson Adamczuk Oliveira, pela ajuda, dedicação, apoio e paciência com meus atrasos e devaneios.

Aos membros da banca professores Dr. José Donizetti de Lima e Marcelo Gonçalves Trentin.

Aos colegas de classe que são ótimos companheiros.

Aos meus amigos por me darem apoio e incentivo.

“Quando a moral se entrega o homem chega a seu próprio fim, mas de baixo da macega se esconde o melhor do capim, debaixo do meu sombrero tem um bugre missioneiro peleando dentro de mim.”

Mano Lima

## RESUMO

XAVIER, Rodrigo Wendhausen. Veículo PNES: Concepção Sob a Visão do Design Universal. 2011. 77 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2015.

Este trabalho contém o desenvolvimento de veículo para PNES (portador de necessidades especiais) que, no primeiro momento, vem acompanhar e conhecer as necessidades dos usuários do produto. Após a interação com os usuários, buscou-se desenvolver o produto com base em ferramentas projetuais da qualidade como o QFD (*Quality Function Deployment*) e conhecimentos sobre desenvolvimento de produtos, realizando-se o projeto informacional e conceitual, obtendo-se um os dados para um veículo compacto de dois lugares, atendendo a cadeirantes e não cadeirantes.

**Palavras-chave:** Veículo PNES. *Design* Universal. Desenvolvimento de Produto.

## ABSTRACT

XAVIER, Rodrigo Wendhausen. Vehicle For People With Disabilities. 2015. 77 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2015.

This work includes the development of vehicle for NHSP ( bearer of special needs ) which, at first, come follow and meet the needs of product users . After interacting with users , we sought to develop the product based on projective tool quality as QFD (Quality Function Deployment ) and knowledge of product development, carrying out the informational and conceptual design, resulting in a data for a compact two-seater , catering to wheelchair users and non- wheelchair users. The evaluation of economic viability , understood the use of MMAI tool ( Multíndice Method Investment Analysis) , where it was possible to obtain with projected sales figures , vehicle costs and fixed costs , returning a NPV of R \$ 492,259.47 and indices low investment risk .

**Keywords:** Vehicle For People With Disabilities, Design Universal, New Product Development



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Principais tipos de deficiência dos brasileiros .....	12
Figura 2 - Atributos de confiabilidade .....	15
Figura 3 - Uma visão geral do sistema de estágios e <i>gates</i> .....	16
Figura 4 - Fases do APQP .....	17
Figura 5 - Processo para desenvolvimento de novos produtos.....	18
Figura 6 - Etapas do processo de desenvolvimento de novos produtos .....	19
Figura 7 - Matriz da casa da qualidade do QFD.....	20
Figura 8 - Desdobramentos do QFD .....	22
Figura 10 - Fluxograma do projeto informacional .....	23
Figura 11 - Fluxograma do projeto conceitual .....	24
Figura 12 - Planilha de desdobramento QFD.....	26
Figura 14 - Motocicleta com sidecar para cadeirantes .....	30
Figura 15 - Veículo para cadeirantes de alta velocidade.....	30
Figura 16 - Conversão de veículo para cadeirantes e método de conversão de veículos para cadeirantes .....	31
Figura 17 - <i>Kenguru car</i> .....	32
Figura 18 - <i>Pratyko</i> .....	32
Figura 19 - <i>Elbee Car</i> .....	33
Figura 20 - Funções globais do veículo.....	39
Figura 21 - Estruturas funcionais do produto. ....	39
Figura 22 - Vista lateral e vista superior proposta. ....	40
Figura 23 - Integração dos SSC's. ....	42
Figura 24 - Small eletric vehicle. ....	43

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Itens de inspeção veicular Detran .....	29
Quadro 2 - Sistemas, subsistemas e componentes. ....	41

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Necessidades dos clientes.....	35
Tabela 2 - Requisitos dos clientes valorados.....	36
Tabela 3 - Requisitos do produto.....	37
Tabela 4 - Especificações meta do produto.....	38

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>11</b>
1.1 OBJETIVO GERAL .....	12
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	12
1.3. JUSTIFICATIVAS .....	12
<b>2. DESENVOLVIMENTO</b> .....	<b>14</b>
2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	14
2.1.1 TECNOLOGIA ASSISTIVA .....	14
2.1.2 PDP – Processo de Desenvolvimento de Produtos .....	16
2.1.3 QFD – <i>Quality Function Deployment</i> .....	20
2.2 METODOLOGIA.....	22
2.2.1 PDP - Processo de Desenvolvimento de Produtos .....	22
2.2.2 QFD – <i>Quality Function Deployment</i> .....	25
2.3 PROJETO INFORMACIONAL.....	27
2.3.1 Escopo do Produto .....	27
2.3.2 Tecnologias e Métodos de Fabricação Disponíveis .....	27
2.3.3 Padrões, Aspectos Legais e Patentes.....	28
2.3.3.1 Padrões e Aspectos Legais.....	28
2.3.3.2 Patentes .....	29
2.3.4 Produtos Concorrentes e Similares.....	31
2.3.5 Detalhar Ciclo de Vida e Definir Clientes do Produto .....	33
2.3.5.1 Refinar Ciclo de Vida do Produto .....	33
2.3.6 Definição dos Clientes do Produto .....	34
2.3.7 Identificar os Requisitos dos Clientes do Produto .....	34
2.3.7.1 Coleta das Necessidades dos Clientes .....	34
2.3.7.2 Definir e Valorar Requisitos dos Clientes .....	35
2.3.8 Definir Requisitos do Produto.....	36

2.3.9	Elaborar o Conjunto de Especificações-meta do Produto .....	37
2.4	PROJETO CONCEITUAL.....	39
2.4.1	Modelo Funcional do Produto.....	39
2.4.2	Concepção Proposta .....	40
2.4.3	Definição da Arquitetura.....	41
2.4.3.1	Sistemas, Subsistemas e Componentes (SSC's).....	41
2.4.3.2	Definir Integração entre SSC's das Alternativas do Projeto.....	41
2.4.4	Análise de Sistemas, Subsistemas e Componentes (SSC's) .....	42
2.4.4.1	Identificação e Análise de Aspectos Críticos.....	42
2.4.4.2	Definição dos Parâmetros Principais.....	42
2.4.5	Definição da Ergonomia e Estética do Produto .....	43
2.4.5.1	Ergonomia .....	43
2.4.5.2	Estética .....	43
<b>3</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>44</b>
	REFERÊNCIAS.....	45
	APÊNDICES A – QUESTIONÁRIO PARA CLIENTES.....	47
	APÊNDICE B – RESPOSTAS QUESTIONÁRIO CLIENTES .....	57
	APÊNDICE C – QFD .....	73
	APÊNDICE D – QFD COM ÍNDICES MULTIPLICADOS .....	74

## 1. INTRODUÇÃO

A necessidade atual que se encontra no mercado, bem como as necessidades diversas que as pessoas possuem, é da concepção e desenvolvimento de novos produtos que contemplem também as pessoas com algum tipo de necessidade especial, tais como idosos e Portadores de Necessidades Especiais (PNES). Este é conhecido como *Design Universal* (DU) deve facilitar que estes requisitos sejam obtidos.

O problema obtido pela utilização de um produto com o público alvo, afeta principalmente os PNES, excluindo-os pessoas com deficiência física permanente ou temporária. O princípio do *Design Universal* compreende abranger um maior número de pessoas, podendo ser ferramenta de bastante importância alinhado ao PDP – Processo de Desenvolvimento de Produtos (ALVARENGA, 2006).

No Brasil, segundo pesquisa obtida no Censo Demográfico 2010, cerca de 23,9% da população total, tem algum tipo de deficiência, seja ela visual, auditiva, motora, mental ou intelectual. Esta porcentagem contempla 45.606.048 de brasileiros, que possuem direitos inerentes ao ser humano, que não podem ser recusados e nem tomados (IBGE, 2010).

Frente às questões expostas, este trabalho tem como base a elucidação de conceitos de Tecnologia Assistiva, PDP e QFD – *Quality Function Deployment* para criação de um modelo/projeto conceitual de um veículo automotor com a capacidade para atender ao *Design Universal*, abrangendo demais usuários.

Levando-se em conta que o cunho deste trabalho é a conceituação de um modelo, tem-se que a estrutura a ser apresentada nos próximos capítulos será a verificação de autores que ajudarão no suporte conceitual, passando a estabelecer metodologia utilizada com a definição do projeto informacional e conceitual, tendo sua finalização com a verificação da viabilidade econômica.

### 1.1. OBJETIVO GERAL

O objetivo deste estudo é desenvolver um modelo conceitual de protótipo com enfoque no *Design Universal*.

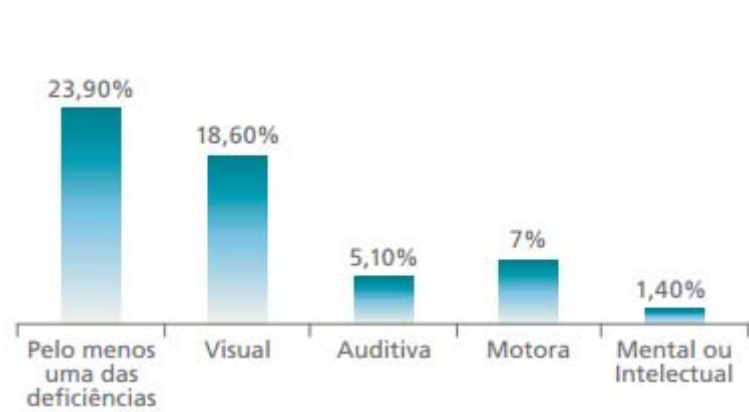
### 1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Como estudos específicos este trabalho possui o intuito de:

- (i) Realizar um levantamento de dados referente às necessidades de locomoção por meio de pesquisa direta com os potenciais usuários do protótipo;
- (ii) Realizar projeto conceitual do veículo.

### 1.3. JUSTIFICATIVAS

A respeito do problema de inclusão social, a Figura 1 apresenta quais os principais tipos de deficiência dos brasileiros.



**Figura 1 - Principais tipos de deficiência dos brasileiros**  
Fonte: IBGE (2010).

Com isto é possível visualizar entre os problemas levantados, que uma das principais deficiências é a motora, promovendo a dificuldade de mobilidade, como

um importante t3pico, sendo uma grande necessidade das pessoas se locomoverem no dia a dia.



## 2. DESENVOLVIMENTO

### 2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Com o intuito de se obter suporte teórico à realização deste trabalho, neste item serão apresentadas revisões bibliográficas sobre tecnologia assistiva, o PDP – Processo de Desenvolvimento de Produtos, QFD – *Quality Function Deployment*.

#### 2.1.1 TECNOLOGIA ASSISTIVA

No cenário atual de diversidade de recursos tecnológicos, a tecnologia assistiva traz consigo o conceito de capacitar todos de forma igualitária. A mesma dá ao portador de deficiência física, novas possibilidades em que outrora não seriam imagináveis. Sendo de suma importância para o desenvolvimento humano, ampliando as habilidades do indivíduo, promovendo a sua independência, a inclusão social e qualidade de vida. Radabaugh (1993, p.50) expõe que “para as pessoas sem deficiência a tecnologia torna as coisas mais fáceis. Para as pessoas com deficiência, a tecnologia torna as coisas possíveis”.

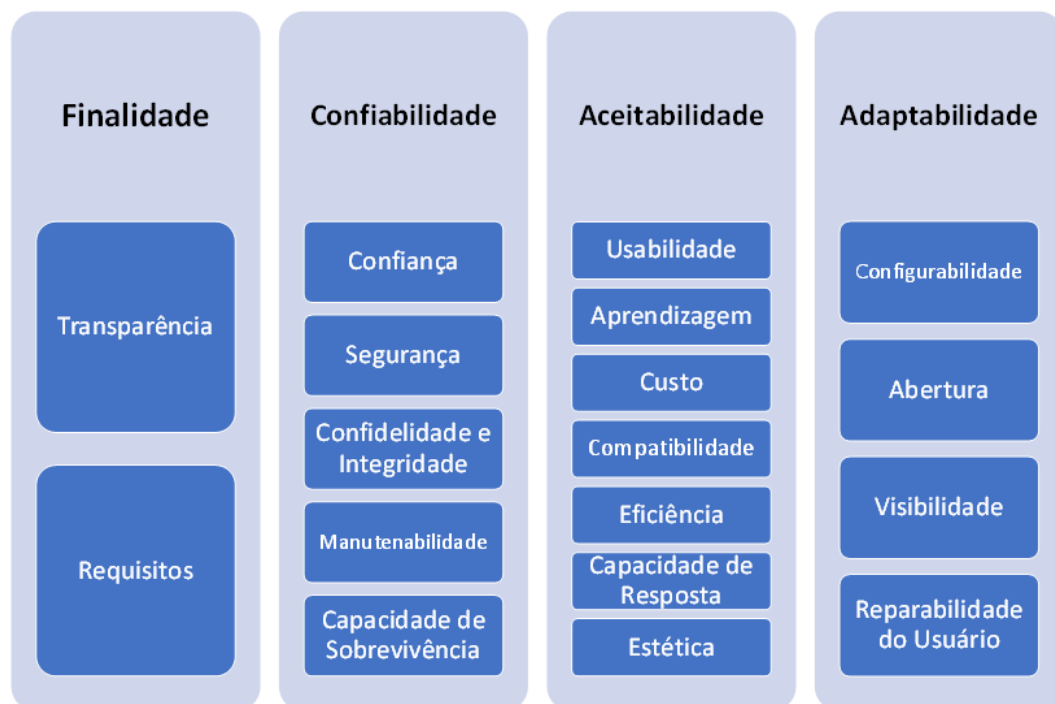
Segundo o decreto nº 3298/99 (BRASIL, 1999), tem-se o incentivo na inclusão dos portadores de deficiência, utilizando como um dos instrumentos integradores, o fomento da bioengenharia nacional e da importação, para que seja proporcionado uma melhor qualidade de vida às pessoas com necessidades especiais.

Hersh (2010) cita uma divisão para os produtos, incluindo o conceito de tecnologia assistiva, diferenciando as características de cada um:

- Principais produtos: são projetados levando em conta a população em geral e normalmente não consideram as necessidades de pessoas com algum tipo de deficiência física;
- *Design Universal*: seu projeto leva em conta uma ampla utilização tanto para pessoas com ou sem deficiência;

- Produtos assistivos: são designados somente para pessoas que possuem algum tipo de deficiência;
- Produtos para reabilitação: desenvolvidos para a reabilitação de pessoas que possuem uma deficiência temporária;
- Produtos médicos: são projetados para práticas de saúde, promovendo a cicatrização de pessoas que estão com uma doença temporária.

Segundo Sommerville e Dewsbury (2007), os produtos a serem desenvolvidos para pessoas com necessidades especiais, devem compreender os atributos de confiabilidade (*dependability attributes*), dividindo os requisitos gerais em quatro partes principais como finalidade, confiabilidade, aceitabilidade e adaptabilidade e consecutivamente em requisitos específicos, conforme ilustra a Figura 2.



**Figura 2 - Atributos de confiabilidade**  
 Fonte: Adaptado de Sommerville e Dewsbury (2007).

Com a definição do conceito de tecnologia assistiva, busca-se trazer para este trabalho o embasamento sobre os conceitos que ligam o desenvolvimento de produtos. Com isso será discutido na próxima seção o Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP).

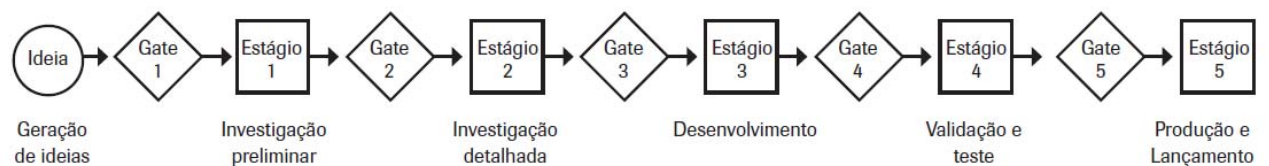
### 2.1.2 PDP – Processo de Desenvolvimento de Produtos

O processo de desenvolvimento de produtos é um dos principais processos de negócio e advém de uma série de atividades que buscam evidenciar as necessidades do consumidor, avaliando as possibilidades estratégicas e tecnológicas, procurando a melhor forma de manufatura, para que garanta-se a competitividade de mercado (Rozenfeld *et al.*, 2006).

Diferente de outros processos rotineiros como o financeiro e de produção, o PDP é uma atividade a qual apresenta diferentes problemas e soluções para cada projeto desenvolvido. Possui uma variedade de informações de entrada de alta complexidade, que devem ser processadas com intuito de melhorar o desenvolvimento do produto. Algumas destas informações de entrada são (Rozenfeld *et al.*, 2006):

- Requisitos de mercado;
- Requisitos legais;
- Requisitos de homologação;
- Capacidades e competências da empresa e de sua rede fornecimento.

Entre os modelos referenciais de PDP, tem-se o modelo realizado por Cooper (1990), que tratou os estágios de desenvolvimento com *gates* intermediários, no qual o líder de projeto, dispõe das premissas para que avance para o próximo estágio. Os estágios desenvolvidos estão demonstrados na Figura 3.

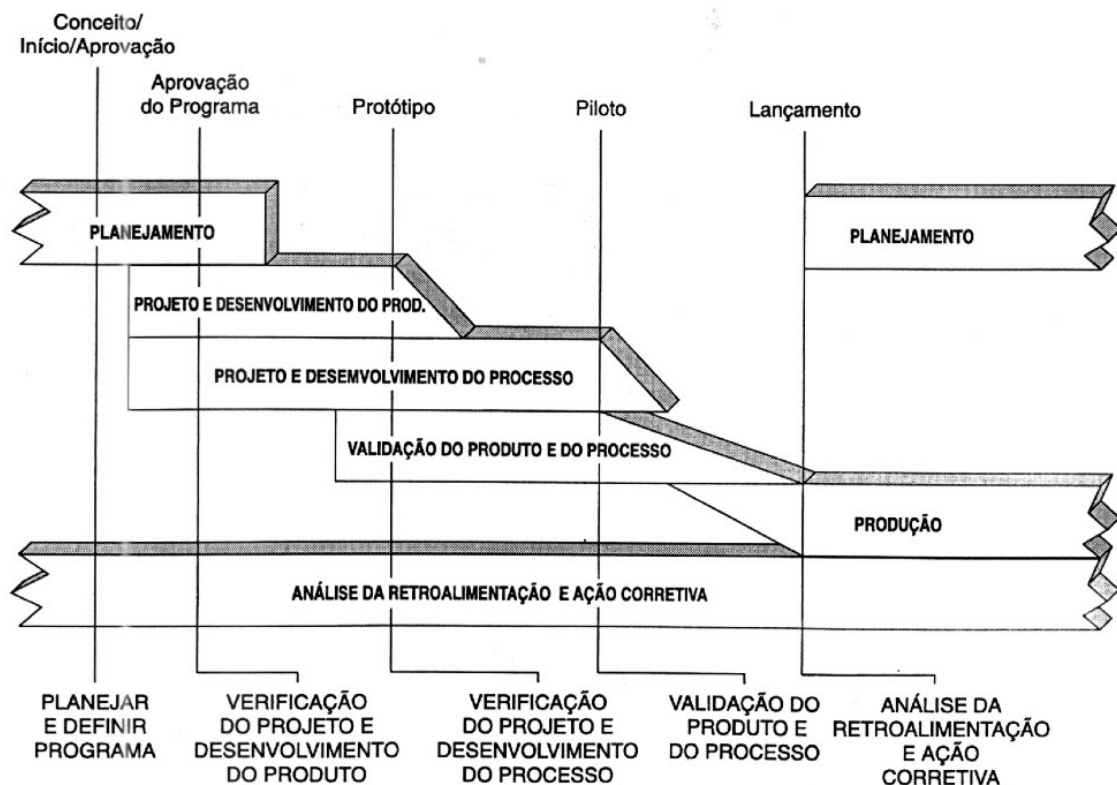


**Figura 3 - Uma visão geral do sistema de estágios e *gates***  
**Fonte: Adaptado de Cooper (1990).**

Esse estudo realizado por Cooper (1990), compreendeu que após os *gates* que eram decididos pelos líderes, ter-se-ia um novo plano de ação para o próximo estágio e que a equipe que desenvolveria, necessita de alto grau de experiência e compromisso, a fim de suprir todas as necessidades evidenciadas do produto.

Outro instrumento desenvolvido para novos produtos, foi o APQP – *Advanced Planning Quality Product* (Planejamento Avançado da Qualidade do Produto). Este tem como princípio facilitar a comunicação entre os responsáveis de um projeto com suas devidas atividades, assegurando o cumprimento de todas as etapas, com eficiência e qualidade garantida (SOUZA, 2006).

O APQP é composto por 5 fases principais (Figura 4).



**Figura 4 - Fases do APQP**  
**Fonte: IQA – Manual do APQP (1995).**

Na Figura 4 tem-se o desdobramento do APQP, no qual tem-se (Valdir, 2006):

- Planejamento – É realizado a engenharia simultânea, buscando as necessidades e expectativas do cliente, bem como do projeto;
- Projeto e desenvolvimento do produto – são levantadas informações técnicas e requisitos de engenharia, bem como a viabilidade do produto;
- Projeto e desenvolvimento do processo – todas necessidades para que o produto seja manufaturado, deve ser realizado levantamento, buscando as interações no processo e o seu fluxograma. Nesta fase busca-se atividades

multidisciplinares, utilizando ferramentas como o FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*);

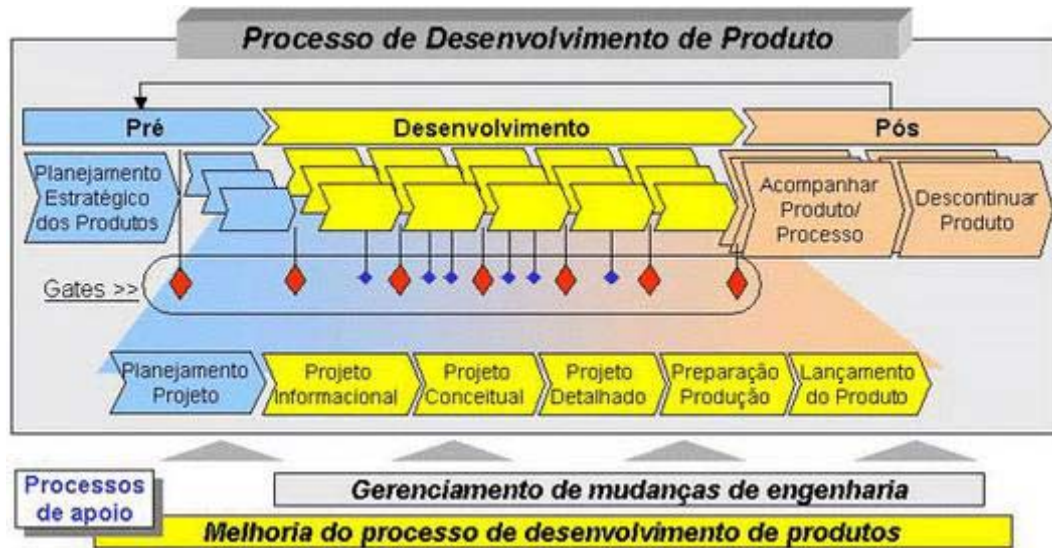
- Validação do produto e do processo – com esta é realizado o lote piloto, validando o produto em análise, certificando que todo o estudo de processo e de projeto garantirá a qualidade exigida pelo cliente;
- Produção – nesta fase tem-se a consolidação do projeto, no qual é avaliado constantemente o produto, verificando a eficácia do APQP, com a satisfação dos clientes internos e externos.

Em Rozenfeld *et al.* (2006), define-se que o PDP deve iniciar com a obtenção de escopo de um novo produto, devendo ser envolvida diferentes áreas de uma organização (Figura 5). Este desenvolvimento deve contemplar várias fases entre elas o planejamento estratégico, desenvolvimento de produtos com pessoas de diversas áreas e por fim a produção.



**Figura 5 - Processo para desenvolvimento de novos produtos**  
 Fonte: Rozenfeld *et al.* (2006).

As etapas de desenvolvimento de produtos desenvolvida por Rozenfeld *et al.* (2006) compreende 3 macrofases (Figura 6).



**Figura 6 - Etapas do processo de desenvolvimento de novos produtos**  
 Fonte: Rozenfeld *et al.* (2006).

Das macrofases (Rozenfeld *et al.* 2006):

- Pré-desenvolvimento – consiste na reunião de ideias e concepções para os novos produtos, levando-se em conta conceitos levantados não somente por pessoas ligadas ao desenvolvimento de produto, mas sim de pessoas que possuem contato com o cliente, bem como vendedores, diretores, etc. Com isto é definido o escopo dos produtos e o planejamento estratégico de uma organização;
- Desenvolvimento – após o pré-desenvolvimento é realizada a etapa de desenvolvimento no qual incide no levantamento total de dados para que um produto seja concebido e produzido. Nesta fase, tem-se o projeto informacional, projeto conceitual, projeto detalhado, preparação para produção e, por fim, o lançamento do produto;
- Pós-desenvolvimento – nesta fase busca-se fazer o acompanhamento do produto, levando-se em conta problemas que podem ser levantados pelos clientes após a utilização, bem como problemas gerados na produção em larga escala. Esta fase é muito importante para o PDP, porque leva em conta a satisfação do cliente.

Após estas ferramentas aqui evidenciadas, verifica-se a necessidade de apoio de métodos intermediários que possam identificar mais profundamente os requisitos do cliente. Com isto na próxima seção apresenta-se a abordagem do QFD - *Quality Function Deployment*, que busca considerar de forma quantitativa as necessidades do cliente no desenvolvimento de produtos.

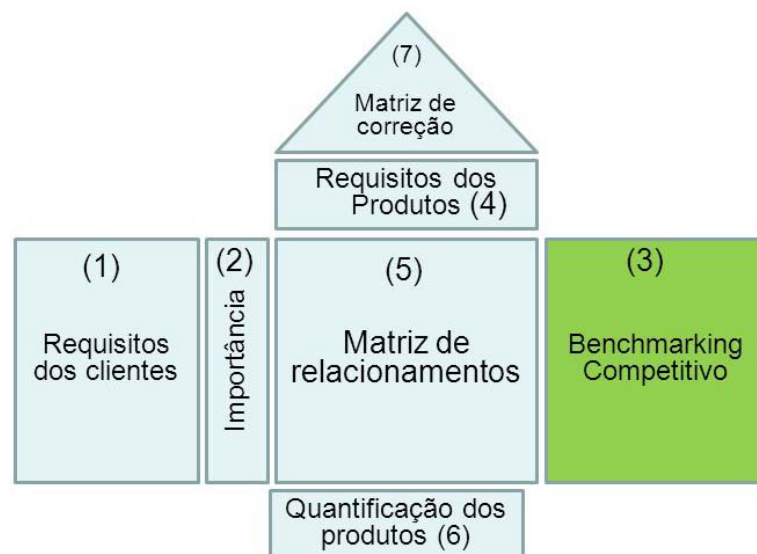
### 2.1.3 QFD – Quality Function Deployment

A sigla QFD – *Quality Function Deployment* (desdobramento da função qualidade) tem origem nos anos 60 no Japão. A principal causa do surgimento foi motivada pela falta de clareza na determinação do projeto. A necessidade era, organizar os dados referentes aos projetos e priorizá-los (GUINTA e PRAIZLER, 1993).

Rozenfeld *et al.* (2006) mencionam que esta metodologia consiste em um conjunto de passos e tabelas específicas que buscam determinar de um melhor modo as necessidades de um cliente em conjunto com as especificações de projeto.

Cheng *et al.* (2010) definem QFD como uma maneira de expor sistematicamente uma informação em relação à qualidade, explicitando os objetivos para obtenção de um novo produto de maneira a garantir a satisfação do cliente. Esta ferramenta busca as necessidades latentes dos clientes, evitando assim custos futuros no início do ciclo de vida de um projeto.

A sua utilização é combinada com uma ferramenta chamada “a casa da qualidade”, que traduz as necessidades dos clientes para a linguagem técnica de projeto (Figura 7).



**Figura 7 - Matriz da casa da qualidade do QFD**  
**Fonte: Rozenfeld *et al.* (2006).**

Para os itens apresentados na Figura 4, tem-se a seguinte classificação, segundo Rozenfeld *et al.* (2006):

1- Requisitos que os consumidores esperam que o produto tenha, elencando todos os itens necessários para satisfação do cliente;

2- Grau de importância para cada requisito do cliente, buscando as correlações do levantamento realizado no item anteriormente;

3- É comparado a situação atual do produto em relação aos concorrentes (*benchmarking*). Nesta fase realiza-se uma avaliação competitiva com os requisitos do cliente que são levantados com os produtos no mercado. Deve ser realizada uma verificação do melhor produto existente, mesmo que este não esteja concorrendo no mercado regional, sendo assim realizado o melhor levantamento para que seja garantida a qualidade do produto;

4- Representa como será medida a capacidade do produto em atender seus clientes, estabelecendo os pesos e alvos de requisitos a serem atendidos no projeto;

5- Neste item tem-se a conexão entre os requisitos dos clientes (os “quês”) e os requisitos do produto (os “como”);

6- Forma-se o conjunto de especificações que o produto deve ter, no qual quantifica-se os valores de requisitos projeto. Estes valores são calculados por meio da afinidade da entre os requisitos dos clientes e pelos requisitos do projeto (fraco 1; médio 3 e forte 9). Em seguida multiplica-se o peso do grau de importância dos requisitos do cliente, pela nota conferida a relação. Outros itens verificados nesta fase é a avaliação técnica competitiva, bem como os valores de projeto;

7- Identifica-se a natureza, efeitos e intensidade possíveis entre requisitos do produto (correlações). Por exemplo, temos o motor de um carro, no qual a rugosidade pode estar ligada a lubrificação, então estes requisitos interagem e levam o símbolo positivo (+), e para aqueles que não interagem negativo (-).

A utilização da casa da qualidade, por sua vez deve compreender as etapas de desdobramento, no qual são formados os “como” em seu primeiro passo e consecutivamente os requisitos do produto formam os “quês”, que servem de base para os próximos desdobramentos (ROZENFELD *et al.*, 2006). A Figura 8 busca apresentar esses desdobramentos.



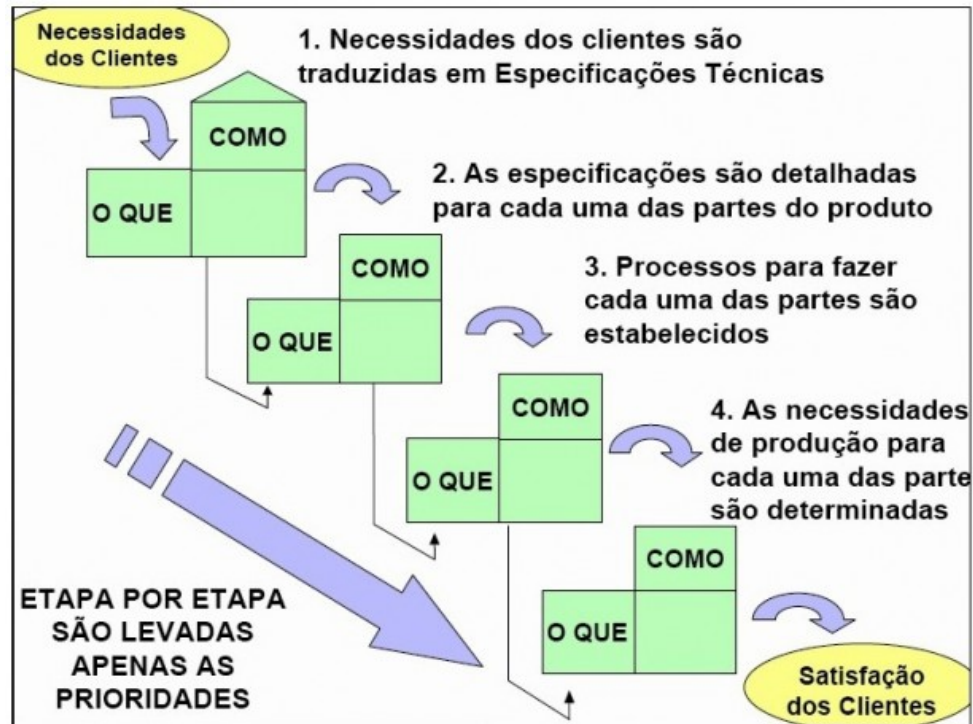
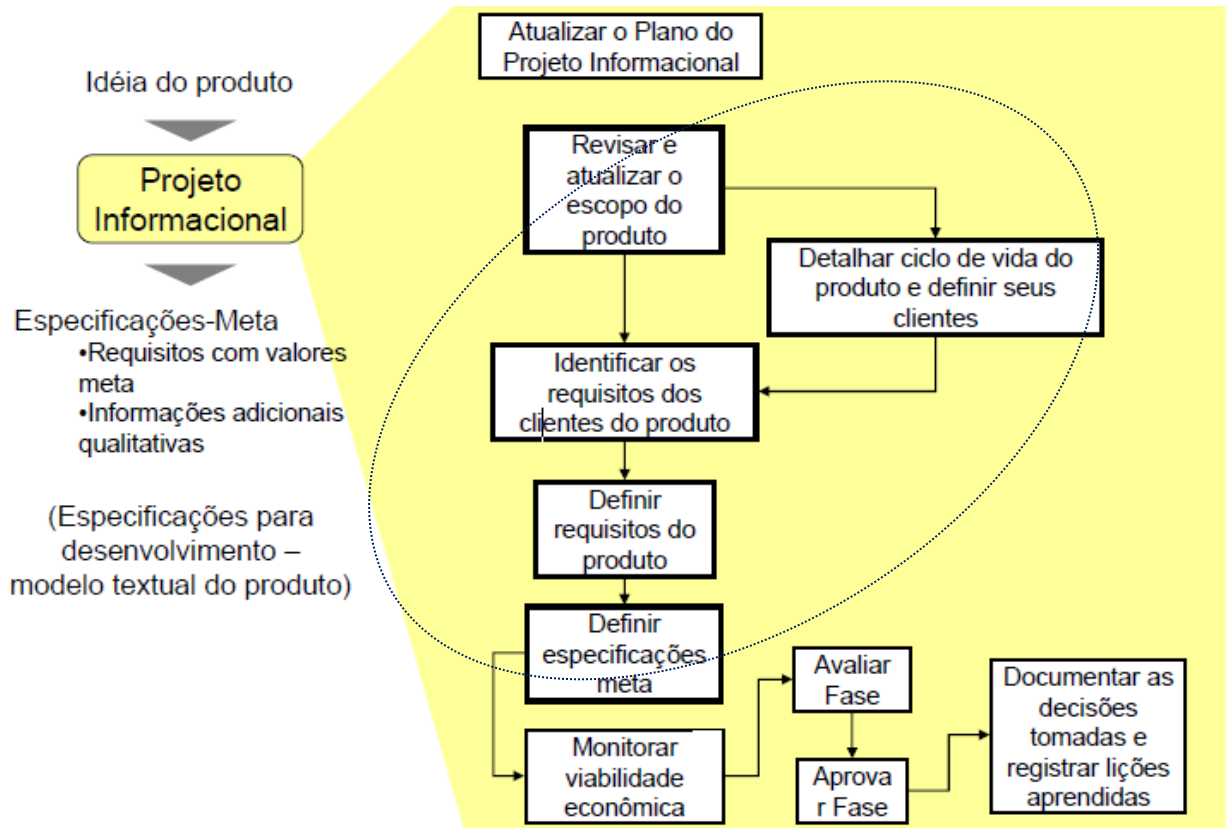


Figura 8 - Desdobramentos do QFD  
Fonte: Rodrigues (2004).

## 2.2 METODOLOGIA

### 2.2.1 PDP - Processo de desenvolvimento de produtos

Com base na metodologia proposta por Rozenfeld *et al.* (2006) este trabalho utilizará os passos do projeto informacional e projeto conceitual. O projeto informacional, por sua vez busca trazer uma gama de informações completas, definindo as especificações-meta do produto. Orientando assim as soluções para o projeto, definindo as características necessárias para que o cliente seja atendido. A Figura 10 evidencia o fluxograma do projeto informacional.



**Figura 9 - Fluxograma do projeto informacional**  
 Fonte: Rozenfeld *et al.* (2006).

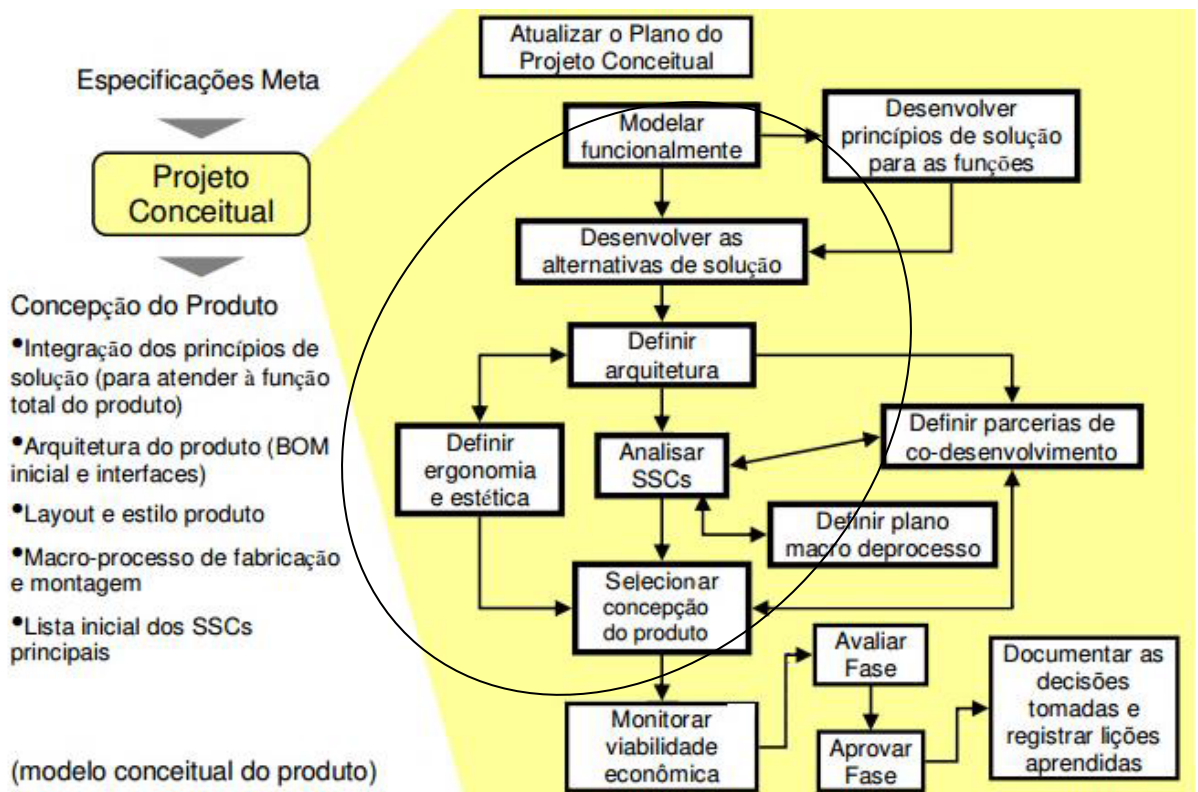
A metodologia a ser utilizada neste trabalho para o projeto informacional, compreenderá os itens dispostos na elipse que compõe a Figura 9, evidenciando principalmente as especificações para definição dos requisitos do produto e do cliente.

Após a aquisição de dados e levantamento do projeto informacional, o projeto conceitual utiliza destas informações obtidas. Sendo assim Rozenfeld *et al.* (2006) citam quatro atividades necessárias para esse processo do PDP:

- Busca - por diferentes soluções, realizando pesquisas em bases de dados, patentes, livros, artigos e etc. Deve-se realizar também *benchmarking*;
- Criação – deve-se criar diferentes soluções para o mesmo problema, orientando-se pela necessidade do cliente;
- Representação – neste item as diferentes soluções são expostas em esquemas, croquis e desenhos;
- Seleção – a seleção deve ser realizada com suporte a métodos adequados para apoiar as necessidades do produto. Neste item por exemplo, pode-se utilizar

ferramentas auxiliadas por computador como CAE (*Computer Aided Engineering*), CAD (*Computer Aided Design*), CAM (*Computer Aided Manufacturing*) e outras.

A Figura 11 demonstra os passos a serem levantados no projeto conceitual do produto.



**Figura 10 - Fluxograma do projeto conceitual**  
 Fonte: Rozenfeld et al. (2006).

Para o projeto conceitual, serão revisados os itens que estão dispostos na elipse da figura 11, tendo em vista a modelar funcionalmente este produto, definindo-se a arquitetura a ser utilizada, e por sua vez ergonomia e estética, sistemas e subcomponentes.

Para o apoio ao PDP, este trabalho buscará apoio lógico a outra ferramenta para desenvolvimento do das especificações do produto e do cliente. Com isto o próximo capítulo da metodologia traz a abordagem do QFD a ser utilizada.

### 2.2.2 QFD – *QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT*

O QFD que é uma ferramenta de apoio, que utiliza-se de conceitos para que seja garantida a eficiência de um projeto no quesito atendimento aos requisitos do cliente (Cheng *et al.* 2010).

A planilha da casa da qualidade deve ser preenchida com base nos principais requisitos do cliente, identificando o grau de importância para cada elemento, trazendo assim elementos chave para que se tenha a satisfação do cliente (Figura 12).

Cliente: \_\_\_\_\_

Necessidade do Cliente: \_\_\_\_\_

- Produto:
- Serviço:
- Processo: Carbizeno
- Desenho:
- Redesenho:

Cliente	Mensurável	FATORES																			
Valor Alvo do Fator																					
Valores de Alavancagem - Importância																					
Valores de Alavancagem - Satisfação																					

Valores de Importância:      1 = menos importante      5 = mais importante  
 Satisfação do Cliente:      1 = muito satisfeito      5 = muito insatisfeito  
 Força da Relação :      0 = nenhuma      1 = fraca      3 = moderada      5 = forte      Em branco = desconhecida

Figura 11 - Planilha de desdobramento QFD  
 Fonte: Rodrigues (2004).

## 2.3 PROJETO INFORMACIONAL

### 2.3.1 Escopo do produto

Este produto tem como escopo principal o *Design Universal* para o desenvolvimento de um veículo automotor, que atenda às necessidades de pessoas que buscam movimentar-se em grandes distâncias.

Sob o conceito de *Design Universal*, este veículo deve contemplar usuários com ou sem deficiência, buscando atender a requisitos mínimos de veículos automotores como a adequação a normas e o código de trânsito brasileiro.

### 2.3.2 Tecnologias e métodos de fabricação disponíveis

Sua concepção é de um veículo com uma plataforma base que utiliza o *Design Universal* para contemplar diferentes possibilidades de montagem do veículo. O acesso ao veículo deverá ser facilitado, de modo que pessoas cadeirantes possam entrar em sua cadeira de rodas.

Entre os métodos de fabricação tem-se a possibilidade de utilização de chapas conformadas para sua carroceria, bem como fibra de vidro promovendo o baixo custo e baixo peso para fabricação em baixa escala. Outros processos utilizados serão de soldagem e usinagem. Tem-se também a redução de etapas de processos, com a utilização de peças padrão obtidas no mercado, tendo em vista a visão de montadora de veículos.

### 2.3.3 Padrões, aspectos legais e patentes

#### 2.3.3.1 Padrões e aspectos legais

O veículo deverá obedecer às normas regulamentadoras que regem os estatutos de acessibilidade, bem como o a legislação de trânsito. Abaixo estão dispostas as normas e uma síntese dos principais quesitos:

- **NBR 14970-1 Acessibilidade em Veículos Automotores- Requisitos de Dirigibilidade (2003)** – se aplica a dirigibilidade de veículos automotores de 4 rodas que são conduzidos por condutores com habilitação B, C, D e E. Esta norma se aplica a todos os veículos que possuem os seis comandos básicos de dirigibilidade. Entre eles comando do volante de direção, comando de acelerador, comando de freios, comando de embreagem, comando de seleção de marchas e comando de freio de estacionamento dispostos no habitáculo do motorista.
- **NBR 14970-3 Acessibilidade em Veículos Automotores- Diretrizes para avaliação da dirigibilidade do condutor com mobilidade reduzida em veículo automotor apropriado (2003)** – esta norma é aplicada com ensaios em diferentes situações, possibilitando o condutor executar todas as funções do veículo com total efetividade.

Para os itens que são revisados pelo Detran – Departamento Estadual de Trânsito tem-se o Quadro 1 abaixo.

SISTEMA	ITENS INSPECIONADOS
ILUMINAÇÃO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Farol alto e baixo;</li> <li>• Lanterna de freio;</li> <li>• Lanterna de posição;</li> <li>• Luz de ré;</li> <li>• Luz de placa;</li> <li>• Luz de seta;</li> <li>• Luz de emergência.</li> </ul>
VISUALIZAÇÃO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Espelhos retrovisores;</li> <li>• Limpadores de para-brisa;</li> <li>• Transparência dos vidros.</li> </ul>
SEGURANÇA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para-choques dianteiro e traseiro;</li> <li>• Estado de conservação dos pneus;</li> <li>• Funcionamento do freio de estacionamento;</li> <li>• Cintos de segurança para cada ocupante;</li> <li>• Pala interna de proteção contra o sol do condutor (para sol);</li> <li>• Buzina.</li> </ul>
ITENS DE EMERGÊNCIA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estepe e ferramentas;</li> <li>• Triângulo;</li> <li>• Extintor de incêndio (validade).</li> </ul>
ITENS DIVERSOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Funcionamento do velocímetro;</li> <li>• Decalque do chassi;</li> <li>• Placa: deve estar com o lacre e de fácil leitura da identificação;</li> <li>• Emissão de gases.</li> </ul>

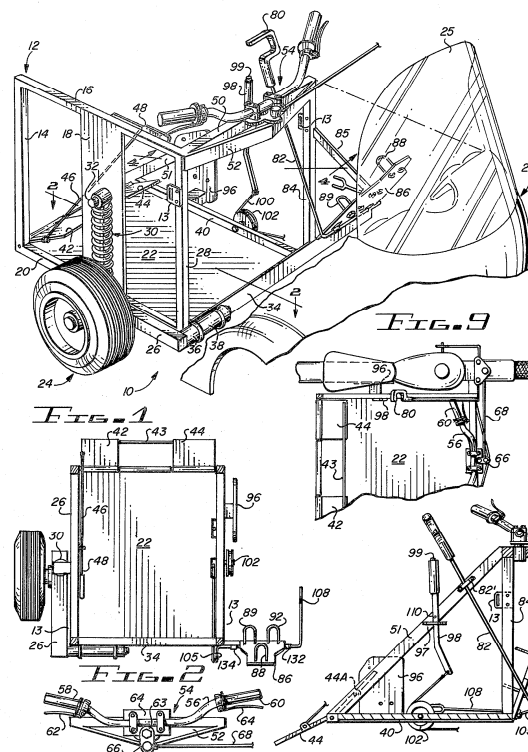
**Quadro 1 - Itens de inspeção veicular Detran**  
**Fonte: Adaptado de VISTORIA VEÍCULAR (2015).**

### 2.3.3.2 Patentes

Com intuito de verificar patentes vigentes para veículos automotores com acessibilidade facilitada para pessoas cadeirantes, levando-se em conta a praticidade para o mesmo entrar e sair do automóvel. Abaixo seguem as patentes verificadas:

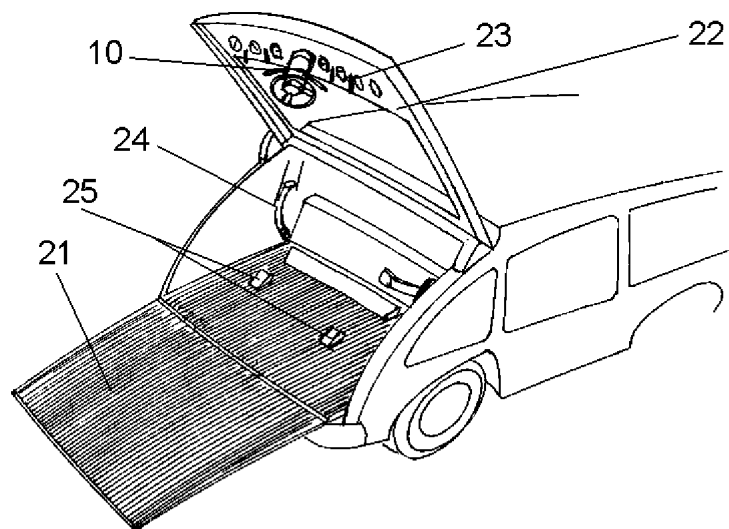
- Motocicleta com *sidecar* para pessoas cadeirantes – o acesso na parte traseira pode ser realizado pelo cadeirante com auxílio de uma rampa (Figura 14). O cadeirante tem acesso a todos os instrumentos, podendo dirigir normalmente o veículo. A publicação desta patente foi realizada em 9 de setembro de 1980.





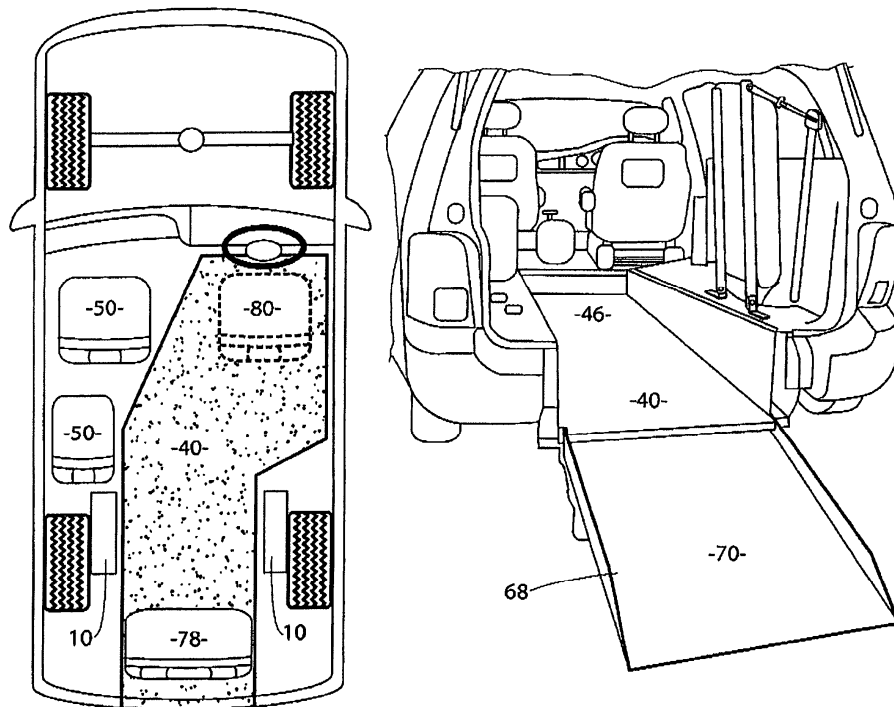
**Figura 12 - Motocicleta com sidecar para cadeirantes**  
**Fonte: U.S. Patent, 1980.**

- Veículo de alta velocidade para cadeirantes – Seu princípio de construção é de um veículo capaz de alcançar grandes distâncias e grandes velocidades, com acesso frontal do cadeirante (Figura 15). A data em que esta patente foi publicada foi 31 de janeiro de 2008.



**Figura 13 - Veículo para cadeirantes de alta velocidade**  
**Fonte: U.S. Patent, 2004.**

- Conversão de veículo para cadeirantes e método de conversão de veículos para cadeirantes (Figura 16) – a conversão é feita para permitir ou melhorar a acessibilidade do cadeirante até a frente do veículo. A suspensão traseira é adaptada de forma ao piso do carro possuir uma rampa de acesso ao cadeirante. Sua publicação foi realizada em 21 de dezembro de 2010.



**Figura 14 - Conversão de veículo para cadeirantes e método de conversão de veículos para cadeirantes**

**Fonte: U.S. Patent, 2008.**

As patentes aqui listadas trazem a concepção de aberturas frontais e traseiras para o acesso de cadeirantes, na qual este projeto buscará como concepção.

#### 2.3.4 Produtos concorrentes e similares

Como escopo deste veículo é voltado para o *Design Universal*, onde tem-se que o mesmo deve considerar usuários com ou sem deficiência, realizou-se uma pesquisa de veículos compactos que possuem acessibilidade semelhante a objeto desse projeto.



**Figura 15 - Kenguru car**  
Fonte: Nguyen, 2015.



**Figura 16 - Pratyko**  
Fonte: Sant'anna, 2011.



**Figura 17 - Elbee Car.**  
**Fonte: Franc, 2014.**

Os veículos demonstrados como produtos concorrentes, tem como essência a ideia de um veículo compacto e com acessibilidade facilitada ao cadeirante. Já para o projeto do veículo deste trabalho, busca-se a ideia de abranger mais usuários, tendo mais um assento no veículo para outro usuário.

### 2.3.5 Detalhar ciclo de vida e definir clientes do produto

#### 2.3.5.1 Refinar ciclo de vida do produto

Para que seja obtido o ciclo de vida do produto, se faz necessário uma projeção inicial para que o produto seja rentável. Utilizando-se dos conceitos de *payback* mínimo. Para isso define-se um valor inicial de investimento e uma intenção de vendas do produto. Nesse caso se trata de um projeto ainda preliminar. Na aplicação da MMIA serão apresentados elementos relacionados ao ciclo de vida.

Numa situação em que a empresa tivesse portfolio de produtos similares a curva de vendas desses poderia ser tomada como base inicial.

### 2.3.6 Definição dos clientes do produto

Os clientes do produto definidos em pesquisa (apêndice A), são pessoas que necessitam de locomoção para pequenas distâncias diárias, para trabalho e escola. Com isto este projeto visa contemplar a maioria dos usuários, onde cerca de 70% dos mesmos utilizam um ou dois lugares.

### 2.3.7 Identificar os requisitos dos clientes do produto

#### 2.3.7.1 Coleta das necessidades dos clientes

A coleta das necessidades dos clientes foram definidas na pesquisa no apêndice A, onde foi realizada uma verificação sobre os principais itens que devem ser levados em conta para que o veículo contemple as necessidades dos usuários.

A Tabela 1 abaixo demonstra os itens utilizados na pesquisa.

**Tabela 1 - Necessidades dos clientes.**

<b>Itens</b>
<b>Dois lugares</b>
<b>Baixo custo</b>
<b>Alarme</b>
<b>Ar condicionado</b>
<b>Ar quente</b>
<b>Câmbio automático</b>
<b>Direção hidráulica</b>
<b>Porta malas grande</b>
<b>Trava elétrica</b>
<b>Trio elétrico</b>
<b>Vidros elétricos</b>
<b>Conforto</b>
<b>Consumo baixo de combustível</b>
<b>Design atrativo</b>
<b>Durabilidade, baixa manutenção</b>
<b>Potência</b>
<b>Qualidade</b>
<b>Segurança</b>
<b>Autonomia de 150km a 200km</b>
<b>Velocidade de vias urbanas a 60km/h</b>
<b>Regulagem de altura do volante</b>
<b>Acessibilidade para cadeirantes</b>

**Fonte: O Autor, 2015.**

#### 2.3.7.2 Definir e valorar requisitos dos clientes

Com base na pesquisa realizada no apêndice B, os valores foram definidos a partir da relevância levantada pelos pesquisados para os itens, bem como os itens que tiveram maior escolha.

Segue abaixo a Tabela 2 com estes itens valorados.

**Tabela 2 - Requisitos dos clientes valorados.**

<b>Itens</b>	<b>Pesos</b>
<b>Dois lugares</b>	<b>5</b>
<b>Baixo custo</b>	<b>5</b>
<b>Alarme</b>	<b>2</b>
<b>Ar condicionado</b>	<b>5</b>
<b>Ar quente</b>	<b>1</b>
<b>Câmbio automático</b>	<b>3</b>
<b>Direção hidráulica</b>	<b>5</b>
<b>Porta malas grande</b>	<b>2</b>
<b>Trava elétrica</b>	<b>2</b>
<b>Trio elétrico</b>	<b>3</b>
<b>Vidros elétricos</b>	<b>3</b>
<b>Conforto</b>	<b>4</b>
<b>Consumo baixo de combustível</b>	<b>5</b>
<b>Design atrativo</b>	<b>2</b>
<b>Durabilidade, baixa manutenção</b>	<b>3</b>
<b>Potência</b>	<b>2</b>
<b>Qualidade</b>	<b>2</b>
<b>Segurança</b>	<b>4</b>
<b>Autonomia de 150km a 200km</b>	<b>5</b>
<b>Velocidade de vias urbanas a 60km/h</b>	<b>4</b>
<b>Regulagem de altura do volante</b>	<b>4</b>
<b>Acessibilidade para cadeirantes</b>	<b>5</b>

**Fonte: O Autor, 2015.**

### 2.3.8 Definir requisitos do produto

No projeto deste veículo serão utilizados métodos já adotados pela indústria automotiva. Busca-se trazer algumas soluções diferentes na sua concepção como: acessibilidade melhor ao cadeirante com abertura de uma porta traseira e autonomia em torno de 150km a 200km, possibilitando assim o transporte em maiores distâncias como em cidades grandes.

O veículo deverá possuir critérios básicos de construção para promover a estabilidade e segurança em sua total velocidade como os itens descritos na Tabela 3 abaixo.

**Tabela 3 - Requisitos do produto.**

<b>Itens</b>
Dimensões do veículo
Suspensão
Proteção contra impacto, capotamento
Sistema de freio
Fixação da cadeira de rodas
Sistema elétrico de sinalização
Entrada com acesso a cadeira de rodas
Autonomia
Quantidade de assentos
Valor do veículo
Potência do motor
Acabamento interno
Ergonomia
Volante escamoteável
Desempenho
Estética e aparência
Peso
Vida em serviço

**Fonte: O Autor, 2015.**

Com isto é possível realizar o QFD, concluindo as especificações meta do produto.

### 2.3.9 Elaborar o conjunto de especificações-meta do produto

As especificações meta foram obtidas através do QFD e com análise de benchmarking do veículo brasileiro para cadeirantes, o Pratyko. Tendo em vista a pesquisa realizada, com a comparação, foi possível elencar as especificações na Tabela 4.



**Tabela 4 - Especificações meta do produto.**

<b>Itens</b>
Dimensões Máxima 2,3 x 1,9 m
Suspensão independente
Barras laterais de proteção e colunas
Freio a disco hidráulico diant./Freio a disco tambor traseiro
Fixação de cadeira de rodas no assoalho e cinto para cadeirante
Porta para entrada de cadeirantes traseira
Autonomia de 150km a 200km
2 lugares
Valor do veículo de R\$ 26.250,00
Motor elétrico trifásico 25KW
Velocidade média de 60km/h em vias urbanas
Chassi tubular com carenagem em fibra de vidro
Peso em torno de 600kg

**Fonte: O autor, 2015.**

## 2.4 PROJETO CONCEITUAL

### 2.4.1 Modelo Funcional do Produto

A matriz funcional para o produto com suas principais funções globais, encontra-se abaixo na Figura 20, onde tem-se que o principal objetivo é o deslocamento do usuário.

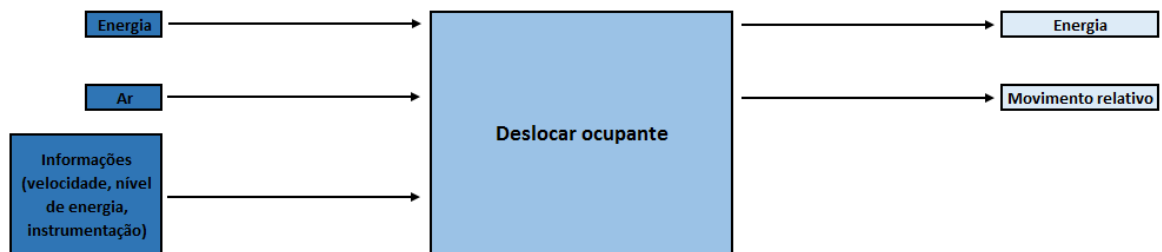


Figura 18 - Funções globais do veículo.  
Fonte: O autor, 2015.

O desdobramento das funções necessárias para o veículo, encontra-se na Figura 21 abaixo.

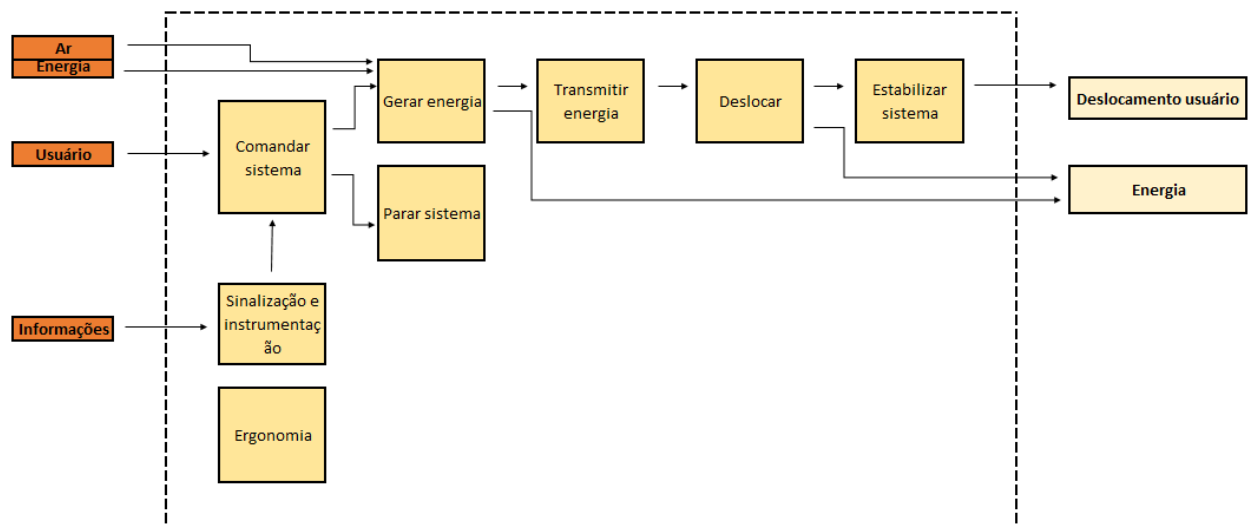
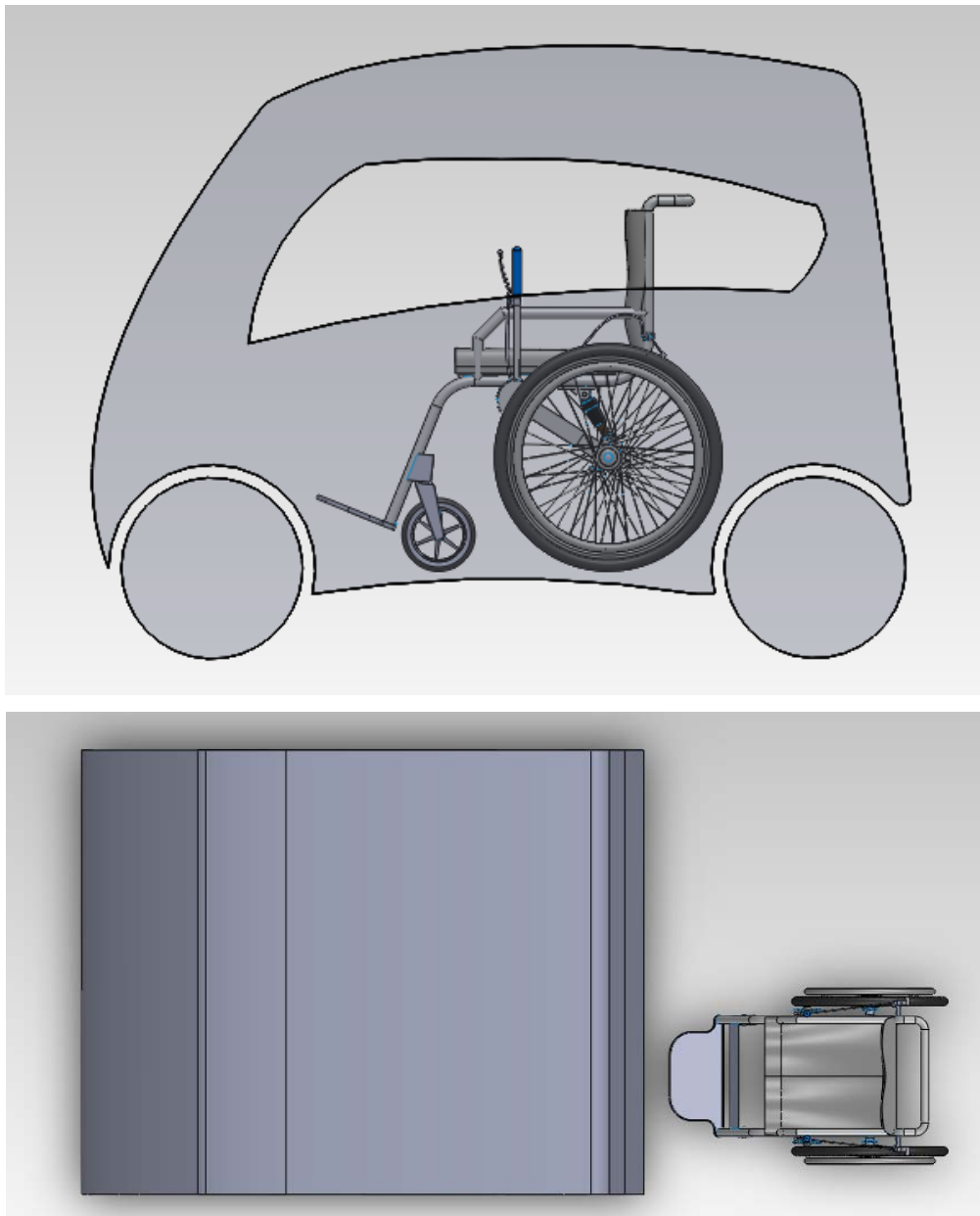


Figura 19 - Estruturas funcionais do produto.  
Fonte: O autor, 2015.

### 2.4.2 Concepção Proposta

Com base na pesquisa realizada tem-se que o veículo sob o conceito do *design* universal deve obedecer aos requisitos do produto, tornando-se eficiente e de modo a abranger a maioria dos usuários. Com isto este projeto tem como base atender a usuários que necessitam de até dois lugares para deslocamento diário.



**Figura 20 - Vista lateral e vista superior proposta.**  
**Fonte: O Autor, 2015.**

### 2.4.3 Definição da Arquitetura

O veículo proposto tem sua arquitetura modular, definida nos próximos subitens.

#### 2.4.3.1 Sistemas, Subsistemas e Componentes (SSC's)

Os sistemas e subsistemas com os componentes, estão listados no Quadro 2.

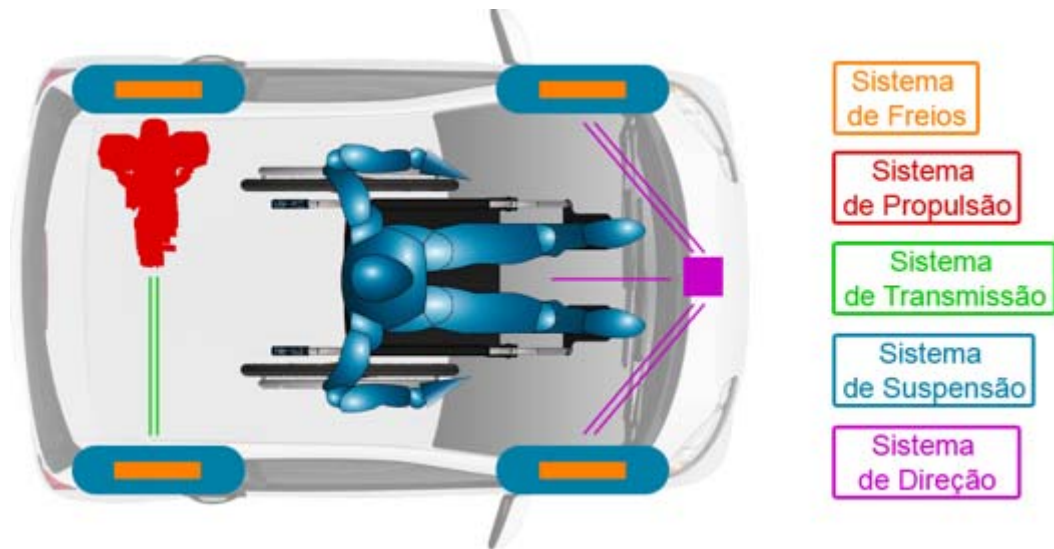
Sistema	Subsistema	Componentes
Sistema de Propulsão	Motor elétrico	Inversor de frequência
Sistema de Transmissão	CVT	Polia variadora, disco de acionamento, disco acionado, borboletas, corrente.
Sistema de Suspensão	Suspensão com Mola-Amortecedor	Amortecedor, mola, braço oscilante, buchas, juntas esféricas; coxins, pneus e rodas.
Sistema de Freios	Freios a Disco	Disco de freio, pinça, cilindro mestre, mangueiras, manetes, cilindro hidráulico.
Sistema de Direção	Volante	Volante, coluna de direção e barra de direção.
Sistema de Integração	Instalação Elétrica	Bateria, fiação, dispositivos de acionamento.
Chassis e Carenagem	Chassis	Carenagem, estrutura, acabamentos

**Quadro 2 - Sistemas, subsistemas e componentes.**

Fonte: O autor, 2015.

#### 2.4.3.2 Definir Integração entre SSC's das Alternativas do Projeto

A integração dos sistemas é demonstrada na Figura 23.



**Figura 21 - Integração dos SSC's.**  
**Fonte: O autor, 2015.**

#### 2.4.4 Análise de Sistemas, Subsistemas e Componentes (SSC's)

##### 2.4.4.1 Identificação e Análise de Aspectos Críticos

A ideia deste veículo, é de utilizar em sua maioria peças prontas disponíveis no mercado, tendo como visão, diminuir processos de fabricação e utilizar peças de empresas terceiras, as quais devem garantir a qualidade na entrega. Posteriormente, em novas revisões e ampliação da empresa, pode-se criar novos fornecedores, trazendo-os pra dentro da empresa montadora, desenvolvendo componentes específicos para um novo projeto.

##### 2.4.4.2 Definição dos Parâmetros Principais

Face as definições abordadas dos subcomponentes, componentes e seus sistemas, a principal definição é da carroceria deste veículo, que deverá obedecer a um chassis estrutural tubular com carenagem em fibra de vidro. Esta escolha se dá pela baixo valor de investimento inicial que este trabalho aborda em sua viabilidade

econômica, onde não se desprenderá alto investimento em moldes de conformação mecânica para produção em massa.

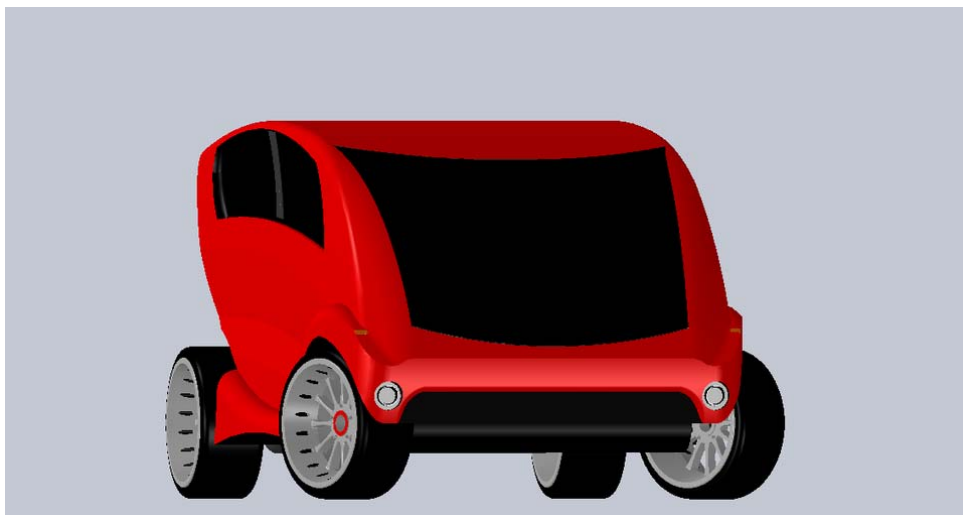
#### 2.4.5 Definição da Ergonomia e Estética do Produto

##### 2.4.5.1 Ergonomia

A ergonomia deste veículo está baseada no fácil acesso ao usuário cadeirante, facilitando sua entrada com uma porta na parte traseira e com rampa de acesso. Ao entrar no veículo o mesmo pode realizar o travamento e obter acesso a todos os comandos, visto NBR 14970-1 e NBR 14970-3.

##### 2.4.5.2 Estética

A estética do veículo será baseada em linhas modernas com amplo parabrisa frontal e grandes janelas laterais, possibilitando melhor visão do condutor (Figura 24).



**Figura 22 - Small eletric vehicle.  
Fonte: Dhawan, 2015.**

### 3 CONCLUSÕES

Para o desenvolvimento de novos produtos, se faz necessário elencar as necessidades dos clientes, bem como as necessidades que compunham o projeto do produto. A fim de obter estes itens, este trabalho teve como base o foco no *Design Universal*, dando ênfase a utilização do veículo para uma pessoa cadeirante ou não cadeirante.

Todavia com a pesquisa realizada utilizando como base os *dependability attributes*, com possíveis compradores cadeirantes, verificou-se a necessidade de mais um assento para um passageiro. Desta forma, é possível abranger maior parte dos usuários que buscam se movimentar diariamente para pequenas distâncias como trabalho e escola.

## REFERÊNCIAS

ALVARENGA, Flávia Bonilha, Uma Abordagem Metodológica para o Projeto de Produtos Inclusivos, Campinas: Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 2006. 218 p. Tese (Doutorado).

CHENG, Lin Chih; MELO FILHO, Leonel Del Rey de. QFD: desdobramento da função qualidade na gestão de desenvolvimento de produtos. 2.ed. São Paulo, SP: Edgard Blücher, 2010.

COOPER, Robert G. **Stage-Gate Systems: A New Tool for Managing New Products**. Indiana: Business Horizons Journal, 1990.

Dhawan, Gagan. **Small Electric Vehicle [2015]**. 1 fotografia, color. Disponível em: <<https://grabcad.com/library/small-electric-vehicle-1>>. Acesso em: 17 nov. 2015.

FRANC, Josef. **Elbee Car [2014]**. 1 fotografia, color. Disponível em: <<http://www.elbee.cz/en/vyhody>>. Acesso em: 15 out. 2015.

GUINTA, Lawrence R.; PRAIZLER, Nancy C. **Manual de QFD: o uso de equipes para solucionar problemas e satisfazer clientes pelo desdobramento da função qualidade**. Rio de Janeiro: LTC- Livros Técnicos e Científicos, 1994. 117 p.

HERSH MA. 2010. The Design and Evaluation of Assistive Technology Products and Devices Part 1: Design. In: JH Stone, M Blouin, editors. International Encyclopedia of Rehabilitation. Available online: <http://cirrie.buffalo.edu/encyclopedia/en/article/309/>

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 15 out. 2015.

Inspeção veicular. **Carro de Garagem**. Disponível em: <<http://www.carrodegareagem.com/vistoria-veicular-o-que-e-verificado/>>. Acesso em: 01 out. 2015.

MARTINS, P.G. e LAUGENI, F.P. **Administração da Produção**. 2ed. São Paulo: Saraiva, 2005.



NGUYEN, Connie. **Kenguru: A Genius Car for Drivers on Wheelchairs [2015]**. 1 fotografia, color. Disponível em: <<http://techdrive.co/Kenguru-Car-For-Drivers-On-Wheelchairs>>. Acesso em: 15 out. 2015.

RADABAUGH, M. P. NIDRR's Long Range Plan. 1993. Technology for Access and Function Research Section Two: NIDDR Research Agenda Chapter 5: TECHNOLOGY FOR ACCESS AND FUNCTION – Disponível em [http://www.ncddr.org/new/announcements/lrp/fy1999-2003/lrp\\_techaf.html](http://www.ncddr.org/new/announcements/lrp/fy1999-2003/lrp_techaf.html)

RODRIGUES, Marcus Vinicius. **Ações para a qualidade: GEIQ, gestão integrada para a qualidade: padrão seis sigma, classe mundial**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2004.

ROZENFELD, H. et al. Gestão de Desenvolvimento de Produtos: uma referência para a melhoria do processo. São Paulo: Saraiva, 2006.

SANT'ANNA, Ricardo. **Pratyko [2011]**. 1 fotografia, color. Disponível em: <<http://revistaautoesporte.globo.com/Revista/Autoesporte/0,,EMI233362-10142,00.html>>. Acesso em: 15 out. 2015.

SOMMERVILLE, Ian. DEWSBURY, Guy. **Dependable Domestic System Design: A Socio-Technical Approach**. Lancaster: Journal Interacting with Computers Elsevier, 2007.

Souza, V. P. (2006). Gestão de projetos de desenvolvimento de autopeças. Dissertação de Mestrado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.

U.S. Patent. Jeffrey Watters. Vehicle conversion assembly and method of converting a vehicle. US20040256827A1, 12 abr. 2004, 23 dez. 2004.

U.S. Patent. John C. Mitchell, Thomas N. Terning. Motorcycle controlling sidecar for handicapped persons. US4221276A, 21 jul.1978, 9 set. 1980.

U.S. Patent. Orville Douglas Denison. Highway Vehicle for Handicapped Drivers in Mobility. US 20080025829 A1, 18 out. 2006, 31 jan. 2008.

## APÊNDICES A – QUESTIONÁRIO PARA CLIENTES

### VEÍCULO COMPACTO URBANO SOB A VISÃO DO CONCEITO DE DESIGN UNIVERSAL

Este questionário é destinado a um trabalho que tem como objetivo desenvolver a viabilidade econômica de um veículo protótipo, cujo o cunho principal é o Design Universal, contemplando usuários com ou sem necessidades especiais.



#### Termo de Consentimento Livre

#### 1) INFORMAÇÕES AO PARTICIPANTE

##### a. Apresentação da Pesquisa

Esta pesquisa é desenvolvida pelo acadêmico Rodrigo Wendhausen Xavier do curso de Engenharia Mecânica da UTFPR - Campus Pato Branco.

Este trabalho tem como objetivo desenvolver a viabilidade econômica de um veículo protótipo, cujo o cunho principal é o Design Universal, contemplando usuários com ou sem necessidades especiais.

b. Participação na Pesquisa.

Sua participação será realizada por meio da resposta ao questionário apresentado na sequência.

c. Confidencialidade.

Esta é uma pesquisa acadêmica, e todas as informações coletadas através do questionário serão de uso confidencial e restrito. As informações serão publicadas de maneira consolidada, de forma a preservar a identidade dos respondentes.

## 2) CONSENTIMENTO

Eu declaro ter conhecimento das informações contidas neste documento e ter recebido respostas claras às minhas questões a propósito da minha participação direta na pesquisa. Adicionalmente, declaro ter compreendido o objetivo e a natureza deste estudo. Após reflexão eu decidi, livre e voluntariamente, participar deste estudo.

1. Posteriormente a leitura do Termo de Consentimento Livre: \*

*Check all that apply.*

- Aceito participar da pesquisa.
- Não aceito participar da pesquisa.

## Dados do Participante

2. Nome:

3. Idade: \*

4. E-mail para contato: \*

5. Possui algum tipo de necessidade especial? \*

*Mark only one oval.*

Sim

Não

6. Possui veículo automotor? \*

*Mark only one oval.*

Sim

Sim, adaptado para condições especiais.

Não

## Questionário

---

O questionário a seguir é composto por 13 questões, sendo que as questões 7 a 12 são destinadas a cadeirantes, não sendo itens obrigatórios aos demais participantes.

### Veículo Universal Compacto

1. Quantos lugares são ocupados no veículo de utilização rotineira seu ou de sua família, para deslocamento para casa/trabalho/escola?

- 1 lugar
- 2 lugares
- 3 lugares
- 4 lugares
- Utilizo outro meio de transporte.

Qual o grau de importância para esta questão?

	1	2	3	4	5	
Totalmente desnecessária	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Extremamente importante



2. Quanto você estaria disposto a pagar por um carro compacto de dois lugares, como o veículo acima?

- R\$18.000,00
- R\$20.000,00
- R\$22.000,00
- R\$25.000,00
- R\$30.000,00

Qual o grau de importância para esta questão? \*

	1	2	3	4	5	
Totalmente desnecessária	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Extremamente importante

3. Escolha abaixo 3 opcionais que, sob sua visão são mais importantes para um veículo.

- Alarme
- Ar condicionado
- Ar quente
- Câmbio automático
- Direção hidráulica
- Porta malas grande
- Trava elétrica
- Trio elétrico
- Vidros elétricos

Qual o grau de importância para esta questão?

	1	2	3	4	5	
Totalmente desnecessária	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Extremamente importante

4. Escolha abaixo 3 alternativas que, sob seu conceito, devem ser respeitados na compra de um carro.

- Conforto
- Consumo baixo de combustível
- Design atrativo
- Durabilidade
- Potência
- Preço
- Qualidade
- Segurança

Qual o grau de importância para esta questão?

	1	2	3	4	5	
Totalmente desnecessária	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Extremamente importante

5. Escolha abaixo a autonomia, da qual você julga mínima para um veículo urbano.

- 100km
- 150km
- 200km
- 250km
- 300km

Qual o grau de importância para esta questão?

	1	2	3	4	5	
Totalmente desnecessária	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Extremamente importante

6. Escolha abaixo qual velocidade, você julga necessária para que o veículo transite em vias urbanas.

- 40 km/h
- 60 km/h
- 80 km/h
- 100 km/h

Qual o grau de importância para esta questão?

	1	2	3	4	5	
Totalmente desnecessária	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Extremamente importante

### Veículo com Acessibilidade Para Cadeirantes

7. Se você não pudesse entrar em um veículo sem auxílio, como você se sentiria?

- Eu adoraria isso, mas não é imprescindível
- Isso é imprescindível
- Indiferente
- Não gostaria, mas posso conviver com isso
- É inaceitável

Qual o grau de importância para esta questão?

	1	2	3	4	5	
Totalmente desnecessária	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Extremamente importante

8. Se você pudesse entrar em um veículo sem auxílio, como você se sentiria?



- Eu adoraria isso, mas não é imprescindível
- Isso é imprescindível
- Indiferente
- Não gostaria, mas posso conviver com isso
- É inaceitável

Qual o grau de importância para esta questão?

	1	2	3	4	5	
Totalmente desnecessária	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Extremamente importante

9. Se o veículo possuísse uma porta na qual você pudesse entrar no veículo com a cadeira, como você se sentiria?

- Eu adoraria isso, mas não é imprescindível
- Isso é imprescindível
- Indiferente
- Não gostaria, mas posso conviver com isso
- É inaceitável

Qual o grau de importância para esta questão?

	1	2	3	4	5	
Totalmente desnecessária	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Extremamente importante

10. Se o veículo não possuísse uma porta na qual você pudesse entrar no veículo com a cadeira, como você se sentiria?

- Eu adoraria isso, mas não é imprescindível
- Isso é imprescindível
- Indiferente
- Não gostaria, mas posso conviver com isso
- É inaceitável

Qual o grau de importância para esta questão?

	1	2	3	4	5	
Totalmente desnecessária	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Extremamente importante

11. Se o veículo possuísse regulagem de altura do volante, como você se sentiria?

- Eu adoraria isso, mas não é imprescindível
- Isso é imprescindível
- Indiferente
- Não gostaria, mas posso conviver com isso
- É inaceitável

Qual o grau de importância para esta questão?

	1	2	3	4	5	
Totalmente desnecessária	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Extremamente importante

12. Se o veículo não possuísse regulagem de altura do volante, como você se sentiria?

- Eu adoraria isso, mas não é imprescindível
- Isso é imprescindível
- Indiferente
- Não gostaria, mas posso conviver com isso
- É inaceitável

Qual o grau de importância para esta questão?

	1	2	3	4	5	
Totalmente desnecessária	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Extremamente importante

### Veículo Universal Compacto

13. Você teria alguma sugestão de um requisito que seja imprescindível no projeto de um veículo compacto com conceito de Design Universal? \*

.....

.....

.....

.....

.....

## APÊNDICE B – RESPOSTA QUESTIONÁRIO DE CLIENTES

Número de participantes da pesquisa: 23 participantes.

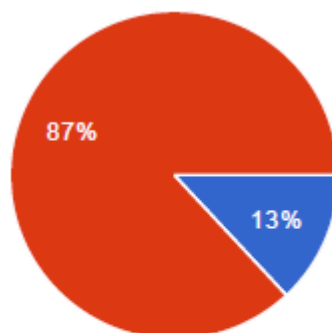
Termo de Consentimento Livre

Posteriormente a leitura do Termo de Consentimento Livre:



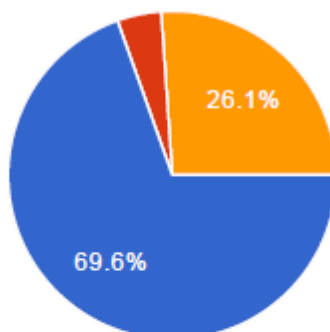
Aceito participar da pesquisa.	<b>23</b>	100%
Não aceito participar da pesquisa.	<b>0</b>	0%

Possui algum tipo de necessidade especial?



Sim	<b>3</b>	13%
Não	<b>20</b>	87%

Possui veículo automotor?

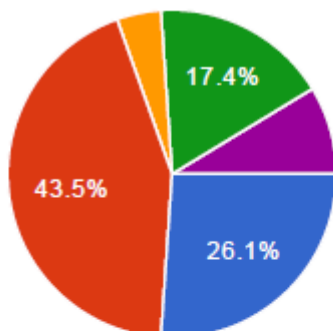


Sim	<b>16</b>	69.6%
Sim, adaptado para condições especiais.	<b>1</b>	4.3%
Não	<b>6</b>	26.1%

## Questionário

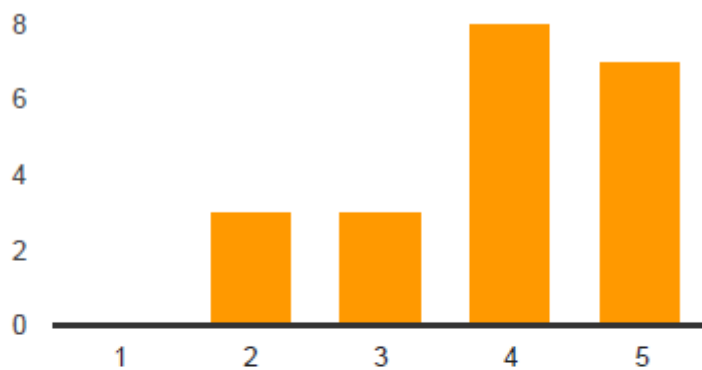
Veículo Universal Compacto

1. Quantos lugares são ocupados no veículo de utilização rotineira seu ou de sua família, para deslocamento para casa/trabalho/escola?



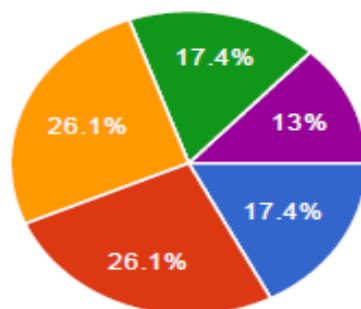
1 lugar	<b>6</b>	26.1%
2 lugares	<b>10</b>	43.5%
3 lugares	<b>1</b>	4.3%
4 lugares	<b>4</b>	17.4%
Utilizo outro meio de transporte.	<b>2</b>	8.7%

Qual o grau de importância para esta questão?



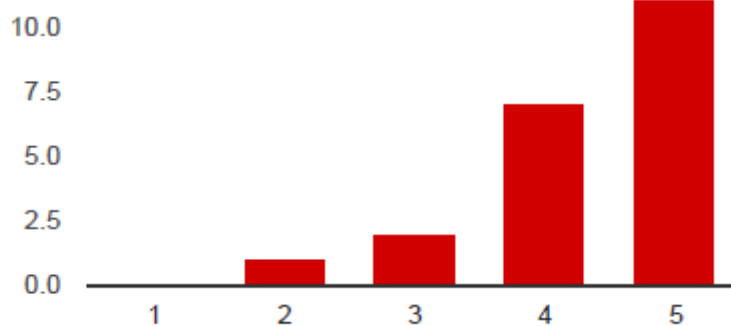
Totalmente desnecessária:	1	0	0%
	2	3	14.3%
	3	3	14.3%
	4	8	38.1%
Extremamente importante:	5	7	33.3%

2. Quanto você estaria disposto a pagar por um carro compacto de dois lugares, como o veículo acima?



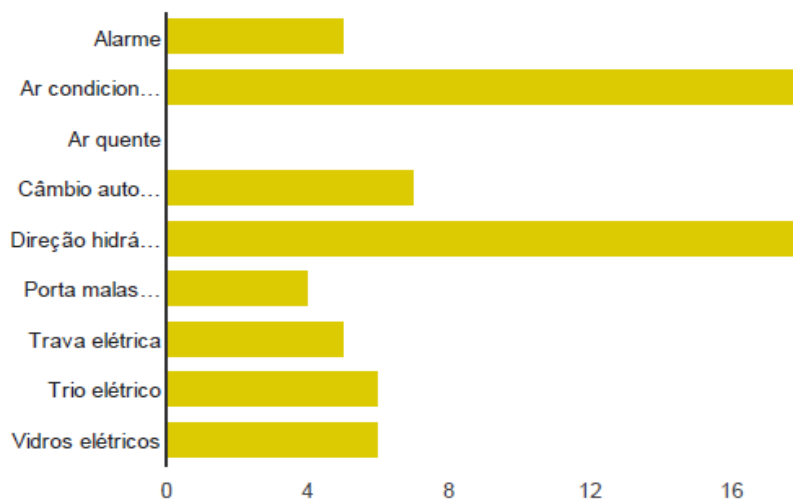
R\$18.000,00	4	17.4%
R\$20.000,00	6	26.1%
R\$22.000,00	6	26.1%
R\$25.000,00	4	17.4%
R\$30.000,00	3	13%

Qual o grau de importância para esta questão?



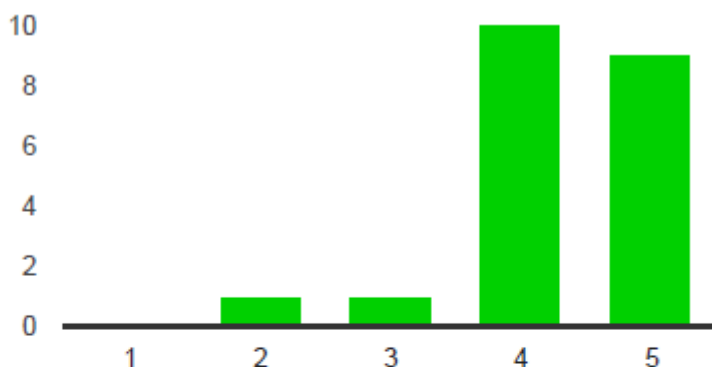
Totalmente desnecessária: 1	0	0%
2	1	4.8%
3	2	9.5%
4	7	33.3%
Extremamente importante: 5	11	52.4%

3. Escolha abaixo 3 opcionais que, sob sua visão são mais importantes para um veículo.



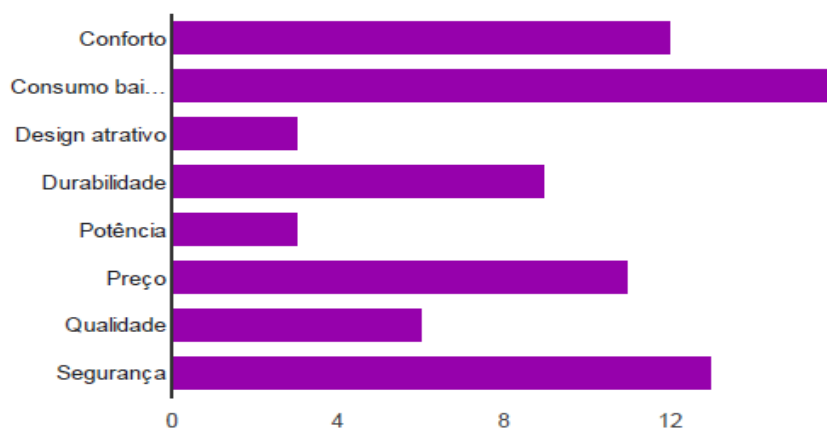
Ar quente	0	0%
Câmbio automático	7	30.4%
Direção hidráulica	18	78.3%
Porta malas grande	4	17.4%
Trava elétrica	5	21.7%
Trio elétrico	6	26.1%
Vidros elétricos	6	26.1%

Qual o grau de importância para esta questão?



Totalmente desnecessária: 1	0	0%
2	1	4.8%
3	1	4.8%
4	10	47.6%
Extremamente importante: 5	9	42.9%

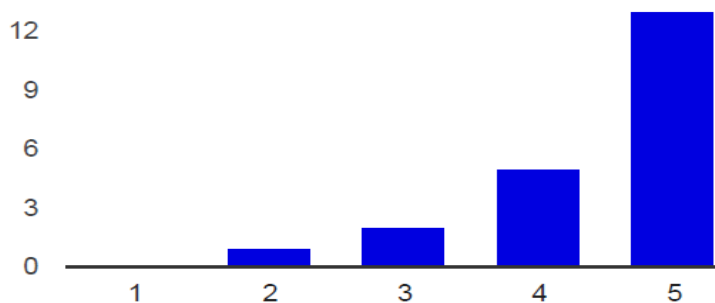
4. Escolha abaixo 3 alternativas que, sob seu conceito, devem ser respeitados na compra de um carro.



Conforto	12	52.2%
Consumo baixo de combustível	16	69.6%
Design atrativo	3	13%
Durabilidade	9	39.1%
Potência	3	13%
Preço	11	47.8%
Qualidade	6	26.1%
Segurança	13	56.5%

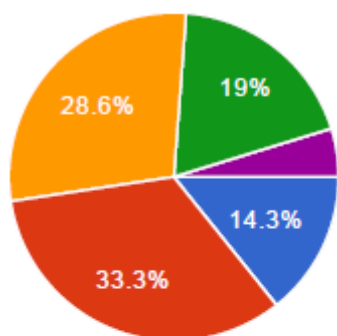


Qual o grau de importância para esta questão?



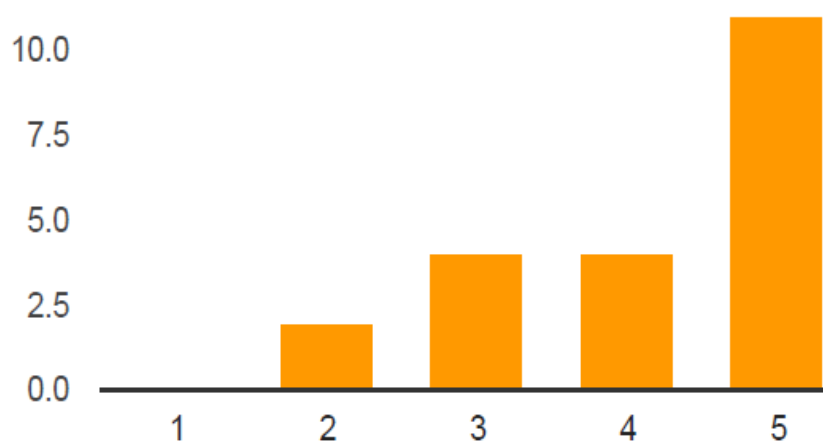
Totalmente desnecessária: 1	<b>0</b>	0%
2	<b>1</b>	4.8%
3	<b>2</b>	9.5%
4	<b>5</b>	23.8%
Extremamente importante: 5	<b>13</b>	61.9%

5. Escolha abaixo a autonomia, da qual você julga mínima para um veículo urbano.



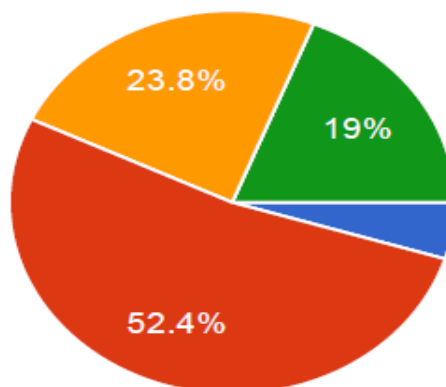
100km	<b>3</b>	14.3%
150km	<b>7</b>	33.3%
200km	<b>6</b>	28.6%
250km	<b>4</b>	19%
300km	<b>1</b>	4.8%

Qual o grau de importância para esta questão?



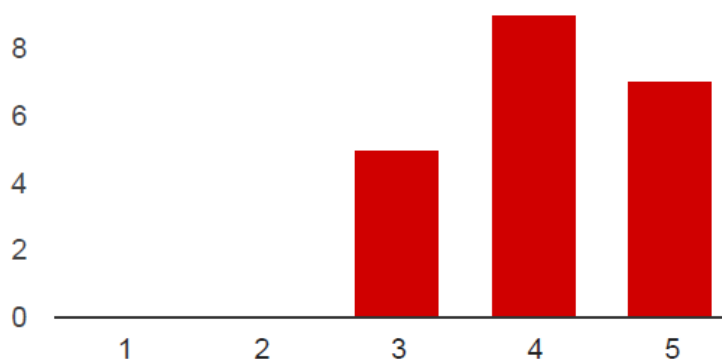
Totalmente desnecessária: 1	<b>0</b>	0%
2	<b>2</b>	9.5%
3	<b>4</b>	19%
4	<b>4</b>	19%
Extremamente importante: 5	<b>11</b>	52.4%

6. Escolha abaixo qual velocidade, você julga necessária para que o veículo transite em vias urbanas.



40 km/h	<b>1</b>	4.8%
60 km/h	<b>11</b>	52.4%
80 km/h	<b>5</b>	23.8%
100 km/h	<b>4</b>	19%

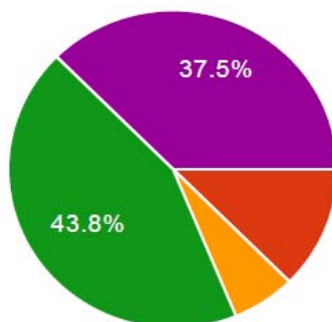
Qual o grau de importância para esta questão?



Totalmente desnecessária: 1	<b>0</b>	0%
2	<b>0</b>	0%
3	<b>5</b>	23.8%
4	<b>9</b>	42.9%
Extremamente importante: 5	<b>7</b>	33.3%

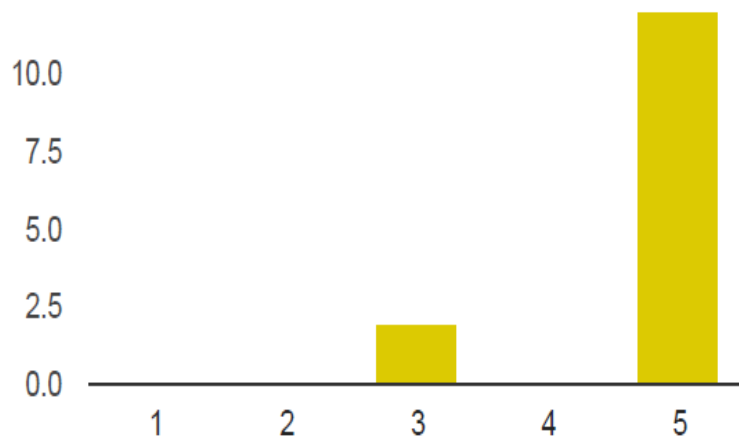
### Veículo com Acessibilidade Para Cadeirantes

7. Se você não pudesse entrar em um veículo sem auxílio, como você se sentiria?



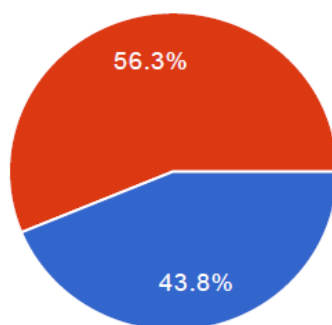
Eu adoraria isso, mas não é imprescindível	<b>0</b>	0%
Isso é imprescindível	<b>2</b>	12.5%
Indiferente	<b>1</b>	6.3%
Não gostaria, mas posso conviver com isso	<b>7</b>	43.8%
É inaceitável	<b>6</b>	37.5%

Qual o grau de importância para esta questão?



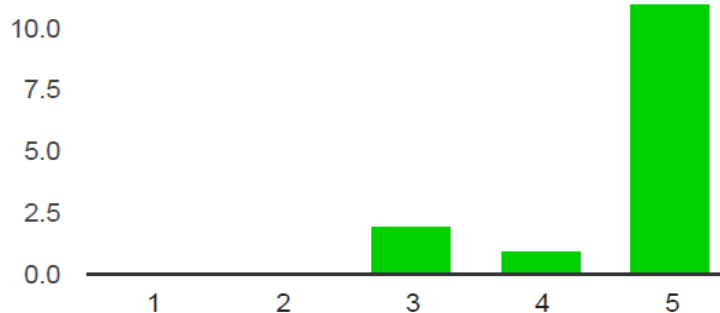
Extremamente importante: 5 **12** 85.7%

8. Se você pudesse entrar em um veículo sem auxílio, como você se sentiria?



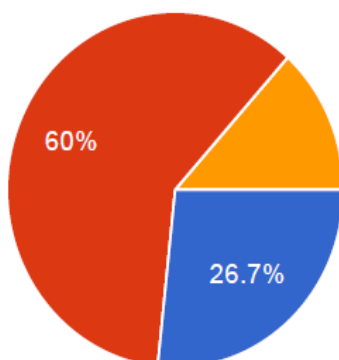
Eu adoraria isso, mas não é imprescindível	<b>7</b>	43.8%
Isso é imprescindível	<b>9</b>	56.3%
Indiferente	<b>0</b>	0%
Não gostaria, mas posso conviver com isso	<b>0</b>	0%
É inaceitável	<b>0</b>	0%

Qual o grau de importância para esta questão?



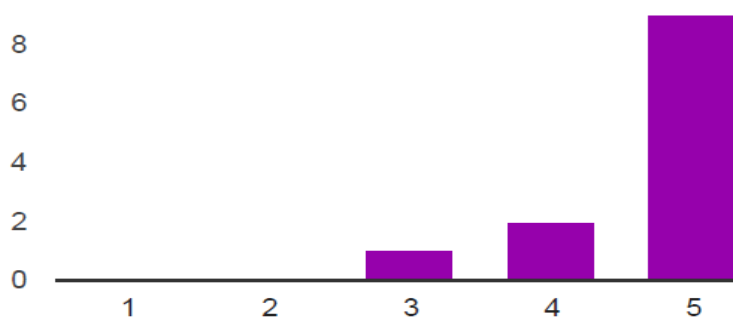
Totalmente desnecessária:	1	0	0%
	2	0	0%
	3	2	14.3%

9. Se o veículo possuísse uma porta na qual você pudesse entrar no veículo com a cadeira, como você se sentiria?



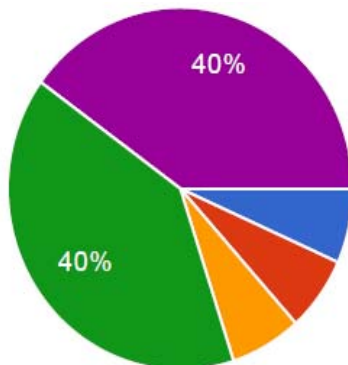
Eu adoraria isso, mas não é imprescindível	4	26.7%
Isso é imprescindível	9	60%
Indiferente	2	13.3%
Não gostaria, mas posso conviver com isso	0	0%
É inaceitável	0	0%

Qual o grau de importância para esta questão?



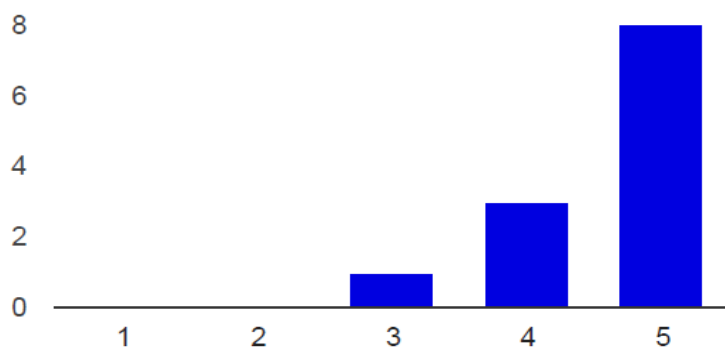
Totalmente desnecessária: 1	<b>0</b>	0%
2	<b>0</b>	0%
3	<b>1</b>	8.3%
4	<b>2</b>	16.7%
Extremamente importante: 5	<b>9</b>	75%

10. Se o veículo não possuísse uma porta na qual você pudesse entrar no veículo com a cadeira, como você se sentiria?



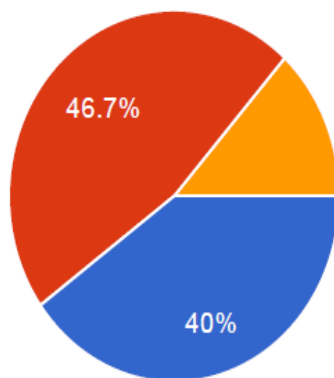
Isso é imprescindível	<b>1</b>	6.7%
Indiferente	<b>1</b>	6.7%
Não gostaria, mas posso conviver com isso	<b>6</b>	40%
É inaceitável	<b>6</b>	40%

Qual o grau de importância para esta questão?



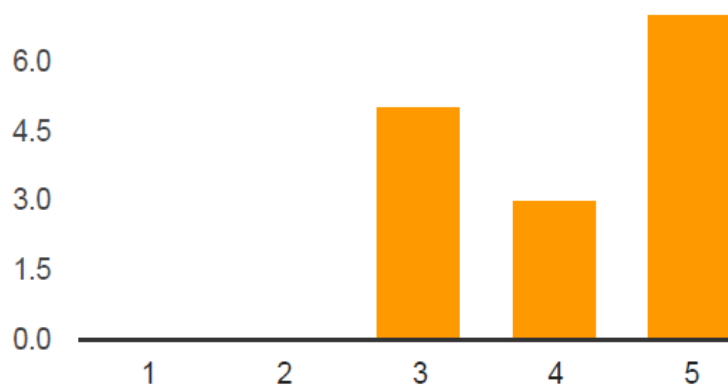
Totalmente desnecessária: 1	<b>0</b>	0%
2	<b>0</b>	0%
3	<b>1</b>	8.3%
4	<b>3</b>	25%
Extremamente importante: 5	<b>8</b>	66.7%

11. Se o veículo possuísse regulagem de altura do volante, como você se sentiria?



Eu adoraria isso, mas não é imprescindível	<b>6</b>	40%
Isso é imprescindível	<b>7</b>	46.7%
Indiferente	<b>2</b>	13.3%
Não gostaria, mas posso conviver com isso	<b>0</b>	0%
É inaceitável	<b>0</b>	0%

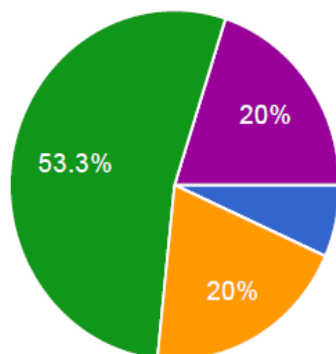
Qual o grau de importância para esta questão?



Totalmente desnecessária: 1	<b>0</b>	0%
2	<b>0</b>	0%
3	<b>5</b>	33.3%
4	<b>3</b>	20%
Extremamente importante: 5	<b>7</b>	46.7%

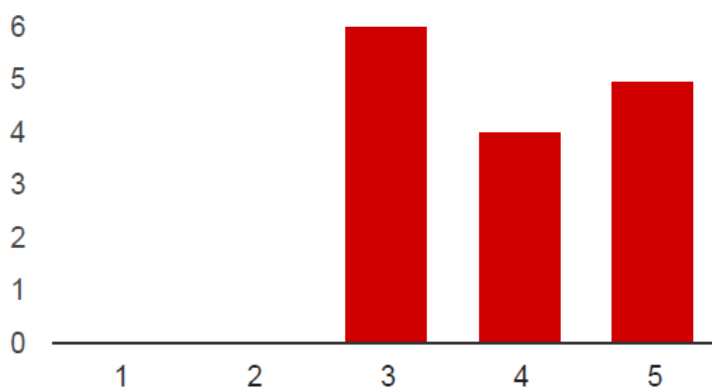
12. Se o veículo não possuísse regulagem de altura do volante, como você se sentiria?





Eu adoraria isso, mas não é imprescindível	<b>1</b>	6.7%
Isso é imprescindível	<b>0</b>	0%
Indiferente	<b>3</b>	20%
Não gostaria, mas posso conviver com isso	<b>8</b>	53.3%
É inaceitável	<b>3</b>	20%

Qual o grau de importância para esta questão?



	<b>2</b>	<b>0</b>	0%
	<b>3</b>	<b>6</b>	40%
	<b>4</b>	<b>4</b>	26.7%
Extremamente importante:	<b>5</b>	<b>5</b>	33.3%

## Veículo Universal Compacto

13. Você teria alguma sugestão de um requisito que seja imprescindível no projeto de um veículo compacto com conceito de Design Universal?

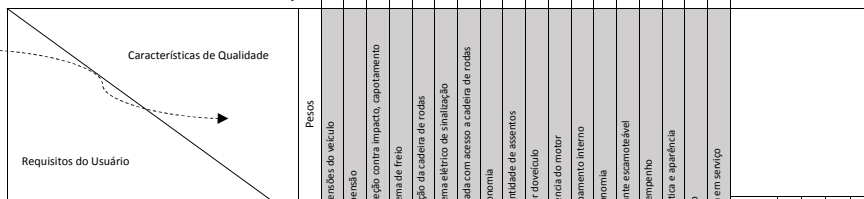
- Manutenção de baixo custo;
- Não tenho nada a sugerir além do que foi questionado;
- Preço de compra compatível com veículos normais;
- Qualidade e segurança;
- Boa autonomia;
- Um sistema de saída do veículo que facilitasse a saída do ocupante em vagas de estacionamento na horizontal;
- Veículos com trocas de marcha no volante; - Veículos com pneus sólidos (não furam); - Plataforma onde fica a cadeira com suspensão para que não absorva o impacto dos buracos na estrada;
- Central multimídia;
- Ter um custo baixo, para que todas as pessoas tivessem acesso;
- Um carro que fosse híbrido, elétrico e a combustão seria ótimo;
- Uma amiga cadeirante ao ver a notícia de um desses carros, para cadeirantes de um só lugar, falou que seria legal se pudesse levar pelo menos mais uma pessoa (ou seja, ter pelo menos 2 lugares);
- Conforto interno, ergonomia, maciez dos pedais e volante, ruído interno no interior do veículo;
- Porta que possibilite a entrada de cadeirante;
- Maior autonomia que os veículos convencionais;
- Deve ter várias opções de ajustes e regulagens visando a maior dirigibilidade à qualquer pessoa que o conduzirá. Tem que ter segurança à todos os tipos de usuários. ex: encaixe pra cadeira de rodas com cinto diferenciado e pedais ou alavancas com regulagens);
- Nenhuma;

- Prezado, antigamente as Romizetas eram usadas por pessoas com necessidades especiais, depois, estes veículos foram esquecidos. A visibilidade para estacionamento deve ser um fator importante para quem tenha necessidades especiais porque a mobilidade física deficitária dessa pessoa é muito menor e isto complica a visibilidade para manobras;
- Falando em uma área comercial, vejo a necessidade de o veículo apresentar a ideia de "automóvel útil" e não um veículo de passeio ou similar, um carro para necessidades básicas diárias de uma pessoa;

APENDICE C - QFD

Legenda - Importância	
^	Minimizar
v	Maximizar
o	Alvo

Legenda	
Minimo - 1	
Maximo - 5	



1	Questionário aos Cadeirantes e usuários sem necessidades especiais	Dois lugares	5	9	1	1	0	3	0	9	1	9	3	3	1	1	1	9	1
2		Baixo custo	5	9	9	9	3	3	9	9	9	0	9	9	3	3	9	9	9
3		Alarme	2	0	0	0	0	0	9	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0
4		Ar condicionado	5	3	0	0	0	0	9	0	3	0	9	9	0	3	0	0	3
5		Ar quente	1	0	0	0	0	0	9	0	0	0	9	0	0	0	0	0	1
6		Câmbio automático	3	9	0	0	0	0	0	0	1	0	9	1	0	3	0	9	0
7		Direção hidráulica	5	1	0	0	0	0	9	0	3	0	9	3	0	3	0	3	0
8		Porta malas grande	2	9	9	1	3	9	0	9	1	1	9	9	0	0	0	0	9
9		Trava elétrica	2	0	0	0	0	0	9	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0
10		Trio elétrico	3	0	0	0	0	0	9	0	0	0	9	0	0	1	0	0	0
11		Vidros elétricos	3	0	0	0	0	0	9	0	0	0	9	0	0	1	0	0	0
12		Conforto	4	9	9	0	1	3	0	9	0	0	9	0	9	9	3	0	9
13		Consumo baixo de combustível	5	9	1	1	0	0	0	0	9	9	1	9	0	0	0	0	0
14		Design atrativo	2	1	1	1	0	1	0	1	0	0	9	0	9	1	0	0	9
15		Durabilidade, baixa manutenção	3	0	9	9	9	3	9	1	0	0	9	3	9	0	1	9	0
16		Potência	2	3	9	3	9	1	1	0	9	9	9	0	0	0	0	9	0
17		Qualidade	2	3	9	9	9	9	9	9	3	0	9	3	9	9	9	9	9
18		Segurança	4	3	9	9	9	9	9	1	0	0	9	1	0	1	1	0	3
19		Autonomia de 150km a 200km	5	1	0	0	0	0	0	0	0	9	9	9	0	0	9	0	9
20		Velocidade de vias urbanas a 60km/h	4	1	3	3	3	1	0	0	9	3	9	9	0	0	9	0	9
21		Regulagem de altura do volante	4	9	0	0	0	9	0	9	0	3	9	0	0	9	9	3	0
22		Acessibilidade para cadeirantes	5	9	9	3	0	9	3	9	0	9	9	1	1	9	9	3	0

Legenda - Relação	
0	Sem Relação
1	Fraco
3	Médio
9	Forte

Metas (Valores Objetivo)																					
Excelente			5																		
Avaliação Competitiva Técnica			4																		
			3																		
			2																		
Ruim			1																		
Importância Técnica		Absoluto	88	78	49	52	60	97	66	48	61	175	69	47	58	36	74	37	76	40	1211
		Relativo	7,3	6,4	4	4,3	5	8	5,5	4	5	14	5,7	3,9	4,8	3	6,1	3,1	6,3	3,3	100

APENDICE D - QFD COM ÍNDICES MULTIPLICADOS

Legenda - Relação dos requisitos do produto	
+	Positiva
-	Negativa

Legenda - Importância	
v	Minimizar
^	Maximizar
o	Alvo

Legenda	
1	Mínimo - 1
5	Máximo - 5

Legenda - Benchmarking	
■	Nosso Produto
■	Pratyko

Legenda - Relação	
0	Sem Relação
1	Fraco
3	Médio
9	Forte

