



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

AMANDA MARIA GRIEBELER DOS SANTOS

DESENVOLVIMENTO DE UM VEÍCULO DE TRANSPORTE INDIVIDUAL PARA
PORTO ALEGRE

Porto Alegre
2017

AMANDA MARIA GRIEBELER DOS SANTOS

DESENVOLVIMENTO DE UM VEÍCULO DE TRANSPORTE INDIVIDUAL PARA
PORTO ALEGRE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Design de Produto, da UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL, como requisito parcial para a Obtenção de grau de Bacharel em Design de Produto.

Orientador: Fabio Teixeira

Porto Alegre
2017

AMANDA MARIA GRIEBELER DOS SANTOS

DESENVOLVIMENTO DE UM VEÍCULO DE TRANSPORTE INDIVIDUAL PARA
PORTO ALEGRE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Design de Produto, da UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL, como requisito parcial para a Obtenção de grau de Bacharel em Design de Produto.

Porto Alegre,

BANCA EXAMINADORA

EVERTON S. AMARAL DA SILVA

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

GABRIEL BARBIERI

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

GUILHERME RESENDE MUNIZ

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

"Tornar o simples em complicado é fácil, tornar o complicado em simples é criatividade." (Charles Mingus)

RESUMO

Este Trabalho de Conclusão de Curso tem como objetivo o desenvolvimento de um veículo individual para facilitar deslocamentos diários, de modo a colaborar com a mobilidade urbana na cidade de Porto Alegre. O projeto foi realizado em duas partes: TCC I e TCC II. Durante o TCC I tem-se o planejamento do produto e projeto informacional, priorizando a coleta e análise de dados a partir da fundamentação teórica e da aplicação de ferramentas metodológicas auxiliares. Já o TCC 2 é composto por projeto conceitual e detalhamento, com a finalidade de gerar diferentes conceitos, selecionar e detalhar a solução que melhor cumpre todos os requisitos de projeto. Dessa forma, a solução final é descrita através de renders digitais, definição de materiais, detalhamento técnico e elaboração de um modelo físico em escala.

Palavras-chave: Mobilidade urbana. Integração modal. Design de produto. Design de transporte.

ABSTRACT

This Capstone Project's main objective is to develop a vehicle for individual use, to facilitate daily commutes, in order to collaborate in the urban mobility in Porto Alegre city. The project was carried out in two parts: CP I and CP II. CP I includes the product's planning and requirements specifications, prioritizing data gathering and analyses, based on the theoretical research and use of secondary tools. During the CP II we have the design's conception and process detailing, generating different concepts, selecting and detailing the best solution according to the project requirements. In this way, the final solution is described through digital rendering, definition of materials, technical detailing and elaboration of a physical model in scale.

Palavras-chave: Urban mobility. Transport integration. Product design. Transportation design.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - EVOLUÇÃO DA FROTA DE VEÍCULOS BRASILEIRA.....	9
FIGURA 2 - DISTRIBUIÇÃO DOS TIPOS DE TRANSPORTE UTILIZADOS NAS REGIÕES METROPOLITANAS DO BRASIL	16
FIGURA 3 - DISTRIBUIÇÃO DE GÊNERO DOS ENTREVISTADOS	24
FIGURA 4 - DISTRIBUIÇÃO ETÁRIA DOS ENTREVISTADOS.....	25
FIGURA 5 - DISTRIBUIÇÃO DO NÍVEL DE ESCOLARIDADES DOS ENTREVISTADOS	25
FIGURA 6 - DISTRIBUIÇÃO DEMOGRÁFICA DOS ENTREVISTADOS.....	26
FIGURA 7 - MODAIS UTILIZADOS DIARIAMENTE PELOS ENTREVISTADOS.....	26
FIGURA 8 - DISTRIBUIÇÃO DE USO DE TRANSPORTE INTERMODAIS.....	27
FIGURA 9 - NÚVEM DE PALAVRAS	28
FIGURA 10 - SKATE ELÉTRICO BOOSTED BOARD	28
FIGURA 11 - SISTEMA DE CORREIAS DO BOOSTED BOARD	29
FIGURA 12 - CONTROLE DO BOOSTED BOARD	29
FIGURA 13 - SKATE ELÉTRICO LOU.....	30
FIGURA 14 - BAMBOO GT 2IN1.....	31
FIGURA 15 - BAMBOO GT 2IN1 COM RODAS TIPO STREET	31
FIGURA 16 - BAMBOO GT 2IN1 COM RODAS TIPO ALL TERRAIN	32
FIGURA 17 - CONTROLE REMOTO DO BAMBOO GT 2IN1.....	32
FIGURA 18 - MONOROVER R4+	33
FIGURA 19 - MONOROVER R4+ DOBRADO.....	33
FIGURA 20 - SMART PED.....	34
FIGURA 21 - SMART PED SENDO DOBRADA	34
FIGURA 22 - APLICATIVO DE AUXÍLIO DO USO DA SMART PED.....	35
FIGURA 23 - URB-E.....	35
FIGURA 24 - CYCLEBOARD	36
FIGURA 25 - SISTEMA DE DIREÇÃO DO CYCLEBOARD	36

FIGURA 26 - SISTEMA CRIADO PARA FACILITAR O TRANSPORTE DO CYCLEBOARD	37
FIGURA 27 - VELOMINI PLUS	37
FIGURA 28 - VELOMINI PLUS DOBRADA	38
FIGURA 29 - RALEIGH DETOUR IE	38
FIGURA 30 - BATERIA REMOVÍVEL DA RALEIGH DETOUR IE	39
FIGURA 31 - MAPA MENTAL	47
FIGURA 32 - PAINEL SEMÂNTICO URBANO	48
FIGURA 33 - PAINEL SEMÂNTICO NATUREZA	49
FIGURA 34 - PAINEL SEMÂNTICO MODERNO	49
FIGURA 35 - PAINEL DE ESTILO DE VIDA	50
FIGURA 36 - PAINEL SEMÂNTICO ABRANGENDO O CONCEITO DO PROJETO COMO UM TODO	50
FIGURA 37 - ANÁLISE DA FUNÇÃO DO PRODUTO	51
FIGURA 38 - FAIXA DE UTILIZADORES DA PROPOSTA DE VEÍCULO INDIVIDUAL	52
FIGURA 39 - VARIAÇÃO DA ALTURA DO COTOVELO NA POSIÇÃO ERETA	53
FIGURA 40 - DIMENSIONAMENTO DA MÃO DO USUÁRIO	53
FIGURA 41 - DIMENSIONAMENTO DAS CATRACAS UTILIZADAS NO TRANSPORTE PÚBLICO BRASILEIRO	54
FIGURA 42 - DIAGRAMA DE DECISÃO	55
FIGURA 43 - OPÇÕES DE PACKAGE PARA O POSICIONAMENTO DO MOTOR	56
FIGURA 44 - OPÇÕES DE PACKAGE PARA A DISTRIBUIÇÃO DAS RODAS	57
FIGURA 45 - OPÇÕES DE PACKAGE PARA O POSICIONAMENTO DA BATERIA	58
FIGURA 46 - DESENVOLVIMENTO DO CONCEITO 1	59
FIGURA 47 - DESENVOLVIMENTO DO CONCEITO 2	59
FIGURA 48 - DESENVOLVIMENTO DO CONCEITO 3	60
FIGURA 49 - PERSPECTIVA FRONTAL DO CONCEITO 1	62
FIGURA 50 - DETALHAMENTO DA PLATAFORMA DE APOIO	62
FIGURA 51 - DETALHAMENTO DO FUNCIONAMENTO DO GUIDÃO	63

FIGURA 52 - LOCALIZAÇÃO DA LUZ DE LED NO VEÍCULO	63
FIGURA 53 - COMPOSIÇÃO DO CONCEITO 3	64
FIGURA 54 - DETALHAMENTO E FUNCIONAMENTO DA PRANCHA	65
FIGURA 55 - PERSPECTIVA FRONTAL	67
FIGURA 56 - MOTOR UTILIZADO PARA O PROJETO	67
FIGURA 57 - PROTETOR NA RODA TRASEIRA.....	69
FIGURA 58 - EIXO DIANTEIRO DO VEÍCULO	69
FIGURA 59 - FUNCIONAMENTO DO PINO CONECTOR ENTRE AS DUAS PARTES DA PRANCHA.....	70
FIGURA 60 - COMPOSIÇÃO DA PRANCHA.....	70
FIGURA 61 - ENCAIXE DA PRANCHA NO GUIDÃO	71
FIGURA 62 - GUIDÃO COM ALTURA REGULÁVEL.....	71
FIGURA 63 - VEÍCULO COMPLETAMENTO COMPACTADO	72

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - COMPARAÇÃO ENTRE OS DIFERENTES MEIOS DE TRANSPORTES PÚBLICO EM PORTO ALEGRE	16
QUADRO 2 - ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE DIFERENTES MEIOS DE TRANSPORTE	18
QUADRO 3 - RESULTADO DO DESAFIO INTERMODAL DE SÃO PAULO EM 2010	21
QUADRO 4 - RESULTADO DO DESAFIO INTERMODAL DE PORTO ALEGRE EM 2016	21
QUADRO 5 - ANÁLISE COMPARATIVA DE SIMILARES	39
QUADRO 6 - CONVERSÃO DAS NECESSIDADES DE USUÁRIO EM REQUISITOS DE USUÁRIO	40
QUADRO 7 - DIAGRAMA DE MUDGE PRIORIZANDO OS REQUISITOS DE USUÁRIO	41
QUADRO 8 - CONVERSÃO DOS REQUISITOS DE USUÁRIO PARA REQUISITOS DE PROJETO	42
QUADRO 9 - CASA DE QUALIDADE COMPARANDO OS REQUISITOS DO USUÁRIO E OS REQUISITOS DE PROJETO	44
QUADRO 10 - TELHADA DA MATRIZ QFD COMPARANDO OS REQUISITOS DE PROJETO	45
QUADRO 11 - MATRIZ DE PUGH	61
QUADRO 12 - MATRIZ DE PUGH COM PESO	66
QUADRO 13 - ESPECIFICAÇÕES DO PRODUTO FINAL	73

Sumário

1.	INTRODUÇÃO	8
1.1.	CONTEXTUALIZAÇÃO	8
1.2.	OBJETIVO GERAL	10
1.3.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
1.4.	JUSTIFICATIVA	10
1.5.	ESCOPO DO PRODUTO.....	11
1.6.	ESCOPO DO PROJETO.....	12
1.7.	METODOLOGIA DE PROJETO.....	12
1.7.1.	Planejamento de Projeto	12
1.7.2.	Projeto Informacional	12
1.7.3.	Projeto Conceitual	13
1.7.4.	Projeto Detalhado.....	13
2.	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	14
2.1.	MOBILIDADE URBANA EM PORTO ALEGRE.....	14
2.1.1.	Transporte Público	14
2.1.2.	Transporte Individual.....	16
2.2.	INTEGRAÇÃO MODAL.....	19
2.2.1.	Desafio Intermodal	20
2.3.	SISTEMAS DE PROPULSÃO.....	22
2.3.1.	Humana.....	22
2.3.2.	Combustão.....	22
2.3.3.	Elétrica	22
3.	ESPECIFICAÇÕES DE PROJETO	24

3.1.	QUESTIONÁRIO.....	24
3.2.	ANÁLISE DE SIMILARES	28
3.2.1.	Boosted Board.....	28
3.2.2.	Lou	30
3.2.3.	Bamboo GT 2in1	31
3.2.4.	Monorover r4+	32
3.2.5.	Smart Ped	33
3.2.6.	URB-E	35
3.2.7.	Cycleboard	36
3.2.8.	Velomini Plus.....	37
3.2.9.	Raleigh Detour iE	38
3.3.	Análise Comparativa de Similares.....	39
3.4.	PÚBLICO ALVO	40
3.5.	REQUISITOS DE USUÁRIO	40
3.6.	REQUISITOS DE PROJETO	42
4.	PROJETO CONCEITUAL.....	46
4.1.	PERSONAS	46
4.1.1.	Persona 1: Gabriel	46
4.1.2.	Persona 2: Júlia.....	46
4.1.3.	Persona 3: Pedro	47
4.2.	MAPA MENTAL.....	47
4.3.	PAINEL SEMÂNTICO	47
4.4.	ANÁLISE DA FUNCIONAL	51
4.5.	GERAÇÃO E SELEÇÃO DE ALTERNATIVAS	51

4.5.1. Análise ergonômica.....	52
4.5.2. Diagrama de decisões conceituais.....	54
4.5.3. Package	56
4.5.4. Conceito 1	58
4.5.5. Conceito 2	59
4.5.6. Conceito 3	60
4.5.7. Matriz de decisão	60
4.5.8. Detalhamento das alternativas escolhidas	61
4.5.9. Matriz de decisão com peso.....	65
5. PROJETO DETALHADO.....	67
5.1. DESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO FINAL	67
5.2. PROTOTIPAGEM	72
5.3. ESPECIFICAÇÕES FINAIS DO PRODUTO	73
5.4. DOCUMENTAÇÃO DO PROJETO	74
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	75
REFERÊNCIAS	77
APÊNDICES.....	81

1. INTRODUÇÃO

O trânsito nas grandes cidades está a cada dia mais caótico, a ponto que engarrafamentos, acidentes e poluição se tornaram constantes no cotidiano da maioria da população. Isso se dá, principalmente, pelo aumento vertiginoso do uso dos automóveis como principal meio de deslocamento nas grandes cidades (LARICA, 2003).

As discussões sobre possíveis soluções para os problemas do setor estão cada vez mais convergindo para o mesmo ponto: a integração. No entanto, mesmo com o crescente número de pesquisas na área, ainda é difícil encontrar iniciativas que sejam bem-sucedidas ao tentar implementar o uso integrado de transportes.

1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

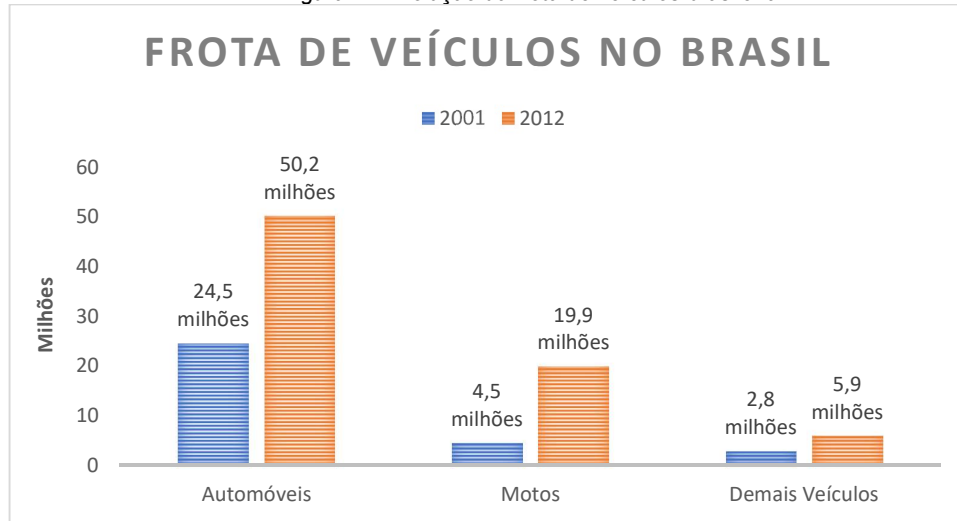
Segundo Larica (2003), a evolução dos meios de transportes está ligada à formação dos núcleos urbanos e comunidades, isso se dá a fim atender uma necessidade básica criada por um grupo de usuários cada vez maior: a mobilidade.

De acordo com Vasconcelos (1996), à medida que a necessidade de deslocamento aumenta (seja em função do crescimento vegetativo da população, das mudanças de hábitos ou econômicas, do aumento da renda de certos grupos, etc.), o espaço urbano se adapta de forma desconexa. No entanto, não houve nenhuma preocupação em desenvolver um sistema de transporte que acompanhasse esse crescimento.

No Brasil, essas mudanças começaram na década de 1970, quando os automóveis adquiriram uma importância notável. A medida em que o desenvolvimento econômico diversificou as atividades econômicas, uma nova classe média carente de mobilidade social surgiu. Além disso as constantes mudanças políticas e econômicas acabaram mantendo os sistemas de transporte público em constante crise, o que contribuiu de forma significativa para o aumento da circulação de transportes particulares nas grandes cidades (VASCONCELOS, 1996).

Houve um aumento de 136,2% no número de veículos circulando as ruas brasileiras no período de 2001 a 2012, sendo que segundo os dois últimos CENSO (2001-2010) o crescimento populacional foi de 11,8%. Só em 2012 o aumento de carros nas ruas foi de 14,6% (RIBEIRO; RODRIGUES, 2013). A Figura 1 ilustra esse aumento na proporção de veículos presentes no Brasil no ano de 2001 e 2012.

Figura 1 - Evolução da frota de veículos brasileira



Fonte: Ribeiro e Rodrigues (2013)

A crescente frota de veículos nas cidades tem gerado diversos problemas para a população. Os congestionamentos desmedidos vêm diminuindo gradativamente a velocidade média de deslocamento nas grandes cidades e nas suas rodovias de acesso. Além disso, sinais de trânsito sem sincronia possível, entroncamentos complexos, obras viárias intermináveis, viadutos e elevados que agridem a paisagem e desvalorizam as edificações próximas, ocupações das calçadas de pedestres, saturação das ruas, acidentes de trânsito, ruídos excessivos e poluição são só alguns dos problemas diretos e indiretos causados pela exacerbação do uso do automóvel (LARICA, 2003).

Existem diversas opiniões quanto a definição de transporte sustentável. Segundo as Nações Unidas o transporte sustentável é a prestação de serviços e infraestrutura para a mobilidade de pessoas e bens; gerando desenvolvimento social e econômico que beneficie tanto a geração de hoje quanto as gerações futuras; de maneira segura, acessível e eficiente, enquanto minimiza emissões de poluentes e os impactos ambientais. Outra definição é dada por Black (2010), que diz que um sistema de transporte sustentável é aquele que proporciona mobilidade com combustíveis renováveis ao mesmo tempo que minimiza os prejuízos ao meio ambiente, prevenindo fatalidades, ferimentos e congestionamentos desnecessários.

Com o crescimento populacional e o crescimento econômico dos últimos anos a demanda pelo uso de carros e motos tem aumentado cada vez mais. Esse aumento, no entanto, acaba tendo uma grande influência na taxa de saturação das ruas, esse comportamento resulta em um fenômeno cada vez mais comum em nossa sociedade: o aumento do período de congestionamento nas horas de pico. Com isso surge a necessidade de encontrar uma forma de diminuir o uso dos veículos particulares e promover o uso dos transportes públicos.

Segundo o relatório divulgado pelas Nações Unidas em 2016 sobre transporte sustentável, a integração entre diferentes meios de transporte é uma das maneiras de tornar a mobilidade urbana nas grandes metrópoles mais eficiente. Incentivando

as pessoas a usarem meios de transportes alternativos, como bicicletas, por exemplo, para chegarem até a estação do transporte coletivo mais próximo, fazendo com que o uso dos automóveis como transporte individual decaia.

Segundo Black (2010) , qualquer forma de transporte pode ser considerada ineficiente se for utilizada de maneira excessiva, de forma que até o uso de veículos com tração animal já foram considerados não sustentáveis na Roma Antiga e no século XIX. Logo não basta apenas desenvolver novos meio de transporte, pois com o seu crescimento eles acabam saturando as ruas, e se tornando insustentáveis.

No entanto ao propor uma integração entre o transporte individual e o coletivo é preciso levar em consideração a infraestrutura necessária para torná-la possível, também é preciso considerar o custo benefício para o usuário (pensando não só nos fatores econômicos, mas também nos fatores psicológicos e emocionais). Desta forma ao desenvolver um novo projeto de transporte é preciso levar em consideração os sistemas já existentes e como este novo veículo irá se integrar na rede de transporte já existente. Para assim facilitar o acesso ao transporte coletivo ao invés de substituí-lo, e aumentar a distribuição do uso de diferentes tipos de transportes (LARICA, 2003).

Dessa forma este trabalho visa o desenvolvimento de um veículo que facilite a mobilidade dos usuário, possibilitando uma melhor integração entre os diferentes meios de locomoção encontrados na cidade.

1.2. OBJETIVO GERAL

Desenvolver um projeto de transporte individual, com baixo impacto ambiental e vise a integração com outros veículos, visando o uso no contexto de Porto Alegre, aliando inovação, conforto, adequação estética e promovendo a praticidade no deslocamento no meio urbano.

1.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar o público alvo, assim como suas necessidades e desejos;
- Desenvolver um produto de acordo com parâmetros ergonômicos que proporcionem uma viagem mais confortável ao usuário;
- Definir a composição dos componentes internos do veículo de forma a otimizar o seu tamanho;
- Explorar os quesitos estéticos e formais do produto a fim de atingir uma adequação estética.

1.4. JUSTIFICATIVA

Com o crescimento populacional, urbano e da renda da população, o uso de transporte individuais motorizados estão se tornando cada vez mais populares. Consequentemente, o trânsito nas cidades acaba se tornando cada vez mais congestionado e caótico (HWANG; CHU,2009). Isso acaba tornando o deslocamento nos horários de pico da manhã e do fim da tarde cada vez mais difícil e estressante,

tanto para motoristas quanto para passageiros do transporte público. O que resulta em muitos usuários do transporte coletivo optarem pela migração para o transporte individual, pois é preferível enfrentar longos congestionamentos no conforto do próprio automóvel (SILVA, 2013). Este é um dos motivos que tornam a discussão sobre o desencorajamento do uso de veículos particulares e o incentivo do uso dos transportes públicos tão importante.

De acordo com Cervero (2001), o acesso ao transporte coletivo é uma das grandes barreiras as grandes cidades. Com o rápido crescimento urbano dos últimos anos se torna visível a dificuldade de acesso às estações de transporte em certas regiões. No caso de Porto Alegre, percebe-se um crescimento significativo no eixo norte-sul, no entanto a maior concentração de vias ainda se encontra na meta norte da cidade; dificultando, assim, o acesso ao transporte público nas regiões mais novas da capital (SILVA, 2013).

Segundo Hwang e Chu (2009), a taxa de uso do transporte coletivo cai drasticamente com o aumento da distância que deve ser percorrida entre a residência/trabalho e a estação de transporte. O autor também afirma que essa distância não deveria ser maior do que 400m, caso contrário os usuários utilizam meios alternativos para chegar até a estação, muitas vezes substituindo totalmente o uso do transporte público pelo transporte individual, tanto pela dificuldade de estacionamento ao redor das estações como pela falta de integração entre veículos individuais não motorizados (como bicicleta, por exemplo) e os transportes públicos.

Além disso, é preciso levar em consideração as limitações naturais do transporte público urbano; devido às restrições orçamentárias e de disponibilidade de veículos é virtualmente impossível atender toda a população, em todo lugar o tempo todo (SILVA,2013).

Desta forma perceber-se a necessidade de pensar em meios de transportes mais eficientes e adequados às reais necessidades da população. No entanto, a criação de novos veículos não solucionará o problema da mobilidade urbana das grandes cidades, é preciso criar um transporte que se adeque não só as necessidades do usuário, mas que também se adapte ao sistema de mobilidade já existente.

1.5. ESCOPO DO PRODUTO

Este projeto de conclusão de curso propõe o estudo e desenvolvimento de um veículo individual para deslocamento de curtas e médias distâncias. O veículo será desenvolvido no contexto de Porto Alegre. O mesmo deverá, ainda, proporcionar conforto e segurança aos usuários, além de colaborar para a eficiência do sistema de transporte urbano e atender as demais necessidades dos usuários identificadas durante o projeto.

1.6. ESCOPO DO PROJETO

O projeto visa o desenvolvimento de um meio de transporte individual, como descrito anteriormente, a fim de que seja viável sua implementação na cidade de Porto Alegre, assim como sua produção em escala industrial. O projeto será dividido em duas etapas: Trabalho de Conclusão de Curso I, que consiste em Planejamento de Projeto e Projeto Informacional; e Trabalho de Conclusão de Curso II que inclui Projeto Informacional e Projeto Detalhado.

1.7. METODOLOGIA DE PROJETO

Para o desenvolvimento desse Trabalho de Conclusão de Curso será adotada uma adaptação da metodologia apresentada por Nelson Back (2008) no livro “Projeto integrado de produtos: planejamento, concepção e modelagem” e por Mike Baxter (2011) em “Projeto de produto: guia para o design de novos produtos”.

1.7.1. Planejamento de Projeto

Segundo Back (2008), durante as atividades de Planejamento de Projeto são estabelecidos os trabalhos necessários, suas relações, restrições entre outras informações para orientar e conduzir o projeto.

A fase de Planejamento de Projeto é composta pela contextualização, justificativa do projeto e seus objetivos. Nessa fase também será definido o escopo de projeto e produto, assim como a fundamentação teórica e a apresentação da metodologia a ser utilizada durante o projeto.

1.7.2. Projeto Informacional

A fase de projeto informacional destina-se a definições das especificações do projeto do produto (BACK, 2008).

Para estabelecer essas especificações de projeto é preciso primeiro identificar o público alvo. Nesse momento é necessário lembrar que o termo usuário será usado para representar todos os envolvidos com o produto ao longo do seu ciclo de vida. A partir da definição do usuário é preciso identificar suas necessidades, que geralmente são expressas em uma linguagem natural e livre dos consumidores. Para facilitar a visualização dessas necessidades deve-se transformá-las em requisitos do usuário, e assim priorizá-los (BACK, 2008).

Após identificar as necessidades dos usuários, será realizada uma análise de similares. Baxter (2011) afirma que a análise de produtos concorrentes tem três objetivos gerais:

- Descrever como os produtos existentes concorrem com o novo produto previsto;
- Identificar ou avaliar oportunidades de inovação;

- Fixar metas do novo produto, para concorrer com os demais concorrentes de mercado.

1.7.3. Projeto Conceitual

Segundo Baxter (2011), o Projeto Conceitual tem como objetivo produzir princípios de projeto para o novo produto, que devem ser suficientes para satisfazer as exigências do consumidor e diferenciar o novo produto de outros já existentes no mercado.

Para a elaboração do conceito se utilizará as técnicas de Painéis Semânticos e Personas sugerida por Baxter (2011). A partir da conceituação do produto e das pesquisas realizadas nas etapas anteriores será possível identificar algumas características iniciais para iniciar a geração de alternativas.

Na etapa de geração de alternativas será utilizada a técnica de Brainstorming, gerando o maior número de esboços possíveis. As melhores alternativas, então, serão modeladas de modo a ter melhor visualização do produto e então selecionar a solução mais adequada.

Com o objetivo de selecionar a solução mais adequada se utilizará a Matriz de Pugh, sugerida por Baxter (2011). Segundo essa técnica, a seleção de conceito não é uma simples escolha da melhor alternativa gerada. Ela envolve o uso da criatividade, combinando diferentes soluções, mesclando os aspectos positivos de vários conceitos, possibilitando a criação de novas alternativas durante o processo de seleção.

1.7.4. Projeto Detalhado

Na fase final do projeto será realizado o Detalhamento do Projeto, apresentando os desenhos técnicos do produto e a modelagem 3D da alternativa final. Nesta fase também é detalhada as especificações dos componentes e os materiais utilizados, de modo a realizar a Documentação do Projeto.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo será apresentado o referencial teórico necessário para a compreensão do problema e o embasamento do trabalho proposto. Para isso foi realizada uma análise do funcionamento da mobilidade urbana na cidade de Porto Alegre. Procurou-se entender os conceitos de integração urbana, e como aplicá-los de forma prática, por último se estudou os diferentes tipos de propulsão que poderiam ser aplicada ao projeto.

2.1. MOBILIDADE URBANA EM PORTO ALEGRE

Em uma pesquisa realizada em Porto Alegre pelo Sindicato Nacional de Arquitetura e Engenharia (Sinaenco) revelou que cerca de 70% dos entrevistados veem a mobilidade urbana em Porto Alegre como um dos problemas de maior impacto para a qualidade de vida da população (G1).

Percebe-se um desequilíbrio na distribuição da infraestrutura urbana de Porto Alegre, já que grande parte dela encontra-se na metade norte da cidade, já que historicamente é onde se tem a maior concentração de indústrias na Zona Norte e de serviços na Zona Central (SILVA, 2013). Entretanto, com o grande crescimento urbano dos últimos anos se percebe uma necessidade de se redistribuir essa infraestrutura, ou pelo menos, auxiliar o acesso ao sistema de transporte público da cidade.

A falta de infraestrutura aliada com o difícil acesso ao transporte público acaba gerando uma maior demanda por meio de transportes individuais como carros e motos. Segundo pesquisa realizada pela Sinaenco, Porto Alegre tem umas das maiores taxas de motorização do país, chegando a um automóvel por 2,79 habitantes, além disso, houve um crescimento de 80% na frota de veículos na capital.

A infraestrutura de transporte de Porto Alegre está focada, principalmente no transporte rodoviário, tanto na questão de veículos particulares quanto coletivos. Além dos meios rodoviários a capital ainda conta com um sistema de transporte coletivo que engloba o uso de transporte hidroviário e ferroviário, no entanto, seu uso é limitado, assim como sua integração com os outros meios de transporte público.

2.1.1. Transporte Público

É considerado transporte público todo aquele que permite acesso universal à população, seja simplesmente pela disponibilidade de infraestrutura de circulação, ou mediante a pagamento de tarifa de operação e prestação de serviço. O sistema público de transporte de Porto Alegre é composto por basicamente seis modais. São eles (SAUERESSIG, 2016):

- Ônibus;
- Lotação;
- Trem Metropolitano;
- Transporte Hidroviários;

- Táxi;
- Transporte Cicloviário.

O sistema de transporte por ônibus em Porto Alegre é operado por quatro empresas: Carris, Conorte, Unibus e STS. A cidade possui uma frota de 1.715 veículos distribuídos em 426 linhas. O sistema possui de uma rede de 931,5 km de extensão com 5.731 paradas de ônibus.

As lotações funcionam como um sistema complementar ao ônibus. O sistema é composto por uma frota de 441 micro-ônibus, distribuídos em 31 linhas. Cada micro-ônibus tem capacidade para 21 passageiros sentados, ar condicionado e poltronas confortáveis. A tarifa da lotação é fixada entre 1,4 e 1,5 vezes o valor da tarifa do ônibus.

O sistema de táxis em Porto Alegre é composto por 156 pontos fixos e 153 pontos livres. São 3.920 veículos, sendo que 71 deles são considerados táxis acessíveis. Sendo 100% da frota composta por carros com 4 portas e ar condicionado.

O transporte hidroviário da capital foi inaugurado pela primeira vez em 1948, e foi fechado em 1960. Em 2011 houve uma iniciativa de implementar o sistema de transporte hidroviário novamente, no entanto, em caráter experimental. O sistema tem apenas uma linha que atende o trajeto Porto Alegre Guaíba, sendo que em 2014 se criou a linha Cento Barra, que foi extinta depois de 12 meses pela falta de demanda. Entretanto, a infraestrutura criada próximo ao shopping Barra Sul para atender esta linha passou a ser utilizada como local de embarque para a linha Porto Alegre Guaíba.

O serviço de trem metropolitano é operado pela empresa Trensurb. Ele atende a região metropolitana da cidade, possuindo estação em Porto Alegre, Canoas, Esteio, Sapucaia do Sul, São Leopoldo e Novo Hamburgo. O sistema de trilhos possui 22 estações distribuídas em uma extensão de 43,8km entre as estações Mercado Público e Novo Hamburgo. A Trensurb possui uma frota de 40 trens com capacidade de aproximadamente 230 passageiros sentados e 850 em pé.

A capital ainda conta com um sistema de ciclovias com extensão de 44,6km, com um projeto de expansão para 120km. O sistema de transporte cicloviário ainda conta com um sistema de compartilhamento de bicicletas chamado BikePoa.

Para facilitar o entendimento da distribuição do transporte público na cidade foi feita uma tabela com as principais informações, com o intuito de comprar os diferentes meios de deslocamento disponíveis na capital (Quadro 1).

Quadro 1 - Comparação entre os diferentes meios de transportes público em Porto Alegre

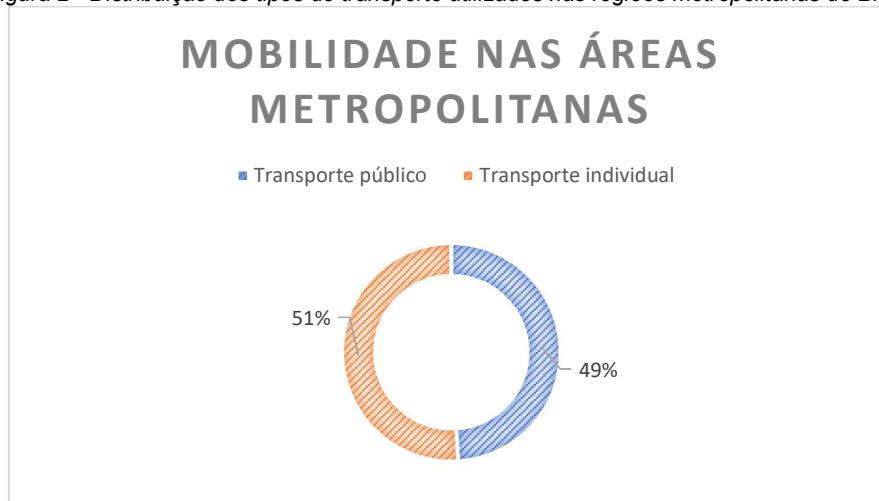
Tipo de transporte	Extensão da rede	Nº de veículos disponíveis	Linhas existentes	Capacidade de passageiros
Ônibus	931,5 km	1.715	426	-
Lotação		441	31	21
Táxi	-	3.920	-	5
Transporte hidroviário	-	-	1	120
Trem metropolitano	43,8 km	40	1	1.080
Transporte cicloviário	44,6	-	-	1

2.1.2. Transporte Individual

Segundo Larica (2003), Transporte Individual é aquele que serve, basicamente, para atender as necessidades do proprietário e/ou condutor do veículo. Este conceito é aplicado para veículos dimensionados para apenas um passageiro, sendo estendido para veículos que podem transportar pequenos grupos.

Com o passar do tempo pode-se perceber cada vez mais que a mobilidade urbana nas grandes cidades tem se centralizado no uso do transporte individual (RIBEIRO). Como podemos ver na Figura 2, em 2011 51% dos brasileiros optaram pelo uso do transporte individual.

Figura 2 - Distribuição dos tipos de transporte utilizados nas regiões metropolitanas do Brasil



Fonte: Ribeiro e Rodrigues (2013)

2.1.2.1.1. Automóveis

Meio de transporte individual, podendo comportar de um a cinco ocupantes; com chassi e carroceria metálicos formando um monobloco; motor e tração dianteiro ou traseiro; suspensão hidropneumática ou com molas assistidas por amortecedores (LARICA, 2003).

O automóvel é o modal predominante em muitas cidades brasileiras. Há muitos motivos pela preferência do uso dos carros entre eles; liberdade de deslocamento, disponibilidade, conforto além de ser um dos poucos transportes que proporcionam uma viagem quase que porta a porta (RIBEIRO; RODRIGUES, 2013).

No entanto, a preferência pelos automóveis não se dá apenas pelos fatores práticos, mas também deve considerar o fator cultural. Rocha (2012) afirma que o carro tem um papel que vai além da mera funcionalidade; o automóvel pode permitir acesso a signos de status e visibilidade social, estabelecer um senso de liberdade (permitindo que o usuário acesse qualquer objeto ou pessoa em qualquer lugar do mundo), além de proporcionar uma sensação de independência e autonomia ao usuário.

Essa massificação do uso de carro como principal meio de deslocamento acaba gerando diversos problemas para a mobilidade urbana, como aumento de congestionamentos, saturação das ruas, acidentes de trânsito, ruídos excessivos, poluição, etc.

2.1.2.2. *Motocicletas*

Meio de transporte individual motorizado com estrutura metálica tubular ou composta e suspensão com molas/amortecedores ou hidropneumática; com suporte para carga ou assento para o garupa (LARICA, 2003).

Entre os anos de 2001 e 2012 o número de motos no Brasil passou de 4,5 milhões para 22,8 milhões, representando um aumento de mais de 400%(RIBEIRO; RODRIGUES, 2013). Segundo Vasconcelos (2013) cerca de 90% dos usuários estão localizados nas áreas urbanas do país, principalmente para ir ao trabalho ou escola.

O rápido crescimento desse meio de transporte se dá principalmente pela sua conveniência, flexibilidade e baixo custo. Com o grande aumento dos congestionamentos e a perda de qualidade dos transportes públicos as motocicletas se tornam cada vez mais atraentes. No entanto, é possível perceber uma forte relação entre o crescimento do uso de motocicletas com o aumento do número de acidentes no país, tornando a moto um meio de transporte extremamente perigoso, principalmente quando se leva em consideração a falta de infraestrutura e educação na questão (VASCONCELOS, 2013).

2.1.2.3. *Bicicleta*

Segundo Larica (2003) a bicicleta é um meio de transporte individual não motorizado movido a pedal, com estrutura metálica tubular em aço/alumínio ou em fibra de carbono, com ou sem suspensão flexível; podendo ser equipada com cestas de carga ou suporte para assento do garupa. No entanto, ao longo das décadas as bicicletas têm sofrido diversas modificações para atender as necessidades dos usuários, como o desenvolvimento de bicicletas elétricas para facilitar o deslocamento, assim como bicicletas dobráveis para diminuir sua volumetria, tornando sua armazenagem mais acessível (ALMEIDA, 2012).

A bicicleta é um dos meios de transporte com maior eficiência energética conhecidos, transmitindo quase 100% da força produzida pelo condutor, tendo perdas de apenas 1-2% (GRAVA, 2002). Segundo a Comissão Europeia (2000) a bicicleta também possui o menor consumo de energia primária por passageiro (Quadro 2).

Quadro 2 - Análise comparativa entre diferentes meios de transporte

					
Consumo de espaço	100	10	8	1	6
Consumo de energia primária	100	30	0	405	34
CO ₂	100	29	0	420	30
Óxidos de azoto	100	9	0	290	4
Hidrocarbonetos	100	8	0	140	2
CO	100	2	0	93	1
Poluição atmosférica	100	9	0	250	3
Risco de acidente	100	9	2	12	3

Fonte: Adaptado de Comissão Europeia Dekoster e Schollaert (2000, p. 17)

A bicicleta tem diversos benefícios potenciais, não só para o usuário, mas também para a sociedade como um todo, esses benefícios são de diversas natureza como: econômica, política, social e ecológica. No entanto, o uso da bicicleta também não é perfeito, existem diversos fatores que dificultam a disseminação da bicicleta como meio de transporte como: topografia da região, sazonalidade, falta de infraestrutura, dificuldade de integração com meios de transporte públicos.

2.1.2.1. Skate

O Skate surgiu na Califórnia na década de 1950. Apesar de sua origem não ser muito claro, a história mais popular seria que surfistas teriam adicionado rodinhas as suas pranchas de surf para poderem 'surfar' pelas ruas em dias sem ondas. No Brasil, o skate foi introduzido na década de 1960 por surfistas brasileiros influenciados pela grande popularidade da modalidade nos E.U.A.

O skate é mais conhecido e utilizado em práticas desportivas ou de lazer. No entanto, com o tempo ele também começou a ser usado com um meio de transporte nas cidades. Com a introdução e popularização dos skates motorizados essa prática vem se tornando cada vez mais comum pelo mundo, principalmente pela sua praticidade e fácil integração com qualquer tipo de veículo.

2.1.2.1. Patinete

O patinete surgiu no início do século XX como um brinquedo infantil. Com o passar do tempo ele deixou de ser apenas um brinquedo, mas começou a ser muito utilizado como meio de locomoção. Com essa nova função o patinete passou por

diversas modificações, como a incorporação de motores a gasolina, que mais tarde foram substituídos por motores elétricos.

O patinete possui uma estrutura metálica, geralmente de alumínio, com duas rodas alinhadas, um guidão para direcionamento e o freio geralmente é manual por fricção na roda traseira. Alguns modelos possuem um banco para tornar as viagens mais confortáveis.

No Brasil, o patinete é utilizado, principalmente, por um público mais jovem (crianças e adolescentes), como uma atividade de lazer e esportiva. É possível perceber um crescimento de patinetes elétricos no mercado brasileiro, no entanto, esses produtos ainda são, em sua maioria, visto como uma forma de entretenimento e não como um meio viável de locomoção. Isso se dá também pela falta de infraestrutura para seu uso, já que não se tem um espaço específico para seu uso, e muitas vezes andar de patinete na calçada, ou até mesmo em ciclovias pode não ser bem aceito ainda.

2.1.2.2. Patins sobre roda

Patins são compostos por uma bota acopladas a uma estrutura com 2 a 5 rodas de polímero – geralmente poliuretano. Os patins são comumente utilizados para lazer ou práticas desportivas. Assim como outros os outros meios de locomoção mencionados anteriormente o patins passou por diversas modificações durante os anos. Já existem alguns protótipos de patins motorizados.

2.2. INTEGRAÇÃO MODAL

Com o passar dos anos muitas previsões sobre o futuro do transporte foram feitas, sempre relacionadas ao uso de novas tecnologias, a fim de desenvolver o veículo mais eficiente possível. Na década de 1930 a previsão era a disseminação em massa dos trens balas e o uso de carros voadores, atualmente é transportes com uso de tecnologia limpa. No entanto, muitos autores afirmam que o futuro dos transportes está muito mais relacionado com a integração modal (POTTER; SKINNER, 2000).

Para Roumboutsos e Kapros (2008) o futuro da política de transportes precisará buscar um equilíbrio entre a modernização dos transportes públicos, a introdução de alternativas sustentáveis e o uso racional dos carros, favorecendo a otimização e as variadas opções de deslocamento nas grandes cidades.

Por ser um tema relativamente recente e muito amplo é difícil encontrar uma definição formal para transporte integrado. Segundo Larica (2003), Transporte Integrado ocorre quando o usuário utiliza mais de uma modalidade de transporte – modal – entre a origem e o destino em uma única viagem. No entanto, a definição apresentada por Larica é muito ampla.

Para melhor definir Integração Modal Potter e Skinner (2000) criaram diferentes níveis de aplicação para o termo:

- Integração Funcional e Modal: é o nível mais estreito, engloba as políticas públicas e ações que possibilitam que diferentes modais se complementem, facilitando as viagens intermodais;
- Integração do Transporte e Planejamento: se refere a ligação entre o uso do espaço disponível, tentando gerenciar e reduzir a demanda de viagens;
- Integração Social: nesse nível deve considerar todos envolvidos no uso de transportes, quem usa e quem fornece o serviço de transportes, organizações que geram alto níveis de deslocamento (escolas, lojas, empresas, etc.) e aqueles que sofrem com o barulho e vibração do transporte;
- Integração política, econômica e ambiental: essencialmente, todas as políticas mencionadas anteriormente são combinadas de maneira holística neste nível, com o objetivo maximizar a eficiência do transporte urbano.

Neste trabalho iremos focar principalmente no primeiro nível, e para entendê-lo melhor, iremos um pouco mais a fundo no assunto. A Integração Funcional e Modal visa facilitar a combinação de diversos modais durante uma viagem. Esse nível ainda pode ser dividido em duas categorias; funcional (que engloba, principalmente, as políticas públicas de transportes que possibilitam as viagens intermodais) e modal (engloba os meios que facilitam as viagens intermodais, sejam eles coletivos ou individuais).

Com a crescente importância da integração de transportes muitos países estão começando a investir na área, no entanto, ainda é muito difícil encontrar iniciativas que foram aplicadas de maneira bem-sucedida. Há aproximadamente 3 anos começou um movimento na Holanda tentando implementar a ideia da integração modal. O movimento tem como objetivo incentivar as pessoas a utilizar a bicicleta no lugar do ônibus ou até mesmo do carro para ir até a estação de trem. Para isso se aumentou os estacionamentos direcionados para bicicletas ao redor das estações, e também foram implementadas estações de compartilhamento de bicicleta (COPENHAGE MAGAZINE, 2017).

No Brasil, afim de demonstrar a eficiência de veículos alternativos e sua integração com o sistema existente foi adotado o Desafio Intermodal em diversas cidades do país.

2.2.1. Desafio Intermodal

Desafio Intermodal (DI) é um teste comparativo de eficiência das modalidades de mobilidade urbana disponíveis em uma cidade, afim de incentivar as pessoas a usarem meios de locomoção alternativos. Esse desafio ocorre em diversas cidades do mundo todo, geralmente no Dia Mundial Sem Carro (22 de setembro). O desafio consiste em diversos participantes saindo de um ponto específico da cidade, cada um com o seu meio de transporte de escolha, em direção ao destino. O resultado considera o tempo que cada modal levou para fazer a viagem, o custo e a quantidade de CO2 emitida pelo veículo escolhido (UNIÃO DE CICLISTAS DO BRASIL).

No Brasil, o DI mais famoso é o de São Paulo, que ocorre todo ano. Em 2010 o veículo vencedor foi a motocicleta, seguida da bicicleta em via rápida, como podemos ver no Quadro 3.





Quadro 3 - Resultado do Desafio Intermodal de São Paulo em 2010

	Motociclista	20,56
	Ciclista por vias rápidas	21,32
	Ciclista velocista	23,59
	Patins in-line	27,47
	Motociclista pela motofaixa	31,12
	Ciclista por vias alternativas	47
	Skatista	50
	Bicicleta dobrável + ônibus	57
	Carro Particular	61
	Pedestre correndo	62
	Táxi	65

Fonte: Adaptado de Ciclo BR

O desafio também ocorre em Porto Alegre, mas em escala bem menor, tanto pela quantidade de participantes, quanto pelo número de alternativas de transporte disponíveis na cidade. Podemos ver os resultados do DI Porto Alegre em 2016 no Quadro 4, onde o ganhador foi o ciclista.

Quadro 4 - Resultado do Desafio Intermodal de Porto Alegre em 2016

	Ciclista	9,36
	Motociclista	14,11
	Pedestre correndo	16,35
	Pedestre caminhando	29,08
	Carro Particular	29,45
	Lotação	35,9
	Ônibus	40,12

Fonte: Adaptado de Detran RS

2.3. SISTEMAS DE PROPULSÃO

A escolha do sistema de propulsão a ser usado é de extrema importância para o projeto, já que disso depende grande parte da estrutura construtiva do veículo (MACEY; WARDLE, 2008).

2.3.1. Humana

Veículos movidos à propulsão humana utilizam a força exercida pelo próprio usuário para gerar o movimento. De acordo com relatório sobre mobilidade urbana de Mendonça e Hagen (2011) em torno de 40% dos deslocamentos é realizado por meios de transporte não motorizados (TNM).

Os TNMs oferecem grandes benefícios para a saúde pública, não emitem nenhum gás poluente, são silenciosos, têm baixo custo e ainda proporcionam uma maior eficiência na utilização do espaço urbano. No entanto, este veículo é, na sua maioria, utilizado em deslocamento de curta distância. Seu uso também acaba sendo dificultado pela falta de infraestrutura e respeito dos usuários de veículos motorizados (MENDONÇA; HAGEN, 2011).

2.3.2. Combustão

Motores a combustão transformam energia proveniente de uma reação química em energia mecânica para gerar movimento. Para gerar essa reação é necessário a presença de um combustível, os mais utilizados são: gasolina, etanol, diesel e gás natural (CASTRO; FERREIRA, 2010)

Esse é o sistema de propulsão mais usado em frotas de veículos por todo o mundo. Ele tem um custo de produção baixo e ampla infraestrutura de abastecimento. No entanto, nos últimos anos a preocupação com a emissão de gases geradas por esses motores vêm aumentando significativamente (LADWIG, 2012).

2.3.3. Elétrica

Sistema de propulsão elétrica é aquele que utiliza energia elétrica (seja de uma fonte contínua ou alternada) e a transforma em energia mecânica, ou seja, movimento (CASTRO, 2009). A propulsão elétrica, quando comparada com a combustão, tem um sistema mais simples, com um menor número de subsistemas e partes móveis; estes motores também têm um tamanho reduzido, maior eficiência energética, poluição sonora reduzida e não produzem emissões de gases poluentes (LADWIG, 2012).

Os motores elétricos funcionam a partir de baterias, que armazenam e fornecem energia para o sistema. Existem vários tipos de baterias disponíveis no mercado, as mais utilizadas são:

- Chumbo-Ácido: foi umas das primeiras baterias recarregáveis disponíveis no mercado. ela também é a mais utilizada por seu baixo custo de produção, alto nível de produção de energia mas, possui uma baixa relação energia-massa e energia-volume, o que torna essas baterias grandes e pesadas (CASTRO, 2009);
- Lítio: essas baterias utilizam lítio no estado sólido ou sob forma de composto químico. Cada vez mais estão sendo utilizadas por sua alta taxa de eficiência, assim como sua alta relação de energia-massa e energia-volume, tornando as baterias menores e mais leves, elas são consideradas descartáveis, mas tem uma vida útil extremamente longa, no entanto, tem um alto custo de produção (CASTRO, 2009);
- Níquel Hidreto Metálico: essas baterias se encontram em um nível intermediário entre as baterias de chumbo-ácido e as de lítio. Elas têm uma vida útil alta (em torno de 10 anos), possuem boa eficiência e sua relação de energia-massa e energia-volume é razoável, mas seu custo de produção é alto (CASTRO; FERREIRA, 2010).

3. ESPECIFICAÇÕES DE PROJETO

Após a etapa de planejamento de projeto e pesquisa, será estabelecido as especificações de projeto. Essa etapa é de extrema importância pois, além de proporcionar o entendimento e a descrição do problema de forma funcional, quantitativa e qualitativa, fornece a base sobre a qual serão montados os critérios de avaliação e de tomada de decisão realizadas nas etapas posteriores do projeto (BAXTER, 2011).

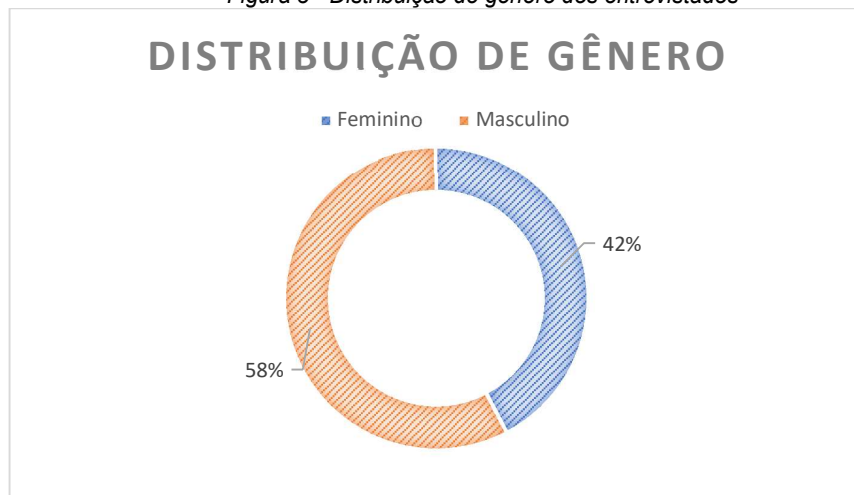
3.1. QUESTIONÁRIO

Segundo Back (2008), a análise das necessidades do usuário é o passo mais crítico para o desenvolvimento de um produto de qualidade e que seja competitivo no mercado, já que a qualidade de um produto só pode ser definida por seus usuários. A fim de descobrir essas necessidades as empresas utilizam diferentes métodos, como entrevistas, questionários, conversas com os usuários, observação do produto em uso, entre outras. Neste trabalho foi elaborado um questionário, aplicado através de um formulário online (Apêndice A). Foi obtido 137 respostas no período de 26/05/2017 a 27/06/2017. O questionário foi dividido em quatro partes, sendo que a terceira etapa varia de acordo com as respostas obtidas nas etapas anteriores.

A primeira parte do questionário é composta por perguntas com o objetivo de determinar o perfil dos entrevistados. A segunda parte foi desenvolvida para entender os hábitos de mobilidade dos entrevistados, se eles encontram alguma dificuldade e se utilizam meios de transportes alternativos. Na terceira seção o questionário possuía diferentes perguntas de acordo com as respostas dadas pelos usuários sobre o uso de transporte alternativo. Na última etapa foi dado um espaço para os entrevistados falarem como eles se sentem sobre o uso do transporte alternativo, e fazerem comentários que achem relevante sobre o assunto.

Na Figura 3, pode-se observar a distribuição de gênero dos entrevistados, em que 57,7% são do sexo masculino, enquanto 42,3% do sexo feminino.

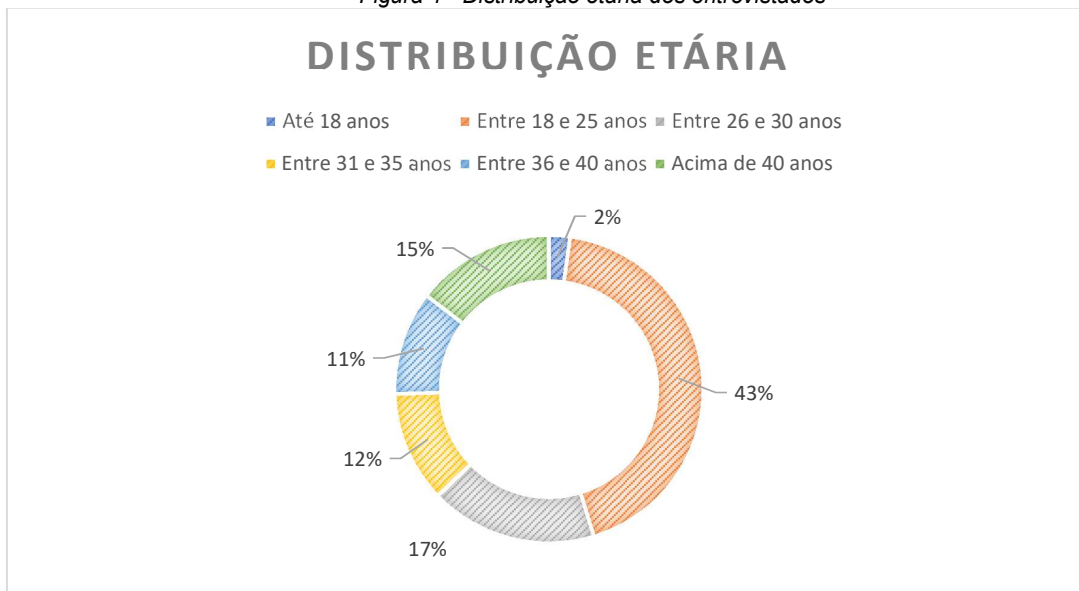
Figura 3 - Distribuição de gênero dos entrevistados



Fonte: Autor (2017)

A maior parte dos entrevistados se encontra na faixa entre 18 e 25 anos, mesmo que ainda se possa observar uma parcela significativa entre 26 e 30 anos (Figura 4).

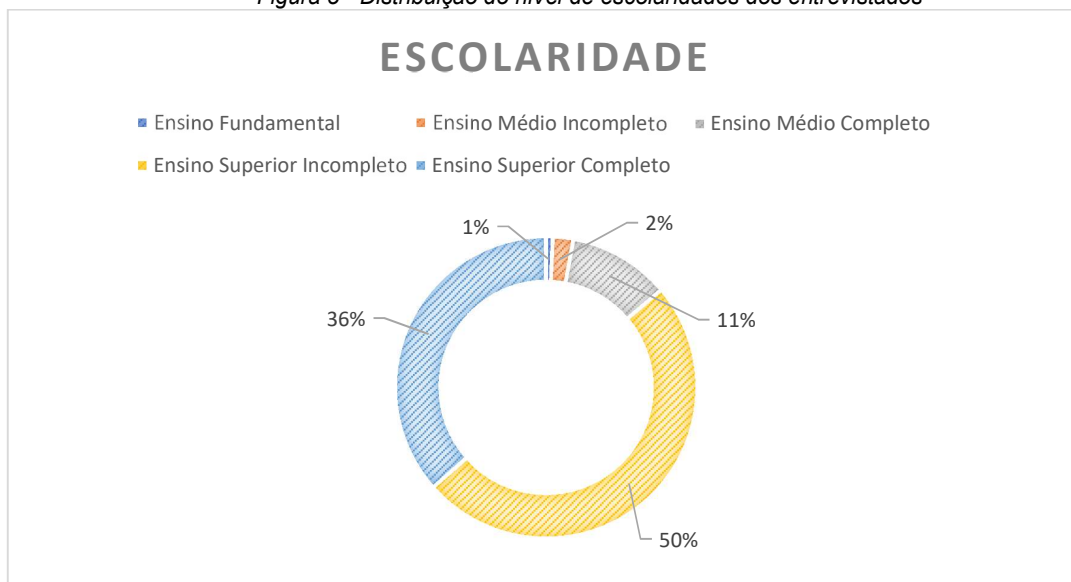
Figura 4 - Distribuição etária dos entrevistados



Fonte: Autor (2017)

Na Figura 5, podemos observar que 49,6% dos entrevistados são estudantes ou pessoas com ensino superior incompleto. Ainda existe 36,5% deles que já possuem ensino superior completo, também houve 10,9% que possui ensino médio completo e 1,6% (apenas um entrevistado) e possui ensino médio incompleto.

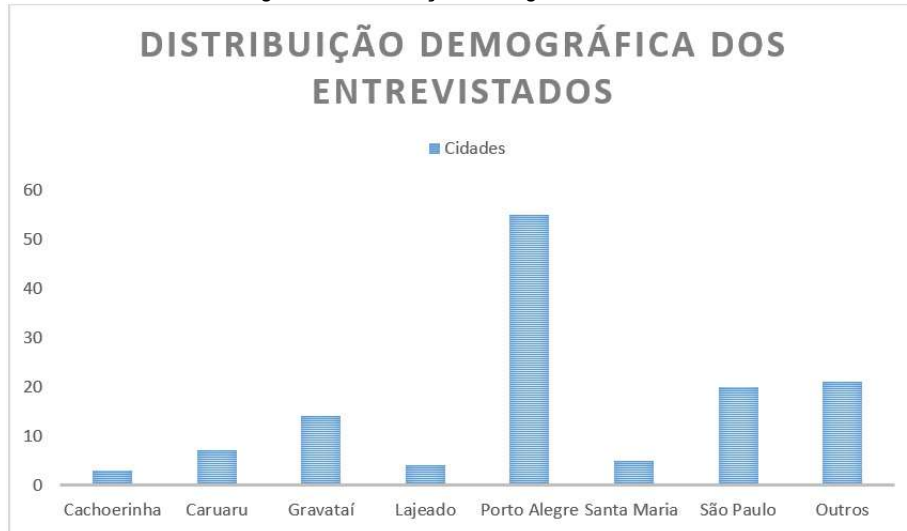
Figura 5 - Distribuição do nível de escolaridades dos entrevistados



Fonte: Autor (2017)

A maior parte dos entrevistados reside na cidade de Porto Alegre, ainda se tem uma grande parcela que mora na região metropolitana da cidade (Figura 6).

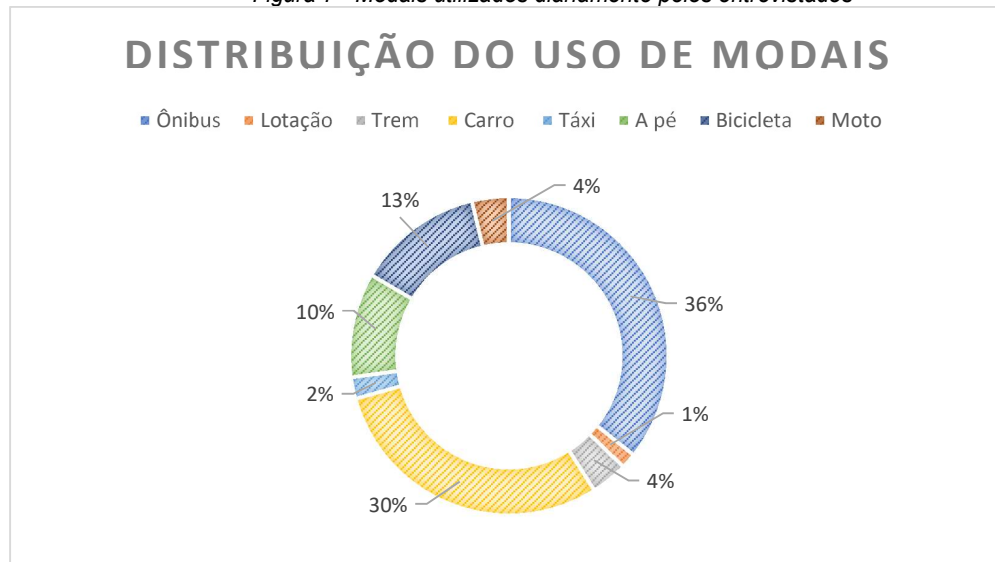
Figura 6 - Distribuição demográfica dos entrevistados



Fonte: Autor (2017)

Após as análises de perfil de usuário, foi feita diversas perguntas para entender os hábitos de mobilidade dos mesmos. 34,3% dos entrevistados declararam que o ônibus é seu principal meio de transporte, 28,5% utilizam o carro e, ainda, percebeu-se que 10,2% tem como principal meio de deslocamento a caminhada (Figura 7).

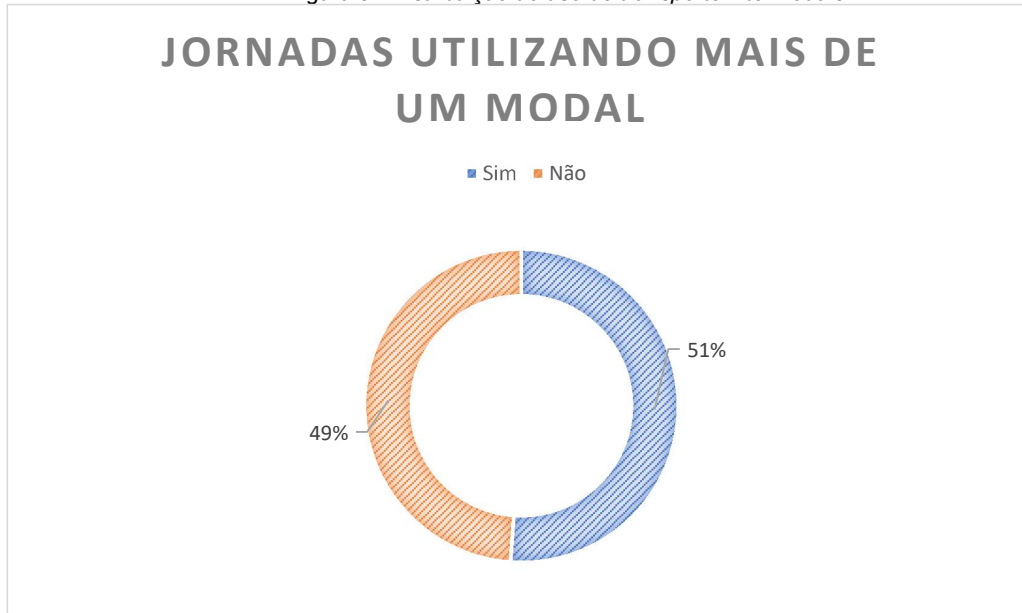
Figura 7 - Modais utilizados diariamente pelos entrevistados



Fonte: Autor (2017)

Entre os entrevistados 51,2% utilizam mais de um modal para se deslocar diariamente (Figura 8). E desses 48,9% a maioria utiliza o ônibus e a caminhada. Além disso, percebeu-se que uma parcela significativa dos entrevistados usa algum tipo de transporte alternativo em seus deslocamentos.

Figura 8 - Distribuição de uso de transporte intermodais



Fonte: Autor (2017)

Quando indagados sobre a dificuldade de locomoção (duração excessiva de viagem, congestionamentos frequentes, falta de opção de transporte - público ou pessoal) 40,1% dos entrevistados responderam que não tinha nenhum tipo de dificuldade, 37,2% disse que tinham pouca dificuldade e 22,6% disse que tinham muita dificuldade no deslocamento. Entre as dificuldades citadas pelos entrevistados a mais frequente é o congestionamento e a duração elevada da viagem (37 respostas), outra dificuldade mencionada foi a falta de infraestrutura (15 respostas) e a falta de opções de transportes existentes (10 respostas).

Entre os entrevistados, 62% já utilizam algum tipo de transporte alternativo, entre os mais utilizados estão a bicicleta, com 60 respostas, e a caminhada com 46 respostas. Quando indagados pelo motivo que costumam utilizar transportes alternativos o maior número de respostas foram pelos benefícios a saúde, pelo baixo custo, pela eficiência e consciência ecológica.

Entre os entrevistados 75,6% disseram que é possível integrar o transporte alternativo com outros veículos entretanto, 87,1% disseram que se sentiriam mais estimulado a utilizar esse tipo de transporte se essa integração fosse facilitada.

Entre os 38% dos entrevistados que não utilizam meios de transportes alternativos, 25 deles disseram que o motivo principal seria a falta de segurança (tanto em relação ao trânsito quanto ao equipamento). Outros motivos mencionados pelos entrevistados foram a falta de respeito dos motoristas, as grandes distâncias a serem percorridas e muitas lombas e a dificuldade de integração com outros veículos. Entre eles 82,7% disse que teria interessa em utilizar um meio de transporte alternativo, e 90,7% afirmou que se o veículo se tornasse mais fácil de armazenar e integrar com outros meios de transportes eles se sentiriam mais estimulados a utilizá-los.

Os entrevistados foram solicitados a descrever qual a imagem transmitida por usuários de transporte alternativo. As respostas podem ser visualizadas na Figura 9.

Figura 9 - Nuvem de palavras



Fonte: Autor (2017)

A principal percepção dos entrevistados quanto a imagem transmitida por usuários de transportes alternativos é que são conscientes e saudáveis. Eles também relacionam esse hábito com sustentabilidade, ecologia e natureza.

3.2. ANÁLISE DE SIMILARES

Nesta etapa do trabalho serão analisados diversos produtos já existentes no mercado e que possuam alguma característica comparável com a proposta em desenvolvimento. Nesta fase é possível, também, analisar como alguns problemas de projeto são resolvidos, assim como as forças e fraquezas de possíveis concorrentes.

3.2.1. Boosted Board

É um skate estilo longboard movido por dois motores elétricos encontrados na parte traseira do skate (Figura 10). Quando sua primeira versão foi lançada nos E.U.A. em 2014 era conhecido como o skate elétrico mais compacto e leve da época, sem muita competição o Boosted Board se tornou um dos skates elétricos mais populares. Ele é vendido no site da própria empresa Boosted, e é entregue para maior parte do mundo. Estão disponíveis dois modelos: Dual (U\$1.299) e o Dual+ (U\$1.499). Ainda é possível escolher entre o sistema de bateria padrão e o estendido.

Figura 10 - Skate elétrico Boosted Board



Fonte: Boosted Board

Os motores do skate são alimentados por uma bateria de íons de lítio que possibilita viagens de até 10 km com o sistema de bateria padrão e 20 km com a bateria estendida; as baterias também podem ser removidas. O Boosted Board pesa em torno de 6,5 kg com a bateria padrão e 7 kg com o sistema de bateria estendida.

Ele possui um sistema de transmissão com correias (belt drive system) que aumenta seu torque em até 3x, o que auxilia em subidas íngremes, esse sistema também possibilita uma maior estabilidade do skate e o torna mais silencioso (Figura 11). No entanto, o uso das correias impossibilita o uso do skate quando estiver sem bateria. O Boosted Board pode atingir velocidade de até 35 km/h.

Figura 11 - Sistema de correias do Boosted Board



Fonte: Boosted Board

A prancha do skate é composta inteiramente de bambu, o que auxilia na suspensão e absorção de choques. As rodas são de um polímero levemente flexível que também deve ajudar na absorção de choques mecânicos e vibrações. No entanto, estes são os únicos tipos de suspensão que o skate possui, o que o torna inadequado para uso em terrenos desnivelados, como paralelepípedo ou até mesmo ruas com asfalto em más condições.

O skate é controlado por um controle com conexão bluetooth (Figura 12), onde existem indicadores da bateria tanto do skate quanto do próprio controle, também é possível escolher entre os quatro modos de velocidade disponíveis. Esses modos de velocidade variam entre o nível iniciante até o avançado, o que facilita o aprendizado de quem utiliza o skate pela primeira vez, esses níveis também terão um impacto na performance do skate em diferentes terrenos.

Figura 12 - Controle do Boosted Board



Fonte: Boosted Board

3.2.2. Lou

Lou é um dos menores e mais leves skates elétricos disponíveis no mercado atualmente (Figura 13). Desenvolvido pela empresa So Flow ele tem dimensões de 660 x 260 x 130 mm e pesa entre 4,8 kg e 5,4 kg dependendo do modelo.

Figura 13 - Skate Elétrico LOU



O principal diferencial do Lou - além do tamanho - é o fato dos motores estarem escondidos no interior das rodas traseiras, o que o deixa com uma aparência discreta, semelhante a um skate comum. Esse sistema no interior das rodas torna possível andar no Lou mesmo quando ele estiver sem bateria. Assim como os motores a bateria fica escondida dentro da prancha do skate. Como todos os componentes eletrônicos ficam no interior do corpo do skate o Lou é resistente a água, possibilitando o seu uso mesmo quando estiver chovendo.

Lou possui três versões disponíveis para venda:

- Lou 1.0: é a versão mais básica do skate, com uma prancha de poliuretano e um único motor traseiro com velocidade máxima de 28 km/h e pesa em torno de 4,8 kg. Utiliza uma bateria de íons de lítio com 36 V e 2,2 Ah, com alcance 15 km em uma carga. Este modelo custa U\$449;
- Lou 2.0: é a versão intermediária, com prancha de fibra de carbono, o que reduz o peso do skate para 4,3 kg. Assim como o modelo anterior ele possui um único motor, atingindo velocidade máxima de 28 km/h e bateria com carga suficiente para viagens de até 15 km. Este modelo custa U\$790;
- Lou 3.0: é a versão mais completa, com prancha de fibra de carbono e dois motores com potência total de 3 kw, podendo chegar até 35 km/h. Possui uma bateria de íons de lítio com 36 V e 3 Ah, que proporciona viagens de até 15 km. Em função do maior número de motores este modelo pesa 5,4 kg. Este modelo custa U\$990.

O Lou é controlado por um controle com conexão bluetooth, onde se pode controlar a velocidade do skate e os níveis de bateria.

3.2.3. Bamboo GT 2in1

É um skate elétrico estilo longboard, que possibilita a troca das rodas de acordo com o terreno onde o skate será utilizado (Figura 14). É vendido nos E.U.A. por U\$1649,99.

Figura 14 - Bamboo GT 2in1



Fonte: Evolve Skateboard

O Bamboo GT 2in1 vem com dois conjuntos de rodas diferentes:

- **Street:** rodas de polímero com diâmetro de 83mm, similares às rodas de skate comuns (Figura 15); com estas rodas o skate fica mais leve (8kg), reduzindo o atrito com o solo e possibilitando maior velocidade no entanto, a absorção de choques e vibrações é drasticamente reduzida;

Figura 15 - Bamboo GT 2in1 com rodas tipo Street



Fonte: Evolve Skateboard

- **All Terrain:** rodas pneumáticas com diâmetro de 180 mm, aumentando a absorção de choques e vibrações, o que facilita o seu uso em terrenos acidentados e desnivelados; mas essas rodas deixam o skate mais pesado (10 kg) causando mais fricção com o solo e reduzindo a velocidade e eficiência da bateria (Figura 16).

Figura 16 - Bamboo GT 2in1 com rodas tipo All Terrain



Fonte: Evolve Skateboard

O skate possui um motor de 3 W de potência, freios regenerativos com sistema ABS, bateria de íons de lítio de 36 V e 6,5 Ah, possibilitando viagens de até 20 km com as rodas *All Terrain* e 34 km com as rodas *Street*. O skate também pode chegar a velocidade máxima de 40 km/h.

A prancha é composta por uma lâmina de madeira bordo entre duas de bambu, o que proporciona uma certa flexibilidade no entanto, com um preço reduzido quando comparado com pranchas que utilizam apenas bambu.

O Bamboo GT é controlado por um controle com conexão bluetooth; o controle possui uma tela LCD onde pode-se encontrar todas as informações sobre o skate, como o nível de bateria, a velocidade, além de poder selecionar um dos 4 modos de velocidade disponíveis (Figura 17).

Figura 17 - Controle remoto do Bamboo GT 2in1



Fonte: Evolve Skateboard

3.2.4. Monorover r4+

É um patinete elétrico, com uma estética muito semelhante aos patinetes tradicionais. Para isso todos os componentes eletrônicos foram colocados no guidão do patinete, proporcionando um veículo compacto e discreto (Figura 18).

Figura 18 - Monorover R4+



Fonte: Monorover

O Monorover R4+ tem uma estrutura de fibra de carbono, o que o deixa mais leve do que a maioria de seus concorrentes, com peso de 6,5 kg. Possui rodas não pneumáticas, com diâmetro de 130 mm, sendo otimizado para uso em terrenos lisos e nivelados. A bateria de íons de lítio proporciona viagens de até 20 km em uma única carga. O patinete é equipado com freios eletrônicos controlados por um gatilho no guidão e um freio manual por fricção na roda traseira.

Todos os comandos necessários para dirigir o R4+ se encontram no guidão, o freio e o acelerador são botões estilo gatilho do lado esquerdo e direito do guidão, respectivamente, há também uma tela LCD onde é possível controlar a velocidade, o nível de bateria e os diferentes modos de velocidade.

Para facilitar o transporte e o armazenamento o patinete pode ser facilmente dobrável, o guidão dobra até o nível da prancha (Figura 19). No entanto, a altura do guidão é fixa.

Figura 19 - Monorover R4+ dobrado



Fonte: Monorover

3.2.5. Smart Ped

O Smart Ped é um patinete dobrável vendido na Europa por €1099 (Figura 20). Ao contrário da maioria dos patinetes elétricos no mercado o Smart Ped não possui um sistema de aceleração, ao impulsionar o patinete o motor é acionado e então mantém a velocidade proporcionada pelo impulso do usuário. Esse sistema consegue manter o patinete em movimento por até 1 km após o impulso inicial.

Figura 20 - Smart Ped



Fonte: Flykly

O Smart Ped é alimentado por um motor de 250W e uma bateria de íons de lítio de 30V que ficam no interior da roda traseira. O patinete pode chegar a uma velocidade máxima de 25km/h e tem um alcance de 30km em uma única carga. Ele é muito semelhante às bicicletas, com roda pneumática aro 16" e freios v-brake, o que facilita seu uso em terrenos desnivelados e acidentados.

Um dos maiores diferenciais do Smart Ped é o fato dele ser dobrável em diversos pontos. Além do guidão também é possível dobrar a prancha, diminuindo seu tamanho de maneira considerável (Figura 21).

Figura 21 - Smart Ped sendo dobrada



Fonte: Flykly

Para manter controle da velocidade e dos níveis de bateria é preciso utilizar o aplicativo para celular, já que os únicos componentes eletrônicos no patinete são o motor, a bateria e alguns sensores de velocidade e estabilidade (Figura 22).

Figura 22 - Aplicativo de auxílio do uso da Smart Ped



Fonte: Flykly

3.2.6. URB-E

O URB-E foi desenvolvido para ser o mais leve e compacto possível (Figura 23). Possui estrutura de alumínio com furos circulares para minimizar a quantidade de material utilizada e o guidão e garfo são de fibra de carbono. Ele pesa 15 kg, sendo que a maior parte do seu peso está relacionada com a bateria e o motor; tem dimensões de 482 x 724 x 940 mm sendo que dobrado seu comprimento chega a 546 mm.

Figura 23 - URB-E



Fonte: Urb-E

O URB-E é alimentado por uma bateria de íons de lítio que possibilita viagens de até 32 km em uma carga, e pode chegar a 24 km/h. Além de alimentar o motor a bateria pode carregar outros dispositivos como celulares e até mesmo notebooks várias vezes.

Possui rodas pneumáticas com 254 mm de diâmetro, com um sistema de suspensão coilover, que possibilita o uso do URB-E em terrenos acidentados e desnivelados. O URB-E é fabricado e vendido nos E.U.A. por U\$1.699

3.2.7. Cycleboard

Cycleboard é um patinete com três rodas, custando U\$1.699 na loja oficial (Figura 24). Seu principal diferencial é a estética, com três grandes rodas, com diâmetro de 216 mm cada; as duas rodas frontais são pneumáticas e a roda traseira é semi pneumática. A prancha do patinete é muito semelhante a um skate longboard, o que acaba proporcionando mais espaço para o usuário se posicionar no patinete.

Figura 24 - Cycleboard



Fonte: Cycleboard

O Cycleboard possui um motor 450 W, atingindo velocidade máxima de 32 km/h. Para acionar o motor o usuário necessita dar um impulso inicial no patinete, então o usuário pode acelerar e frear normalmente, utilizando os gatilhos localizados no guidão. O motor é alimentado por uma bateria de íons de lítio LG com 48 V e 5,8 Ah, que possibilita viagens de até 24 km em uma única carga.

Para manobrar o patinete é preciso se inclinar para a direção desejada, semelhante ao sistema de manobra de um skate, o objetivo deste sistema é tornar a direção do Cycleboard mais intuitiva (Figura 25).

Figura 25 - Sistema de direção do Cycleboard



Fonte: Cycleboard

No entanto, a estética e o sistema diferenciado do Cycleboard resultam em um patinete bem pesado e grande; com dimensões de 1.040 mm x 50 mm e o guidão pode chegar a uma altura de até 1 m, e com peso de 18 kg. Para facilitar o transporte do patinete, o usuário pode levar o guidão ao nível da prancha, e assim utilizar as rodas frontais para puxar o patinete quando não estiver andando (Figura 26).

Figura 26 - Sistema criado para facilitar o transporte do Cycleboard



Fonte: Cycleboard

3.2.8. Velomini Plus

A Velomini é uma bicicleta elétrica dobrável vendida nos E.U.A. e no Canadá por U\$1.295 (Figura 27). Ela foi desenvolvida para o uso urbano, com o objetivo de ser o mais compacta e leve possível. Com uma estrutura de liga de alumínio ela pesa em 13,3 kg, e tem dimensões de 1360 x 510 mm.

Figura 27 - Velomini Plus



Fonte: Velomini

Quando dobrada ela possui 965 x 609 x 304 mm (Figura 28). Por ser uma bicicleta pequena e leve, houve uma preocupação com a distribuição do motor e da bateria para prover uma maior estabilidade ao usuário.

Figura 28 - Velomini Plus dobrada



Fonte: Velomini

Um dos seus principais diferenciais é sua estética discreta, muito semelhante a uma bicicleta dobrável tradicional. Ela possui uma bateria de íons de lítio com 24V e 10Ah, que possibilita viagens de até 32 km; essa bateria fica no interior do corpo da bicicleta, e pode ser removida para manutenção. O motor é localizado na roda frontal, possui potência de 250W e pode chegar a velocidade de 24 km/h. No entanto, o motor produz ruídos ao atingir a velocidade máxima. A bicicleta possui um sistema de aceleração com o acelerador localizado no guidão da bicicleta, no entanto o usuário também pode optar por utilizar os pedais para acionar o motor e manter a velocidade desejada, prolongando o tempo de bateria da bicicleta.

No guidão da bicicleta o usuário tem acesso a informações como o nível da bateria e os níveis de velocidade disponíveis. A Velomini Plus ainda possui um sistema de luzes LED integradas a bicicleta que auxiliam no uso da bicicleta durante a noite. A bicicleta ainda vem com uma bolsa para auxiliar no seu transporte e armazenamento.

3.2.9. Raleigh Detour iE

É uma bicicleta elétrica vendida nos E.U.A. por U\$2.399 (Figura 29). Desenvolvida para o uso urbano, é uma bicicleta com alta eficiência, foca em usuários que necessitam andar longas distâncias e subir lombas íngremes.

Figura 29 - Raleigh Detour iE



A bicicleta é alimentada por uma bateria removível de íons de lítio com 36V e 11,6Ah, proporcionando viagens de até 80 km. A bateria é localizada na parte traseira da bicicleta o que pode afetar no equilíbrio da mesma. Do lado esquerdo da bateria é possível visualizar o nível de bateria restante (Figura 30).

Figura 30 - Bateria removível da Raleigh Detour iE



No guidão da bicicleta se encontra uma tela LCD onde o usuário tem acesso a informações como velocidade, velocidade média, distância viajada, nível da bateria e os níveis de velocidade disponíveis. A tela também é removível.

3.3. ANÁLISE COMPARATIVA DE SIMILARES

Para melhor comparar os similares analisados, o Quadro 5 mostra as principais características dos veículos estudados.

Quadro 5 - Análise comparativa de similares

	Boosted Board	Lou	BamboGT 2in1	Monorover R4+	Smart Ped	URB-E	Cycleboard	Velomini Plus	Raleigh Detour iE
Categoria	Skate	Skate	Skate	Patinete	Patinete	Scoter	Patinete	Bicicleta dobrável	Bicicleta
Preço	U\$1299-1499	U\$499-990	U\$1650	U\$499	€ 1.099	U\$1699	U\$1699	U\$1295	U\$2399
Peso	6,5-7 kg	4,8-5,4kg	8-10 kg	6,5 kg	-	15 kg	18 kg	13,3 kg	-
Medidas	-	-	-	-	-	482x724x940mm	1040x50x1000mm	1360x510mm	-
Dobrável	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
Alcance	10-20 km	15 km	20 km	20 km	30 km	32 km	24 km	32 km	80 km
Vel. Máx.	35km/h	28km/h	40km/h	24km/h	24km/h	24km/h	32km/h	24km/h	-
Absorção de impacto	Baixa	Baixa	-	Baixa	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
Sistema de aceleração	Controle remoto	Controle remoto	Controle remoto	Gatilho	Kick Assist	Gatilho	Kick Assist + gatilho	Trottle	Trottle
Motor	1500- 2000 W	1500-3000 W	3000 W	250 W	250 W	350 W	450 W	250 W	-
Bateria	Íons de Lítio	Íons de Lítio; 36V 2,2ah	Íons de Lítio; 36V 6,5ah	Íons de Lítio	Íons de Lítio; 30V	Íons de Lítio; 35V	Íons de Lítio; 48V 5,8ah	Íons de Lítio; 24V 10ah	Íons de Lítio; 36V 11,5ah

3.4. PÚBLICO ALVO

O público alvo para o projeto foi definido, principalmente, a partir da análise do questionário realizado na seção 3.1. Além do questionário, também se utilizou como base para o público alvo, os usuário dos similares de produtos pesquisados.

Dessa forma, o principal público alvo engloba jovens, entre 18 e 30 anos; principalmente estudante, e recém-formados. Usuários que já possuem uma certa autonomia e independência e possuem rotinas agitadas, com longos deslocamentos durante o dia.

O público inclui moradores de Porto Alegre e região metropolitana, utilizam transporte público como principal meio de deslocamento e geralmente utilizam mais de um modal por viagem. Parte do público em potencial inclui usuário de transportes particulares (carros e motos), a procura de uma alternativa para o transporte tradicional. O público inclui usuários de meios de transportes alternativos (bicicletas, skates, patinetes, etc.)

3.5. REQUISITOS DE USUÁRIO

Ao final do questionário todos os entrevistados foram dados a oportunidade de opinar sobre os prós e contras do uso do transporte alternativo, assim como necessidades não atendidas e quais as melhorias necessárias. As respostas foram listadas e classificadas no Quadro 6.

Quadro 6 - Conversão das necessidades de usuário em requisitos de usuário

Necessidade	Requisitos de usuário
Segurança contra furtos; roubos	Dificultar furtos
Estrutura viária; ciclovias adequadas, melhorias na pavimentação; asfalto inadequado; problemas com asfalto; qualidade das vias; ciclovias muito estreitas; ruas mal pavimentadas; ruas irregulares; ciclofaixas ruins; excesso de buracos; vias e calçadas esburacadas; desníveis e projetos mal executados; ausência de ciclovias; calçadas ruins, trânsito; infraestrutura cicloviária; malha cicloviária insuficiente; vias mais acessíveis; faixa própria; condições das vias.	Capaz de superar obstáculos
Dimensões menores; integrar com outros meios de transporte; otimizar o tamanho do veículo; deixar o veículo dentro do carro; local adequado para guardar o veículo; falta de paraciclos e bicicletários; locais específicos para estacionar o veículo; estruturas para acondicionar o equipamento; bicicletários seguros; portabilidade; local seguro para guardar o veículo.	Facilitar transporte e armazenamento
Integrar com outros meios de transporte; utilizar diferentes veículos em uma viagem; facilitar o acesso ao ônibus; trechos longos; equipamento não é bem vindo no ônibus; aceitação dos motoristas de transporte público; deixar o veículo dentro do carro; deslocamentos muito longos, cansar menos; otimização das rotas.	Facilitar integração com outros meios de transportes
Subir lombas; deslocamentos de longa distância; trechos longos; falta de vestiário no trabalho e em locais públicos; deslocamentos muito longos; chegar ao destino cansado e suado; cansar menos; redução do esforço em lombas.	Possuir sistema motorizado
Segurança na via; falta de segurança; falta de respeito no trânsito, ciclovias estreitas; não espaço suficiente nas vias; falta de sinalização; segurança; segurança para o usuário; segurança nas ruas; proteção física; ficar menos vulnerável quanto aos outros veículos; segurança para transitar junto a outros veículos automotores.	Ser seguro

Fonte: Autor (2017)

Durante o questionário os entrevistados que já são usuários de algum tipo de transporte alternativo justificaram seu uso do mesmo pelo fato de seus deslocamentos serem muito mais eficientes e rápidos quando comparados com outros meios de transporte, e pela diminuição de gastos com passagem, gasolina e manutenção. Já os entrevistados que não utilizam transportes alternativos declararam que os veículos disponíveis são desconfortáveis, e alguns ainda disseram não utilizar esse tipo de veículo, pois não sabiam como usá-los. Essas necessidades deram origem aos seguintes requisitos de usuário:

- Ser eficiente;
- Ser de fácil manutenção;
- Ser confortável;
- Ser fácil de usar.

Após a obtenção dos requisitos de usuário foi necessário realizar a priorização desses requisitos, para seu uso posterior na ferramenta QFD. Para isso será realizado uma análise comparativa dos requisitos de usuário utilizando o diagrama de Mudge (Quadro 7). Esta ferramenta consiste em organizar os requisitos em linhas e colunas de uma tabela e compará-los um a um, atribuindo o valor 1 se o primeiro requisito é menos importante que o segundo, o valor 3 se os dois são equivalentes e o valor 5 se o primeiro for mais importante que o segundo. A avaliação foi realizada pela autora, utilizando como referência as informações obtidas durante o questionário.

Quadro 7 - Diagrama de Mudge priorizando os requisitos de usuário

	Dificultar furtos	Ser capaz de superar obstáculos	Facilitar transporte e armazenamento	Facilitar integração com outros meios de transporte	Possuir sistema motorizado	Ser seguro	Ser eficiente	Ser de fácil manutenção	Ser confortável	Ser fácil de utilizar	Total	%
Dificultar furtos	-	1	3	1	1	1	1	5	1	1	15	6
Ser capaz de superar obstáculos	5	-	5	5	3	3	3	1	1	3	29	11
Facilitar transporte e armazenamento	3	1	-	3	5	1	3	5	3	1	25	9
Facilitar integração com outros meios de transporte	5	1	3	-	3	5	3	5	5	3	33	12
Possuir sistema motorizado	5	3	1	3	-	3	3	1	1	3	23	9
Ser seguro	5	3	5	1	3	-	5	5	5	5	37	15
Ser eficiente	5	3	3	3	3	1	-	3	1	1	23	9
Ser de fácil manutenção	1	5	1	1	5	1	3	-	3	1	21	8
Ser confortável	5	5	3	1	5	1	5	3	-	3	31	12
Ser fácil de utilizar	5	5	5	3	3	1	5	5	3	-	33	12

Fonte: Autor (2017)

De acordo com os resultados do Diagrama de Mudge os requisitos possuem a seguinte ordem de importância:

- Ser seguro;
- Facilitar integração com outros meios de transporte;
- Ser fácil de usar;
- Ser confortável;
- Ser capaz de superar obstáculos;
- Facilitar transporte e armazenamento;
- Possuir sistema motorizado;
- Ser de fácil manutenção;
- Ser eficiente;
- Dificultar furtos.

Mesmo estabelecendo uma ordem de importância para cada requisito é importante salientar que todos os requisitos listados acima deverão ser atendidos durante o projeto. Também é preciso mencionar que alguns desses requisitos, provavelmente, serão atendidos de forma conjunta.

3.6. REQUISITOS DE PROJETO

Os requisitos de projeto são atributos que podem ser manipulados – modificados, retirados, incluídos, ampliados, diminuídos, etc. – para satisfazer os requisitos de usuário estabelecidos na seção anterior. Quando adequadamente formulados, esses requisitos terão um importante papel no desenvolvimento do projeto e na satisfação dos usuários; eles também podem ser entendidos como os problemas de projetos a serem resolvidos (BACK, 2008). Tendo isso em mente, o desdobramento dos requisitos descritos na etapa anterior pode ser visto no Quadro 8.

Quadro 8 - Conversão dos requisitos de usuário para requisitos de projeto

Requisitos de Usuário	Requisito de Projeto
Ser seguro	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidade de prever e visualizar obstáculos; • Visibilidade maximizada.
Facilitar integração com outros meios de transporte	<ul style="list-style-type: none"> • Dimensões do veículo; • Dimensões ajustáveis.
Ser fácil de usar	<ul style="list-style-type: none"> • Tamanho das rodas; • Número de rodas; • Mecanismo de direção.
Ser confortável	<ul style="list-style-type: none"> • A configuração do veículo deve atender a antropometria; • Posição ajustável.
Ser capaz de superar obstáculos	<ul style="list-style-type: none"> • Torque e velocidade do motor; • Tamanho das rodas; • Número de rodas.
Facilitar transporte e armazenamento	<ul style="list-style-type: none"> • Peso do veículo; • Dimensões do veículo; • Dimensões ajustáveis.
Possuir sistema motorizado	<ul style="list-style-type: none"> • Motor silencioso; • Sistema de propulsão com baixos ou zero índices de emissão de poluentes.
Ser de fácil manutenção	<ul style="list-style-type: none"> • Número de componentes; • Componentes duráveis; • Componentes acessíveis no mercado.
Ser eficiente	<ul style="list-style-type: none"> • Torque e velocidade do motor; • Autonomia do veículo.
Dificultar furtos	<ul style="list-style-type: none"> • Estética discreta; • Sistema de aviso de violação do veículo; • Sistema de posicionamento via satélite.

Fonte: Autor (2017)

Após finalizar a definição dos requisitos de projeto é necessário classificá-los, ou seja, identificar a prioridade que se deve dar à busca de soluções que atendam a um requisito em detrimento de outros. Para isso será utilizada a parte central da casa da qualidade, onde as intersecções das linhas e colunas correspondem a um relacionamento entre um requisito de usuário e um requisito de produto; onde 0 significa uma relação nula, 1 significa que a relação entre os requisitos é fraca, 3 significa uma relação moderada e 5 significa uma relação forte (Quadro 9).

O resultado da parte central da casa da qualidade pode-se ver na linha “Prioridade Ponderada”, onde se encontra o resultado da soma dos produtos de cada valor de correlação do requisito de projeto com o peso do requisito de usuário. Desta forma é possível priorizar os requisitos de produto de uma maneira mais sistemática. Desta forma os requisitos de projeto possuem a seguinte ordem de importância:

- Capacidade de prever e visualizar obstáculos;
- Dimensões do veículo;
- Dimensões ajustáveis;
- Torque e velocidade do motor;
- Peso do veículo;
- Tamanho das rodas;
- Mecanismo de direção;
- Configuração do veículo deve atender a antropometria;
- Visibilidade maximizada;
- Autonomia do veículo;
- Número de rodas;
- Estética discreta;
- Sistema de posicionamento via satélite;
- Posição ajustável;
- Sistema de propulsão com baixo ou zero índices de emissão de poluentes;
- Motor silencioso;
- Componente acessíveis no mercado;
- Componentes duráveis;
- Sistema de violação do veículo

Após a realização da parte central da casa da qualidade será realizada uma análise da correlação entre os requisitos de projeto - semelhante a que foi feita na seção 3.3 utilizando o Diagrama de Mudge. Esta etapa ajudará a identificar se há algum conflito entre os requisitos de produto.

Quadro 9 - Casa de qualidade comparando os requisitos do usuário e os requisitos de projeto

Requisito do usuário	Dimensões do veículo	Dimensões ajustáveis	Posição ajustável	Configuração do veículo deve atender a antropometria	Peso do veículo	Tamanho das rodas	Número de rodas	Componentes duráveis	Componentes acessíveis no mercado	Mecanismo de direção	Torque e velocidade do motor	Sistema de propulsão com baixo ou zero índices de emissão de poluente	Rendimento do motor	Motor silencioso	Capacidade de visualizar e prever obstáculos	Sistema de aviso de violação do veículo	Sistema de posicionamento via satélite	Estética discreta	Visibilidade maximizada
Segurança	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	3	0	5	0	3	5	5
Integração modal	5	5	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	3	1	0
Facilidade de uso	3	1	3	3	3	5	5	0	0	5	3	0	0	0	5	0	1	0	1
Conforto	3	3	5	5	1	1	1	0	0	3	1	3	0	3	1	0	0	0	1
Capacidade de superar obstáculo	1	0	0	0	3	5	3	0	0	1	5	0	1	0	1	0	1	0	0
Facilidade de transporte e armazenamento	5	5	3	1	5	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Sistema motorizado	1	3	0	0	3	1	1	1	1	3	5	5	5	5	5	0	0	0	0
Eficiência	3	3	0	1	3	1	0	0	0	1	5	0	5	0	3	0	3	0	0
Facilidade de manutenção	0	0	0	0	0	0	0	5	5	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
Dificultar furtos	3	3	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	5	5
Somatório	340	307	168	208	268	258	189	78	78	215	305	111	190	111	366	59	176	185	197
Prioridade Ponderada	9	8,1	4,4	5,5	7,1	6,8	5	2,1	2,1	4,5	8,1	8,9	5	2,9	9,7	1,6	4,7	4,9	5,2

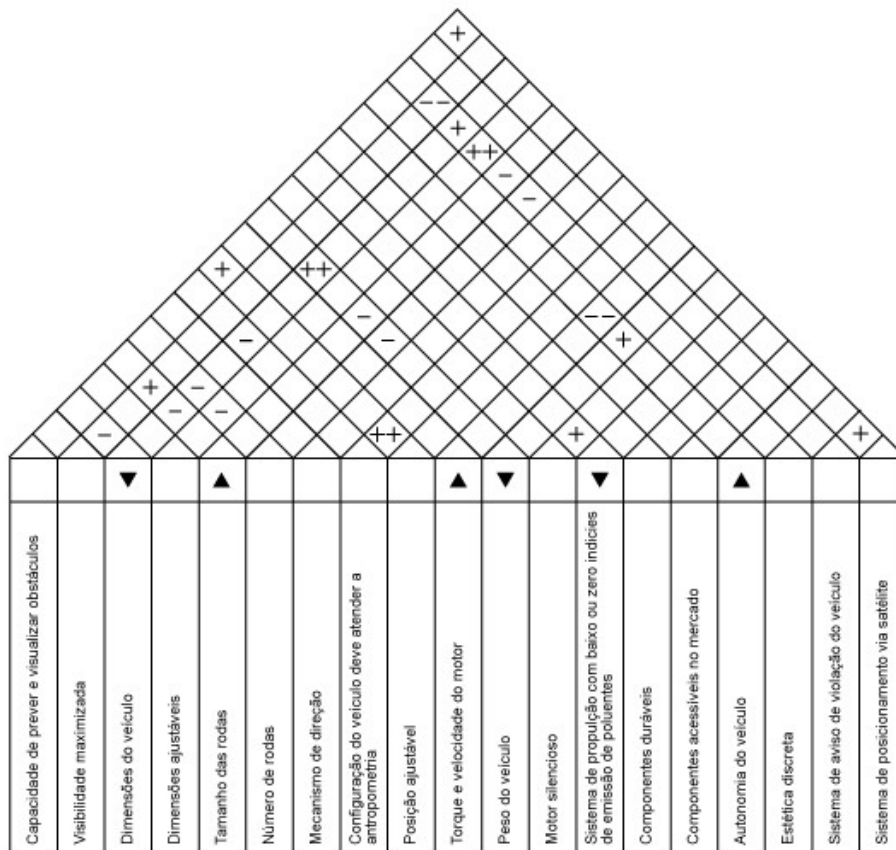
Fonte: Autor (2017)

Para facilitar análise foi estabelecida a tendência quantitativa para alguns dos requisitos de projeto. Assim foi estabelecido que as dimensões e o peso do veículo deverão ser minimizadas durante o projeto, no entanto o tamanho das rodas, o torque e velocidade do motor e a autonomia do veículo deverão ser maximizadas.

Após se estabelecer as tendências dos requisitos, a análise de conflitos será realizada no "Telhado da Casa da Qualidade" (Quadro 10), onde os requisitos serão relacionados entre si da seguinte forma:

- - -: correlação negativa forte;
- -: correlação negativa fraca;
- Em branco: correlação não existente;
- +: correlação positiva fraca;
- ++: correlação positiva forte.

Quadro 10 - Telhada da matriz QFD comparando os requisitos de projeto



Após a análise da correlação dos requisitos de projeto, percebe-se que são poucas as situações que ocorrem conflito entre os requisitos. Isto ocorre principalmente na questão de rendimento do veículo. Com isso em mente se dará uma atenção especial para essas situações de conflito.

4. PROJETO CONCEITUAL

Segundo Baxter (2011), o projeto conceitual tem como objetivo produzir princípios de projeto para o novo produto, a fim de que ele seja suficiente para satisfazer as exigências do consumidor e diferenciá-lo dos produtos já existentes no mercado. Assim, o projeto consiste no desenvolvimento de personas, mapa mental, painéis semânticos e uma análise funcional. Com isso, se iniciou a fase de geração e seleção de alternativa.

4.1. PERSONAS

Na criação de produtos sempre se tem como objetivo atender as necessidades dos usuário e público alvo. Por isso se usa a técnica de criação de personas, usuários fictícios para orientar as decisões em termos de função, interações e estética, com o objetivo de auxiliar o processo de design direcionado as soluções para as necessidades de usuários em potencial (VIANNA, 2012). Pensando nisso, foram desenvolvidas três personas inspiradas nas respostas do questionário da seção 3.1.

4.1.1. Persona 1: Gabriel

Gabriel tem 23 anos, mora na zona norte de Porto Alegre e estuda engenharia à noite no centro da cidade. Ele é uma pessoa ativa, gosta de esportes e joga futebol toda semana com seus amigos.

Gabriel utiliza o transporte público da cidade, geralmente o ônibus, como principal meio de deslocamento. No entanto, há um número limitado de linhas que passa por sua casa, o que dificulta suas viagens. Para ir para universidade todos os dias Gabriel precisa pegar duas linhas de ônibus, uma viagem que leva em média uma hora, podendo ser até mais longa dependendo do trânsito. Gostaria de uma alternativa eficiente para facilitar seus deslocamentos diários, algo para minimizar o tempo que passa dentro dos ônibus e tornasse suas viagens mais eficientes.

4.1.2. Persona 2: Júlia

Júlia tem 19 anos, mora na região metropolitana a capital e recém começou o curso de Arquitetura em uma universidade em Porto Alegre. Ela é uma pessoa muito ativa, que gosta de esportes e ar livre.

Júlia sempre morou perto da escola onde estudava e está acostumada a utilizar sua bicicleta para ir a todo lugar. Agora que estuda em Porto Alegre, ela utiliza o trem como seu principal meio de transporte durante a semana. Além disso, Júlia ainda precisa caminha por 20 minutos para chegar até a estação, ela já tentou ir de bicicleta, mas além de não ter onde deixá-la com segurança, ainda precisa passar por aclives significativos.

4.1.3. Persona 3: Pedro

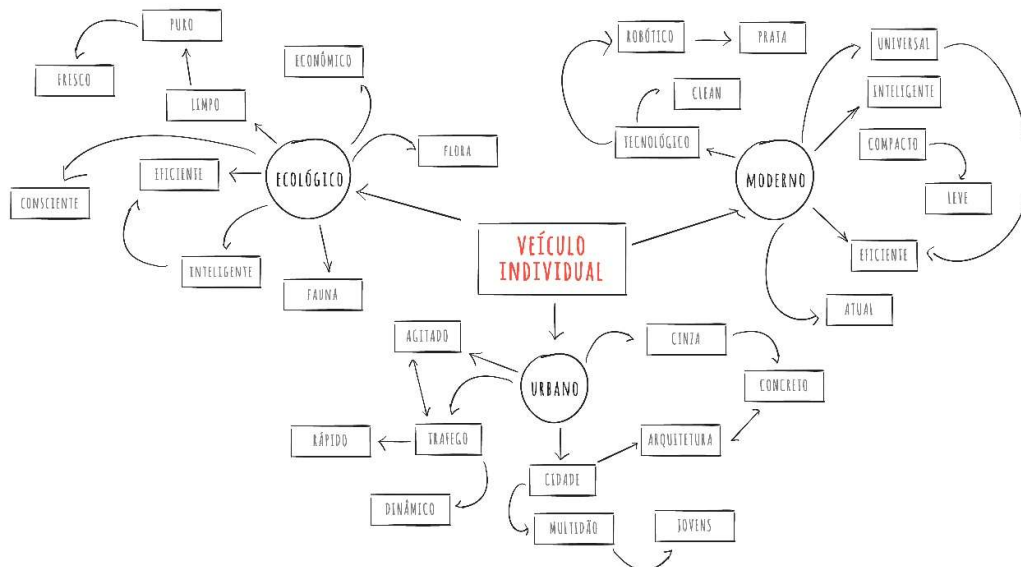
Pedro tem 30 anos de idade, mora na zona central de Porto Alegre. Ele é um advogado recém-formado, e trabalha em um escritório relativamente perto de onde mora. Ele geralmente utiliza seu carro durante a semana para ir trabalhar (o trajeto dura em média 20 minutos) no entanto, nos fins de semanas Pedro prefere usar meios transportes alternativos para se locomover.

Pedro utiliza o carro para ir ao trabalho todos os dias por falta de opções disponíveis. Ele parou de utilizar o ônibus pela falta de qualidade e segurança, ele também já tentou utilizar a bicicleta mas, o caminho tem vários aclives e o terreno é bem desnivelado e Pedro chega no escrito suado e cansado.

4.2. MAPA MENTAL

Desenvolvido na década de 1970 por Tony Buzan, a técnica do Mapa Mental consiste no desenvolvimento de um diagrama a fim de representar palavras, ideias e conceitos organizados ao redor de uma palavra ou ideia central. Ele possui estrutura flexível e pode representar ideias de diferentes maneiras (BUZAN, 2005). O mapa mental (Figura 31) foi desenvolvida afim de auxiliar no desenvolvimento dos painéis semânticos assim como na geração de alternativas.

Figura 31 - Mapa mental



Fonte: Autor (2017)

4.3. PAINEL SEMÂNTICO

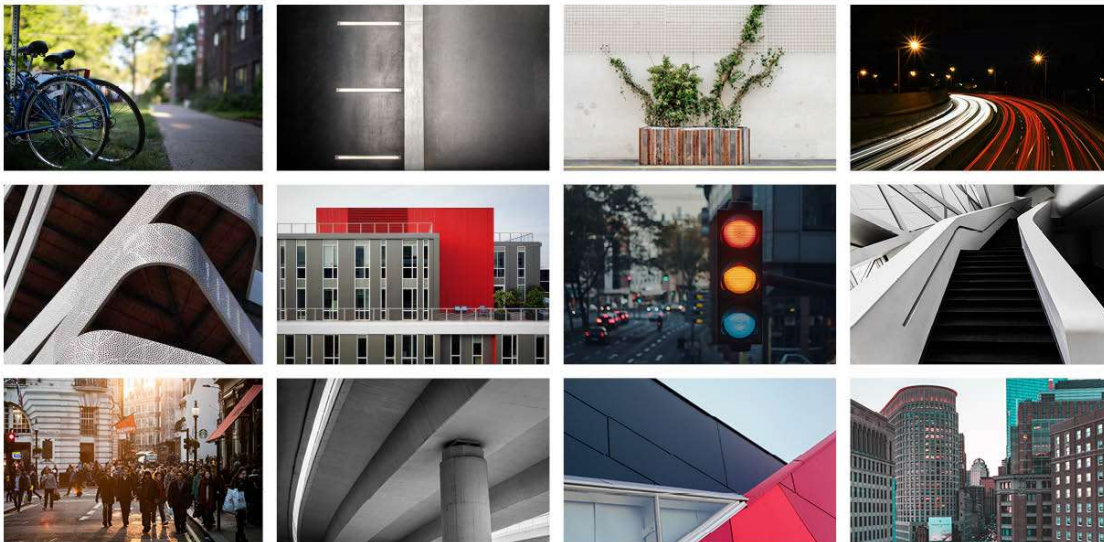
Segundo Baxter (2011), durante o desenvolvimento de um produto é preciso considerar os sentimentos e sensações que este produto deve transmitir ao usuário. Para isso o autor sugere a construção de diversos painéis visuais a fim de estabelecer características formais e de estilo para orientar a geração de alternativas. Bûrdek

(2006) afirma por meio dos painéis é possível desenvolver horizontes visuais que servirão tanto para a moldura do estilo do projeto, quanto para verificação das alternativas.

As imagens que compõem o Painel Semântico devem ser selecionadas de acordo com as relações e semelhanças identificadas no Mapa Mental e devem estimular a geração de formas, logo não devem ser literais nem aleatórias. Neste contexto, o painel deve ser tratado como uma técnica para auxiliar na geração de formas (SAPPER, 2015).

Com base no Mapa Mental foi criado três Painéis Semânticos, um para cada um dos principais conceitos gerados durante a etapa anterior: urbano, ecológico e moderno. No primeiro painel (Figura 32), procurou representar o ambiente de grandes cidades, considerando aspectos da arquitetura, do trânsito, da natureza a das pessoas que ocupam esse ambiente.

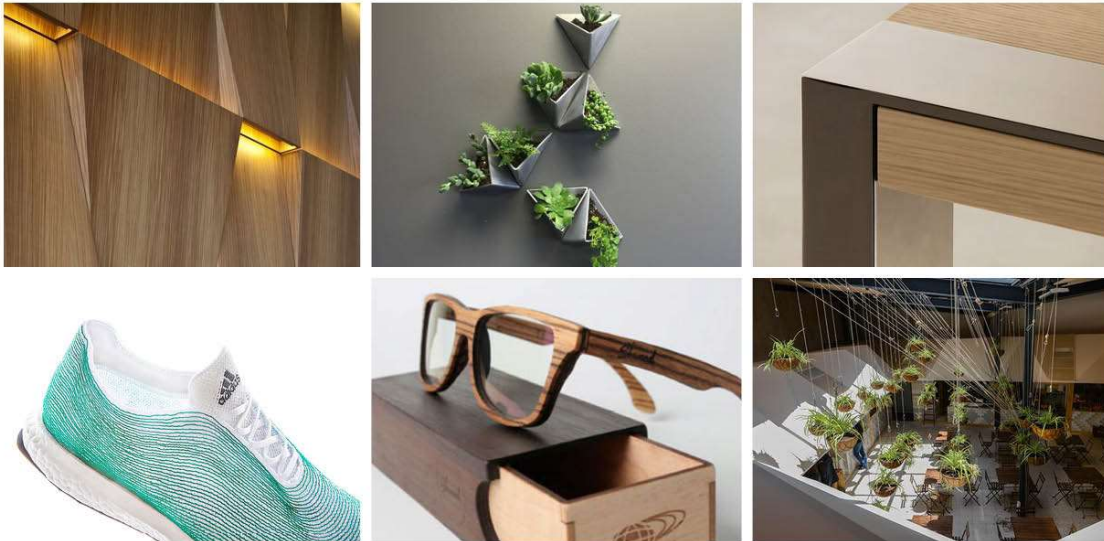
Figura 32 - Painel semântico urbano



Fonte: Autor (2017)

Já no painel ecológico (Figura 33), se focou, primeiramente, no aspecto simbólico (uso da madeira, por exemplo), então também se levou em consideração como a natureza é vista no cotidiano das grandes cidades.

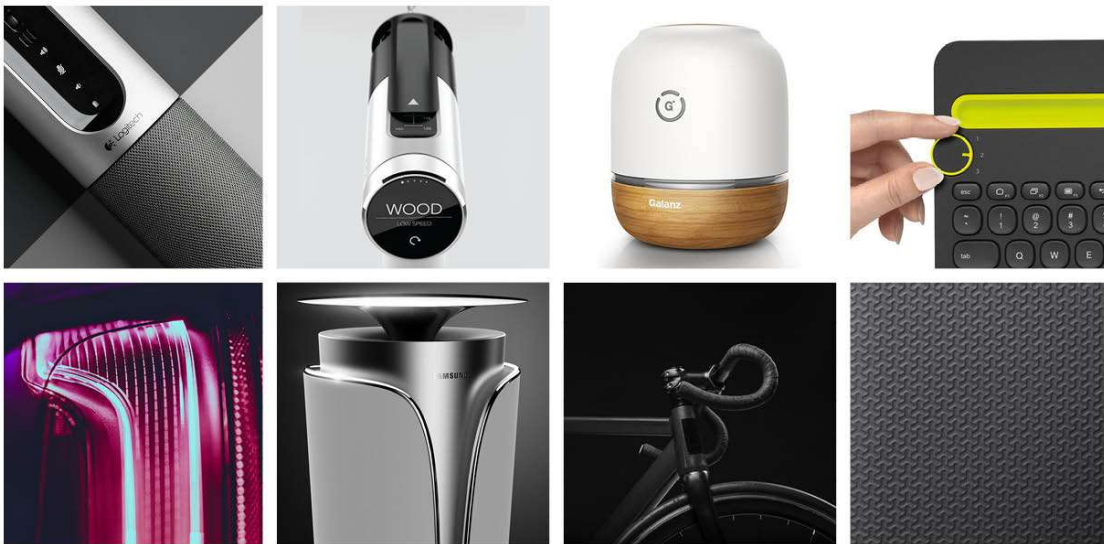
Figura 33 - Painel semântico ecológico



Fonte: Autor (2017)

No último painel, focou-se na linguagem do produto, onde foram representados produtos consumidos por usuários com características semelhantes ao público alvo desse projeto. Tentando entender com quais aspectos estéticos os usuários em potencial se identificam.

Figura 34 - Painel semântico moderno

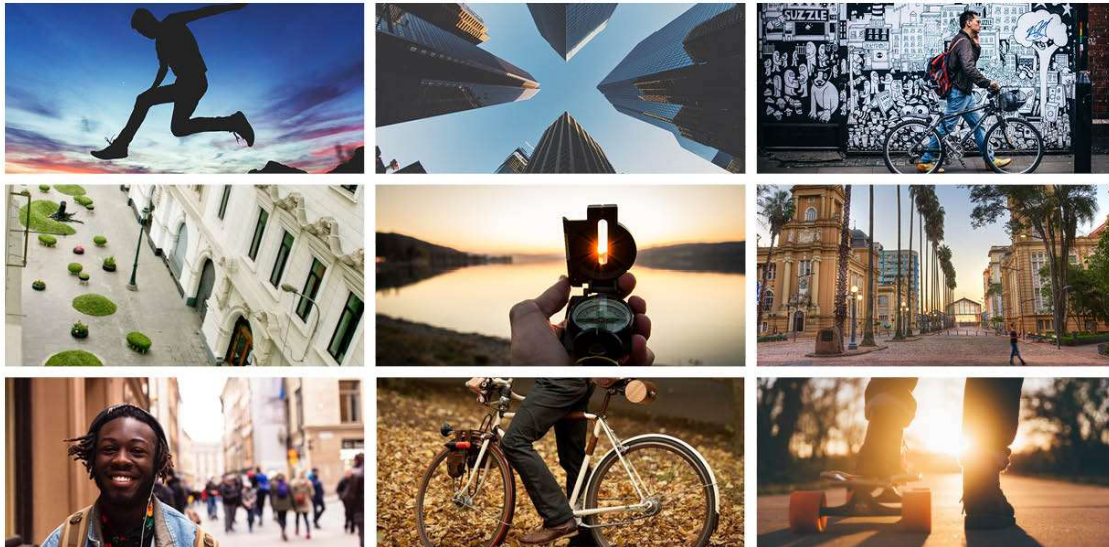


Fonte: Autor (2017)

Além dos três Painéis mencionados anteriormente também foi desenvolvido um Painel de Estilo de Vida. Segundo Baxter (2011), o Painel de Estilo de Vida deve refletir o cotidiano e os valores do público alvo. Procura-se traçar uma imagem do estilo de vida do futuro consumidor do produto. Essas imagens devem refletir os valores pessoais e sociais, além de representar o estilo de vida desse consumidor.

A partir do questionário e da análise dos similares foi possível identificar o público alvo. Com isso percebe-se que são pessoas jovens que moram no ambiente urbano, principalmente Porto Alegre e região metropolitana, são aventureiros e prezam sua liberdade e independência. A partir dessas características foi construído o Painel de Estilo de Vida (Figura 35).

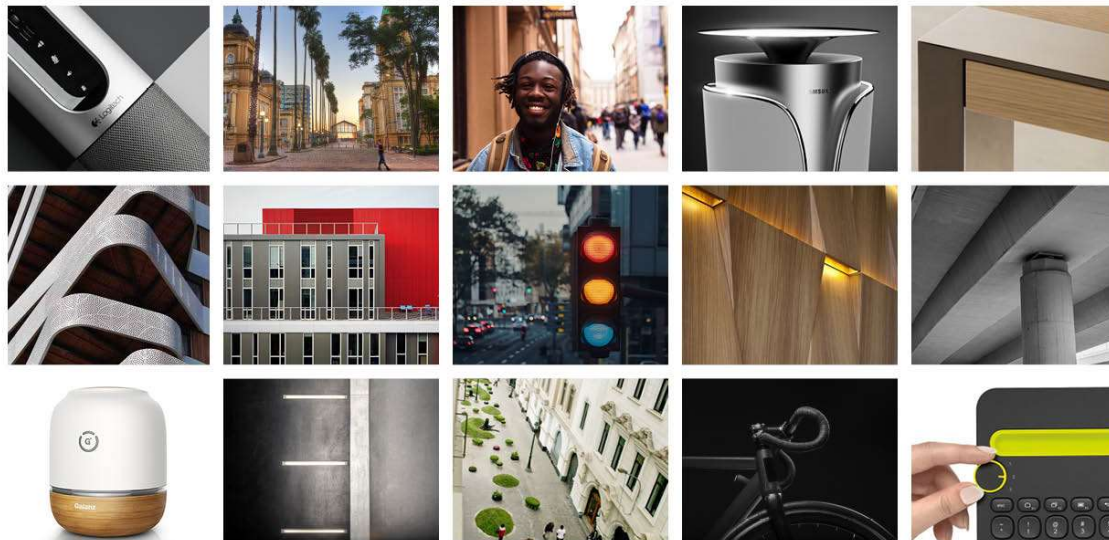
Figura 35 - Painel de estilo de vida



Fonte: Autor (2017)

Após a criação dos quatro Painéis Semânticos propostos, foi desenvolvido um último Painel afim de representar todos os painéis realizados (Figura 36).

Figura 36 - Painel semântico abrangendo o conceito do projeto como um todo

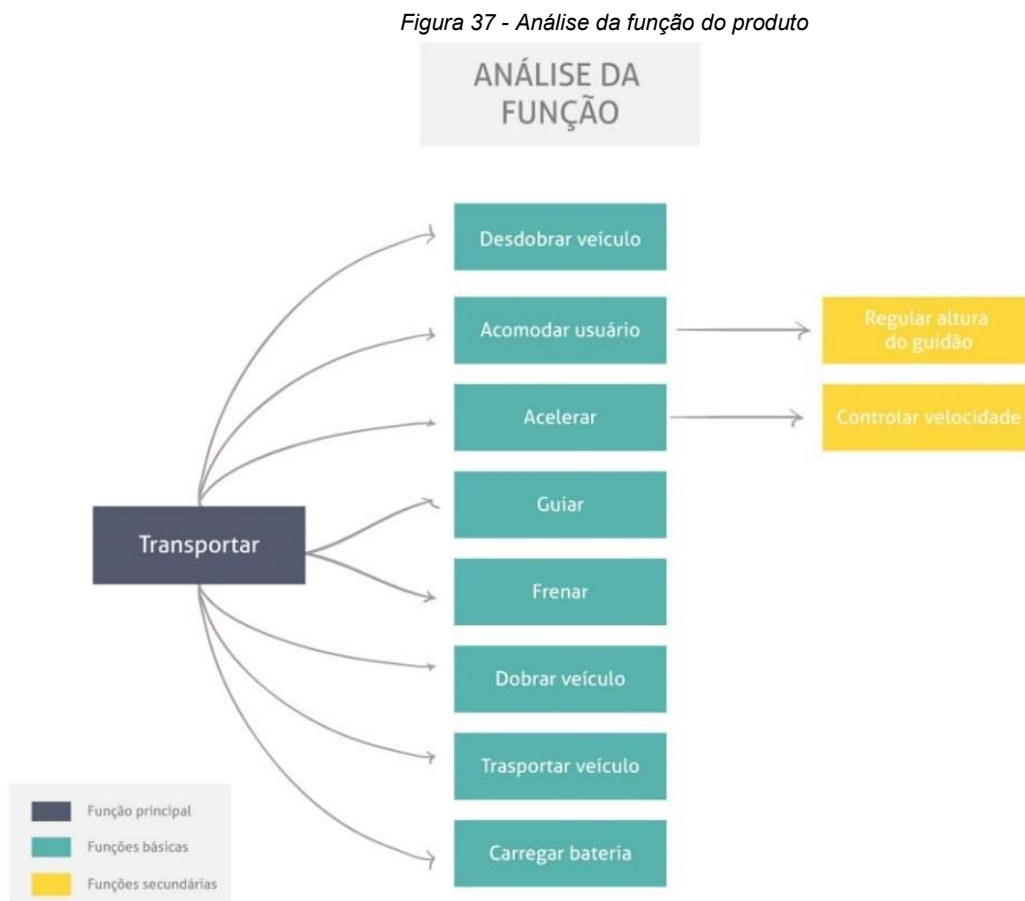


Fonte: Autor (2017)

4.4. ANÁLISE DA FUNCIONAL

Segundo Baxter (2011), a análise da função do produto é um método de análise sistemática das tarefas exercidas por um produto e como elas são percebidas pelo usuário. Essa técnica pode ser aplicada tanto para produtos já existentes quanto para aqueles em projeto. Os resultados desta técnica podem ser utilizados para estimular a geração de conceitos e podem fornecer elementos para outras análises posteriores.

A Figura 37 mostra o diagrama da análise funcional do veículo proposto, de modo a demonstrar como seria seu uso de maneira diária.



4.5. GERAÇÃO E SELEÇÃO DE ALTERNATIVAS

Como o problema de projeto bem definido, assim como o público e o conceito bem desenvolvidos, é possível começar a geração de alternativas para o projeto (BAXTER, 2011). Como foi definido nos requisitos de projeto, uma das prioridades é o conforto do veículo, assim como sua integração com outros meio de transportes. Por isso a primeira coisa a ser feita nesta fase é uma análise antropométrica dos usuários e ergonômica de transportes públicos brasileiros. A partir de então, se

utilizou a técnica do package para direcionar a geração de alternativas, e a matriz de Pugh para selecionar a alternativa mais apropriada para o projeto.

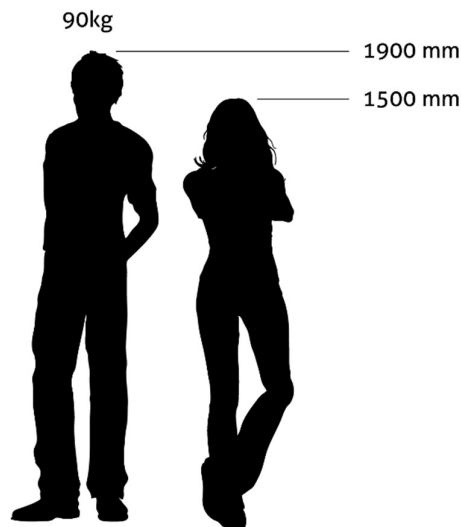
4.5.1. Análise ergonômica

Durante a análise ergonômica desse veículo foi preciso levar em consideração não só a antropometria do usuário e a interface veículo usuário, mas também é preciso lembrar que o conceito do veículo preza a integração modal. Logo esse veículo deverá ser facilmente transportado em ônibus e trens, por exemplo. Pensado nisso foi feita uma análise da ergonomia de transporte público, assim como um estudo da antropometria dos usuário em potencial.

4.5.1.1. Antropometria do usuário

A geração de alternativa será projetada com o intuito de atender as necessidades antropométricas do público alvo definido na seção 3.3, afim de satisfazer o máximo de indivíduos possível dentro deste grupo, ou seja, indivíduos que se encontrem entre o percentil de 5 a 95, tanto em dimensionamento como peso do usuário (Figura 38). Os valores considerados são referentes a indivíduos entre 18 e 35 anos (PANERO, 2002).

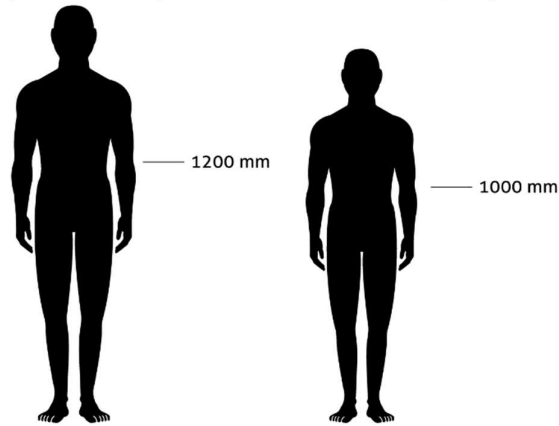
Figura 38 - Faixa de utilizadores da proposta de veículo individual



Fonte: PANERO; ZELNIK, 2002

Além do peso e altura dos usuário é preciso considerar outras dimensões que serão de grande importância no desenvolvimento de um veículo confortável. Para poder posicionar o usuário de forma correta no veículo será preciso considerar a altura até o cotovelo na posição ereta; com isso será possível determinar a variação de altura do guidão (Figura 39).

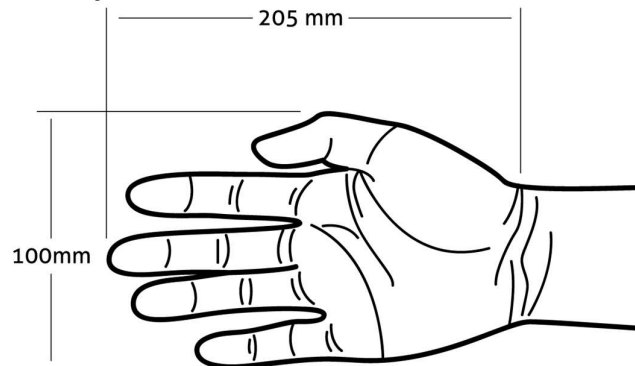
Figura 39 - Variação da altura do cotovelo na posição ereta



Fonte: PANERO; ZELNIK, 2002

Ainda pensando no dimensionamento do guidão, é preciso considerar a pega do guidão, pensando na largura e no comprimento da mão dos usuários (Figura 40).

Figura 40 - Dimensionamento da mão do usuário



Fonte: PANERO; ZELNIK, 2002

4.5.1.2. Ergonomia do transporte público

Ao transportar o veículo utilizando o sistema de transporte público, encontramos dois obstáculos principais, o usuário precisa passar pelas portas com o veículo, e então pela catraca, é preciso também pensar na área de circulação disponível dentro do veículo.

4.5.1.2.1. Portas

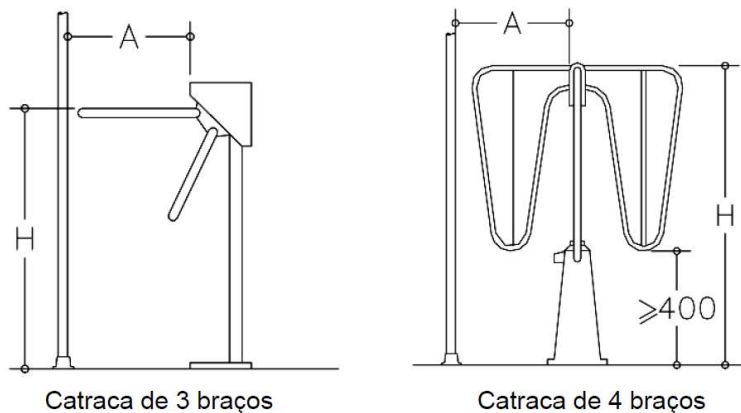
Levando em consideração o dimensionamento estático (medida do corpo parado) as portas de qualquer transporte público deve acomodar 97,5% da população masculina, por ser o biótipo de pessoa com a maior medida; além disso, é preciso considerar os efeitos dinâmicos dos movimentos necessários à subida e descida do veículo. Supondo-se ainda que muitas pessoas levem objetos nas mãos, que ocupam espaço, pode-se acrescentar 150 mm para altura e 100 mm para largura da porta (IIDA, 2005).

Para este trabalho será levado em consideração o dimensionamento da porta de um micro-ônibus, já que é a porta com menor dimensionamento entre os transportes públicos disponíveis em Porto Alegre, com 700 mm de largura e 1900 mm de altura (BONFIN, 2008).

4.5.1.2.2. *Catracas*

A catraca deve possuir três ou quatro braços, oferecendo uma abertura “A” para passagem dos usuários, igual ou maior a 400mm. A altura “H” da geratriz superior do braço da catraca em relação ao revestimento do chão deve ser entre 700 mm e 1050 mm, segundo a Figura 41 (BONFIN, 2008).

Figura 41 - Dimensionamento das catracas utilizadas no transporte público brasileiro



Fonte: Bonfin (2008)

4.5.1.2.3. *Área de circulação*

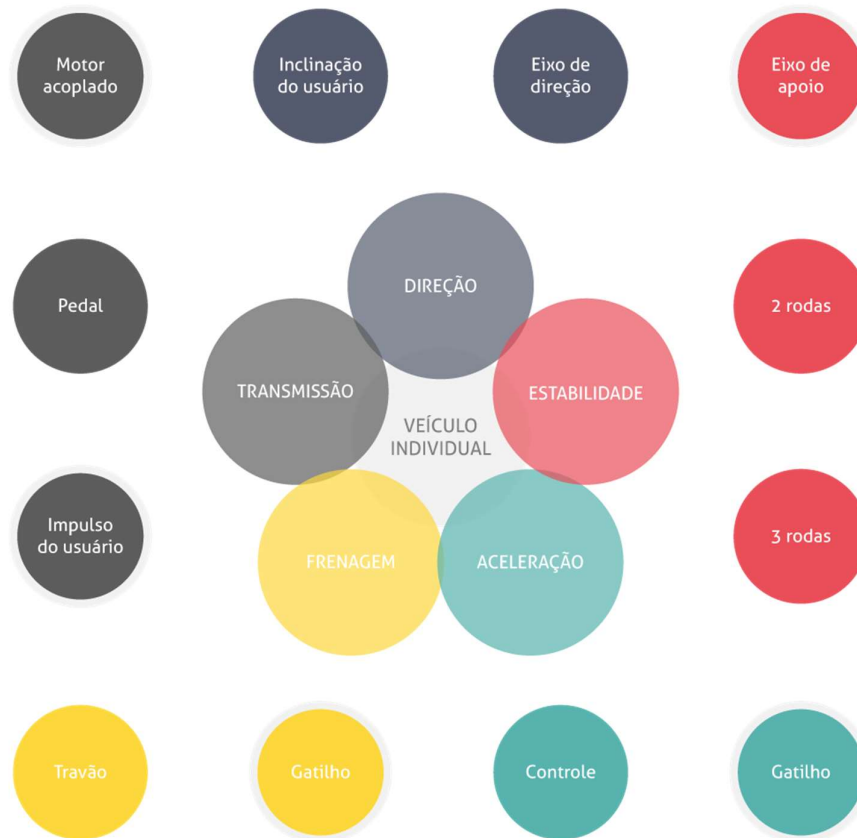
Em princípio, o corredor é destinado à circulação, geralmente, acomoda passageiros que viajam em pé. Para a largura mínima do corredor, pode-se considerar duas fileiras de pessoas em pé, colocadas ombro a ombro no sentido longitudinal. É preciso também considerar que entre essas duas fileiras de pessoas deve passar uma terceira pela circulação, deve-se adicionar pelo menos 200 mm além da medida torácica de duas pessoas preferencialmente do sexo masculino, e assim proporcionar uma área de circulação mais apropriada (IIDA, 2005).

4.5.2. Diagrama de decisões conceituais

O diagrama de decisões conceituais tem a função de guiar o processo de geração de alternativas, funcionando como uma ferramenta de simplificação do pensamento. Por isso, deverá ser visto como um sistema flexível, implementado de acordo com os objetivos e as especificações do produto desenvolvido (FONSCECA, 2014). Segundo Ulrich (2012), essa ferramenta tem como objetivo identificar e organizar soluções para diferentes subproblemas do projeto, que, posteriormente poderão ser combinados de diversas maneiras, a fim de auxiliar na geração de alternativas.

A Figura 42 mostra possíveis soluções para os subproblemas identificados durante a Análise da Função. Neste caso, o diagrama de soluções gerado mapeia o conjunto das soluções consideradas para cada subproblema. É importante manter em mente que as soluções individuais serão, posteriormente, combinadas e refinadas e deverão não só desempenhar sua própria função, mas também manter a relação com outros elementos funcionais, fora do seu subconjunto inicial.

Figura 42 - Diagrama de decisão



Fonte: Autor (2017)

O problema principal (veículo individual) foi isolado, e desdobrado em cinco subproblemas que deverão ser resolvidos ao longo do projeto. Com isso, já é possível tomar algumas decisões baseadas nos requisitos de projeto, que irão guiar as próximas fases do projeto.

O veículo será movido por um motor elétrico acoplado a uma das rodas, o que ajuda a minimizar o tamanho final do veículo, e também auxilia na compactação do mesmo. Além do motor o usuário também poderá impulsionar o veículo para prolongar a duração da bateria, ou até mesmo quando o veículo estiver sem carga. Também se optou pelo uso de um eixo de apoio (guidão), afim de tornar o veículo mais fácil de utilizar e as viagens mais confortáveis. A aceleração e frenagem se

daram por gatilhos acoplados no guidão, afim de minimizar o número de componentes não acoplados ao veículo, assim como facilitar o uso.

4.5.3. Package

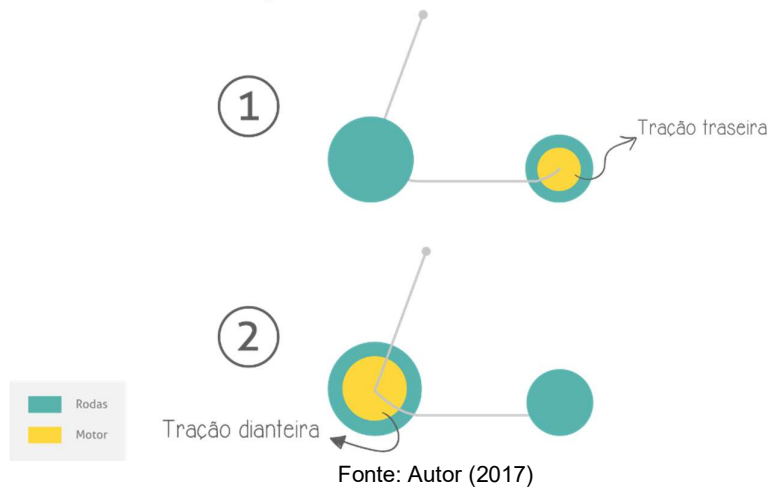
O package do veículo tem como objetivo definir a configuração de seus componentes; da localização e das dimensões dos principais elementos como sistema de propulsão e bateria, posicionamento do passageiro. A geração de alternativas de package é um modo eficiente para a obtenção de um maior número de arranjos possíveis para um veículo, em delimitado período de tempo (MACEY e WARDLE, 2014).

A fim de facilitar o entendimento o package do veículo foi dividido em três etapas: posicionamento do motor, distribuição das rodas e posicionamento da bateria.

4.5.3.1. Posicionamento do motor

Na seção 4.5.2 foi decidido que o veículo seria movido por um motor embutido em uma das rodas. A partir dessa decisão foi preciso definir se o motor se encontraria na roda dianteira ou traseira do veículo (Figura 43).

Figura 43 - Opções de package para o posicionamento do motor



A alternativa 1 consiste no motor localizado na roda traseira do veículo, o que torna o veículo mais eficiente em situações como superação de obstáculos e aclives. A alternativa 2 representa o uso de tração dianteira. Neste caso, a presença do motor na roda frontal poderia interferir no sistema de direção do veículo. Com isso, foi selecionado a alternativa 1 para ser implementada no projeto.

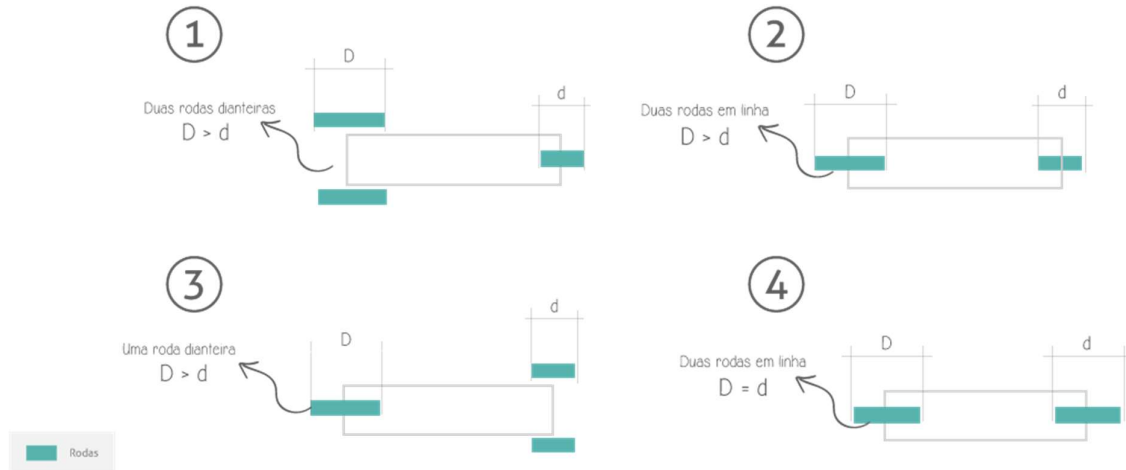
4.5.3.2. Distribuição das rodas

Com a escolha do posicionamento do motor pode-se, então, pensar na distribuição das rodas (Figura 44). Nesta etapa é preciso levar em consideração que o veículo deverá superar obstáculos como buracos nas vias, desníveis e ruas não asfaltadas. Para esses cenários, um dos fatores de maior influência é o tamanho da

roda, quanto maior diâmetro da roda e a área de contato com o solo, mais fácil será superar esse tipo de obstáculos. No entanto, é preciso, ao mesmo tempo, considerar que o veículo deverá ser o mais compacto e leve possível, o que limita o tamanho das rodas possíveis.

Também é preciso levar em consideração o número de rodas presentes no veículo. O uso de três rodas facilita o uso, tornando o veículo mais estável e confortável de usar, no entanto quanto maior o número de rodas mais pesado o produto final se torna.

Figura 44 - Opções de package para a distribuição das rodas



Fonte: Autor (2017)

A alternativa 1 consiste em três rodas, com duas rodas frontais e uma roda traseira, onde a roda traseira teria um diâmetro menor do que as rodas frontais. Essa distribuição tem como objetivo aumentar a estabilidade do veículo, e tornar seu uso mais fácil. Essa alternativa prioriza a estabilidade, o que acaba afetando as dimensões e o peso do veículo.

Na alternativa 2 se tem duas rodas em linha, onde a roda dianteira possui um diâmetro superior a roda traseira. Essa composição prioriza a minimização do tamanho e peso do veículo.

A alternativa 3 utiliza duas rodas traseiras e uma roda dianteira, onde as duas rodas traseira possuem um diâmetro menor. Essa alternativa, no entanto, é descartada em função do motor estar presente na roda traseira do veículo, o que acabaria tornando o veículo muito pesado (caso se utilizasse dois motores), ou prejudicaria a estabilidade do veículo (se o motor fosse posicionado em apenas uma das rodas).

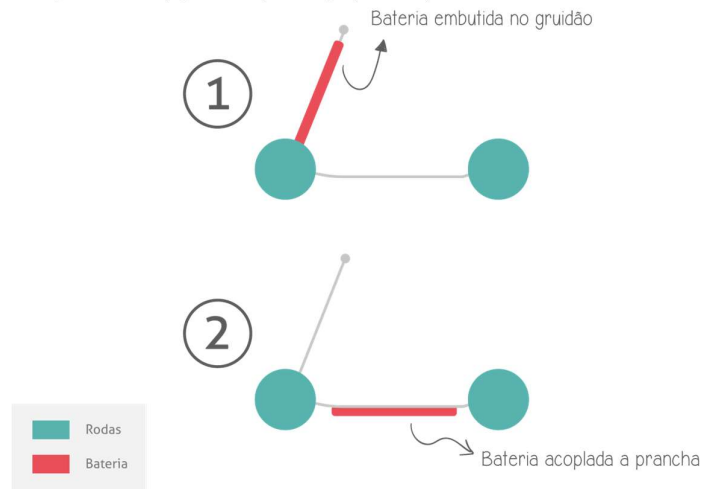
Por último, a alternativa 4 utiliza duas rodas em linha, com o mesmo diâmetro, a fim de manter o veículo estável (com duas rodas grandes) ao mesmo tempo minimizando o diâmetro do veículo.

Para dar continuidade ao projeto foi selecionada duas alternativas possíveis. A opção 1 seria apropriada para o projeto, priorizando a estabilidade e o conforto do veículo; assim como a alternativa 2, a fim de tornar o veículo mais leve e compacto.

4.5.3.3. Posicionamento da bateria

Após selecionado o posicionamento do motor e a distribuição das rodas, é preciso determinar onde a bateria vai ser colocada (Figura 45).

Figura 45 - Opções de package para o posicionamento da bateria



Fonte: Autor (2017)

Na 1ª alternativa a bateria é embutida no guidão. Essa opção limita o ajuste da altura do guidão, além de concentrar grande parte do peso do veículo na sua parte frontal, o que pode afetar sua estabilidade.

Já a 2ª alternativa mostra a bateria acoplada ou embutida na prancha do veículo. Dessa forma a distribuição de peso se torna mais uniforme, mantendo o veículo mais estável. Pensando nisso, a opção mais adequada para o projeto seria a segunda alternativa.

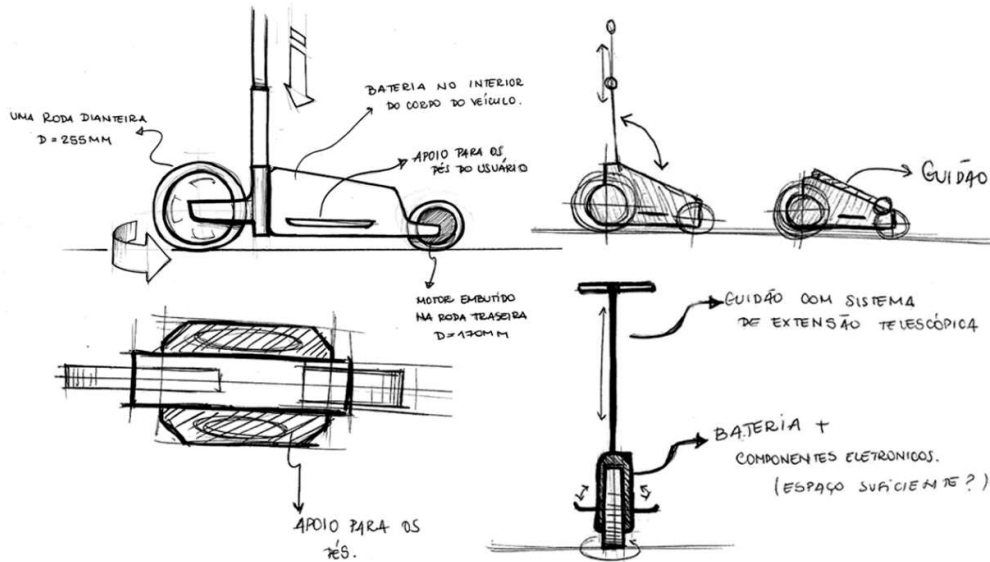
Após analisar todas as opções de package e selecionar as mais adequadas ao projeto, foi possível começar a gerar alternativas para o produto como um todo. Essas alternativas convergiram para a geração de três conceitos.

4.5.4. Conceito 1

O primeiro conceito (Figura 46) gerado consiste em um veículo com duas rodas em linhas, em que a roda frontal possui um diâmetro de 255 mm (10") e a roda traseira possui um diâmetro de 170 mm (6,5"). O corpo do veículo fica entre as duas rodas, e é onde a bateria se encontra. Em cada lado do corpo há uma plataforma onde o usuário apoia os pés. Esses apoios são retrateis, logo quando o usuário não estiver utilizando as plataformas ficam paralelas ao corpo, tornando o veículo mais compacto.

Há também um eixo de direção, que serve como apoio para o usuário, o eixo também permite o usuário rotacionar a roda dianteira, facilitando a manobrabilidade do veículo. O guidão possui um sistema com extensão telescópica, possibilitando ajustar sua altura de acordo com a necessidade do usuário. Na base do guidão há um pino que permite que o guidão seja dobrado até o nível do corpo do veículo.

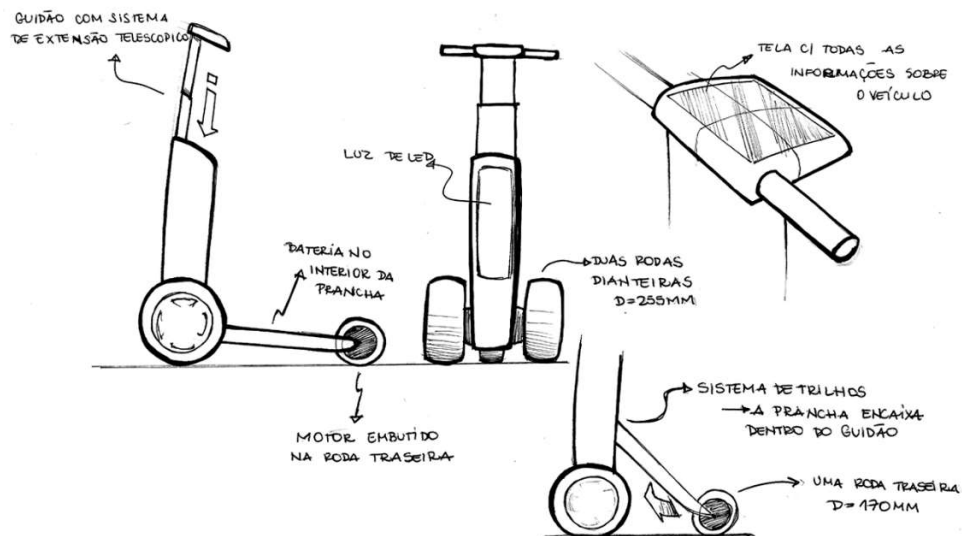
Figura 46 - Desenvolvimento do Conceito 1



4.5.5. Conceito 2

O conceito 2 (Figura 47), mostra um veículo com três rodas, duas dianteiras com diâmetro de 255mm cada e uma traseira com diâmetro 170mm. Essa alternativa possui uma estética mais tradicional, semelhante a um patinete.

Figura 47 - Desenvolvimento do Conceito 2



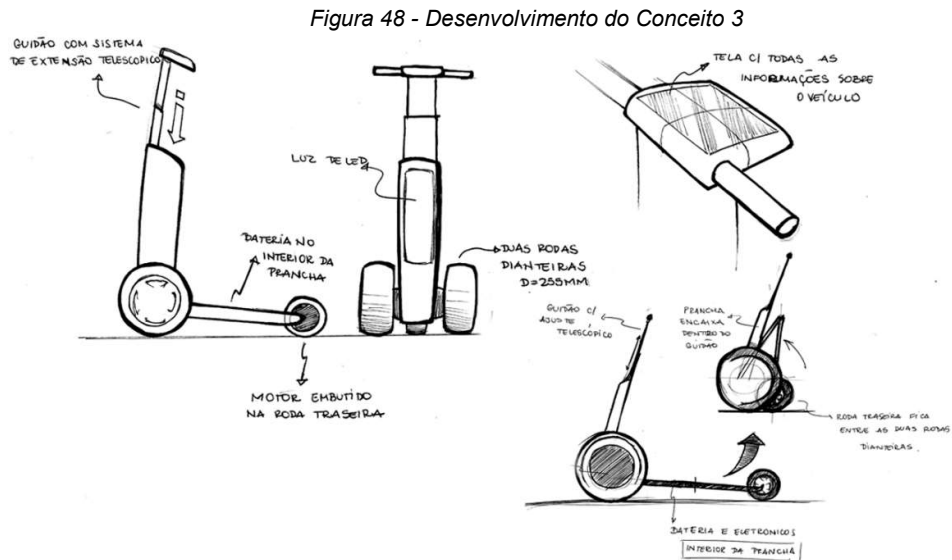
Fonte: Autor (2017)

Nesse conceito se tem um eixo de apoio (guidão), que ao contrário da solução anterior, não tem a função de movimentar as rodas frontais, mas sim fornecer apoio ao usuário, para facilitar o uso do veículo. No guidão ainda se tem uma tela, onde as informações do veículo (como velocidade, nível de bateria, distância percorrida, etc.) é transmitida para o usuário. O guidão também possui um sistema de extensão telescópico, que se adequa a altura do usuário. Para facilitar a visibilidade do veículo se tem uma luz de LED na parte frontal do veículo.

A bateria é embutida na prancha, que pode ser recolhida para dentro da parte inferior do guidão quando o usuário não estiver utilizando o veículo. Isso se dá por um sistema de trilhos dentro do guidão, que possibilita esse movimento da prancha.

4.5.6. Conceito 3

O 3º conceito (Figura 48) mostra uma solução semelhante a alternativa anterior. No entanto, a maior diferença entre as duas é o fato da prancha ser dobrável. Isso permite que ao encaixar a prancha dentro do guidão, a altura do veículo quando não estiver em uso é reduzida de forma significativa. Mas, ao dobrar a prancha é preciso considerar o que fazer com a bateria, que seria embutida na mesma. Para isso, se utilizará módulos divididos entre as duas metades da prancha. O que acaba reduzindo a quantidade de carga disponível para o veículo, no entanto minimiza seu tamanho final.



Fonte: Autor (2017)

4.5.7. Matriz de decisão

Para selecionar a alternativa mais adequada às necessidades do projeto, foi utilizado a ferramenta de matriz de decisão. Segundo Pazmino (2015), esta ferramenta busca facilitar a escolha da melhor alternativa de solução. Neste caso se utilizou a Matriz de Pugh, que compara como cada conceito atende os requisitos do projeto (Quadro 11).

Ao usar essa ferramenta o autor sugere o uso de um produto similar ao desenvolvido como referência, neste caso, será utilizado o patinete elétrico Smart Ped, analisado na seção 3.2.5.

Para cada critério foram adotados os seguintes valores:

- Sinal positivo (+) se a alternativa cumpre melhor os requisitos em relação ao modelo de referência;
- Zero (0) se a alternativa cumpre igualmente os requisitos em relação ao modelo de referência;
- Sinal negativo (-) se a alternativa não alcança o cumprimento dos requisitos em relação ao modelo de referência.

Quadro 11 - Matriz de Pugh

REQUISITOS	CONCEITO 1	CONCEITO 2	CONCEITO 3
Integração modal	+	-	0
Segurança	+	+	+
Conforto	-	0	0
Transporte e armazenamento	+	-	0
Usabilidade	0	+	+
TOTAL	2 +	0	2 +

Fonte: Autor (2017)

Dois dos conceitos gerados se mostraram adequados para o projeto. Com isso será feito um detalhamento dos conceitos 1 e 3, para poder então fazer uma análise mais profunda das duas soluções, e selecionar a mais adequada.

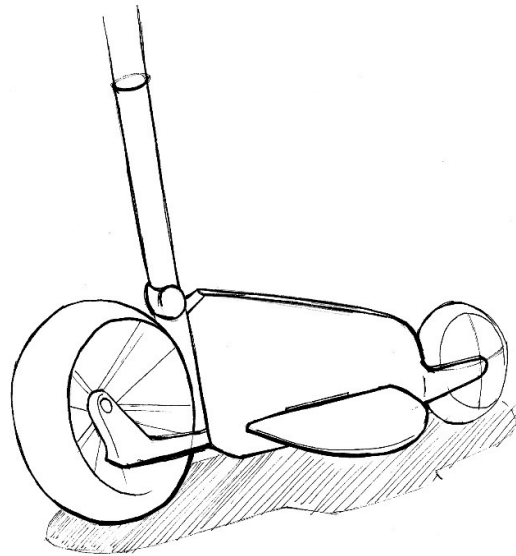
4.5.8. Detalhamento das alternativas escolhidas

A fim de definir a alternativa mais adequada para o projeto se utilizou a matriz de Pugh, no entanto, ocorreu um empate entre dois conceitos. Para definir a solução final foi realizado uma análise mais detalhada dos conceitos 1 e 3. Após esse detalhamento será realizado uma matriz de decisão utilizando pesos.

4.5.8.1. Detalhamento do conceito 1

O Conceito 1 consiste em um veículo composto por duas rodas em linhas (onde a roda frontal possui diâmetro de 260mm e a traseira 170mm), o corpo do veículo fica entre as rodas (Figura 49).

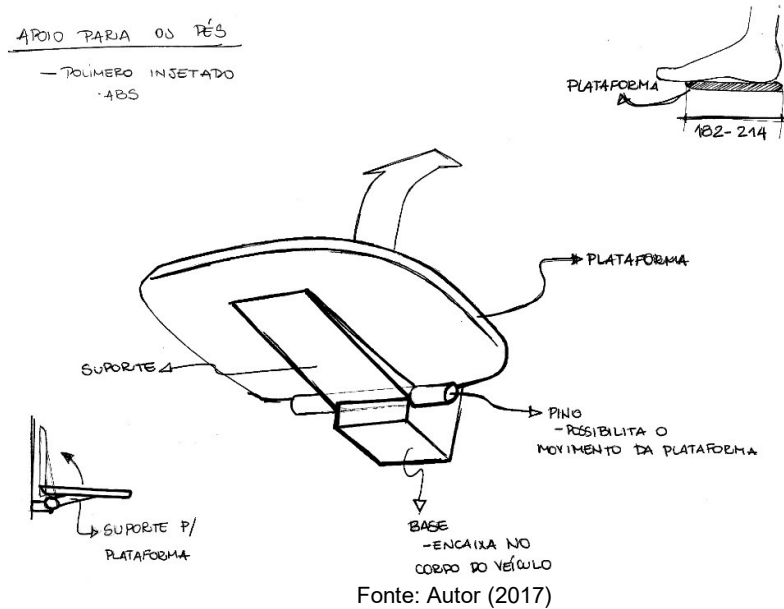
Figura 49 - Perspectiva frontal do conceito 1



Fonte: Autor (2017)

Em cada lado do corpo se tem um plataforma, que funciona como apoio para os pés do usuário. Esses apoios possuem uma estrutura triangular na parte inferior, que ajuda a suportar o peso do usuário, assim como conectar a plataforma ao corpo do veículo. Há também um pino que possibilitar rotacionar a plataforma, dessa forma ela fica paralela ao corpo, tornando o veículo mais compacto (Figura 50).

Figura 50 - Detalhamento da plataforma de apoio

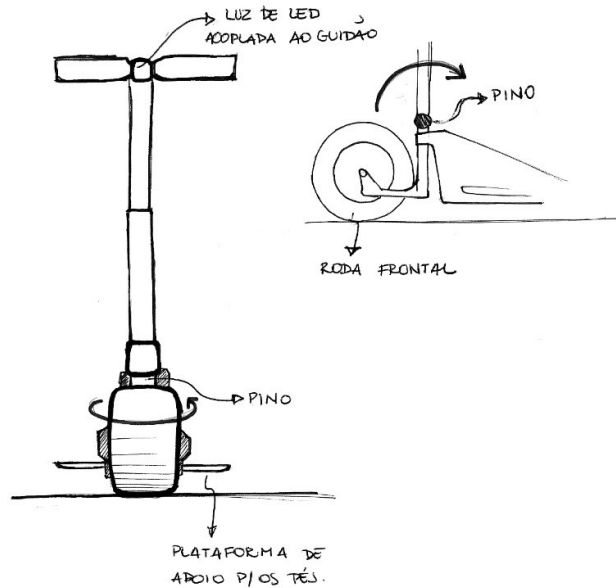


Fonte: Autor (2017)

A roda frontal é conectada a um eixo de direção, também chamada de guidão. Na base desse guidão se tem um pino, que possibilita a rotação da roda. Dessa forma, para manobrar o veículo o usuário necessita, apenas, rotacionar o guidão de acordo com sua necessidade (Figura 51). Neste guidão, próxima a extremidade superior do

veículo, se tem outro pino, que permite que o guidão seja rotacionado na direção do corpo do veículo, tornando o veículo mais compacto para transporte e armazenamento.

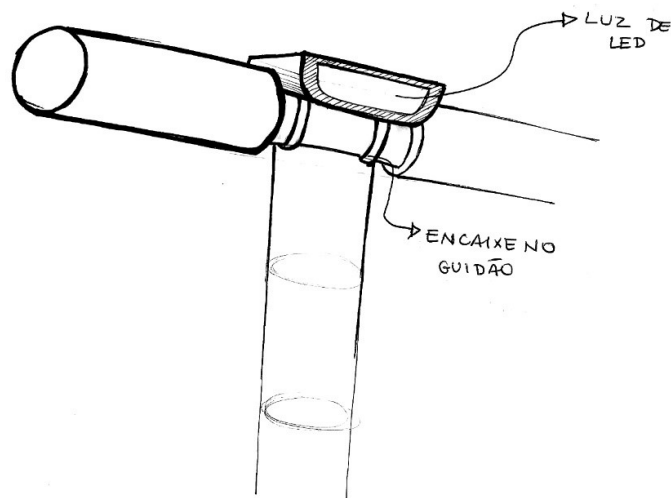
Figura 51 - Detalhamento do funcionamento do guidão



Fonte: Autor (2017)

Na parte superior do guidão, entre as duas pegas há uma luz de LED encaixada no eixo (Figura 52). Essa luz facilita a visibilidade do usuário e do veículo por outros usuários da via.

Figura 52 - Localização da luz de LED no veículo

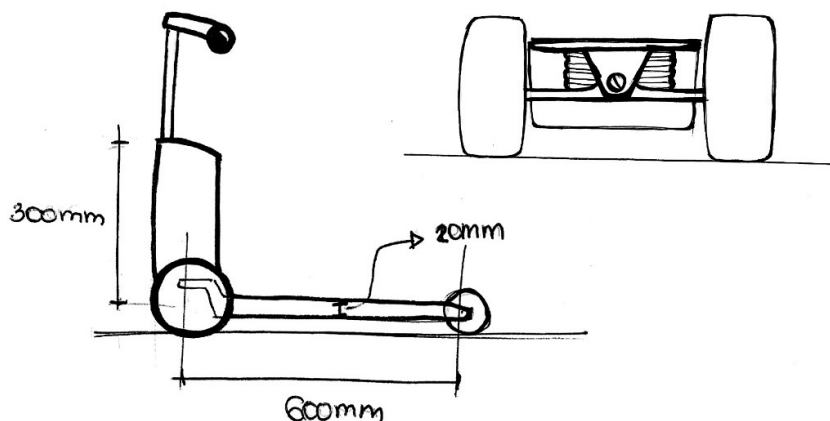


Fonte: Autor (2017)

4.5.8.2. Detalhamento do conceito 3

No Conceito 3, se tem um veículo com uma estética mais tradicional, semelhante a um patinete. Esta alternativa consiste em um veículo com três rodas, duas dianteira, com diâmetro de 255 mm, e uma traseira com diâmetro de 170 mm.

Figura 53 - Composição do conceito 3



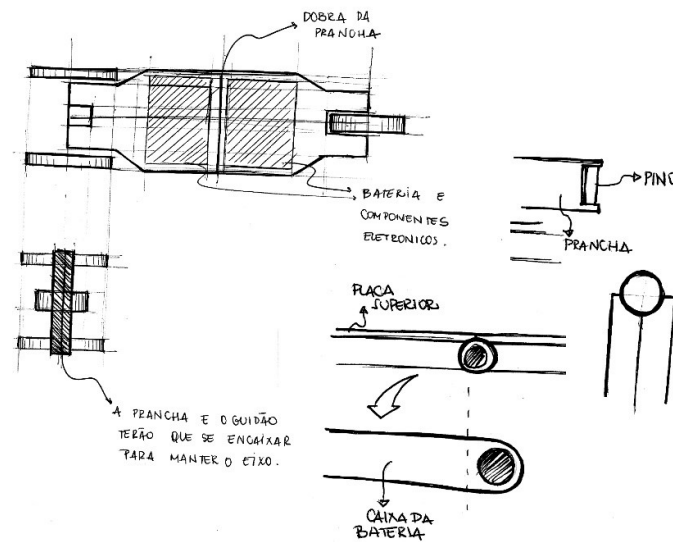
Fonte: Autor (2017)

Este conceito possui um sistema de direção baseado na inclinação do usuário. A fim de minimizar as dimensões do veículo se optou por não permitir que as rodas dianteiras rotacionem como na alternativa anterior. Para manobrar o veículo o usuário precisa se inclinar para o lado desejado, tornando o uso do veículo mais intuitivo. Para isso se utilizará um sistema de suspensão semelhante a de um skate, o que facilitará essa manobrabilidade do veículo.

Assim como a alternativa anterior há um eixo de direção (guidão), no entanto neste caso sua principal função é estabilizar o usuário, e não manobrar o veículo. Mesmo assim, o guidão facilita o usuário a guiar o veículo, fornecendo estabilidade para o usuário poder se inclinar com maior facilidade e confiança.

A prancha do veículo é dobrável, o que facilita a compactação do veículo para transporte e armazenamento. Ao dobrar, a prancha se encaixa na base do guidão (Figura 54). Embutida na base no guidão, se tem uma luz de LED que facilita a visibilidade do usuário e do veículo por outros usuários da via.

Figura 54 - Detalhamento e funcionamento da prancha



4.5.9. Matriz de decisão com peso

Após detalhar os dois conceitos mais pontuados na seção 4.7.6, é possível fazer uma análise mais profunda e completa como essas alternativas se adequam aos requisitos de projeto (Quadro 12). Para isso se utilizará, novamente, a Matriz de Pugh. No entanto, para obter um resultado que esteja de acordo com as reais necessidades do projeto, cada requisito terá um nível de importância (peso). Os pesos se dão de acordo com a prioridade ponderada adquirida no QFD (PAZMINI, 2015). Assim como na matriz de Pugh anteriormente realizada na seção 4.5.7 se utilizará como referência o patinete Smart Ped, estudado durante a análise de similares.

Para cada critério foram adotados os seguintes valores:

- 5 se o conceito cumpre muito melhor os requisitos em relação à referência;
- 4 se o conceito cumpre melhor os requisitos em relação à referência;
- 3 se o conceito cumpre igualmente os requisitos em relação ao modelo de referência;
- 2 se o conceito cumpre o requisito de maneira inferior que a referência;
- 1 se o conceito cumpre o requisito de maneira muito inferior que a referência.

Quadro 12 - Matriz de Pugh com peso

REQUISITOS		PESO	CONCEITO 1		CONCEITO 3	
			CLASSIFICAÇÃO	ESCORE	CLASSIFICAÇÃO	ESCORE
Segurança	Capacidade de prever e visualizar obstáculos	9.7	3	29.1	3	29.1
	Visibilidade maximizada	5.2	4	20.8	5	26
Integração modal	Dimensões do veículo	9	5	45	4	36
	Dimensões ajustáveis	8.1	5	40.5	5	40.5
Usabilidade	Tamanho das rodas	6.8	4	27.2	4	27.2
	Número de rodas	5	3	15	4	20
	Mecanismo de direção	4.5	3	13.5	4	18
Conforto	Configuração do veículo deve atender a antropometria	5.5	2	11	3	16.5
	Posição ajustáveis	4.1	3	12.3	3	12.3
Superar obstáculos	Torque e velocidade do motor	8.1	3	24.3	3	24.3
	Tamanho das rodas	6.8	4	27.2	4	27.2
	Número de rodas	5	3	15	4	20
Transporte e armazenamento	Dimensões do veículo	9	5	45	4	36
	Dimensões ajustáveis	8.1	4	32.4	4	32.4
Eficiência	Torque e velocidade do motor	8.1	3	24.3	3	24.3
	Autonomia do veículo	5	2	10	2	10
TOTAL				392.6		399.8

Fonte: Autor (2017)

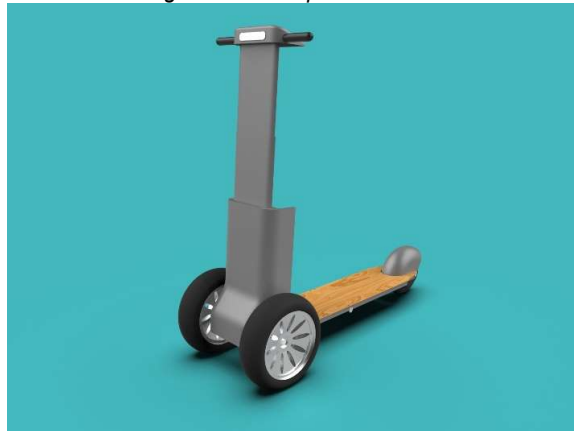
5. PROJETO DETALHADO

O projeto detalhado consiste na descrição e detalhamento da solução final, assim como os desenhos técnicos do produto e seus componentes e a modelagem 3D da alternativa final.

5.1. DESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO FINAL

Durante a definição dos requisitos, foi estabelecido que o veículo deveria priorizar a usabilidade, para auxiliar neste quesito foi decidido que o veículo deve possuir três rodas, duas dianteiras com 255 mm de diâmetro cada e uma traseira com 170 mm de diâmetro, cada roda tem largura de 50 mm; sendo que as rodas dianteiras são pneumáticas, afim de otimizar a absorção de impactos e vibrações. O uso de três rodas otimiza a estabilidade do veículo e facilita seu uso (Figura 55).

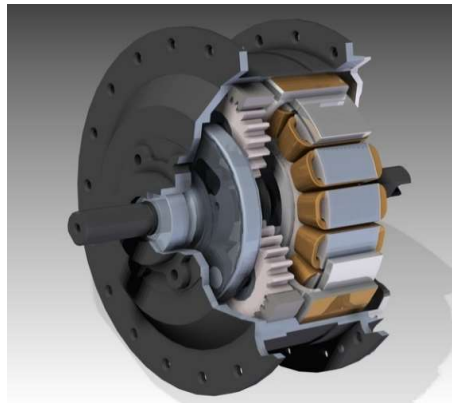
Figura 55 - Perspectiva frontal



Fonte: Autor (2017)

O motor do veículo se encontra embutido na roda traseira. O motor utilizado será o modelo HB6GL da Umotors, com potência de 350 w e velocidade máxima de 30 km/h e pesa em torno de 3 kg (Figura 56).

Figura 56 – Motor elétrico a ser embutido na roda traseira



Fonte: UMOTORS

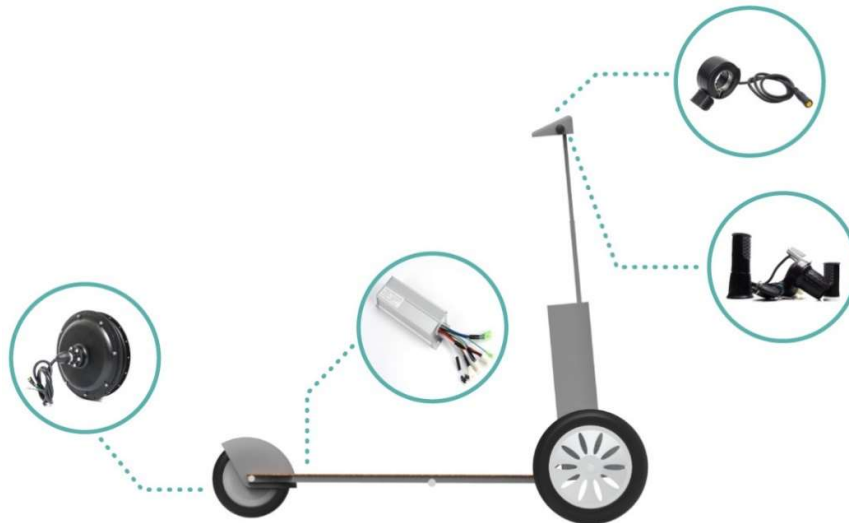
A velocidade do veículo é controlada por um acelerador localizado à direita do guidão, para acelerar o usuário necessita apenas torcer a pega do guidão, onde o acelerador está acoplado. Para frear será utilizado o sistema de gatilho, que encontra-se acoplado à pega esquerda o guidão. Além disso, também temos o controlador, que pode ser considerado o cérebro do equipamento, considerando que todos os outros componentes estão ligados a ele (Figura 57).

Figura 57 - Componentes eletrônicos presentes no veículo



A localização desses componentes pode ser vista na Figura 58.

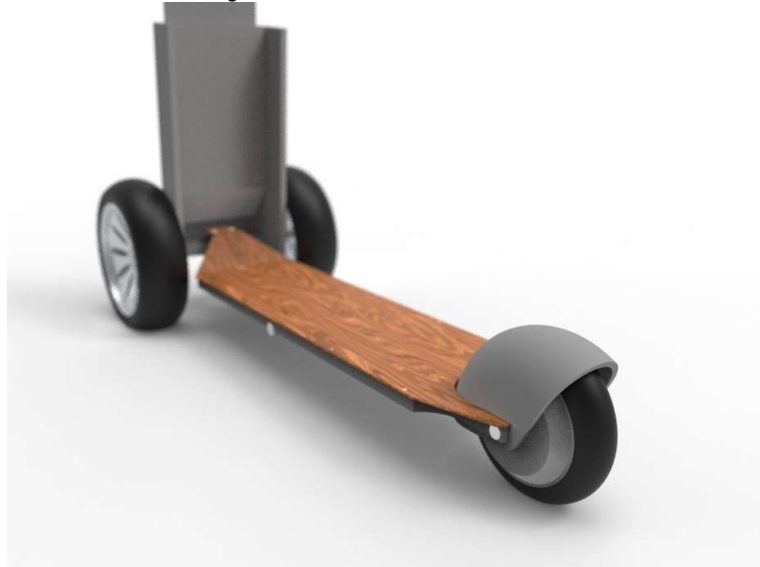
Figura 58 - Localização dos componentes eletrônicos



Fonte: Autor (2017)

Para evitar que o usuário acidentalmente entre em contato com a traseira durante a viagem, ou até mesmo enquanto o veículo estiver compactado, um protetor na roda, pouco mais de $\frac{1}{4}$ dela (Figura 59).

Figura 59 - Protetor na roda traseira



Fonte: Autor (2017)

O eixo dianteiro utilizado será um eixo para skate *offroad*, com sistema de absorção de impacto (Figura 60). Essa escolha se deu afim de minimizar o desconforto causado por vibrações e impactos durante viagens, assim como facilitar a manutenção do veículo, caso a peça precise ser trocado, já que produtos similares podem ser facilmente encontrados no mercado.

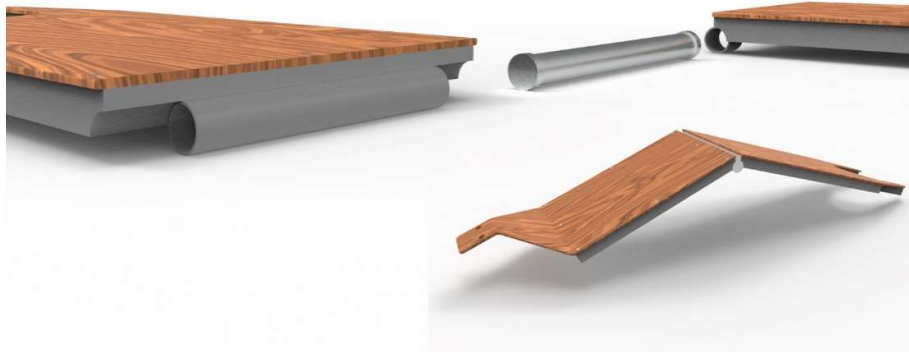
Figura 60 - Eixo dianteiro do veículo



Fonte: ATB Shop

A prancha do veículo foi dividida em duas partes; a parte dianteira com comprimento útil (utilizado pelo usuário) de 240 mm e a traseira com 285 mm, ambas partes possuem largura de 170 mm. A diferença entre os comprimentos é preciso para compensar a diferença de diâmetro entre as rodas dianteiras e traseiras. As duas partes da prancha são ligadas por um pino, que permite que a prancha seja dobrada para facilitar o transporte e armazenamento do veículo (Figura 61).

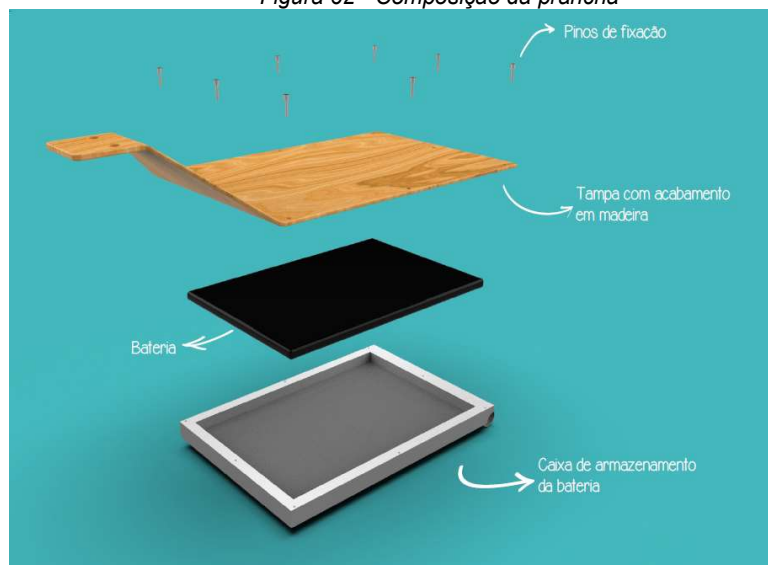
Figura 61 - Funcionamento do pino conector entre as duas partes da prancha



Fonte: Autor (2017)

Ambas as partes da prancha são compostas pelos mesmos componentes, uma caixa de armazenamento de polímero, onde a bateria se encontra e uma tampa com acabamento de madeira bambu que é fixado a parte inferior com pinos de fixação, para facilitar o acesso do usuário a bateria em caso de manutenção (Figura 62). A bateria utilizada será de íons de lítio da marca Panasonic, com capacidade com 36 V e 6,5 ah, que possibilita autonomia de 30 km. A escolha do acabamento em madeira tem o intuito estabelecer uma relação estética com o conceito ecológico do produto, demonstrando de uma maneira mais direta ao usuário a preocupação que o veículo tem com a sustentabilidade no transporte dentro do ambiente urbano.

Figura 62 - Composição da prancha

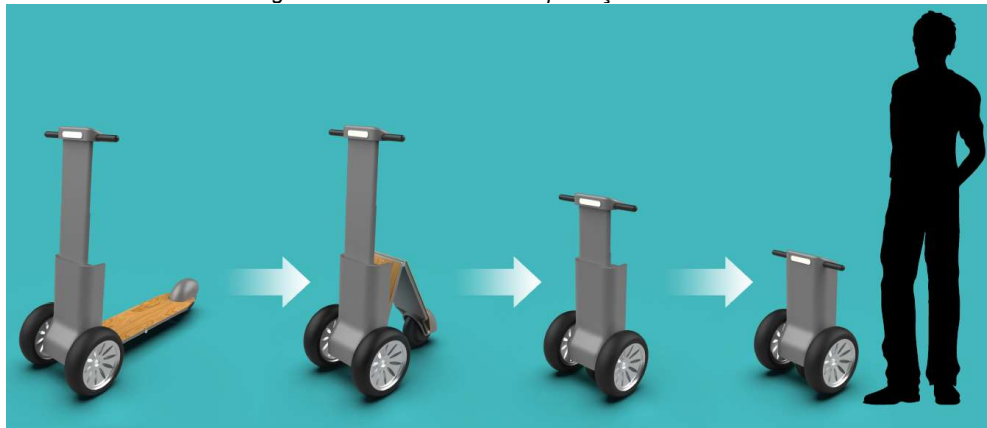


Fonte: Autor (2017)

Já o guidão pode ser dividido em duas partes. A primeira é onde todos os componentes do veículo (com exceção das rodas) serão armazenados quando compactado. Na parte de trás do guidão se tem uma abertura onde a prancha será

encaixada. Dessa forma o veículo pode ser compactado facilitando o armazenamento e transporte do mesmo. (Figura 63).

Figura 63 – Processo de compactação do veículo



Fonte: Autor (2017)

O guidão pode ser ajustado de acordo com a altura do usuário, onde a altura máxima é 1200 mm. O guidão também poderá ser reduzido para uma altura de 500 mm quando estiver totalmente recolhido (Figura 64). Para essa variação de altura se utilizou o encaixe telescópico, essa variação possui alturas pré-determinadas que o usuário pode ajustar de acordo com a necessidade, para travar a altura desejada se utilizou um botão na base do guidão.

Figura 64 - Guidão com altura regulável



Fonte: Autor (2017)

Ao ser totalmente compactado o veículo possui dimensões de 340 x 400 x 255 mm (Figura 65). O que facilita a integração com o sistema de transporte público, o que é uma das prioridades do projeto.

Figura 65 - Veículo completamente compactado



Fonte: Autor (2017)

5.2. PROTOTIPAGEM

Foi produzido um modelo em escala 1:2, a fim de representar o conceito do veículo. O modelo foi desenvolvido utilizando a técnica de impressão 3D, foi utilizado o equipamento da marca 3D Cloner, localizado a oficina da Escola de Arquitetura da UFRGS. Além da impressão 3D, se usou corte à laser para fazer a parte superior da prancha.

Após a impressão e corte das partes necessárias, foi realizado o acabamento e pintura manual das peças. Por último, o modelo foi montado, de maneira a demonstrar todos seus pontos de compactação. O protótipo pode ser visto nas Figuras 65 e 66.

Figura 66 - Perspectiva frontal do protótipo



Fonte: Autor (2017)

Figura 67 - Perspectiva traseiro do protótipo



Fonte: Autor (2017)

5.3. ESPECIFICAÇÕES FINAIS DO PRODUTO

Concluída a fase de detalhamento dos componentes e feita a análise funcional do produto final, será então realizada a definição dos valores das especificações de modo a verificar se os valores foram ou não atingidos (Quadro 13).

Quadro 13 - Especificações do produto final

	Especificações	Grandeza	Valor final
Dimensões da estrutura	Altura máxima da estrutura	mm	1000
	Largura da estrutura	mm	340
	Comprimento da estrutura	mm	940
Dimensões para arrumação e transporte	Altura da estrutura compactada	mm	500
	Largura da estrutura compactada	mm	340
	Comprimento da estrutura compactada	mm	260
Peso	Peso admissível	kg	90
	Peso da estrutura*	kg	10
Diâmetro das rodas	Diâmetro das rodas dianteiras	mm	250
	Diâmetro da roda traseira	mm	170
Componentes elétricos	Autonomia	km	30
	Potência do motor	Watt	350
	Peso da bateria	kg	2
	Dimensões da bateria (cada)	mm	210x140x10
	Velocidade máxima	km/h	30

Fonte: Autor (2017)

*O peso da estrutura inclui apenas os elementos principais modelados no Autodesk Inventor, onde alguns elementos não foram considerados.

A partir desta análise é possível verificar os requisitos básicos do projeto foram atingidos, possibilitado que o veículo seja transportado em transportes públicos, além de facilitar o seu armazenamento. Além disso, foi possível atender o grupo de usuários estabelecido na seção 4.5.1.

5.4. DOCUMENTAÇÃO DO PROJETO

A documentação do projeto, que inclui desenhos técnicos e especificação dos componentes, está localizada no Apêndice B.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Estamos vivendo em uma sociedade movida pelo transporte individual motorizado, isso ocorre devido ao crescimento econômico e tecnológico das últimas décadas, assim como o declínio da qualidade do transporte público brasileiro. Além disso, se tem tido uma crescente preocupação com o efeito que esse tipo de comportamento terá no futuro do planeta. Dessa forma, está se tornando comum a procura de formas alternativas para os deslocamentos diários.

Assim, surge o tema deste Trabalho de Conclusão de Curso, que tem como objetivo o desenvolvimento um veículo que incentive a redução de poluentes, reduza o custo associado com impostos e combustível ao mesmo tempo, instigando o uso integrado do sistema de transporte coletivo disponível na cidade. Durante a análise de similares pode-se perceber que já é possível encontrar veículos individuais que visam minimizar a emissão de gases poluentes, incentivar a prática de exercício ao ar livre durante a comuta dos usuários. No entanto, se percebe uma falta de preocupação com a integração desses veículos com o sistema de transporte coletivo já existente, o que se torna ainda mais evidente durante a análise do resultado do questionário.

O processo de desenvolvimento do produto seguiu uma metodologia que levou em consideração todos os aspectos relacionados ao produto, desde o cliente até as especificações dos componentes. Para isso se utilizou técnicas como a criação de personas, mapa mental e painéis semânticos, para, o que possibilitou a criação de um conceito forte para guiar as próximas fases do projeto. Esta etapa, antes de começar a geração de alternativas, teve grande importância para a geração de solução que se adequassem não só às necessidades dos usuários, mas também seus desejos, tanto nas questões técnicas quanto estéticas.

Com o uso da matriz de solução foi possível selecionar a alternativa mais adequada ao projeto, levando em consideração o conceito definido, mas principalmente os requisitos do projeto de maneira proporcional a sua real importância. Permitindo avaliar as soluções desenvolvidas de acordo com critérios funcionais, ergonômicos e formais.

A proposta final apresentada neste trabalho responde de maneira satisfatória à todas as necessidades estabelecidas pelos usuários. As especificações do produto demonstram sua viabilidade de produção, assim como sua implementação na cidade de Porto Alegre e região.

Após a etapa de conceituação e desenvolvimento, pode-se dizer mesmo tendo como objetivo principal o mobilidade urbana, o veículo também poderá ser utilizado para lazer, tornando os deslocamentos diários mais agradáveis. Ainda na questão da mobilidade urbana, se teve grande preocupação em minimizar o volume final do veículo, com o intuito não só de facilitar o armazenamento, mas principalmente possibilitar sua integração com o sistema de transporte coletivo (principalmente ônibus e trem) existente na cidade, facilitando sua passagem por portas e catracas.

Ao fim do projeto procurou-se atender questões de facilidade de transporte e armazenamento, assim como a eficiência na comuta do usuário, que foram identificados como pontos chaves para o projeto a fim de desenvolver um produto diferenciado dos seus concorrentes de mercado, desde bicicletas dobráveis até skates elétricos. Teve-se também uma preocupação com a realização do detalhamento do projeto, a fim de que ficasse o mais completo possível assim como, possibilitar a produção do veículo.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Sarah Alexandra Ramo. **Desenvolvimento de uma plataforma de mobilidade individual sustentável**. Aveiro, Portugal, 2012. Monografia (Engenharia Mecânica) – Universidade de Aveiro, 2013
- BACK, Nelson . **Projeto Integrado de Produtos: Planejamento, Concepção e Modelagem**. Barueri: Manoele, 2008.
- BAXTER, Mike . **Projeto de produto: Guia prático para o design de novos produtos**. 3. ed. São Paulo: Blucher, 2011.
- BLACK, William Richard. **Sustainable Transportation: Problems and Solutions**. Nova York: The Guilford Press, 2010. 321 p.
- BONFIN, Lindomar Tavares. **Características ergonômicas no ônibus urbano: Um foco na acessibilidade aos usuários do transporte coletivo na cidade de Curitiba - PR**. Curitiba, 2008. Monografia (Ergonomia) - UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
- BUZAN, Tony . **Mapas Mentais E Sua Elaboração**. Brasil: CULTRIX, 2005.
- BÜRDEK, Bernhard E.. **Design: História, Teoria e Prática do Design de Produtos**. 2. ed. Blucher, 2006. 498 p.
- CASTRO, Angelo Kanitar. **Sistemas de Propulsão Automóvel: Motor Eléctrico e Sistemas Alternativos de Propulsão Automóvel**. Porto, Portugal, 2009. Trabalho de Disciplina (Engenharia) - Universidade do Porto
- CASTRO, Bernardo Hauch Ribeiro de ; FERREIRA, Tiago Toledo . Veículos elétricos: aspectos básicos, perspectivas e oportunidades. **BNDES**. 2010.
- CERVERO, R.. Walk-and-Rider: Factors Influencing Pedestrian Access to Transit. **Journal of Public Transportation**. E.U.A., v. 3, 2001. 1-25 p.
- COPENHAGE MAGAZINE. Connect Bikes and Trains: Increase the number of cyclists and train passengers. **Copenhagenize**. 2017. Disponível em:<www.copenhagezine.com>. Acesso em: 17 Mai. 2017.
- DEKOSTER, J. ; SCHOLLAERT, U. . Cidades para Bicicletas, Cidades de Futuro. **DG do Ambiente**. Luxemburgo, 2000.
- DETRAN RS. Bicicleta chega mais rápido no desafio intermodal do Detran/RS. **Detran RS**. Porto Alegre, 2016. Disponível em:<<http://www.detran.rs.gov.br/conteudo/42198/bicicleta-chega-mais-rapido-no-desafio-intermodal-do-detran-rs>>. Acesso em: 17 Mai. 2017.

FONSECA, Oliver Michael Pinto . **O desenvolvimento de uma bicicleta multifuncional**. Aveiro, 2014. TCC (Engenharia e Design do Produto) - Universidade de Aveiro

G1, . Mobilidade é o grande problema de Porto Alegre.. **G1 RS**, 25 Set. 2013. Disponível em: <<http://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/noticia/2013/09/mobilidade-e-o-grande-problema-de-porto-alegre-aponta-pesquisa.html>>. Acesso em: 2 Mai. 2017.

GRAVA, Sigurd. **Urban Transportation System**. Nova York: McGraw-Hill Education, 2002.

HWANG, T. K.; CHU, L. C. . **Enhancing Accessibility of Mass Transportation in Metropolitan Taipei by Formulating a Portable Personal Electric Vehicle**. Taipei, 2009. Tese (Design) - National Taipei University of Technology

IIDA, Itiro. **Ergonomia: Projeto e produção**. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2011. 614p.

LADWIG, Lucas. **Mobilidade Urbana com Foco na Classe C: Automóvel Urbano para a nova Classe C**. Porto Alegre, 2012. TCC (Design de Produto) - UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

LARICA, Neville Jordan. **Design de Transportes: Arte em Função da Mobilidade**. Rio de Janeiro: 2Ab, 2003. 213 p.

MACEY, Stuart; WARDLE, Geoff. **H-Point: The Fundamentals of car design & packaging**. 1. ed. Pasadena: Design Studio Press, 2008.

MENDONÇA, Cristina ; HAGEN, Jonas . Os Benefícios dos Veículos de Carga à Propulsão Humana: Cidades Podem Alcançar Menores Emissões e Maior Segurança. Estudo de Caso na Cidade do Rio de Janeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE TRANSPORTE E TRÂNSITO, 8. 2011, Rio de Janeiro, 2011.

PANERO, Julius; ZELNIK, Martin. **Dimensionamento humano para espaços interiores**: Um livro de consulta e referência para projetos. Tradução Anita Regina di Marco. Barcelona: Gustavo Gil, 2002. 320 p. Tradução de: Human dimension & interior space.

PAZMINO, Ana Veronica. **Como se cria**: 40 métodos para design de produto. 5. ed. São Paulo : Blucher, 2015. 277 p.

POTTER, Stephen; SKINNER, Martin J.. **On transport integration**: a contribution to better understanding. Reino Unido, 2000. Trabalho de Disciplina (-) - Open University

RIBEIRO, Luiz Cesar de Queiroz (Org); RODRIGUES, Juciano Martins . **EVOLUÇÃO DA FROTA DE AUTOMÓVEIS E MOTOS NO**

BRASIL: 2001 - 2012. **OBSERVATÓRIO DAS METRÓPOLES**. São Paulo. outubro, 2013.

ROCHA, Osvaldo Assis. **MOBILIDADE URBANA E CULTURA DO AUTOMÓVEL NA SINGULARIDADE DA METRÓPOLE MODERNISTA BRASILEIRA**. Brasília, 2012. Dissertação (Sociologia) - UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

ROUMBOUTSOS, Athena ; KAPROS, Seraphim. A game theory approach to urban public transport integration policy. **Transport Policy**. Grécia, 2008.

SAPPER, Stella Lisboa. **A transposição dos requisitos estéticos e simbólicos de projeto em atributos formais do produto**. Porto Alegre, 2015. Dissertação(Design) - UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL, 2015

SAUERESSIG, Márcio . Indicadores Anuais do Transporte Público. **Transporte em Númetos**. Porto Alegre, v. 6, 2016.

SILVA, Ana Bastos; SILVA, João Pedro. **A Bicicleta como Modo de Transporte Sustentável**. 2005. 7 p. Disponível em:<http://w3.ualg.pt/~mgameiro/aulas_2006_2007/transportes/bicicletas.pdf>. Acesso em: 5 Jul. 2017.

SILVA, Pedro Henrique Wobeto Neiderauer. **Mobilidade Urbana de Porto Alegre/RS**: A participação atual e o interesse pela adesão à mobilidade cicloviária. Porto Alegre, 2013. 86 p. TCC (Engenharia Civil) - UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

SISTEMA DE INFORMAÇÕES DA MOBILIDADE URBANA. **Relatório Geral ANTP**. dezembro. 2012.

ULRICH, Karl T. ; EPPINGER, Steven D. . **Product Design and Development**. 5. ed. Singapore: Mcgraw-Hill College, 2012. 320 p.

UNIÃO DE CICLISTAS DO BRASIL. Desafio Intermodal. **União de Ciclistas**. 2014. Disponível em: <<http://www.uniaodeciclistas.org.br>>. Acesso em: 17 Mai. 2017.

VASCONCELOS, Eduardo Alcântara. **Transporte urbano nos países em desenvolvimento**: Reflexões e propostas. 3. ed. São Paulo: Editoras Unidas, 1996.

_____. **Risco no trânsito, omissão e calamidade**: impactos do incentivo à motocicleta no Brasil. São Paulo, 2013.

VIANNA, Maurício . **Design Thinking**: Inovação em negócios. Rio de Janeiro: MJV Press, 2012.

APÊNDICES

Apêndice A - Questionário

Pesquisa - Transporte individual

Estou desenvolvendo um novo veículo de transporte individual para meu Trabalho de Conclusão de Curso em Design de Produto na UFRGS. Essa pesquisa visa o melhor entendimento do público alvo e suas necessidades.

* Obrigatório

1. Gênero *

Feminino

Masculino

Outro

2. Idade *

Até 18 anos

De 18 a 25 anos

De 26 a 30 anos

De 31 a 35 anos

De 35 a 40 anos

Acima de 40 anos

3. Escolaridade * Mark only one oval.

Ensino Fundamental

Ensino Médio incompleto

Ensino Médio completo

Ensino Superior incompleto

Ensino Superior completo

4. Cidade *

Mobilidade e transportes

5. Como costuma realizar a maioria dos seus deslocamentos? *

Ônibus

Lotação

Trem

Carro

Táxi

A pé

Other: _____

6. Você utiliza combinação de dois ou mais meios de transportes em seus deslocamentos?*

Sim

Não

7. Caso tenha marcado 'Sim' na questão anterior, cite quais meios de transporte utiliza.

8. Tem alguma dificuldade de locomoção?* *Como por exemplo, duração excessiva da viagem, congestionamento, falta de opções de transportes (público ou pessoal).*

Sim, pouca dificuldade.

Sim, muita dificuldade.

Não, nenhuma dificuldade.

9. Caso tenha marcado 'Sim' na questão anterior, descreva quais são essas dificuldades.

10. Você faz uso de meios de transporte alternativos?* *Como bicicletas, skates, etc. Mark only one oval.*

- Sim. *Pule para questão 11*
- Não. *Pule para a questão 17*

Transportes Alternativos

11. Qual meios de transporte alternativo você utiliza normalmente? *

- Caminhada
- Bicicleta
- Skate
- Patinete
- Patins
- : _____

12. Caso tenho marcado mais de uma opção na questão anterior, qual é utilizado com mais frequência?

- Caminhada
- Bicicleta
- Skate
- Patins
- Patinete
- Outros:

13. Por que você utiliza meios de transporte alternativo?*

- Custo
- Benefícios a saúde
- Consciente ecológica
- Eficiência
- Outros: _____

14. É possível integrar o uso desse veículo com outros meios de transporte? *

Como ônibus, trem ou até mesmo carros.

- Sim
- Não

15. Caso o meio de transporte alternativo que utiliza se tornasse mais fácil de transportar, possibilitando a integração com outros veículos, você ficaria mais estimulado a usar? *

- Sim
- Não
- Indiferente

16. Ao utilizar um veículo de transporte alternativo, você enfrenta alguma dificuldade ou teria algo que melhoraria? *A respeito do equipamento utilizado ou aspectos relacionados.*

Transportes Alternativos

17. Por que não utilizaria meios de transportes alternativos? *

- Segurança
- Considero desconfortável

- Não possuo local para armazenar
- Não tenho tempo
- Não se adapta às minhas necessidades
- Outros:

18. Teria interesse em utilizar veículos de transporte alternativo? * Mark only one oval.

- Sim *Pule para questão 20.*
- Não *Pule para questão 19.*

19. Caso o veículo de transporte alternativo se tornasse mais fácil de transportar, facilitando a integração com outros meios de transportes e seu armazenamento, você se interessaria em utilizar? *

- Sim
- Não
- Indiferente

20 Quais formas de transporte alternativo você usaria? *

- Caminhada
- Bicicleta
- Skate
- Patinete
- Patins
- Outros: _____

21. O que você acha que deveria melhorar nos transportes alternativos para que você utilizasse? *A respeito do equipamento utilizado ou aspectos relacionados.*

22. Caso o veículo de transporte alternativo se tornasse mais fácil de transportar, facilitando a integração com outros meios de transportes e seu armazenamento, você se interessaria em utilizar? *

Sim

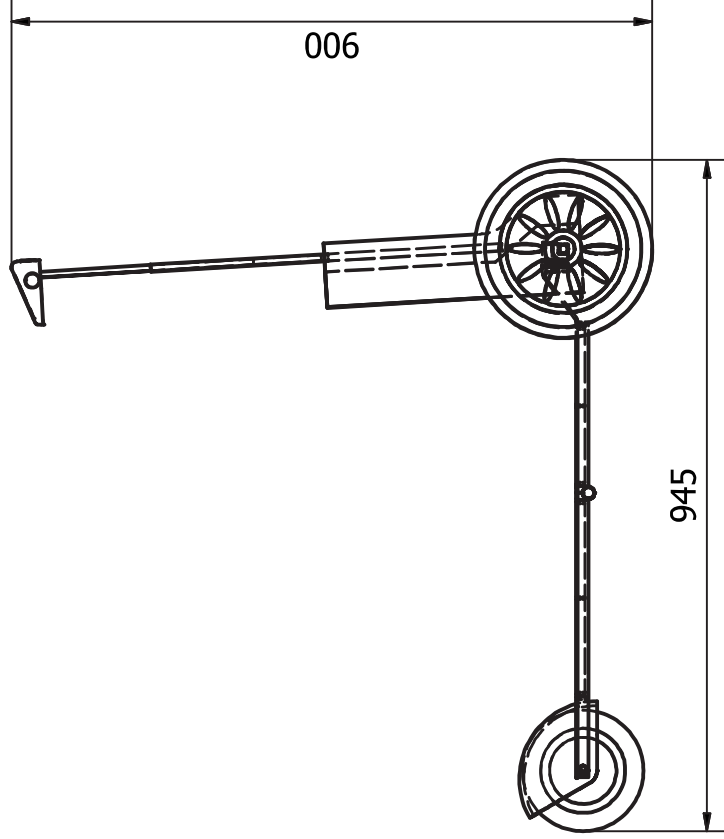
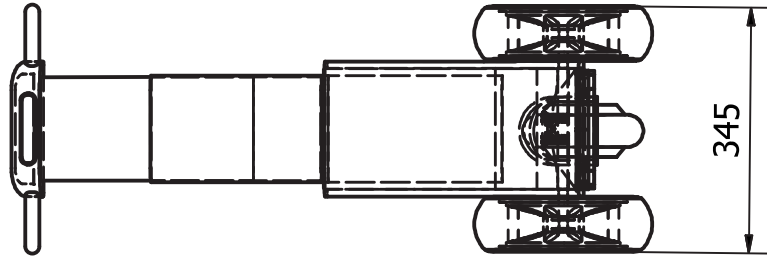
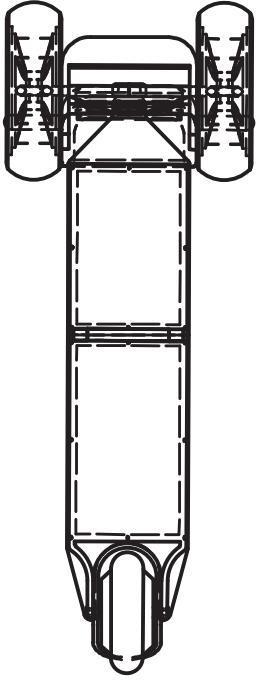
Não

Indiferente

Sua opinião

23. Para você, que imagem uma pessoa que utiliza meios de transportes alternativos transmite?

Apêndice B – Desenhos técnicos



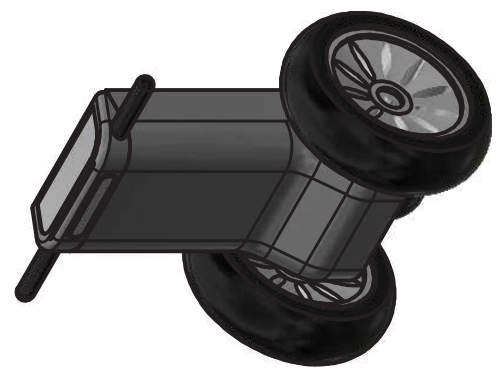
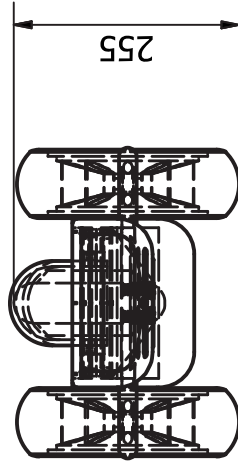
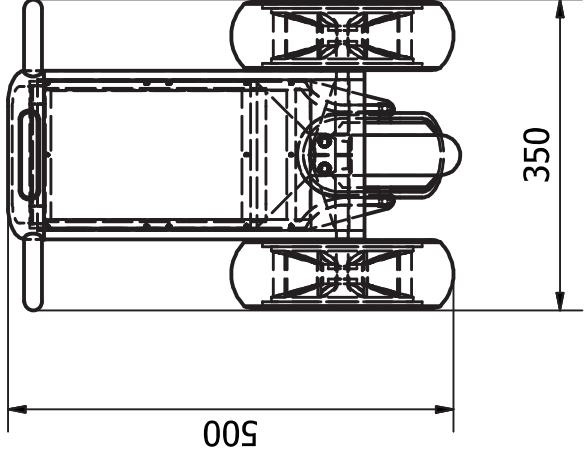
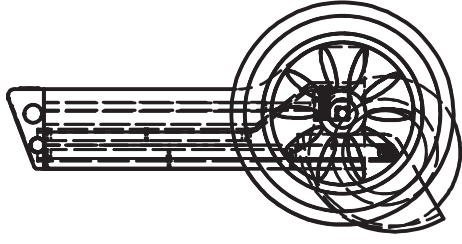
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE ARQUITETURA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II

ASSUNTO: DESENVOLVIMENTO DE UM VEÍCULO DE TRANSPORTE INDIVIDUAL PARA PORTO ALEGRE

NOME: AMANDA MARIA GRIEBELER DOS SANTOS

CURSO: DESIGN DE PRODUTO

UNIDADE: mm ESCALA: 1/10



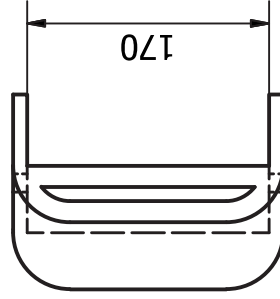
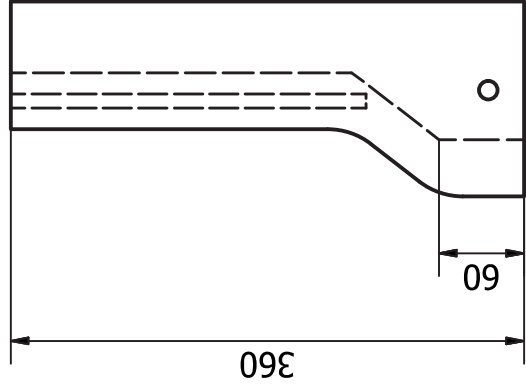
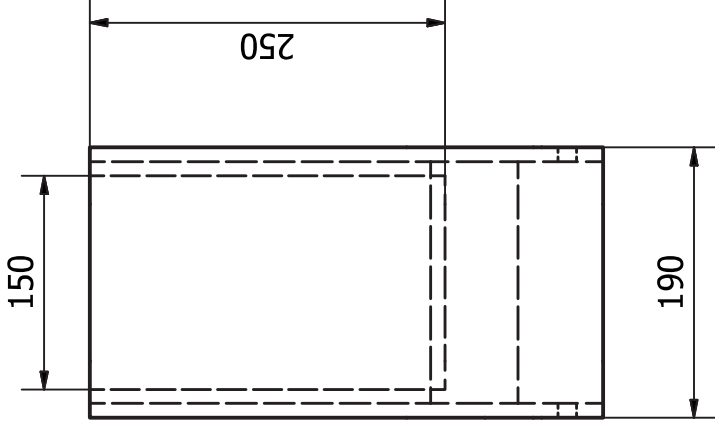
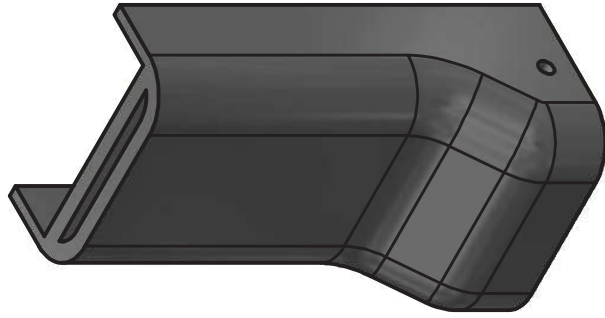
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE ARQUITETURA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II

ASSUNTO: DESENVOLVIMENTO DE UM VEÍCULO DE TRANSPORTE INDIVIDUAL PARA PORTO ALEGRE

NOME: AMANDA MARIA GRIEBELER DOS SANTOS

CURSO: DESIGN DE PRODUTO

UNIDADE: mm ESCALA: 1/3



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE ARQUITETURA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II

ASSUNTO: DESENVOLVIMENTO DE UM VEÍCULO DE TRANSPORTE INDIVIDUAL PARA PORTO ALEGRE

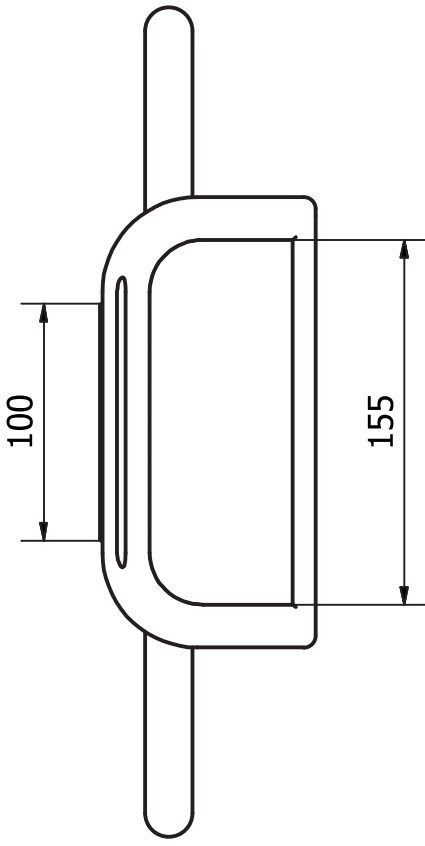
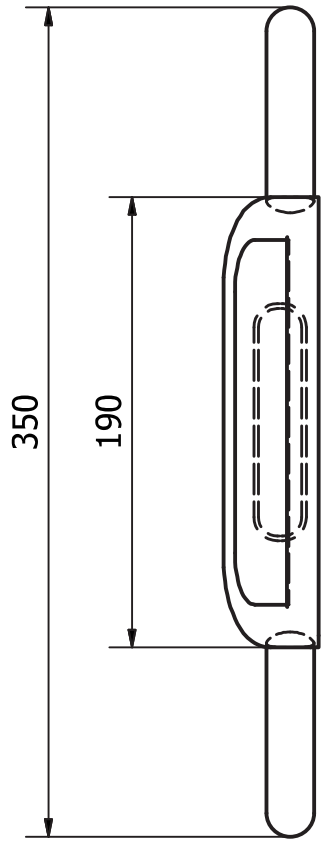
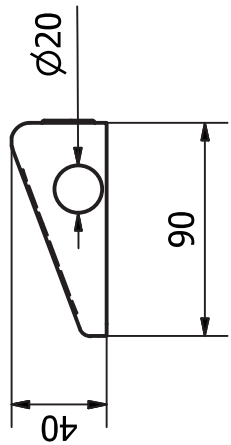
NOME: AMANDA MARIA GRIEBELER DOS SANTOS

CURSO: DESIGN DE PRODUTO

UNIDADE: mm

ESCALA: 1/5

3/6



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
 FACULDADE DE ARQUITETURA
 TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II

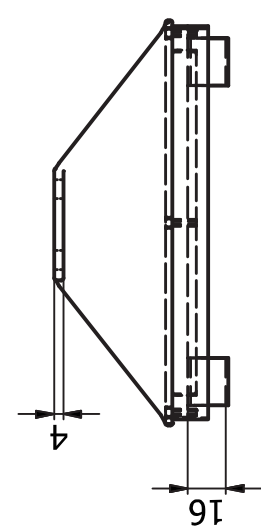
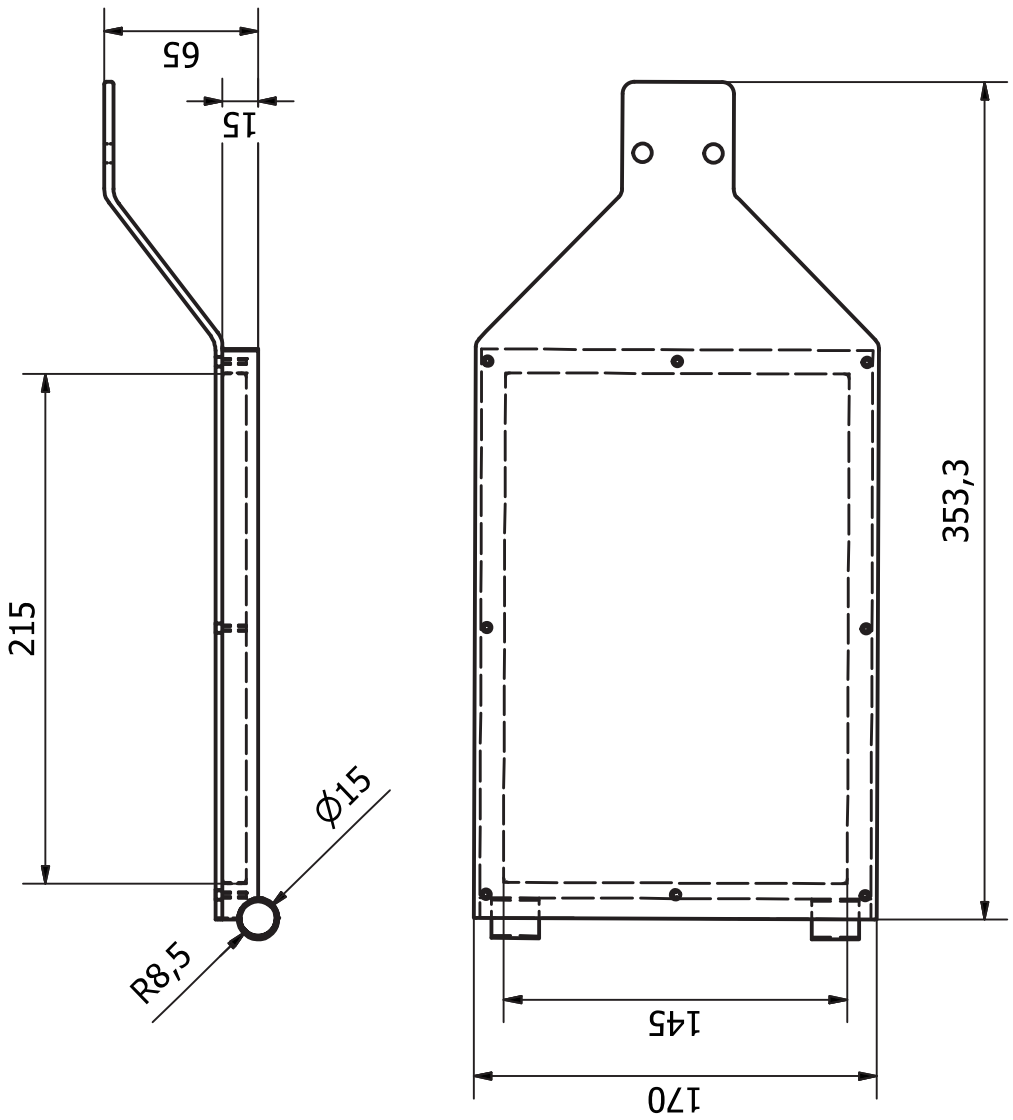
ASSUNTO: DESENVOLVIMENTO DE UM VEÍCULO DE TRANSPORTE INDIVIDUAL PARA PORTO ALEGRE

NOME: AMANDA MARIA GRIEBELER DOS SANTOS

CURSO: DESIGN DE PRODUTO

UNIDADE: mm

ESCALA: 1/3



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
 FACULDADE DE ARQUITETURA
 TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II

ASSUNTO: DESENVOLVIMENTO DE UM VEÍCULO DE TRANSPORTE INDIVIDUAL PARA PORTO ALEGRE

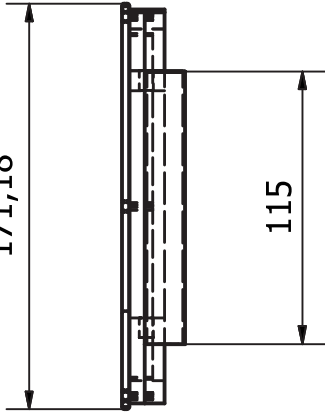
NOME: AMANDA MARIA GRIEBELER DOS SANTOS

CURSO: DESIGN DE PRODUTO

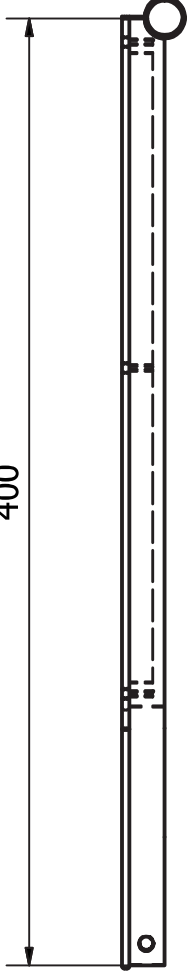
UNIDADE: mm

ESCALA: 1/3

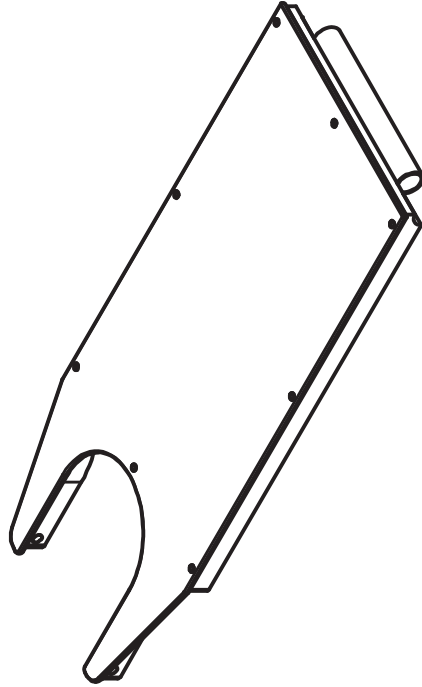
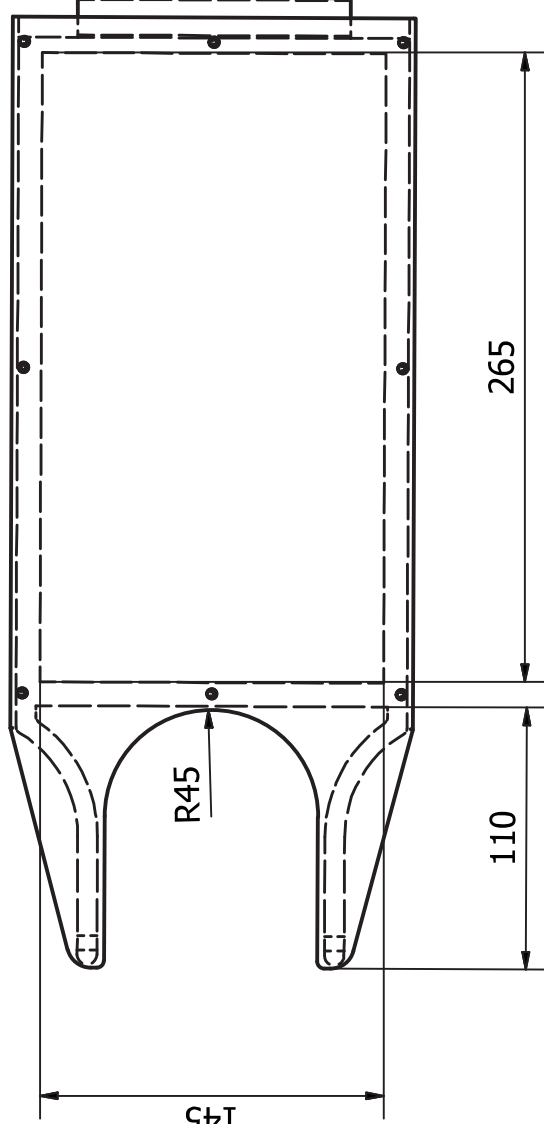
171,18



400



145



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE ARQUITETURA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II

ASSUNTO: DESENVOLVIMENTO DE UM VEÍCULO DE TRANSPORTE INDIVIDUAL PARA PORTO ALEGRE

NOME: AMANDA MARIA GRIEBELER DOS SANTOS

CURSO: DESIGN DE PRODUTO

UNIDADE: mm

ESCALA: 1/3

6/6