

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

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II

ALEXANDRE ZEGLIN TORTATO

GABRIELE LUCIA FARIAS

**ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DE DISPOSITIVO
ELETROMECHANICO INOVADOR DE PROPULSÃO PARA ACOPLAMENTO
EM LONGBOARDS CONVENCIONAIS**

CURITIBA

2018

ALEXANDRE ZEGLIN TORTATO

GABRIELE LUCIA FARIAS

**ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DE DISPOSITIVO
ELETROMECAÂNICO INOVADOR DE PROPULSÃO PARA ACOPLAMENTO
EM LONGBOARDS CONVENCIONAIS**

Monografia de Pesquisa apresentada à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II do curso de Engenharia Mecânica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como requisito parcial para aprovação na disciplina.
Orientador: Prof. M. Eng. Samuel Ansay.

CURITIBA

2018

TERMO DE APROVAÇÃO

Por meio deste termo, aprovamos a monografia do Projeto de Pesquisa "ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DE DISPOSITIVO ELETROMECHANICO INOVADOR DE PROPULSÃO PARA ACOPLAMENTO EM LONGBOARDS CONVENCIONAIS", realizado pelo aluno(s) Alexandre Zeglin Tortato e Gabriele Lucia Farias, como requisito para aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2, do curso de Engenharia Mecânica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Prof. M. Eng. Samuel Ansay

Mecânica Estrutural, UTFPR

Orientador

Prof. Ph.D. Tiago Cousseau,

Estrutural, UTFPR

Avaliador

Prof. Dr. Eng. Silvestre Labiak Junior

Produção, UTFPR

Avaliador

Curitiba, 29 de junho de 2018.

RESUMO

TORTATO, Alexandre Z., Farias, Gabriele L. Estudo de viabilidade econômica de dispositivo eletromecânico inovador de propulsão para acoplamento em longboards convencionais. 154 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Mecânica) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2018.

Inventado a partir de uma brincadeira, nos anos 60, o *skate longboard* se tornou mais do que um esporte passando a integrar um estilo de vida. Atualmente, a atividade vem se difundindo cada vez mais deixando a exclusividade das pistas e se transformando em um meio de transporte alternativo de baixo custo para percorrer distâncias mais curtas. O objetivo deste trabalho é desenvolver o mecanismo de um dispositivo elétrico de propulsão que proporcione ao usuário a capacidade de percorrer médias e longas distâncias, a fim de tornar o *skate* um meio de locomoção sustentável e acessível em grandes centros urbanos. O produto conterá uma bateria recarregável que fornecerá energia elétrica ao motor, o qual transformará essa carga em energia mecânica, fazendo com que o *longboard* se locomova. Estudamos produtos semelhantes, que já encontraram espaço de comercialização no mercado, a fim de explorar e entender a viabilidade de desenvolvimento do dispositivo pretendido. Nesta senda, também procuramos entender as necessidades e preferências do público alvo ao qual o produto se destina, via pesquisa de campo do tipo questionário online. Foi desenvolvido simulações para especificar os componentes do dispositivo. Por fim foi redigida uma patente com a concepção do dispositivo visando proteger os interesses futuros.

Palavras-chave:

Skate; Skateboarding; Longboard; Dispositivo Elétrico; Acoplamento; Propulsão; Energia Elétrica; Motor; Distância; Sustentabilidade;

ABSTRACT

TORTATO, Alexandre Z., Farias, Gabriele L. Estudo de viabilidade econômica de dispositivo eletromecânico inovador de propulsão para acoplamento em longboards convencionais. 154 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Mecânica) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2018.

Invented from a joke, in the 60's, longboard skate became more than a sport coming to integrate a lifestyle. Nowadays, the activity has been spreading more and more, leaving the exclusivity of the bowls and becoming an alternative means of transport of low cost to travel shorter distances. The objective of this assessment is to develop the mechanism of an electric propulsion device that provides to the user be travelling medium and long distances in order to make skateboarding a sustainable and accessible means of transportation in large urban centers. The product will contain a rechargeable battery that will provide electrical power to the motor, which will transform that charge into mechanical energy, causing the longboard to move. We study similar products, which have already found marketing space in the market, in order to explore and understand the feasibility of developing the intended device. In this way, we also seek to understand the needs and preferences of the target audience to which the product is destined, via field survey of the online questionnaire type. Simulations were developed to specify device components. Finally, a patent was drafted with the design of the device in order to protect future interests.

Palavras-chave:

Skate; Skateboarding; Longboard; Electrical Device; Electrical Power; Motor; Distance; Sustainability;

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Um dos primeiros skates a serem comercializados	15
Figura 2: Skate comum para modalidade Street	16
Figura 3: Longboard convencional	17
Figura 4: Elementos de um <i>longboard</i>	23
Figura 5: Processo de furação do <i>shape</i>	24
Figura 6: Processo de corte do <i>shape</i>	25
Figura 7: <i>Shape</i> da modalidade <i>Cruising</i>	26
Figura 8: <i>Shape</i> da modalidade <i>Downhill Slide</i>	26
Figura 9: <i>Shape</i> da modalidade Freestyle.....	27
Figura 10: <i>Shape</i> da modalidade <i>Freestyle</i>	28
Figura 11: <i>Shape</i> da modalidade <i>Downhill Speed</i>	28
Figura 12.A.: Componentes do <i>Truck</i>	29
Figura 13: Fórmulas para cálculo de vida em fadiga em mancais de elementos rolantes	34
Figura 14: Tabela de Fatores de confiabilidade Kr.....	34
Figura 15. B.: Teste de Dureza	36
Figura 16: Parafusos e Porcas	37
Figura 17: Motor com escovas	40
Figura 18: Motor sem escovas	41
Figura 20: Sistema de Transmissão por polias	44
Figura 21: Sistema de transmissão do <i>Longboard</i> elétrico <i>Boosted Board</i>	44
Figura 22: Conjunto interno e externo de um sistema de engrenagens	45
Figura 23: Sistema de transmissão por engrenagens	46
Figura 24: Pilha Alcalina.....	48

Figura 25: Célula de Chumbo-ácido.....	49
Figura 26: Pilha Alcalina.....	50
Figura 27: Tempo de Carga da Bateria.....	51
Figura 28 Sistema de Gerenciamento de Bateria (BMS)	52
Figura 29: Electronic Speed Controller.....	53
Figura 30: Radio Control Gear Explained.....	55
Figura 31: <i>Longboard</i> Evolve GT Bamboo Street.....	65
Figura 32: Boosted Board Dual+	66
Figura 33: <i>Metroboard</i> Slim Steakth Edition.....	67
Figura 34: Onewheel	68
Figura 35: Inboard M1 Electric Skateboard	69
Figura 36: Impulse Longboard Elétrico.....	70
Figura 37: Patente 102016016351-0 A2	72
Figura 38: Patente PI 0601847-5 A.....	72
Figura 39: Patente PI 0307004-2 A.....	73
Figura 40: Patente PI 201396-7 A.....	74
Figura 41: Patente MU 7302147-4 U.....	74
Figura 42: Patente MU 7201076-2 U.....	75
Figura 43: Patente MU 7002040 U.....	75
Figura 44: Patente PI 8902698-5 A2.....	76
Figura 45: Função global.....	79
Figura 46 Modelagem funcional	79
Figura 47: Concepção 1	81
Figura 48: Concepção 2	82
Figura 49: Concepção 4.....	83
Figura 50: Concepção 5	84

Figura 51: <i>Torque Single Hub Motor</i>	89
Figura 52: ESC Interface	90
Figura 53: Bateria conectada em série e paralelo	91
Figura 54: Dados Técnicos BMS.....	93
Figura 55: Controle Remoto TORQUEBOARDS.....	93
Figura 56: Diagrama Elétrico 2D	95
Figura 57: Disposição dos Componentes Eletrônicos	96
Figura 58: Caixa dos Componentes Eletrônicos	97
Figura 59: Simulação	101
Figura 60: Simulação	103
Figura 61: Simulação	104
Figura 62: Ligação da Bateria da Simulação 02.....	105
Figura 63: Torque x Tempo.....	106

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Instalaria o dispositivo?.....	58
Gráfico 2: Característica do skate mais importante.....	59
Gráfico 3: Valor que os entrevistados estão dispostos a pagar?.....	59
Gráfico 4: Qual a utilidade do skate atualmente?	60
Gráfico 5: Utilizariam como meio de transporte caso o skate fosse elétrico? ..	61
Gráfico 6: Necessidade dos clientes	62
Gráfico 7: Comparação dos resultados obtidos nos testes do laboratório TechGearLab	70

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Comparação motor BLDC e motor CC	42
Tabela 2: Caracterização da Amostra	57
Tabela 3: Levantamento das necessidades do cliente	61
Tabela 4: Requisitos da qualidade, seus sensores e unidades.....	78
Tabela 5: Correlação entre requisitos da qualidade e objetivos do projeto	78
Tabela 6: Fluxo de processos	80
Tabela 7: Proposta Inicial	86
Tabela 8: Estimativa de Peso e Custo do Dispositivo	100

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÔNIMOS.

TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
RPM	Rotações Por Minuto
NIT	Núcleo de Inovação Tecnológica
W	Watts
V	Volts
CA	Corrente Alternada
CC	Corrente Contínua
cc	Cilindrada
HP	Horse Power
INPI	Instituto Nacional da Propriedade Nacional
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
QFD	Quality Function Deployment
RC	Remote Control
BMS	Battery Management System
ESC	Eletronic Speed Control
km	Quilômetro
km/h	Quilômetro por hora
A	Ampere
mm	Milímetros
mAh	Milliampere hora
%	Porcentagem
R\$	Reais – moeda brasileira
°C	Graus Celcius

kg	Quilogramas
Ω	Ohms
mohms	Milliohms
Kv	Quilovolt
GHz	Gigahertz
m ²	Metro quadrado
U\$	Dolar americano
Ah	Ampere hora
C	Capacitância

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	Oportunidade	17
1.2	Objetivo	18
1.2.1	Objetivo Principal	18
1.2.2	Objetivos Secundários	18
1.3	Justificativa	19
1.4	Metodologia	20
1.5	Conteúdo do Trabalho	21
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	23
2.1	Componentes e Funcionamento do Longboard	23
2.1.1	Conjunto	23
2.1.2	<i>Shape</i>	24
2.1.3	<i>Truck</i>	29
2.1.4	Rolamento	31
2.1.5	Roda	34
2.1.6	Parafusos	37
2.1.7	Lixa	37
2.2	Motores Elétricos	37
2.2.1	Comutação Escovada	39
2.2.2	<i>Brushless</i>	40
2.3	Sistemas de Transmissão	43
2.3.1	Polia	43
2.3.2	Engrenagens	44
2.4	Baterias	46
2.4.1	Visão Geral	47
2.4.2	Baterias Alcalinas	47
2.4.3	Baterias de Chumbo - Ácido	48

2.4.4	Bateria de Íon-Lítio	49
3	PROJETO PRELIMINAR	56
3.1	Levantamento das Necessidades do Cliente	56
3.1.1	Objetivo	56
3.1.2	Descrição da Coleta de Informações	56
3.1.3	Caracterização do Cliente	57
3.1.4	Principais Resultados e Conclusões	58
3.2	Benchmarking	62
3.2.1	Pesquisa de Venda de <i>Trucks</i> em Estabelecimentos Comerciais	62
3.2.2	Pesquisa de Produtos Semelhantes Atualmente Existentes no Mercado	64
3.3	Pesquisa de Patentes	71
3.3.1	Objetivo	71
3.3.2	Pesquisa	71
3.3.3	Conclusão	76
3.4	Desenvolvimento do projeto preliminar	76
3.4.1	QFD	77
3.4.2	Especificação do Produto	77
3.5	Desenvolvimento de Alternativas	79
3.5.1	Função Global	79
3.5.2	Estrutura funcional	80
3.6	Geração de Alternativas	80
3.6.1	Concepções	81
3.7	Avaliação da alternativa	84
3.7.1	Seleção da Solução	85
3.7.2	Proposta Inicial	85
4	PROJETO DETALHADO	87
4.1	Componentes Especificados	87
4.1.1	Motor	87
4.1.2	ESC	89

4.1.3	Baterias	91
4.1.4	BMS:	92
4.1.5	RC (Controle Remoto):	93
4.1.6	Carregador	94
4.1.7	Cabos e Conectores	94
4.2	Componentes Projetados	96
4.2.1	Caixa dos Componentes Eletrônicos.	97
4.2.2	Suporte das baterias	98
4.3	Instalação do Dispositivo	98
4.4	Peso e Custo	99
5	SIMULAÇÕES	101
5.1	Simulação 01	101
5.2	Simulação 02	104
5.3	Simulação 03	105
5.4	Conclusão da Simulação	107
6	INTRODUÇÃO A PATENTE	108
6.1	Descritivo do produto	108
6.2	Reivindicações	108
7	ASPECTOS OPERACIONAIS	110
7.1	Cronograma das Etapas do TCC	110
8	CONCLUSÃO	111
	REFERÊNCIAS	112
	APÊNDICE A – PESQUISA ONLINE	119
	APÊNDICE B – CRONOGRAMA	121
	APÊNDICE C – RESPOSTAS INDIVIDUAIS DA PESQUESA DE NECESSIDADES DO CLIENTE	122

APÊNDICE D – PESQUISA DE IMPORTÂNCIA COM CLIENTES	126
APÊNDICE E – CASA DA QUALIDADE (QFD)	127
APÊNDICE F – COMPARATIVO ENTRE MARCAS CONCORRENTES PARA O DESENVOLVIMENTO DA QFD	128
APÊNDICE G – COMPARATIVO ENTRE PRODUTOS OFERECIDOS PELA CONCORRÊNCIA	129
APÊNDICE H – MATRIZ MORFOLÓGICA	130
APÊNDICE I– DESENHOS TÉCNICOS DE FABRICAÇÃO E MONTAGEM	131
APÊNDICE J – MANUAL DE INSTALAÇÃO	144
APÊNDICE K – REDAÇÃO DA PATENTE	146
APÊNDICE L – DESENHOS TÉCNICOS PARA A PATENTE	151

1 INTRODUÇÃO

Na década de 1950, na Califórnia, um grupo de surfistas insatisfeitos com o tamanho das ondas nas baixas marés resolveu criar algo semelhante a uma prancha de *surf* com utilização prática em asfalto. No início o esporte era denominado de *sidewalk surfing*, mas a partir de 1963 passou a ser chamado de *Skateboarding*.



Figura 1: Um dos primeiros skates a serem comercializados

Fonte: Google Imagens

Já nos anos sessenta, os primeiros *skates* começavam a ser fabricados e comercializados pela Roller Derby. Na sequência, a Makaha adentrou o mercado de skate produzindo os primeiros *shapes* com formato de pranchas de *surf*. Em 1963 o *skateboarding* foi oficializado como esporte, sendo lançado o primeiro campeonato desta modalidade na cidade de Hermosa Beach, na Califórnia (EUA).

Os primeiros anos posteriores renderam de modo explosivo mais de 50 milhões de vendas do produto em todo o mundo.

Na década de 1970, o território californiano sofreu uma temporada de seca muito severa, fato que fez o governo local tomar medidas drásticas quanto ao armazenamento de água nos imóveis residenciais, o que obrigou todos os moradores do Estado a esvaziarem suas piscinas. Neste momento, os

skatistas descobriram que era possível a prática do esporte dentro desses *bowls*¹, relatando que a sensação era similar a prática do *surf*.

Passados alguns anos houve a invenção da roda de poliuretano, o que se concretizou como um dos maiores avanços tecnológico na fabricação do *skate*, vez que após essa invenção, o esporte obteve a criação de novas modalidades², ganhando posteriormente título de esporte olímpico³.

Cada uma das modalidades variantes tem suas especificações e particularidades, ou seja, para cada categoria é necessário escolher a melhor indicação do modelo de *skate* para a obtenção de melhores resultados para a sua prática.

O *skate* de modalidade *Street* possui um *shape* fino, *truck* baixo e rodas menores, fato que faz com que sua utilização seja voltada principalmente para a realização de manobras, vez que não alcança grandes velocidades.

Ao seu posto, o *longboard*, utilizado na modalidade *Downhill* possui *shape* invariavelmente mais largo possuindo *truck* mais alto, que lhe gera maior velocidade máxima e estabilidade em combinação com as rodas de poliuretano em tamanho maior.



Figura 2: Skate comum para modalidade Street

Fonte: Google Imagens

¹ Bolws: piscinas vazias com formato de bacia que eram utilizadas para a prática do esporte.

² Foram criadas modalidades como Freestyle e Vertical, Slalom, Downhill.

³ Recentemente o skateboarding ganhou o título de esporte olímpico, sendo uma modalidade confirmada para as Olimpíadas de Tokyo em 2020.



Figura 3: Longboard convencional

Fonte: Google Imagens

Desse modo foi instantâneo o sucesso de vendas do *longboard* entre amantes desse esporte no Brasil e no mundo. Dados da *Sports Good Intelligence Europe*, de 2012 demonstram que a indústria mundial do *skate* passou a movimentar uma média de três bilhões de reais por ano.

O crescimento nacional de vendas do produto nos últimos anos colocou o Brasil em posição de destaque no cenário mundial, como o esporte que mais vende e movimenta a moeda depois do futebol.

Devido a esse crescimento de vendas combinado com o crescimento de buscas por transportes alternativos não dependentes de combustíveis fósseis o *skate* elétrico aparece no mercado. Esse produto tem a mesma estruturação do *skate* convencional, no entanto, apresenta um sistema de propulsão elétrico.

Esse trabalho aborda o projeto de um mecanismo de dispositivo elétrico para acoplamento em longboard convencional, estudando-se os componentes do *skate* elétrico, diante dos resultados da pesquisa de clientes.

1.1 Oportunidade

No ano de 2011 a frota de veículos automotores nas metrópoles brasileiras cresceu em 119% (cento e dezenove por cento) no período de dez anos (do ano 2000 ao ano de 2010), segundo dados do Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN, 2009)⁴. Isso acarretou na perda de um valioso tempo no transporte dos cidadãos em meio às vias congestionadas, juntamente com uma significativa de concentração de CO₂ na atmosfera.

Além disso, a facilidade ocasionada pelos veículos automotores provocou o crescente sedentarismo nacional, 45,9% dos brasileiros afirmam não praticar nenhuma forma de esporte no ano de 2013, segundo pesquisa realizada pelo Ministério do Esporte. Essa porcentagem resulta em um número aproximado de 67 milhões de pessoas.

Nesta senda, dentre as poucas opções ofertadas pelo cenário atual, à população acaba por utilizar os transportes coletivos, motivo pelo qual quase sempre, encontram-se superlotados, mesmo com constante aumento do preço da passagem.

Desse modo, verificou-se certa oportunidade em meio a essa lacuna de meios de transporte sustentáveis, que aliem baixo custo diário ao destinatário e possível prática de esporte no deslocamento urbano em grandes distâncias.

1.2 Objetivo

1.2.1 Objetivo Principal

O objetivo principal do trabalho consiste em projetar um mecanismo de acionamento por um dispositivo elétrico, o qual será capaz de ser instalado em um *longboard* convencional, transformando-o em um *longboard* motorizado.

1.2.2 Objetivos Secundários

- Pesquisar os componentes e as funcionalidades de um *longboard*;
- Pesquisar motores elétricos relevantes que podem ser utilizados no dispositivo de propulsão aqui projetado;
- Pesquisar os diferentes tipos de baterias a fim de selecionar a bateria mais adequada ao nosso projeto;
- Pesquisar sobre componentes eletrônicos necessários utilizados em *longboards* elétricos;
- Estudar variadas transmissões em potencial para o desenvolvimento de nosso dispositivo;

- Pesquisar desejos de possíveis usuários para elaboração de concepções;
- Simular o desempenho da concepção de dispositivo escolhido;
- Redigir uma patente do produto final;

1.3 Justificativa

O incentivo para os meios de transportes alternativos nas cidades vem surgindo, inclusive por intermédio de políticas públicas, através da implantação de ciclovias e vias seguras de deslocamento. Isso por que esses consistem em possibilidades financeiramente vantajosas, vez que não necessitam de combustíveis e sim de eletricidade para seu funcionamento, além de possuírem manutenções ínfimas.

A energia elétrica é limpa quando não emite gases e outras substâncias nocivas ao meio ambiente, segundo Jennifer Rocha Vargas Fogaça (2018). Em contrapartida, os combustíveis fósseis são conhecidos pelas suas emissões de poluentes danosos (MUNDO E EDUCAÇÃO, 2018).

Dessa forma, o *Skateboard* se apresenta como um meio sustentável e barato, além de ser um esporte que trás benefícios na qualidade de vida e saúde, auxiliando na frequência cardíaca e para a prática de exercícios de seus usuários. Todavia, ainda não possuem aderência de grande parte da população por demandar de certo esforço físico para percorrer curtas e médias distâncias.

Desse modo, fornecedores começaram desenvolver novos *longboards*⁵ com motores elétricos que percorressem maiores distâncias, sem esforço corpóreo contínuo do usuário, aliando, conforto, praticidade e economia diária, com a finalidade de atingir maior público alvo. Entretanto, o custo elevado desses *longboards* elétricos permaneceu como empecilho para sua adesão dentre o meio popular de novos usuários.

⁵ O *longboard* por si só, acaba sendo mais prático que a bicicleta pelo seu tamanho e peso reduzidos, o que os usuários de bicicleta ainda encontram como desafio.

E os antigos praticantes do *longboard*, que já investiram seus recursos financeiros em seu próprio *skate*? Eles se sentem confortáveis na utilização de seu produto, mas também se interessariam pelos benefícios dos motores elétricos, caso esses tivessem maior acessibilidade. Dessa forma o trabalho explora o apego pessoal dos usuários com seus *skateboards*.

A execução desse projeto soluciona prontamente o impasse que os usuários enfrentam atualmente, pois precisam trocar seu *longboard* convencional caso queira um *skate* motorizado, vez que é capaz de aliar a utilização dos *skateboards* já adquiridos, com a praticidade dos benefícios elétricos, e, ainda, mantém os benefícios originários do esporte.

Isso por que, trata-se de um dispositivo de propulsão capaz de acrescentar ao produto convencional as vantagens de um *longboard* elétrico. O trabalho traz a proposta de um dispositivo a ser facilmente instalado fazendo com que o *skate* ganhe mais uma serventia, sem perder sua função inicial.

1.4 Metodologia

A metodologia aplicada no trabalho foi uma adaptação de Pahl & Beitz (1996). Nesse TCC serão cumpridas apenas as etapas de projeto preliminar e projeto detalhado.

Para o desenvolvimento preliminar, foi inicialmente realizada a pesquisa de mercado e de patentes, com o objetivo de apresentar um novo produto. Após esse estudo inicial, foi selecionada uma alternativa como foco principal, o dispositivo de propulsão.

Uma primeira pesquisa *online*, apresentada no apêndice A, foi disponibilizada para a validação do projeto e também para levantar algumas necessidades e anseios iniciais dos consumidores.

Nessa etapa do projeto foi disponibilizada uma segunda pesquisa, trabalhado mais a fundo as questões levantadas pelos entrevistados, com o objetivo principal de entender quais itens de atuação do *longboard* devem ser priorizados. Após a concepção de algumas alternativas, foi selecionada pelo grupo, com auxílio da metodologia, a concepção que se aproxima mais dos anseios dos entrevistados.

Nessa fase do trabalho foi desenvolvido o projeto detalhado. Com a melhor solução apontada pelo projeto preliminar, essa foi desenvolvida com base em uma proposta inicial e a especificação dos componentes requeridos para o dispositivo.

1.5 Conteúdo do Trabalho

O primeiro capítulo traz consigo a história e surgimento do *skateboard* no cenário mundial, bem como a evolução de sua aderência dentre os cidadãos. Após, explica a sua capacidade de se tornar um meio de transporte alternativo barato e sustentável, quando aliado ao dispositivo elétrico de propulsão projetado nesse trabalho.

Desse modo, o segundo capítulo trouxe a fundamentação teórica do dispositivo elétrico, através da conceituação da funcionalidade dos componentes do *skateboard*. Na sequência, analisamos detalhadamente os tipos de motores relevantes ao projeto, bem como os padrões de transmissão de possível utilização, modelos de rolamentos e as vantagens e desvantagens dos diversos modelos de baterias encontrados atualmente no mercado.

O projeto preliminar de que trata o capítulo seguinte, compôs-se através do levantamento das necessidades do cliente, inclusive do seu mercado consumidor em potencial, por meio de pesquisa *online*. Trouxe consigo também os resultados do *benchmarking* e ainda outras pesquisas de projetos semelhantes já patenteados. Nesse capítulo foi estabelecido uma proposta inicial além das concepções desenvolvidas pelo grupo.

O projeto detalhado apresentou o desenvolvimento da concepção selecionada pelo grupo no capítulo anterior. Nessa etapa foi realizada a seleção dos componentes elétricos e eletrônicos. Ao fim do capítulo foi apresentado os custo e peso final do produto.

O quinto capítulo trouxe as simulações dos resultados encontrados no projeto detalhado, demonstrando como o desempenho do dispositivo é alterado de acordo com a seleção dos componentes nele empregado.

O sexto capítulo descreve sobre a criação da patente desenvolvida juntamente com este trabalho.

O próximo capítulo versou sobre o cronograma desenvolvido para o cumprimento de todas as etapas do projeto em tempo hábil, detalhando datas de revisão e entrega do Trabalho de Conclusão de Curso.

Dessa forma, concluímos nosso Trabalho de Conclusão de Curso II através das conclusões.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta seção serão apresentados os conceitos presentes na literatura para o entendimento da proposta de pesquisa.

2.1 Componentes e Funcionamento do Longboard

Os *longboards* são compostos por uma série de elementos que possuem funções vitais para o seu funcionamento, os quais serão aqui detalhados com o objetivo de se obter maior compreensão da funcionalidade de cada peça do conjunto.

2.1.1 Conjunto

Todos os tipos de *skates* ou *longboards* convencionais possuem os mesmos componentes principais, apenas sendo modificadas suas características técnicas e construtivas, de acordo com a respectiva modalidade.



Figura 4: Elementos de um *longboard*
Fonte: Com adaptação de Site Loaded, 2017.

Na figura acima é possível visualizar um exemplo de um *longboard* convencional, no qual foram destacados seus principais componentes: *shape* (1), *truck* (2), rolamentos (3), rodas (4), parafusos (5) e lixa (6), os quais serão detalhados a seguir.

2.1.2 Shape

O *shape* é uma peça fabricada na maior parte dos casos em madeira, que tem como função dar suporte, controle e estabilidade ao praticante do esporte.

2.1.2.1 Fabricação

O processo de fabricação do *shape* é composto por algumas etapas. Inicialmente, Marcos Bollmann (CAMPEONATO DE SKATES, 2015) explica que acontecem as seleções das lâminas e o tratamento da madeira (composições apenas de marfim, composições mistas de pinheiros e composições de eucalipto). Ainda complementa afirmando que seleção do tipo da composição do material irá influenciar diretamente no preço final do *shape*.

Na sequência, explica que as lâminas de madeira são levadas a prensa aquecida, na qual o *shape* ganha o seu formato lateral, igualmente conhecido como *concave*. Após, conta que esta etapa acontece a furação, onde a peça recebe oito furos, quatro na dianteira e quatro na traseira do *shape*.



Figura 5: Processo de furação do *shape*
Fonte: Marcos Bollmann, 2015.

Utilizando os furos como gabarito visando conformidade e alinhamento, o *shape* é cortado delimitando o formato final. O corte pode ser feito em inúmeros formatos e tamanhos dependendo da modalidade em que o *shape* fabricado será empregado.



Figura 6: Processo de corte do *shape*
Fonte: Marcos Bollmann, 2015.

Neste momento, o *shape* está pronto para ser lixado e receber o desenho final. Logo após o componente recebe uma camada de verniz e os últimos acabamentos, passando por uma última etapa de inspeção visual a fabricação está concluída.

2.1.2.2 Modalidades e Modelos

Os *shapes* podem variar significativamente dependendo da modalidade que será empregado influenciando diretamente no desempenho do atleta. A seguir serão descritos os modelos de *shapes* utilizados em cada modalidade de *longboarding*.

2.1.2.2.1 Cruising

Nessa modalidade o objetivo é apenas se deslocar com um alto nível de conforto sem maiores preocupações com manobras ou slides⁶.

O formato deste componente geralmente lembra uma prancha de *surf*, por esse motivo indica um *shape* com comprimento aproximado de quarenta e duas polegadas (MONSTER SPORTS, 2014). Abaixo é possível visualizar sua imagem ilustrativa.

⁶ Slide é manobra que acontece quando o *longboard* é forçado a deslizar lateralmente derrapando sobre o asfalto.



Figura 7: Shape da modalidade Cruising
Fonte: Site *Monster Sports*, 2014.

2.1.2.2.2 Downhill Slide

O *Downhill Slide* é uma modalidade na qual o praticante desce ladeiras a velocidades moderadas ou altas derrapando no asfalto podendo colocar a mão no chão ou somente deslizando lateralmente o *longboard* com os pés. Aconselha-se o uso de um *shape* sem *tail* e *nose* de comprimento entre trinta e duas e trinta e seis polegadas com laterais côncavas pois disponibilizarão maior controle para o desempenho dos *slides* (MONSTER SPORTS, 2014). Abaixo é possível visualizar uma imagem ilustrativa de um *shape* desta modalidade.



Figura 8: Shape da modalidade Downhill Slide
Fonte: Site *Monster Sports*, 2014.

2.1.2.2.3 Freestyle

Nessa modalidade o praticante pode realizar algumas manobras devido a presença de curvaturas⁷ nas extremidades do *shape*. Esse é um modelo bastante popular devido a grande versatilidade oferecida ao praticante. Na imagem abaixo é possível observar as curvaturas na extremidade dianteira e traseira.



Figura 9: Shape da modalidade Freestyle
Fonte: Site Loaded, 2015.

2.1.2.2.4 Dancing

Popular na Europa e América Central, a modalidade *dancing* é literalmente o ato de dançar em cima do *longboard*, na qual os praticantes trocam o pé da frente pelo pé trás invertendo constantemente a posição do corpo enquanto estão deslocando em baixa ou média velocidade, assim explica o site (MONSTER SPORTS, 2014).

Aconselha-se a utilizar um *shape* reto sem inclinações na extremidade e sem qualquer tipo de *concave* devido ao fato que durante a dança uma aterrissagem errada sobre o *shape* pode provocar facilmente lesões. É desejável que esse componente seja flexível e tenha dimensões grandes, de no mínimo quarenta e duas polegadas (WE ARE SPORTS, 2015), possibilitando espaço necessário para execução das manobras.

Abaixo é possível observar um exemplar desta modalidade.

⁷ Estas curvaturas recebem a denominação de *tail na extremidade traseira e nose na extremidade dianteira*.



Figura 10: Shape da modalidade Freestyle
Fonte: Site *Monster Sports*, 2014.

2.1.2.2.5 Downhill Speed

Downhill speed é a modalidade veloz do *skate*, na qual os atletas chegam a atingir até 120 km/h (cento e vinte quilômetro por hora) (MONSTER SPORTS, 2014). Isso por que uma grande velocidade desempenhada é desejável que os praticantes desta modalidade desfrutem da maior estabilidade possível, por isso, nesta modalidade podem ser utilizados *shapes* rebaixados, ou seja, *shapes* projetados para que o centro de gravidade seja mais baixo.

A instalação de um dispositivo elétrico em *longboard* que utiliza esse *shape* pode ser dificuldade ou até inviável. Na imagem abaixo é possível observar a curvatura que proporciona o centro de gravidade mais baixo.



Figura 11: Shape da modalidade Downhill Speed
Fonte: Site *Longboarding - A Starter's Guide*, 2013

2.1.3 Truck

O *truck* é um componente fabricado geralmente em metal, tendo como função dar direção e controle ao *longboard*. Esse controle é possível devido ao fato que os rolamentos e conseqüentemente as rodas estão montadas sobre o eixo do *truck*, enquanto este componente também está conectado com o *shape* (MONSTER SPORTS, 2014).

Pode-se dizer que o *shape* recebe a angulação proveniente dos pés do praticante transferindo-o para o *truck*, que então fornece a direção que as rodas irão percorrer. Ainda sobre sua montagem, todo *longboard* convencional possui uma par de *truck* sendo um localizado na parte da frente e outro na parte de trás do *shape*.

O *truck* é integrado por alguns componentes. Esses são possíveis de serem visualizados na imagem abaixo.

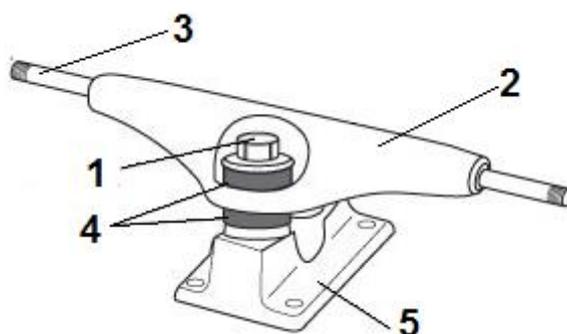


Figura 12.A.: Componentes do Truck
Fonte: Com adaptação de Site Monster Sports - 2014

A imagem acima possui setas de referência destacando os principais materiais que compõem o truck, e assim classificou o site Monster Sports com o descritivo acompanhado do significado de cada seta contida na ilustração.

1. Parafuso central;
2. 'T';
3. Haste;
4. Amortecedores;

5. Base;

Semelhante ao *shape*, o *truck* também possui variações para cada modalidade tendo como possibilidade alterar o tamanho do eixo, a altura e amortecimento. Desta forma, é possível atender as mais diversas modalidades levando em conta a preferência de cada usuário.

O site elata que o tamanho do eixo ou a dimensão total da haste deve ser especificado levando em conta a largura do *shape* escolhido para o conjunto. Aconselha-se que o comprimento da haste seja aproximadamente igual a largura do *shape* evitando que o eixo fique escondido ou exposto demasiadamente (MONSTER SPORTS, 2014).

Em relação à altura do *truck*, pode-se dizer que os mais baixos proporcionam uma maior estabilidade, enquanto os mais altos disponibilizam uma maior capacidade para realizar curvas fechadas.

Outra classificação é sobre a orientação do parafuso central, esse pode estar voltado para o centro ou para a extremidade do *skate*. Estas duas classificações são denominada como normais (parafuso orientado para o centro) e invertidos (parafusos orientados para a extremidade).

Quase na totalidade dos casos os *longboards* utilizam *trucks* invertidos, visto que esse é mais estável a altas velocidades e permite uma capacidade de curva elevada.

A fabricação do *truck* pode se dar de duas formas. Segundo o site “monstersports” a mais comum e de menor custo é através da fundição ou pode-se utilizar usinagem para fabricar *trucks* de precisão. Essa segunda possibilidade de fabricação fornece componentes de maior eficiência e desempenho, conseqüentemente o preço para adquiri-lo é mais alto.

2.1.4 Rolamento

Todo *longboard* utiliza rolamentos de esfera com a finalidade de minimizar a fricção entre as peças móveis e também suportar a roda.

A montagem do rolamento é feita de tal forma que a capa externa permanece em contato com a roda, enquanto o anel interno permanece em contato com a haste do *truck*.

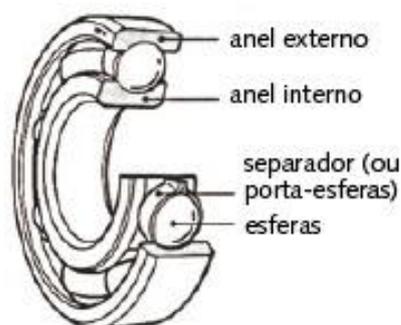
Ainda sobre a montagem, cada roda recebe dois rolamentos, portanto o *longboard* necessita de um total de 08 (oito) unidades (WE ARE SPORTS, 2015),

A velocidade do rolamento atende à classificação ABEC - Annular Bearing Engineering Committee (Comitê de Engenharia de Rolamentos Anulares), que denota a precisão da fabricação e a qualidade dos materiais. Os rolamentos que possuem uma notação ABEC superior possuem um custo maior, e conseqüentemente um desempenho elevado (AST BEARING LLC, 2014).

2.1.4.1. Mancais

Os mancais de elementos rolantes podem ser classificados, segundo Norton (2013) em:

Mancais de Esferas: mais adequados para aplicações pequenas e de alta velocidade.



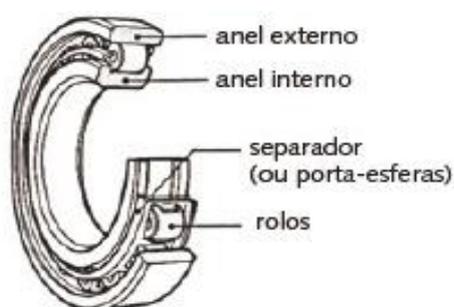
(a) Mancal de ranhura profunda (ou tipo conrad)

**Mancal de Esfera
(Norton, 2013)**

Conforme é possível observar na imagem acima, esses mancais contêm várias esferas de aço endurecido presas entre duas pistas - uma interior e exterior - para mancais radiais, ou pistas superior e inferior para mancais axiais. Também contém um retentor que é usado para manter as esferas adequadamente espaçadas ao redor das pistas.

Os mancais de esferas podem suportar cargas axial e radial combinadas em diversos graus dependendo do projeto e da construção dos mancais, sendo indicado para cargas mais leves, tamanhos menores e maior velocidade.

a) Mancais de Rolos: são aqueles utilizados para sistemas grandes e de carga pesada;



(a) Mancal de rolos cilíndricos

Figura: Mancal de Rolo

Fonte: Norton, 2013

Mancais de rolos em geral podem suportar cargas estáticas e dinâmicas (choque) maiores que os mancais de esferas por causa da linha de contato deles, além de serem mais baratos para tamanhos maiores e cargas maiores.

A menos que os rolos sejam afunilados ou abaulados, eles podem suportar uma carga somente em uma direção, seja radial ou axial, conforme o projeto do mancal.

A figura acima ilustra um exemplo de Mancal de Rolo Reto.

De todo modo, é importante ressaltar que os mancais de elementos rolantes possuem determinado tempo de vida útil, relacionados ao seu número de revoluções sofridas bem como suas horas de operação em velocidade constante.

Usualmente, a falha dos mancais de elementos rolantes é dada por fadiga

superficial, quando essa está prestes a ocorrer, a pista ou as esferas exibem a primeira vala. O mancal emitirá vibrações e ruídos indicando o início da cavitação.

Os mancais geralmente são classificados com base na vida expressa em revoluções, ou em outras aplicações em horas de operação na velocidade de trabalho. Para selecionar o mancal, define-se a confiabilidade requerida para o projeto. Esse índice representa a porcentagem de rolamentos que irão falhar naquela aplicação.

É utilizada no meio industrial como referencia padrão a para cálculo de vida em fadiga a proporção de 90% de confiabilidade, para uma probabilidade de falha de 10%.

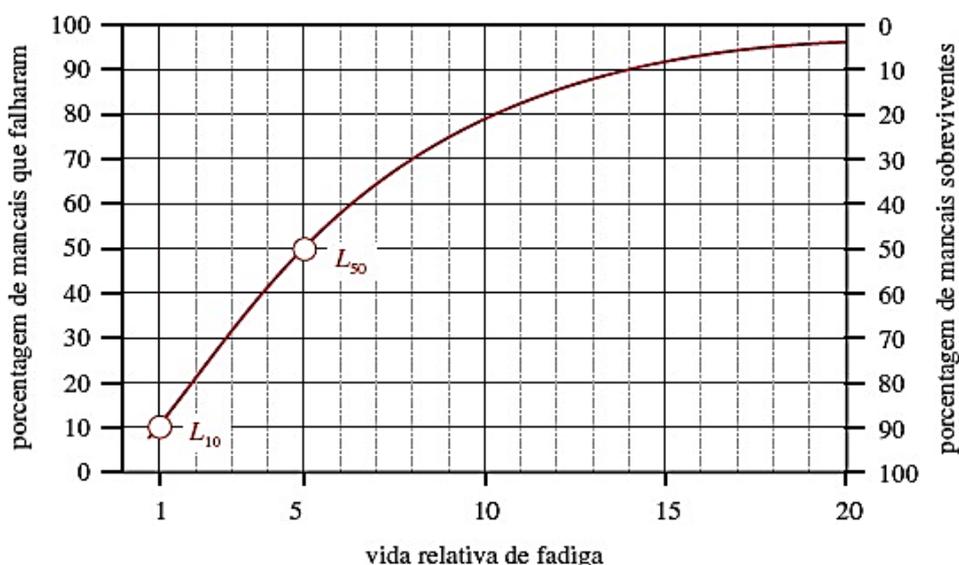


Figura: Distribuição típica da vida de mancais de elementos rolantes
Fonte: Norton, 2013

Em outras palavras, podemos esperar que 10% do lote de rolamentos em questão falhem com uma carga específica de projetos antes que a vida de projetos seja alcançada.

Para se calcular a vida em fadiga – em milhões de revoluções – é utilizada a fórmula abaixo, na qual a letra P representa a carga constante que o rolamento é submetido e a incógnita C representa a carga dinâmica básica de classificação para o mancal específico (que é definida pelo fabricante e

publicada para cada mancal nos catálogos de mancais).

mancais de esferas:	$L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^3$
mancais de rolos:	$L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^{10/3}$

Figura 13: Fórmulas para cálculo de vida em fadiga em mancais de elementos rolantes

Fonte: Norton, 2013

Para calcular a vida em fadiga para outras confiabilidades, utiliza-se o resultado do cálculo do fator L10, multiplicado pelo fator de confiabilidade K_r , o qual foi extraído da curva de distribuição de Weibull, vide tabela abaixo:

P%	R%	K_r
50	50	5,0
10	90	1,0
5	95	0,62
4	96	0,53
3	97	0,44
2	98	0,33
1	99	0,21

Figura 14: Tabela de Fatores de confiabilidade K_r

Fonte: Norton, 2013

2.1.5 Roda

A roda - que possui como função garantir o deslocamento do *skate* pela superfície - tem uma influência determinante no desempenho da prática, uma vez que essa é quem faz a interface entre o solo e o *longboard*. Igualmente qualquer componente do *skate*, as rodas sofrem consideráveis alterações de diâmetro, material e dureza para cada modalidade.

2.1.5.1 Material e Dureza

A partir de 1970 houve a introdução às rodas de poliuretano revolucionando a maneira de andar de *skate*. Esse material ainda é utilizado atualmente, proporcionando alta durabilidade e boa resistência à abrasão.

O quesito “dureza” é extremamente importante, uma vez que influencia de modo significativo no desempenho do atleta ou participante. A fabricação das rodas segue a escala *durometer*, que foi definida por Albert F. Shore, na década de 1920, que desenvolveu um dispositivo de medição para medir a dureza Shore.

A Norma ASTM D 2240, da atual ASTM *Internacional (American Society for Testing and Materials)*, define 12 tipos de escala. Cada escala possui um durômetro de geometria diferente, bem como emite força respectiva distinta.

Durante a medição da dureza, o durômetro é pressionado contra o material de prova, que deve ter no mínimo 6,4mm de espessura.

O valor final de dureza depende do quanto o indentador do durometro penetrou o material em determinado tempo:

a) Se o indentador do durômetro penetrou 2,55 mm ou mais, a escala da dureza é considerada como zero.

b) Se o indentador do durometro não penetrar o material o valor de dureza para essa escala será cem. Nesses casos, o experimento foi necessariamente realizado com a escala incorreta. Devido a esse fato, determinou-se que a letra “A” será utilizada para plásticos macios e a letra “B” será utilizada para plásticos rígidos.

c) Se o indentador do durometro penetrar entre zero e 2,54mm o valor de dureza na escala será proporcional à penetração.

Partindo dessa premissa, cada roda é classificada por meio de um número que indica o valor de dureza medido com base na escala escolhida, podendo ser quantificado entre zero e cem, sendo que maiores valores indicarão um material mais duro, seguido de uma letra, que representa a espécie de escala utilizada naquele teste de dureza (ASTM D 2240, 2015, p.3-

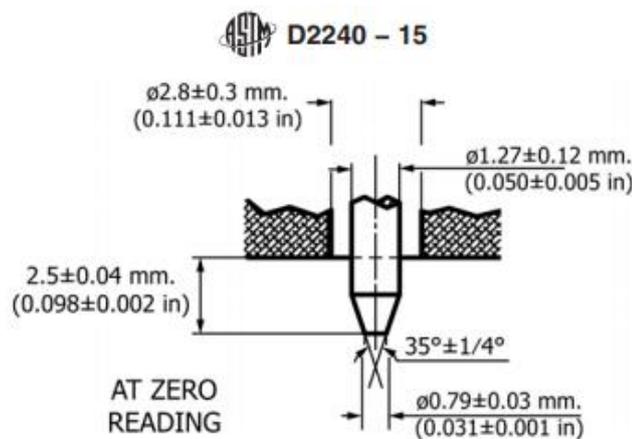


Figura 15. B.: Teste de Dureza
Fonte: ASTM 2240(2015 p.2)

Na imagem acima podemos observar a geometria do indentador utilizado para as escalas A e C.

Em termos gerais, as rodas mais duras proporcionam uma menor aderência e uma maior velocidade e são apropriadas para modalidades como o *Downhill Slide*.

As rodas mais macias ou de menor dureza oferecem alta aderência ao asfalto, sendo extremamente indicada para práticas como o *Downhill Speed*, uma vez que o praticante necessita de elevada aderência para realizar curvas em alta velocidade.

Medidas comuns de baixa dureza para *longboard* são de 75 (setenta e cinco) a 80 (oitenta) A, enquanto de alta dureza são de 81 (oitenta e um) a 85 (oitenta e cinco) A.

2.1.5.2 Diâmetro

O diâmetro da roda influencia na aceleração do *skate* sendo quanto menor a roda maior será a aceleração e a facilidade para realizar *slides*. Isso porque possuem uma menor aderência ao solo.

A vantagem de possuir roda de diâmetro grande é a facilidade ultrapassar pequenos obstáculos, buracos ou imperfeições no asfalto. As medidas mais comuns para rodas de *longboard* estão no intervalo de 60 mm (sessenta milímetros) a 90 mm (noventa milímetros).

2.1.6 Parafusos

Os parafusos têm como função fixar os *trucks*, através da base de metal, ao *shape*. Cada *longboard* necessita de um total de 8 (oito) parafusos e porcas, 4 (quatro) parafusos para cada *truck*.



Figura 16: Parafusos e Porcas

Fonte: Site *Longboarding: A Starter's Guide*, 2012

2.1.7 Lixa

A lixa é colada na parte superior do *shape* objetivando aumentar o atrito/aderência entre o calçado do praticante e o *longboard*.

Desta forma, o usuário possui maior estabilidade durante a realização do esporte, e maior segurança na execução de manobras presentes em algumas modalidades supramencionadas.

2.2 Motores Elétricos

Motor elétrico é uma máquina com o propósito de converter energia elétrica em energia mecânica (SUFFERN, 1956).

Para converter um produto convencional em um item motorizado, em um primeiro momento, é necessário estudar as especificações requeridas para o motor - por exemplo, sua fonte de energia, potência máxima fornecida, tamanho e geometria, torque exigido no eixo de saída, entre outros - para que, em um segundo momento, seja verificada sua disponibilidade no mercado.

Os motores elétricos estão entrando com bastante presença nas máquinas da atualidade, inclusive, segundo dados da FAPESP, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, automóveis movidos à eletricidade deverão representar 16% da frota mundial até 2030 (VASCONCELOS, 2017).

Ou seja, deixaram de ser um componente apenas das máquinas de pequena e média potência, como ventiladores e eletrodomésticos, sendo parte também da realidade dos automóveis atualmente.

Diferente dos motores a combustão, que queimam algum combustível para transformar essa queima em energia, os motores elétricos utilizam a energia elétrica e a transformam na energia mecânica necessária (WEG, 2016).

O site “Museu WEG.net” - 2016, a respeito do funcionamento de um motor elétrico:

Seu funcionamento se deve basicamente à interação entre os fenômenos magnéticos e elétricos. O motor é constituído, de forma simplificada, por bobinas (o rotor) dispostas adequadamente sobre ímãs fixos (o estator). Quando as bobinas são percorridas por uma corrente elétrica, o campo magnético gerado ao redor delas interage com o campo dos ímãs, fazendo com que elas girem. Provocando-se a inversão da corrente com uma determinada frequência, as bobinas não param de girar. Se ligarmos um motor a um eixo que transmite esse movimento para fora da estrutura, temos um motor. (2003-2018 Museu WEG de Ciência e Tecnologia)

Entende-se desse modo que o funcionamento dos motores elétricos está baseado nos princípios do magnetismo. Quando uma corrente elétrica percorre um fio condutor imerso em um campo magnético existe uma força perpendicular ao fio condutor, tendendo a movê-lo (GOZZI, 2000).

Segundo o site City Sistem mais de 90% de todos os motores utilizados na indústria são motores de indução, devido à sua simplicidade, construção robusta e custos de fabricação relativamente baixos. Ainda, existe uma subclassificação conforme a sua fonte de eletricidade, podendo ser motores de corrente contínua e motores de corrente alternada (CITY SISTEM, 2016).

Os motores de corrente alternada não são profundamente abordados nesse trabalho, por um motivo simples: a alimentação do motor ora estudado vem de uma bateria que fornece a energia como corrente contínua, o que

acarreta em uma facilidade de instalação, uma vez que não necessita de componentes extras para retificar a corrente.

Os motores de corrente contínua mostram vantagens para uma aplicação que utiliza a bateria como fonte de alimentação. Para uma variação de velocidade nesse tipo de motor é necessário mudar a tensão aplicada. Além da subdivisão de alimentação de energia, esses motores ainda podem ser divididos entre com ou sem escovas (WEG, 2016).

2.2.1 Comutação Escovada

Cristiano Bertulucci, diretor da Citisystems, explica em seu artigo a “Motor de Corrente Contínua: Saiba como funciona e de que forma especificar” de que maneira funcionam esses motores (SILVEIRA, 2016). Apresenta, desse modo, que o motor de corrente contínua com escovas é composto por:

- a) eixo acoplado ao rotor, que é parte girante do motor;
- b) estator, que é composto por ímãs;
- c) comutador, que possui a função de transferir a energia da fonte de alimentação ao rotor.

Segundo o engenheiro elétrico, quando a corrente elétrica passa através do rotor e do campo magnético do ímã é gerada uma força magnética que produz toque e faz o motor girar.

O motor com escovas possui velocidade limitada a um intervalo de tensão, caso esse intervalo seja ultrapassado esquentam e podem fundir. Precisam de manutenção periódica devido ao desgaste das escovas. São mais simples e mais baratos devido à falta de componentes eletrônicos no seu núcleo. Sua eficiência também é inferior quando comparados aos motores *brushless*. Este motor será explicado no próximo tópico.



Figura 17: Motor com escovas
Fonte: Site Citisystem - 2012

2.2.2 *Brushless*

Bertulucci, explica na sequência como se dá o funcionamento dos motores elétricos sem escova:

Os motores sem escovas ou Brushless usam um ímã permanente incorporado no conjunto do rotor. Eles podem usar um ou mais dispositivos de Efeito Hall para detectar a posição do rotor e uma eletrônica de acionamento associada a ele controla a rotação do eixo (velocidade). Os motores Brushless são similares aos motores de Corrente Alternada, mas são comutados eletronicamente (ESM) de modo que possam ser alimentados em Corrente Contínua. (BERTOLUCCI, 2017)

Desse modo, entende-se a partir da leitura de seu artigo que a comutação sem escovas (*Brushless*) é mais eficiente por diversas razões, sendo a principal exatamente o fato de não conter as escovas. Vejamos:

1. A manutenção periódica gerada por essas escovas, devido ao seu desgaste, deixa de ocorrer no presente motor.
2. Sua ausência também gera automaticamente a diminuição dos ruídos durante o funcionamento do motor.
3. Além do mais, a inexistência das escovas permite que haja maior densidade de potência do motor, o que possibilita a miniaturização de aplicações e dispositivos finais, viabilizando projetos que possuem certa limitação de espaço.

Todavia, tantos bônus refletem no preço final de aquisição do produto. Suas funções mais amplas necessitam de peças eletrônicas mais complexas, principalmente quando comparado com o motor elétrico com escova. Além disso, o *brushless* traz consigo a necessidade de inclusão de um circuito integrado a parte, para realizar o controle de sua velocidade, o que contribui no aumento do custo para sua aquisição.



Figura 18: Motor sem escovas
Fonte: Site *Citisystem*, 2016

Através do Benchmarking realizado, viabilizam-se duas opções para o acoplamento desse motor: dentro da roda – o chamado *motor hub*, e fora da roda, em qualquer outro local externo do skate.

A aplicação do motor *brushless* fora da roda movimenta um sistema de transmissão, com componentes como polia, coroa, e a própria roda, o que acarreta em uma perda de eficiência, devido a transferência de torque entre os componentes. (HENDERSHOT, 1994).

Já quando esse motor é inserido na roda, o campo magnético gerado pela parte fixa do motor, rotaciona a parte externa do motor que está unida à roda, acarretando maior eficiência pela utilização quase completa da energia por ele gerada.

Desse modo, há conseqüente diminuição de componentes intermediários

entre o motor e a roda, gerando menores ruídos, além de uma maior durabilidade do motor, haja vista que existe ali inserido uma quantidade menor de dispositivos suscetíveis à quebra.

Pensemos em uma hipótese em que por alguma razão o *longboard* elétrico estivesse com a sua bateria descarregada. Para se locomover com um skate com motor fora da roda, o usuário teria que movimentar além do próprio skate, a polia e as engrenagens do produto.

O que não ocorreria se o motor tivesse sido instalado dentro da roda, vez que nesse caso a transferência de energia elétrica e mecânica seria direta, passando a sensação de leveza no momento de seu deslocamento.

A título explicativo segue abaixo uma tabela comparativa entre o Motor Brushless e Motor com Escova, por (ARAÚJO, 2012):

Tabela 1: Comparação motor BLDC e motor CC

Características	Motor BLDC	Motor CC
Comutações	Comutações eletrônicas baseadas nos sensores de efeito Hall	Comutação das escovas
Manutenção	Baixa manutenção devido a ausência das escovas	Manutenção periódica
Durabilidade	Alta	Baixa
Velocidade/Binário	Permite a operação linear em todas as velocidades com carga nominal	Em velocidades altas o atrito das escovas prejudica o binário
Eficiência	Alta, pois não tem queda de tensão nas escovas	Moderada
Potência de saída/tamanho do motor	Alta. Redução do tamanho devido as características térmicas, pois como estes motores tem os enrolamentos no estator a dissipação é superior	Moderada / Baixa. O calor produzido pela armadura é dissipado no entreferro, aumentando a temperatura
Inércia do rotor	Baixa, pois tem ímãs permanentes no rotor, o que melhora a resposta dinâmica	Alta inércia do rotor, o que limita a característica dinâmica
Gama de velocidade	Alta, pois não contém limitações mecânicas impostas pelas escovas	Baixa, pois contém limitações mecânicas das escovas
Ruído elétrico	Baixo	Alto devido a geração do arco elétrico nas escovas
Custo de fabricação	Alto devido a existência de ímãs permanentes de terras raras	Baixo
Controle	Complexo	Simple
Requisitos do controle	O controle é indispensável para o funcionamento do motor	O controle só é necessário para variar a velocidade

Fonte: ARAÚJO, 2012

2.3 Sistemas de Transmissão

A transmissão da potência do motor para o eixo que se deseja movimentar necessita de um sistema apropriado. Quaisque que seja a transmissão escolhida, essa pode ter a função de receber uma rotação de entrada e entregar uma rotação de saída diferente de acordo com a necessidade da aplicação (NORTON, 2000).

Os sistemas mais utilizados são o sistema polia-correia e o de engrenagens. Eles podem ser selecionados dependendo da função que se deseja desempenhar, distância do eixo motor para o eixo motriz, complexidade do projeto, espaço, entre outros.

2.3.1 Polia

O sistema polia e correia é comumente escolhido quando a distância entre o sistema motor e o sistema movido é inviável para um conjunto de engrenagens.

Segundo Norton, a polia é movimentada pelo eixo do motor e pela correia, o tipo de correia depende da superfície em que ela é colocada e a polia pode ser motora, transmite o movimento, ou movida, que recebe o movimento.

Existem diversos tipos de correia, os mais utilizados são o trapezoidal e a plana. Norton explica que o modelo trapezoidal oferece mais vantagens, o que possibilita sua utilização quando as polias estão bem próximas.

Diferentemente das polias planas, as polias trapezoidais apresentam menos ruído proporcionando um funcionamento silencioso ao dispositivo empregado.

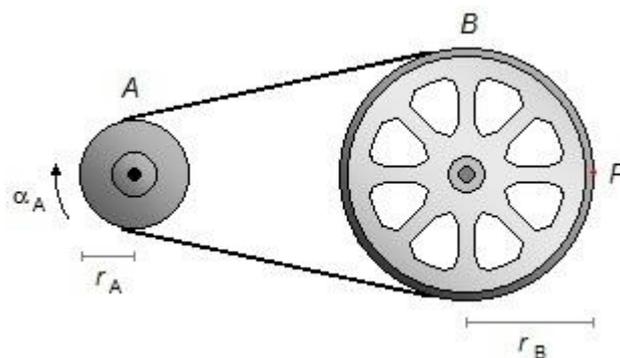


Figura 19: Sistema de Transmissão por polias
Fonte: Site Citisystem,2012

Na hora de selecionar o sistema, Norton ensina que é necessário levar em consideração o tipo de aplicação, a máquina em que será executada, a potência que se deseja alcançar, a velocidade angular do sistema, e se o sistema deve reduzir ou ampliar o número de rotações fornecido.

Constatou-se através do estudo de mercado, presente no capítulo 3.2.2 desse trabalho, que as polias são os sistemas mais utilizados para a transmissão em motores elétricos para skates.



Figura 20: Sistema de transmissão do Longboard elétrico Boosted Board
Fonte: Site Boosted

2.3.2 Engrenagens

Assim como as polias, o sistema de transmissão por engrenagens tem a função de transmitir o torque do eixo motor para o eixo movido. Explica Norton, que esse elemento de transmissão é o meio mais fácil de transmitir movimento de um eixo a outro (NORTON, 2013).

Norton (2013) ensina, ainda, que o conjunto de engrenagens poderá se dar internamente ou externamente, como demonstra a figura abaixo:

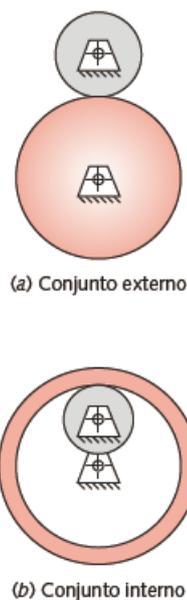


FIGURA 12-1

Cilindros rodando.

Figura 21: Conjunto interno e externo de um sistema de engrenagens

Fonte: Norton, 2013

As classificações e aplicações das engrenagens, segundo Norton, poderão ser descritas como:

- Cilíndricas retas: são aquelas engrenagens mais simples, que possuem alto rendimento e alta relação de transmissão. É usualmente utilizada em sistemas de eixos paralelos.
- Helicoidal: possuem também alto rendimento e possibilidade para uma alta relação de transmissão. É utilizada quando existem cargas elevadas a uma rotação bastante alta, devido ao engrenamento ocorrer em mais de um dente concomitante, ou seja a força necessária para mover a outra engrenagem será dividida entre os dentes de contato. Desta forma, obtém-se menor tensão em cada dente, gerando conseqüentemente maior torque. São utilizadas usualmente em eixos paralelos.
- Cônicas: São engrenagens mais complexas e requerem maior cuidado para montagem, possuem relação de transmissão limitada. São utilizadas em sistemas de eixos ortogonais.



Figura 22: Sistema de transmissão por engrenagens
Fonte: Norton, 2000

Para uma aplicação como o skate as maiores desvantagens do sistema por engrenagens são os choques e a limitação dos movimentos. Ao contrário de um sistema por correia, as engrenagens não oferecem muita mobilidade fora do seu eixo, uma vez que são elementos rígidos que para um bom funcionamento necessitam de um engrenamento adequado, não permitindo um afastamento/aproximação do par de engrenagens (NORTON,2013).

2.4 Baterias

As baterias são dispositivos que por meio de reações eletroquímicas são capazes de transformar energia química em energia elétrica. É também conhecido como acumulador, é um conjunto de pilhas agrupadas em série ou em paralelo, entretanto quando seus elementos ativos tiverem sido consumidos é possível regenerá-los, se a bateria for ligada a uma fonte de corrente contínua fazendo com que circule uma corrente no sentido oposto (SUFFERN, 1956).

A primeira bateria foi criada por Alessandro Volta, em 1800. Ela consistia de discos de zinco e cobre separados por camadas de um tecido embebido em ácido sulfúrico, sendo que o zinco era o polo negativo e o cobre o positivo (CHAGAS, 2007).

Todo *longboard* elétrico ou dispositivo elétrico de propulsão necessita de energia elétrica para que o motor elétrico possa funcionar, no caso do dispositivo que este trabalho está desenvolvendo não é diferente.

A pesquisa - que será mostrada a seguir - sobre os diferentes tipos de baterias visa auxiliar na futura especificação de uma bateria para ser empregada no dispositivo de propulsão que esse trabalho objetiva projetar.

2.4.1 Visão Geral

As baterias em geral possuem duas classificações, primárias ou secundárias. As baterias primárias são aquelas que possuem a capacidade de fornecer energia elétrica somente uma vez devido ao fato que as reações químicas são irreversíveis, ou seja, a bateria não pode ser recarregada. (SUFFERN, 1956).

As baterias secundárias por sua vez podem ser carregadas por uma fonte externa de energia, em virtude da possibilidade das reações serem revertidas, apesar de o número de ciclos de recarga ser limitado (SUFFERN, 1956).

Interpretar corretamente a capacidade nominal de uma bateria é de extrema importância. A unidade da capacidade nominal é dada em ampere-hora (Ah), que significa a capacidade de corrente fornecida durante uma hora de utilização.

Na sequência, serão descritos os principais tipos de baterias atualmente utilizadas.

2.4.2 Baterias Alcalinas

Utilização: Normalmente utilizadas em lanternas, controles remotos e aparelhos que demandam pouca energia.

Vantagens: Baixo custo para aquisição, facilidade de oferta, potência elevada para suas dimensões.

Desvantagens: A grande maioria dos modelos comercializados é do tipo primário, ou seja, não podem ser recarregáveis.



Figura 23: Pilha Alcalina
Fonte: Site *Duracell*, 2000

2.4.3 Baterias de Chumbo - Ácido

Em 1859 o físico francês Gaston Planté - desejando construir o primeiro sistema recarregável – desenvolveu a bateria de chumbo-ácido (CHAGAS, 2007).

A bateria foi projetada para fornecer uma corrente alta em um curto período de tempo, que é necessária para dar a partida no motor. Após isso o alternador fornece a energia elétrica que o carro e seus dispositivos embarcados consomem. A bateria de ciclo profundo foi projetada para fornecer uma corrente constante por longos períodos de tempo e também para ser descarregada por completo e carregada várias vezes, o que inutilizaria a bateria automotiva rapidamente. As baterias de chumbo-ácido também podem ser seladas e não seladas. (SUFFERN, 1956).

Vantagens: Grande durabilidade; Possibilidade de recarga; Custo relativamente baixo; Apresenta uma boa resistência para variações latentes de temperatura.

Desvantagens: Peso elevado; Tempo grande de recarga; Diminuição da voltagem no decorrer dos ciclos de recarga; Especificada para ser utilizada esporadicamente, perdendo vida útil caso seja descarregada significativamente.

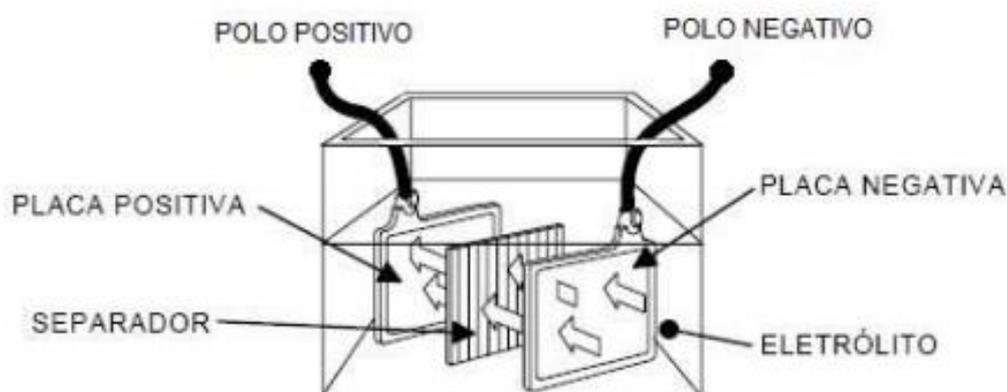


Figura 24: Célula de Chumbo-ácido
Fonte: MACAMP, 2013

2.4.4 Bateria de Íon-Lítio

Segundo a revista Exame (2018) a bateria de íon-lítio, nos últimos anos, foi a tecnologia mais escolhida para os projetos de armazenamento de energia estacionários, devido a uma combinação de baixo custo, eficiência e segurança, liderando assim os mercados de armazenamento de energia em veículos elétricos e eletrônicos de consumo.

A química Maria de Fátima Rosolem, pesquisadora da Área de Sistema de Energia do CPqD destaca em artigo “Baterias mais eficientes” (Revista FAPESP, 2017) que a grande vantagem dessas baterias é sua alta densidade energética. Por ser um metal leve, o lítio é capaz de armazenar maior quantidade de energia em espaços menores. Além disso, pontua que a bateria possui elevado eletropotencial, isto é, a capacidade de ganhar ou perder elétrons, que é o princípio básico da geração de corrente elétrica.

Vantagens: Densidade elevada de energia contendo potencial para capacidades maiores; Manutenção é baixa, visto que não é necessário realizar nenhuma descarga periódica; Menos prejudicial ao meio ambiente; Auto descarga baixa se comparado com outras baterias; Não fica viciada rapidamente.

Desvantagens: Para garantir a segurança é necessário utilizar um circuito de proteção limitador de tensão e corrente; Sujeita a envelhecimento;

Fabricação cara, conseqüentemente, alto custo de aquisição; Necessita cuidados especiais devido a alta densidade de energia dessa bateria; Quanto submetido a condições extrema a célula atinge altas temperaturas podendo causar dano físico; Eletrólito altamente inflamável.



Figura 25: Pilha Alcalina
Fonte: Douglas Ciriaco, 2009.

2.4.5. Carregador de Bateria

O propósito de uma bateria é o de armazenar energia e liberá-la em um tempo apropriado de uma maneira controlada. Ser capaz de armazenar uma grande quantidade de energia é uma coisa, a habilidade de satisfazer a capacidade de demanda é outra.

Ainda, o de ser capaz de entregar toda a energia disponível sem deixar energia preciosa para trás quando o equipamento é interrompido. A corrente de carga e descarga de uma bateria é medida em Taxa C (C-Rate). A maioria das baterias portáteis, com exceção das de Chumbo-Ácido, são taxadas em 1 C. (LINDEN, 2001)

O carregador de baterias de Lítio-Íon é um dispositivo limitador de tensão. Esse tipo de carregador possui uma tolerância de tensão menor e a ausência de carga de flutuação ou pulsante quando a carga completa é alcançada. Em termos de interrupção de tensão, os fabricantes de células de Lítio-Íon são muito rígidos em ajustar a tensão correta. (LAFUENTE, 2011)

O tempo de carga de todas as baterias de Lítio-Íon, quando carregadas a uma corrente inicial de 1 C⁸, é de aproximadamente 3 horas. A bateria permanece fria durante a carga. A carga completa é alcançada depois que a tensão alcança o limiar de tensão superior e a corrente ter caído e se igualado a 3% da corrente de carga nominal. A figura a seguir mostra os estágios de carga em uma bateria de Lítio-Íon:

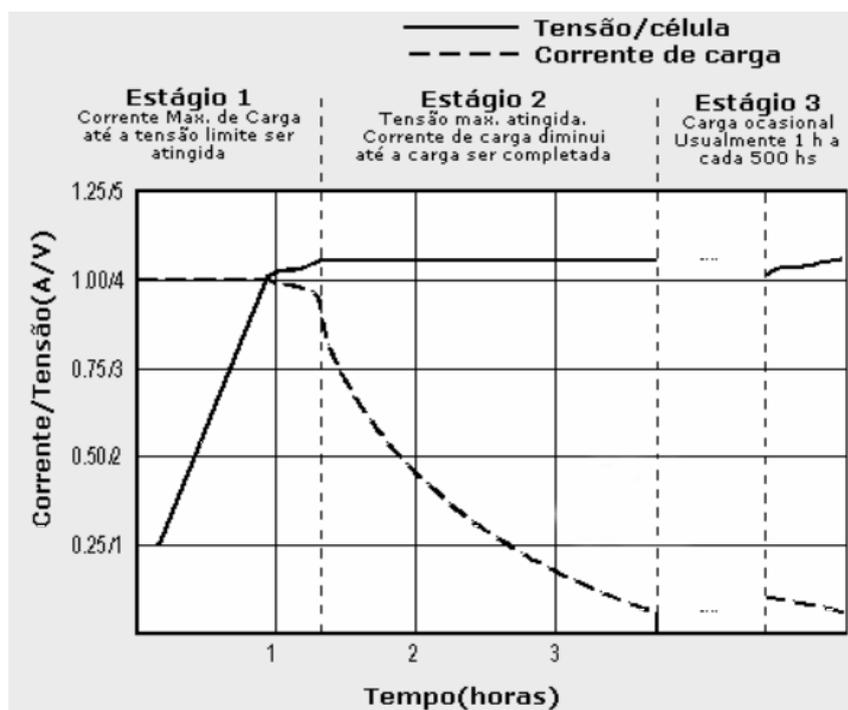


Figura 26: Tempo de Carga da Bateria
Fonte: Adaptado de LAFUENTE, 2011.

2.4.6. Battery Management Systems (BMS): Sistema de Gerenciamento de Bateria

O Sistema de Gerenciamento de Bateria (BMS) é um regulador eletrônico que controla e monitora o carregamento e descarregamento de baterias recarregáveis, são literalmente os cérebros por trás das baterias. Eles

⁸ Uma descarga de 1 C extrai uma corrente igual à capacidade nominal. Por exemplo, uma bateria de 1000mAh fornece 1000mA por 1 hora se descarregada à taxa de 1 C. A mesma bateria descarregada a 0,5 C fornece 500 mA por 2 horas. A 2 C, a mesma bateria entrega 2000mA por 30 minutos. 1 C é frequentemente atribuído como uma descarga de 1 hora; 0,5 C como 2 horas, e uma de 0,1 C como uma descarga de 10 horas.

gerenciam a saída, cobrança e descarga e fornecem notificações sobre o status da bateria, além de fornecerem proteções críticas para proteger as baterias contra dano (BARSUKOV; QIAN, 2013).

Os sistemas de gerenciamento de bateria podem ser tão simples quanto os eletrônicos para medir a tensão e interromper o carregamento quando a tensão desejada é atingida. Nesse ponto, eles podem interromper o fluxo de energia, e em caso de condições irregulares ou perigosas, podem emitir um alarme (BARSUKOV; QIAN, 2013).

Um BMS mais complexo monitora muitos fatores que afetam a vida útil da bateria e o desempenho, além de garantir uma operação segura.

Esse Sistema é utilizado em vários dispositivos que utilizam baterias recarregáveis. São mais comuns em *datacenter*, carros (especialmente elétricos), além de integrarem os atuais smartphones. Alguns sistemas se conectam a computadores para monitoramento avançado, e são capazes de enviar registro, e alertas via e-mail.

Margaret Rouse (2014) complementa ainda que fatores monitorados e controlados por sistemas de gerenciamento de bateria incluem tensão de alimentação principal, tensão da bateria ou célula, taxas de carga e descarga, temperaturas das baterias ou células, funcionamento da bateria e das células, temperatura e fluxo do refrigerante para resfriamento por ar ou líquido.



Figura 27 Sistema de Gerenciamento de Bateria (BMS)
Fonte: Site Ebay

2.4.7 Electronic Speed Control (ESC): Controle Elétrico de Velocidade

O termo ESC significa um “controlador eletrônico de velocidade” é um

circuito eletrônico usado para mudar a velocidade de um motor elétrico, sua rota e também para funcionar como um freio dinâmico.

Os controladores são frequentemente utilizados em modelos controlados por rádio. Esses são alimentados eletricamente e basicamente fornecem uma fonte de energia de baixa tensão trifásica produzida eletronicamente para o motor *brushless* (AGARWAL, 2015).

O autor site explana ainda, que um ESC pode ser uma unidade separada que se encaixa no canal de controle do receptor do acelerador ou unida ao próprio receptor, como é a situação na maioria dos veículos de controle remoto de brinquedo.

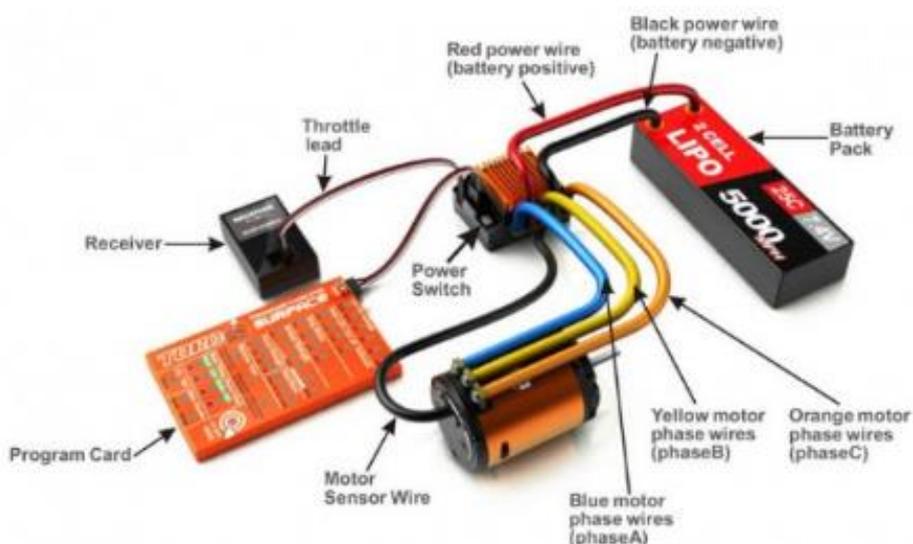


Figura 28: Electronic Speed Controller

Fonte: Site Elprocus - 2012

Um controlador eletrônico de velocidade terá três conjuntos de fios. Um fio será conectado à bateria principal. O segundo fio terá um fio servo típico que se conecta ao canal de aceleração do receptor. E, finalmente, um terceiro do fio é usado para alimentar o motor.

É importante ressaltar que existe um Controlador Eletrônico de Velocidade (ESC) específico para motores escovados e para motores *brushless*. Normalmente, além dos rótulos, você saberá diretamente que é um motor com escovas se tiver dois fios. Se o motor tem três fios, então é sem escova.

2.4.8. Radio Control Gear Explained. (RC)

O *Radio Control Gear Explained* (RC) – Controle via Rádio, possui a função de controlar alguns tipos de brinquedos eletrônicos por meio de ondas transmissoras via rádio (será utilizado o *longboard* elétrico para efeitos dessa análise).

O site *Radio Controlled* (2013) explica que seu funcionamento se dá através da presença/instalação de um transmissor que será responsável por emitir comando através de ondas de rádio. O receptor - composto por uma antena e uma placa de circuito - coletará os sinais do transmissor, que passarão a ativar os motores de dentro da roda conforme o comando enviado.

O transmissor de rádio envia esses sinais para o receptor através de uma frequência. Para isso utiliza uma fonte de energia, geralmente uma bateria de 9 volts ou uma bateria recarregável, que fornece energia para os controles emitirem a transmissão do sinal.

O Tyson (2012) explica que o procedimento prático de seu funcionamento, explicitando que o usuário deve pressionar um botão para fazer o *longboard* seguir em frente. Esse gatilho faz com que um par de contatos elétricos entre em contato, completando um circuito conectado a um pino específico de um circuito integrado (CI).

O circuito completo faz com que o transmissor emita uma sequência de pulsos elétricos. Cada sequência contém um pequeno grupo de pulsos de sincronização, seguidos pela sequência de pulsos. O segmento de sincronização, que alerta o receptor sobre as informações coletadas. O transmissor envia rajadas de ondas de rádio que oscilam em uma determinada frequência.

O receptor monitora constantemente a frequência atribuída para um sinal. Quando o receptor coleta as rajadas de rádio do transmissor, ele envia o sinal para um filtro que bloqueia qualquer sinal captado pela antena, exceto o sinal da frequência escolhida. O sinal restante é convertido novamente em uma sequência de pulsos elétricos. Essa sequência é enviada ao decodificador, que

decifra a sequência e inicia o motor apropriado.

A título informativo é necessário ressaltar que os brinquedos controlados remotamente possuem um fio conectando o controlador e o brinquedo. Diferentemente dos brinquedos controlados por rádio, os quais são necessariamente sem fio (TYSON, 2012).



Figura 29: Radio Control Gear Explained.
Fonte: Diy Electric Skateboard, 2011

3 PROJETO PRELIMINAR

Na pesquisa de campo foram estudados os produtos similares ao projeto proposto que já estavam sendo comercializados no mercado. Essa pesquisa nos ajudou a entender a viabilidade do projeto e em procurar uma solução para o problema que ainda não foi explorada.

Para o desenvolvimento de um novo produto, também é necessário estudar o que os consumidores estão dispostos a aceitar e quais são suas preferências em relação a esse projeto.

3.1 Levantamento das Necessidades do Cliente

3.1.1 Objetivo

Como forma de interface dos autores com os possíveis consumidores do novo produto foi desenvolvido um questionário que aliado à revisão bibliográfica e a pesquisa de patentes objetivando descobrir e analisar as principais características apontadas pelos clientes. O questionário está disponível no apêndice A.

3.1.2 Descrição da Coleta de Informações

Para a coleta de informações foi utilizado um questionário online. Esse tipo de coleta foi escolhido devido a sua praticidade, como a padronização das questões que geram respostas uniformes. Também devido ao formulário não ter custo e ser facilmente transferido para uma análise das respostas.

O questionário foi elaborado no *Survey Monkey*, que nada mais é do que um site que oferece uma ferramenta destinada a desenvolvimento de pesquisas.

Nele foram respondidas questões de múltipla escolha referente à idade, renda, escolaridade, e quanto estariam dispostos a pagar no dispositivo. E também foram utilizadas algumas questões discursivas sobre modelo de longboard usado e opiniões para melhorias do projeto.

Esse questionário ficou disponível do dia 25/10 ao dia 30/10, sendo divulgado nas redes sociais através de grupos específicos para *longboard*.

Dentro desse período um grupo de 36 pessoas respondeu o questionário.

3.1.3 Caracterização do Cliente

A caracterização do cliente foi baseada no sexo, idade, renda e como cada usuário utiliza o seu *longboard* atual. Para o posterior desenvolvimento do projeto também foram estudados os modelos de *truck* e *longboard* que já estão sendo utilizados.

O objetivo dessa caracterização foi para o melhor estudo de modelos e características do dispositivo a ser desenvolvido. Visando o *design*, preço e durabilidade.

Tabela 2: Caracterização da Amostra

Caracterização da Amostra		
Características	N	%
Sexo/		
Masculino	34	97,14%
Feminino	1	2,86%
Idade		
Abaixo de 30 anos	27	77,14%
Acima de 30 anos	8	22,86%
Utilização		
Lazer	20	55,56%
Meio de transporte	0	0,00%
Ambos	16	44,44%
Renda		
Até R\$ 3.900,00	25	71,43%
Acima de RS 3.901,00	10	28,57%

Fonte: Autoral

Podemos observar pela amostra que a grande maioria dos participantes da pesquisa são homens até 30 anos. A renda foi levantada para o estudo do preço que o produto pode chegar a ter, e a utilização será avaliada posteriormente nos principais resultados com o objetivo de justificar o

projeto.

3.1.4 Principais Resultados e Conclusões

Uma das principais informações buscadas na pesquisa é se os usuários de *longboard* estariam dispostos a instalar um dispositivo no seu produto convencional, nos resultados podemos observar que 94% dos participantes aceitam a proposta. Outra pergunta de grande importância é o que é mais importante no quesito do que o produto vem a ofertar, e contatamos que 78% dos entrevistados preferem que o dispositivo ofereça maior durabilidade quando comparado com disponibilidade de maior potência.

Os gráficos abaixo foram dispostos por ordem de importância para os autores do projeto quando analisados os dados da pesquisa.

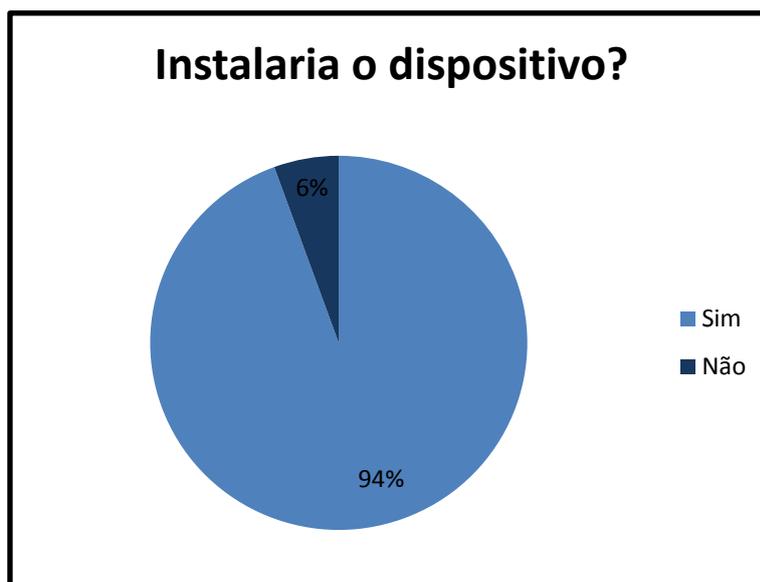


Gráfico 1: Instalaria o dispositivo?

Fonte: Autoral

Visualizando o gráfico 01 foi possível concluir que o disposto em desenvolvimento teria um alto índice de aceitação no mercado Curitibano.



Gráfico 2: Característica do skate mais importante
Fonte: Autoral

Visualizando o gráfico 02 foi possível concluir que os clientes em potencial anseiam um dispositivo que lhes proporcionem uma alta autonomia ao invés de uma elevada velocidade máxima.

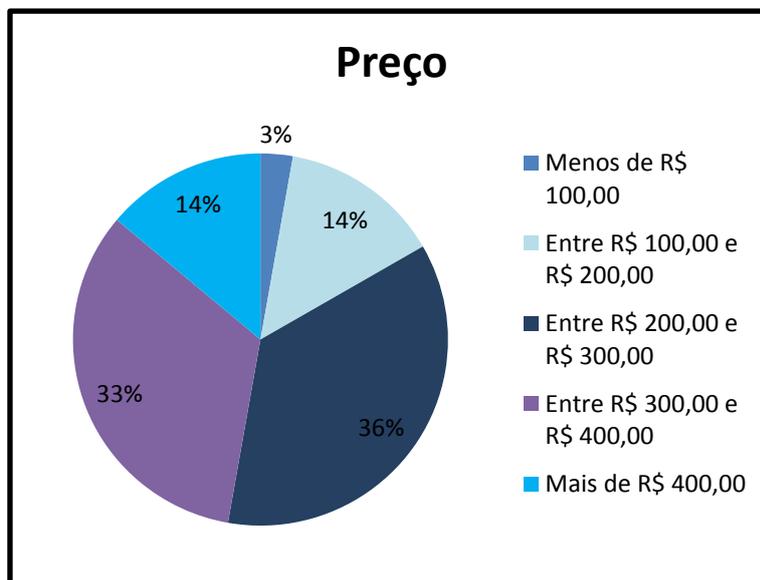


Gráfico 3: Valor que os entrevistados estão dispostos a pagar?
Fonte: Autoral

Visualizando o gráfico 03 foi possível constatar valores que o mercado estaria disposto a investir para a aquisição do dispositivo.

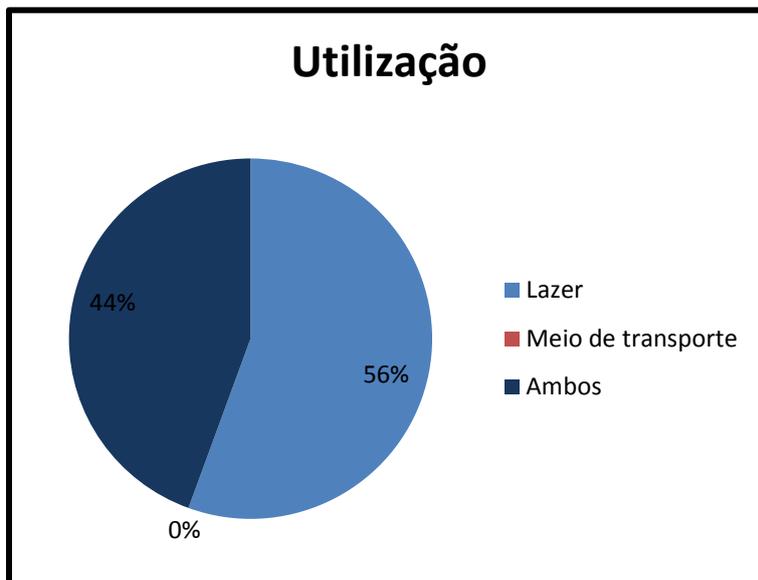


Gráfico 4: Qual a utilidade do skate atualmente?

Fonte: Autoral

Visualizando o gráfico 04 foi possível concluir que, 44% (quarenta e quatro por cento) dos usuários entrevistados já utilizam o seu *skate* como meio de transporte, porém ainda são limitados a percorrer pequenas distâncias devido o desgaste físico.

Nota-se, através da análise do gráfico 05 que 86% dos entrevistados utilizariam o *longboard* como meio de transporte caso esse fosse elétrico, ou seja, o acoplamento do dispositivo elétrico que este trabalho visa projetar, majoritaria em 42% a serventia do *longboard* como meio de transporte.

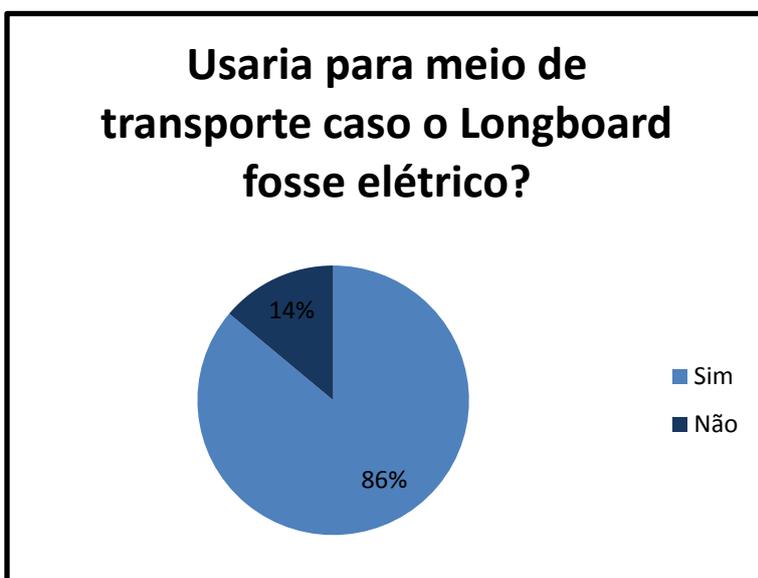


Gráfico 5: Utilizariam como meio de transporte caso o skate fosse elétrico?

Fonte: Autoral

Além das perguntas de múltipla escolha, foi deixado um campo aberto para que os entrevistados colocassem sua maior desconfiança em relação ao dispositivo, com isso pudemos comprovar que a maior dúvida quando se fala em *longboards* elétricos é a capacidade que ele pode atingir e a sua durabilidade.

Com a análise das perguntas abertas pudemos observar quais são os maiores medos dos clientes e então elaborar um plano para melhor solucioná-los e poder então passar a segurança do produto.

Para melhor visualização das necessidades, vamos dispô-las em tabelas.

Tabela 3: Levantamento das necessidades do cliente

Categoria	Necessidade
Operação	Alta durabilidade da bateria
	Potência média para velocidade
	Baixa limitação para manobras
	Alta resistência a choques
Manutenção	Fácil manutenção
Peso	Baixo
Preço	Médio preço para peças de reposição
Variedade	Alta variedade de <i>trucks</i>

Fonte: Autoral

Como forma de comparação dentre as necessidades levantadas, dispusemos os tópicos levantados em um gráfico para análise do que é mais

importante.

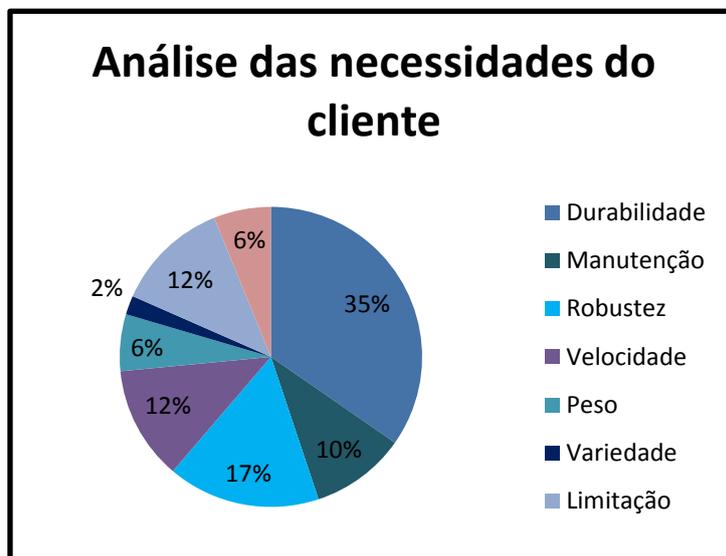


Gráfico 6: Necessidade dos clientes
Fonte: Autoral

Outros pontos como tipo de acionamento, instalação e potência do produto serão abordados na próxima etapa do projeto.

3.2 Benchmarking

3.2.1 Pesquisa de Venda de *Trucks* em Estabelecimentos Comerciais

3.2.1.1 Objetivo

Em uma forma de identificar os modelos *trucks* mais utilizados no mercado, visando uma posterior instalação do dispositivo em questão nesses modelos, realizamos uma pesquisa via telefone com as três maiores lojas de *skateboarding* em Curitiba.

3.2.1.2 Dados Obtidos

As lojas escolhidas para a pesquisa foram a Sector Awa, Ultra Series e a Ultra Shock. Todas as lojas são localizadas em Curitiba e foram

escolhidas devido a sua relevância.

Abaixo é colocado em forma de tabela o resultado da pesquisa.

Tabela 3: Trucks Mais Vendidos em Curitiba

	Loja
<i>Truck Mais Vendido</i>	Sector Awa
1º Lugar	<i>Truck Hondar Invertido V2 180mm 45º</i>
2º Lugar	<i>Truck Longboard Caliber 180mm 50º</i>
3º Lugar	Paris V2 180mm 50º

<i>Truck Mais Vendido</i>	Ultra Series
1º Lugar	<i>Truck Longboard Caliber 180mm 50º</i>
2º Lugar	<i>Truck Bear Grizzly 840 180mm</i>
3º Lugar	Paris V2 180mm 50º

<i>Truck Mais Vendido</i>	Ultra Shock
1º Lugar	<i>Truck Longboard Caliber 180mm 50º</i>
2º Lugar	Paris V2 180mm 50º
3º Lugar	<i>Truck Hondar Invertido V2 180mm 45º</i>

Fonte: Autoral

3.2.1.3 Resultado e Conclusão

A pesquisa nos proporcionou identificar certo padrão entre as respostas das três lojas entrevistadas. O *Truck Longboard Caliber 180mm 50º* se destaca na pesquisa, uma vez que em todas as lojas esse modelo de *truck* aparece como um dos mais vendidos.

Utilizando os dados acima pesquisados, concluímos que o dispositivo elétrico deve ser compatível com os seguintes modelos de *truck*:

- *Truck Longboard Caliber 180mm 50º*
- *Truck Hondar Invertido V2 180mm 45º*
- Paris V2 180mm 50º
- *Truck Bear Grizzly 840 180mm*

O dispositivo poderá atender outros modelos de *truck* de acordo com a pesquisa realizada com os clientes em potencial.

3.2.2 Pesquisa de Produtos Semelhantes Atualmente Existentes no Mercado

3.2.2.1 Objetivo

Como forma de identificar os concorrentes diretos do nosso produto, realizamos uma pesquisa das marcas e modelos já existentes no mercado. Desta forma, o objetivo é analisar o que cada produto tem a oferecer ao cliente. Esta pesquisa também tem como propósito observar as diferentes possibilidades de montagem e acoplamento entre motor elétrico e as rodas do *longboard*.

Primeiramente pesquisamos os principais fabricantes de *skate* elétrico visando levantar quais marcas se destacam no cenário mundial. Posteriormente listamos os cinco *longboards* mais bem conceituados neste mercado. As características de montagem, especificações técnicas e preço de cada modelo foram analisados e serão descritas ordenadamente a seguir.

3.2.2.2 Características dos Concorrentes

3.2.2.2.1 Evolve GT Bamboo Street

O Evolve GT Bamboo Street é um dos modelos de *longboard* da marca Evolve *Skateboards* USA. Este modelo possui dois motores *brushless* que combinados disponibilizam 3.000W (três mil Watts) de potência máxima capazes de subir aclives de até 25% (vinte e cinco por cento) de inclinação. Este produto proporciona uma distância máxima de 35 km por carga e uma velocidade máxima de até 42 km/h (quarenta e dois quilômetros por hora).

Visualiza-se na imagem abaixo que este modelo possui uma transmissão via roda dentada e correia, acoplando motor elétrico a roda, onde o eixo do *truck* e o eixo de saída do motor elétrico são paralelos.

O laboratório TechGearLab⁹ realizou testes de desempenho com *longboard* Evolve GT Bamboo Street - 2017, traz resultados sobre velocidade máxima atingida e distância máxima percorrida com apenas uma recarga. Este

⁹O TechGearLab é um laboratório de pesquisa que avalia e testa diferentes produtos de tecnologia publicando resultados comparativos entre produtos concorrentes de um mesmo segmento. A missão do laboratório é auxiliar possíveis compradores de um determinado produto a encontrar o modelo que atenda exatamente as suas necessidades. O laboratório conta com um grupo de pesquisa dos ramos da ciência e engenharia proveniente de universidades como MIT, UC Berkeley, Princeton, and Oxford.

modelo teve o melhor desempenho no quesito velocidade máxima, alcançando aproximadamente 35 km/h (trinta e cinco quilômetros por hora). Nos testes de autonomia apresentou uma capacidade de percorrer aproximadamente 29 km (vinte e nove quilômetros) ¹⁰.



Figura 30: Longboard Evolve GT Bamboo Street

Fonte: Site Evolve, 2017

3.2.2.2.2 Boosted Board Dual+

A empresa Boosted oferece Boosted Board Dual+ como o modelo mais potente utilizando dois motores fornecendo 2000W (dois mil Watts) de potência proporcionando uma velocidade máxima de aproximadamente 35km/h (trinta e cinco quilômetros por hora) e uma capacidade de subir aclives de até 25% (vinte e cinco por cento) de inclinação. Este modelo permite que o praticante tenha uma autonomia de até aproximadamente 19 km¹¹ (dezenove quilômetros). Este é mais um exemplar onde o eixo de saída do motor é montado paralelamente ao eixo do *truck*.

O *longboard* fabricado pela Boosted também foi testado pelo laboratório TechGearLab - 2013 e teve como resultado uma velocidade máxima de aproximadamente 35km/h (trinta e cinco quilômetros por hora) e uma autonomia de aproximadamente 11km (quilômetros)¹².

¹⁰ Este modelo obteve o segundo melhor resultado no quesito autonomia se comparado com os outros modelos de *longboards* elétricos.

¹¹Esta quilometragem é referente aos *longboards* equipados com a bateria estendida.

¹²A autonomia deste *skate* foi testada utilizando um Boosted Board Dual+ equipado com bateria padrão, ou seja, não está equipado com a bateria estendida.



Figura 31: Boosted Board Dual+
Fonte: Site Boosted, 2017

3.2.2.2.3 Metroboard Slim Stealth Edition

A marca Metroboard possui como seu principal destaque, entre os *skates* elétricos que oferece, o *longboard* Metroboard Slim Stealth Edition. Este é um exemplar que conta apenas com um motor de potência de 3000 W (três mil watts) oferecendo uma velocidade máxima de 39km/h (trinta e nove quilômetros por hora) proporcionando uma autonomia variável, que pode mudar conforme a escolha do cliente sendo disponível em quatro versões¹³. Não estão disponíveis no site da Metroboard as especificações referentes à inclinação máxima de subida que este modelo é capaz de vencer¹⁴.

Visualiza-se na imagem abaixo que este modelo possui uma transmissão via roda dentada e correia, acoplando motor elétrico a roda, onde o eixo do *truck* e o eixo de saída do motor elétrico são paralelos.

Esse modelo obteve a sexta colocação no quesito velocidade, na qual alcançou 28km/h (vinte e oito quilômetros por hora) no teste realizado pelo Laboratório TechGearLab, 2016. Em autonomia, o Metroboard Slim Stealth Edition obteve o melhor resultado dentre todos os *longboards* testado percorrendo uma distância maior do que 37 km (trinta e sete quilômetros).

¹³Existem quatro variantes de autonomia para este modelo de longboard: 16 (dezesseis), 24 (vinte e quatro), 32 (trinta e dois) e 64 (sessenta e quatro) quilômetros.

¹⁴O site da marca traz uma série de especificações adicionais deste modelo de *truck*, porém não informa a inclinação máxima que este *skate* é capaz de percorrer.



Figura 32: Metroboard Slim Steakth Edition

Fonte: Site Metroboard - 2016

3.2.2.2.4 Onewheel

Trazendo outra linha de proposta a Onewheel oferece um *longboard* com apenas um pneu de borracha capaz de percorrer entre oito e onze quilômetros com apenas uma carga. Este modelo oferece a versatilidade de andar em terrenos mais acidentados devido ao material e grande diâmetro de sua única roda proporcionando uma velocidade máxima de 30km/h (trinta quilômetros por hora). Oposto ao senso comum, o controle deste *skate* é feito de maneira intuitiva, ou seja, apenas com a inclinação do corpo é possível acelerar ou freiar.

O site Metroboard, 2016, explana que o laboratório TechGearLab também realizou testes de desempenho com *longboard* Onewheel, o qual resultou em uma velocidade máxima atingida em torno de 22 km/h (vinte e dois quilômetros por hora). No teste de autonomia este modelo apresentou uma capacidade de percorrer aproximadamente 12 km (doze quilômetros).



Figura 33: Onewheel
Fonte: Site Onewheel, 2016

3.2.2.2.5 Inboard M1 Electric Skateboard

. O Inboard M1 Electric Skateboard é um dos modelos de *longboard* da marca Inboard. Este modelo possui dois motores *brushless* que combinados disponibilizam uma potência máxima capaz de subir aclives de até 18% (dezoito por cento) de inclinação. Este produto proporciona uma distância máxima de aproximadamente 11 km por carga e uma velocidade máxima de até 35 km/h (trinta e cinco quilômetros por hora).

. Esse modelo de *longboard* possui uma transmissão diferente dos outros skates elétricos supramencionados contando com um motor elétrico montado no interior da roda.

. O site Onewheel, 2016, explica que o *longboard* projetado pela Inboard também foi testado pelo laboratório TechGearLab e objetive como resultado uma velocidade máxima de aproximadamente 31km/h (trinta e um quilômetros por hora) e uma autonomia de aproximadamente 11km (quilometros).



Figura 34: Inboard M1 Electric Skateboard
Fonte: Site Inboard,2016

3.2.2.2.6 Impulse Longboard Elétrico

No cenário brasileiro a empresa Impulse¹⁵ se denomina a primeira empresa nacional a fabricar um *longboard* elétrico. Este *skate* é composto de um motor elétrico de 3000 W (três mil watts) proporcionando uma velocidade aproximada de 45 km/h (quarenta e cinco quilômetros por hora) em um terreno plano oferecendo uma autonomia máxima de 20 km (vinte quilômetros). A empresa não disponibilizou dados sobre a inclinação máxima de acive que este modelo de *longboard* é capaz de subir.

O laboratório TechGearLab não testou o *longboard* da empresa Impulse, uma vez que os teste foram destinados aos *longboards* elétricos mais relevantes do mercado mundial.

Este produto posso ser adquirido por uma quantia de R\$ 3.490,00 (três mil quatrocentos e noventa reais) tendo como prazo de entrega trinta dias, uma vez que é um produto feito sobre encomenda.

É possível visualizar na imagem abaixo que este modelo possui uma transmissão via roda dentada e correia, acoplado motor elétrico a roda, onde o eixo do *truck* e o eixo de saída do motor elétrico são paralelos.

¹⁵ A empresa Impulse é brasileira e foi criada em dezembro de 2015, fabricando o seus primeiros produtos no início de 2017. Disponível em: <https://impulseboards.com/sobre/>. Acesso em: 29/10/2017.



Figura 35: Impulse Longboard Elétrico

Fonte: Impulse 2017

3.2.2.2.7 Resumo e Conclusões.

Visando uma melhor visualização dos resultados dos testes realizados pelo laboratório TechGearLab foi criado o gráfico apresentado abaixo. Esse traz informações sobre velocidades máximas alcançadas (quilômetros por hora) e distâncias máximas percorridas (quilômetros) com apenas uma carga da bateria. O gráfico também apresenta o preço de venda de cada produto em dólares.

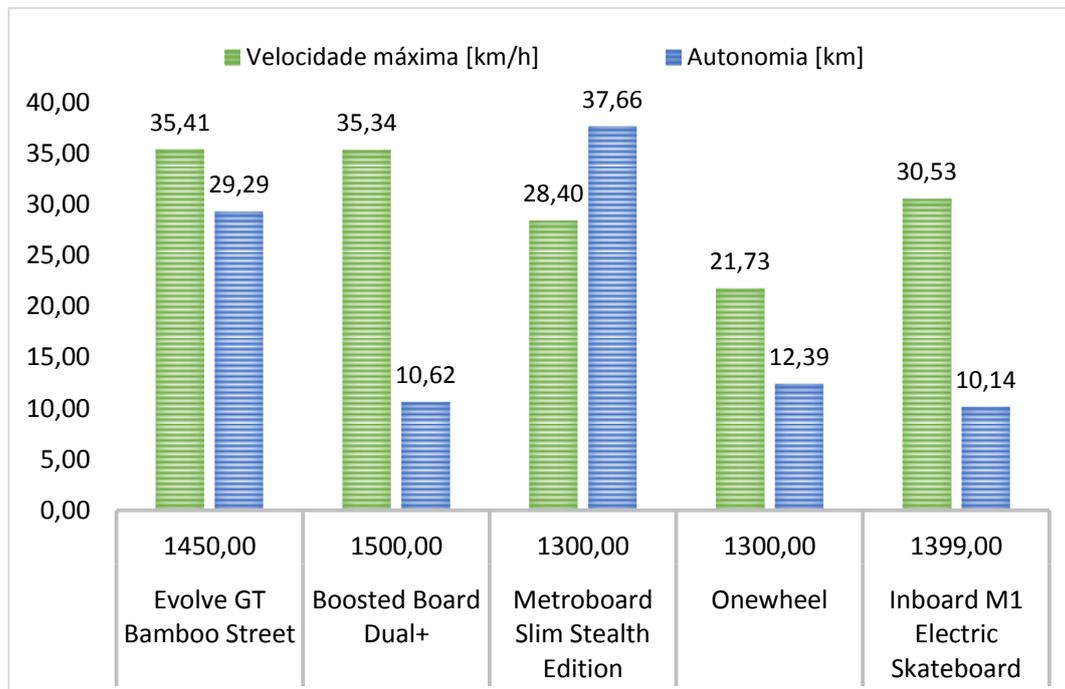


Gráfico 7: Comparação dos resultados obtidos nos testes do laboratório TechGearLab

Fonte: Autoral

Este gráfico juntamente com a pesquisa nos proporcionou mensurar quais

valores de velocidade máxima e autonomia são plausíveis para o nosso projeto. Desta forma, visando que o dispositivo possua especificações técnicas necessárias para concorrer com os produtos já existentes no mercado.

Essa pesquisa também foi relevante para analisar as diferentes possibilidades de transmissão utilizada em cada produto.

3.3 Pesquisa de Patentes

3.3.1 Objetivo

A pesquisa de patente é parte fundamental no trabalho de desenvolvimento de um novo produto proporcionando um conhecimento das tecnologias desenvolvidas até o presente momento. A busca por registro de patente é prioritária, uma vez que o uso não autorizado ou de forma desconhecida de uma patente pode acarretar em recursos judiciais e custos financeiros altos, muitas vezes ocorrendo quando o produto já está consolidado ou em fase de comercialização.

Nossa pesquisa se limitou a buscar todas as patentes relacionadas com *skates* motorizados registradas no Instituto Nacional da Propriedade Industrial. Para realizar a busca primeiramente utilizamos palavras chaves como *skate*, *skate* elétrico e *longboard* obtendo alguns resultados. Uma vez que encontramos patentes relevantes para o nosso projeto, utilizamos o recurso de busca avançada por classificação de patente utilizando a classificação A63C 17/12, extraída das patentes já encontradas, como referência.

A seguir vamos descrever de maneira resumida todas as patentes que consideramos relevantes ao desenvolvimento do nosso produto.

3.3.2 Pesquisa

3.3.2.1 ID: BR 102016016351-0 A2

Título: Skate com motorização elétrica

Status: Domínio Privado

Resumo: Skate motorizado com sistema elétrico composto por bateria recarregável, controle remoto com transmissão Bluetooth ou rádio, controlador de velocidade de rotação do motor, motor eletromagnético.

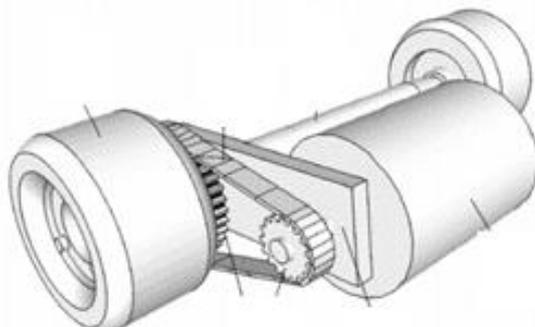


Figura 36: Patente 102016016351-0 A2

Fonte: INPI

3.3.2.2 ID: PI 0601847-5 A

Título: Sistemas de Motorização, Tração e Freio para Esqueites com Pneus Infláveis.

Status: Domínio Público

Resumo: Dispositivo que funciona como um sistema para motorização do skate, especificamente para *mountain board*. É constituído por uma parte móvel que permite a movimentação do sistema de transmissão e uma parte fixa que é o suporte.

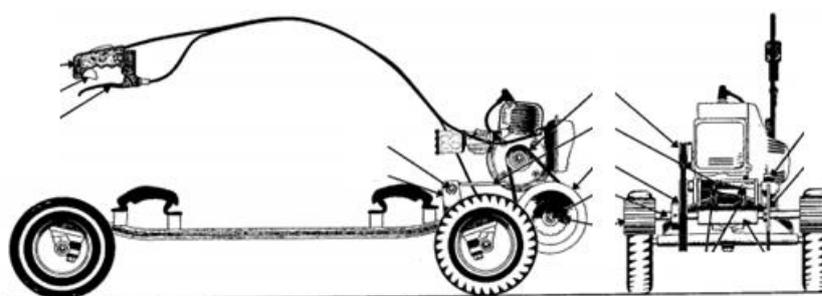


Figura 37: Patente PI 0601847-5 A

Fonte: INPI

3.3.2.3 ID: PI 0307004-2 A

Título: Veículo Aparelho Esqueite com Tração Elétrica por Baterias

Status: Domínio Público

Resumo: Um aparelho semelhante a um skate que pode ser tracionado conforme sua aplicação. Relação de velocidade é variável eletricamente ou por sistema mecânico. Possui bateria recarregável.

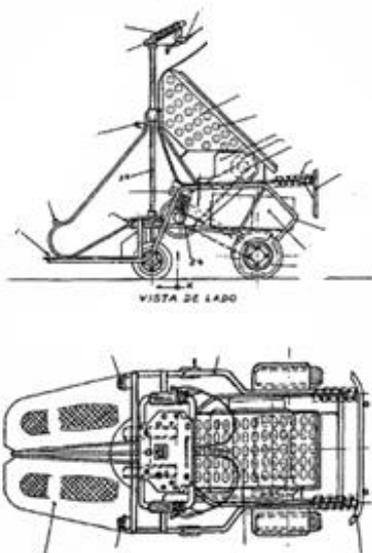


Figura 38: Patente PI 0307004-2 A

Fonte: INPI

3.3.2.4 ID: PI 201396-7 A

Título: Prancha Motorizada

Status: Domínio Público

Resumo: Prancha motorizada por um sistema de aceleração e freio que pode ser acionado tanto por motor elétrico como motor a combustão. Esse sistema completo está acoplado a parte traseira do skate.

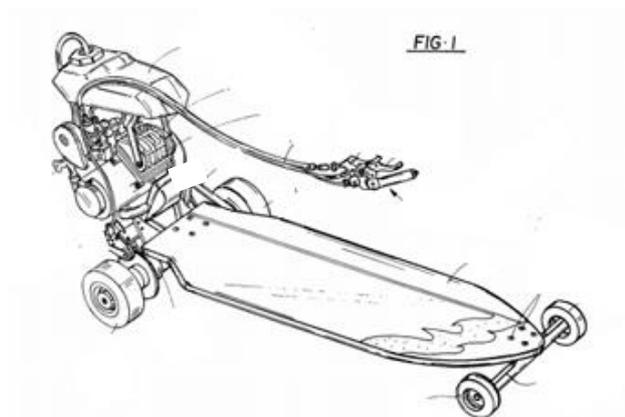


Figura 39: Patente PI 201396-7 A
Fonte: INPI

3.3.2.5 ID: MU 7302147-4 U

Título: Skate Motorizado

Status: Domínio Público

Resumo: Skate motorizado com engrenagem diferencial interna ao *truck* traseiro e embreagem centrífuga automática. Motor a combustão traseiro com autopropulsão.

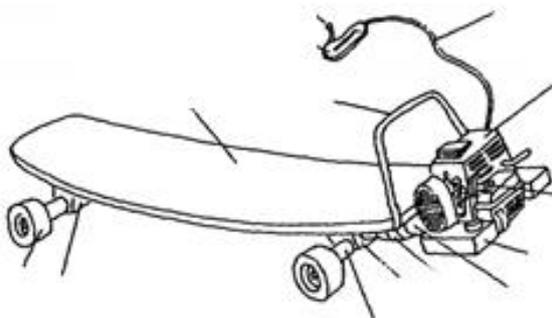


Figura 40: Patente MU 7302147-4 U
Fonte: INPI

3.3.2.6 ID: MU 7201076-2 U

Título: Skate a Motor

Status: Domínio Público

Resumo: Skate formado por uma plataforma antideslizante e *trucks* com blocos amortecedores.

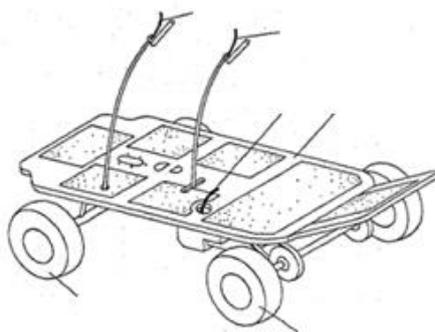


Figura 41: Patente MU 7201076-2 U
Fonte: INPI

3.3.2.7 ID: MU 7002040 U

Título: Skate movido à energia solar

Status: Domínio Público

Resumo: Esse skate utiliza a energia solar convertida no coletor como energia elétrica fazendo com que o objeto tenha força para se movimentar. O sistema de transmissão é constituído por uma correia e roda dentada.

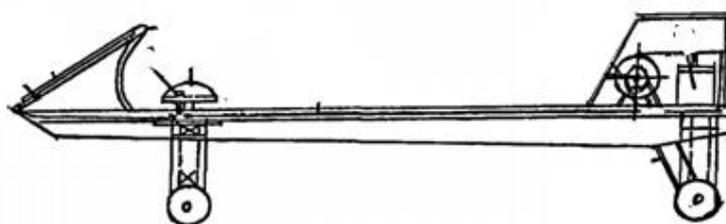


Figura 42: Patente MU 7002040 U
Fonte: INPI

3.3.2.8 ID: PI 8902698-5 A2

Título: Skate com dispositivo de impulsão acionado pelo condutor

Status: Domínio público

Resumo: As reivindicações feitas por essa patente foram de um dispositivo de impulsão posicionado na parte inferior do skate onde o usuário pode acessar facilmente por duas alavancas posicionadas na parte frontal e posterior do produto.

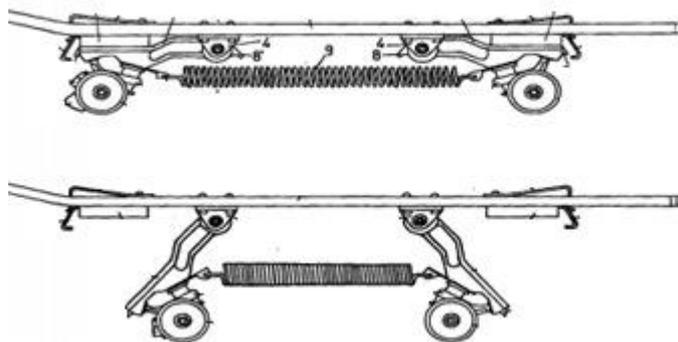


Figura 43: Patente PI 8902698-5 A2

Fonte: INPI

3.3.3 Conclusão

Em todas as buscas relacionadas pode-se observar que as patentes se concentram no skate como um todo. O sistema de motorização faz parte do produto de alguma forma. Além disso, a sua maioria já está expirada, ou seja, em domínio público. A pesquisa então fortaleceu a ideia de projetar um dispositivo externo ao produto que pode então ser adaptado ao convencional.

Outro ponto observado pelos autores foi a falta de patente nacional para o dispositivo de motor *hub* nesses produtos. Abrindo a oportunidade do desenvolvimento dessa ideia de uma forma aprofundada pelo grupo.

3.4 Desenvolvimento do projeto preliminar

Para o desenvolvimento aprofundado do projeto foi realizada uma nova pesquisa com possíveis usuários para entender melhor suas prioridades nessa categoria de produto. A pesquisa foi feita por um questionário *online* estilo priorização no *website* do *Survey Monkey*. Esse *site* permite a criação e emissão de questionários de forma a serem acessados por um *link*, além disso, ele permite a revisão das respostas no próprio *site* na emissão de um pdf.

Para melhor estudar os resultados da pesquisa, foi elaborada uma casa da qualidade ou QFD (*Quality Function Deployment*), apresentada no apêndice D, com os anseios dos possíveis usuários informados na primeira pesquisa

online, os requisitos de projeto abordados pelo grupo de desenvolvimento e também as comparações entre os concorrentes.

Com a QFD montada, podemos tirar dela quais são os requisitos de projeto de maior relevância para o cliente e então optar pela proposta que mais se aproxima dessa realidade.

3.4.1 QFD

A QFD é uma ferramenta de organização que tem como objetivo ligar os desejos do cliente de uma forma visual. Além de estudar as necessidades prioritárias do cliente dentro dela podemos também observar os itens que são e os não são cobertos pela concorrência, e já tirar disso quais são as melhorias que podem ser alcançadas durante o desenvolvimento do projeto final.

Com a apresentação da QFD podemos observar que o requisito de maior importância para o usuário é o desempenho do dispositivo, seguido pela sua resistência a choques mecânicos, e em terceiro o peso total do dispositivo. Além disso, foi possível observar com a comparação entre as empresas concorrentes, qual oferece um produto mais desejado pelos clientes.

3.4.2 Especificação do Produto

Para obter uma visualização completa de todos os requisitos e que o produto deverá atender, considerando que apenas a classificação das necessidades do cliente não é suficiente, colocaremos esses anseios em características mensuráveis. Essas serão apresentadas em tabelas.

Tabela 4: Requisitos da qualidade, seus sensores e unidades

Requisito	Sensor
Resistência Mecânica	Tempo - [anos]
Autonomia	Distância - [Km]
Peso	Massa - [Kg]
Preço	Valor - reais [R\$]
Design	Valor - reais [R\$]
Ruído	Decibeis - [dB]
Operações	Contagem - [n]
Suporte	Tempo - [dias]

Fonte: Autoral

Tabela 5: Correlação entre requisitos da qualidade e objetivos do projeto

Requisito	Sensor
Resistência Mecânica	Mínimo de 3 anos sem trocas
Autonomia	Mínimo de 15km
Peso	Até 10kg
Preço	Custo mediano em relação ao mercado
Design	Boa aparência
Sonoridade	Silencioso
Operações	Poucas operações
Suporte	Resposta rápida

Fonte: Autoral

3.5 Desenvolvimento de Alternativas

3.5.1 Função Global

A função global tem por objetivo agrupar os subsistemas de um projeto, que são as entradas, e organizar em uma saída que englobe o objetivo principal do produto e é normalmente formada por um verbo e um substantivo. Dentro desse trabalho temos a problematização de encontrar um transporte alternativo de qualidade que não utilize combustíveis fósseis como fonte de energia. A principal função é "transportar pessoa".



Figura 44: Função global

Fonte: Autoral

3.5.1.1 Desdobramento da função global

Para a montagem do dispositivo de propulsão são necessários alguns componentes, já oferecidos pelo mercado. Esses componentes são selecionados com base nas necessidades apresentadas pela proposta, com a estruturação do dispositivo no *longboard*, e também na disponibilidade do mercado que os oferta.

As entradas e saídas do sistema estão descritos na figura abaixo.

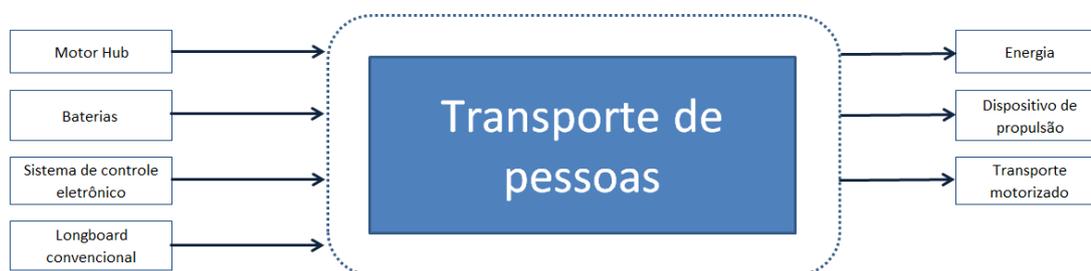


Figura 45 Modelagem funcional

Fonte: Autoral

O objetivo do desdobramento é entender quais são os itens necessários para a montagem do dispositivo, dentro da fronteira do sistema está o fim principal do produto e ao fim, as saídas desse sistema.

3.5.2 Estrutura funcional

As funções de encantamento estão apresentadas na matriz morfológica, que se encontra no apêndice H. Essas funções agregam valor ao produto e trazem mais motivos para que o cliente adquira o produto.

No fluxo de processo, relacionamos os processos do início ao fim, com as suas descrições técnicas.

Tabela 6: Fluxo de processos

	Início do Processo	Final do Processo
Material (Fluxo principal)	Necessidade de locomoção	Produto para locomoção
Energia	Bateria (Elétrica)	Energia elétrica fornecida para locomoção mecânica
Ajustes	Regulagem	Sistema de controle para o produto

Fonte: Autoral

3.6 Geração de Alternativas

A técnica para o desenvolvimento das alternativas foi baseado na pesquisa inicial realizada na primeira etapa desse projeto, pesquisas com concorrentes online e pesquisa por patentes de produtos similares.

A busca por patentes também auxiliou na melhor visualização do sistema para o desenvolvimento de uma possível melhoria de um produto já desenvolvido.

Além das pesquisas, a apresentação visual da matriz morfológica abriu um leque de opções para a combinação dos componentes necessários para o dispositivo. Como a combinação de uma transmissão com um tamanho específico de rodinha devido a distancia necessária que o dispositivo precisa ter do chão. A matriz está disponível no apêndice H.

3.6.1 Concepções

3.6.1.1 Concepção um

A primeira concepção nasceu da ideia de um dispositivo para ser acoplado em um *longboard* convencional. A transmissão do torque seria por uma transmissão por polia onde um dos acoplamentos estaria no eixo do longboard e o outro no motor.

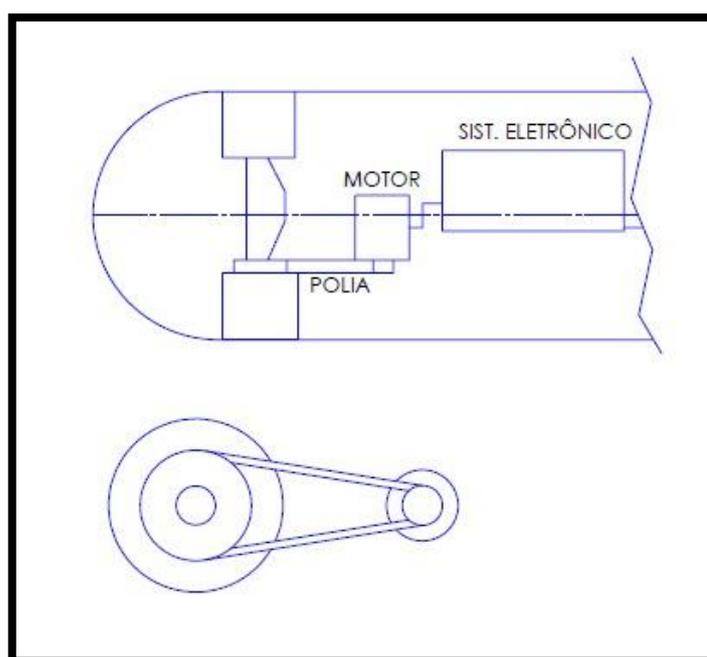


Figura 46: Concepção 1

Fonte: Autoral

O controle do sistema seria feito por um sistema bluetooth onde o usuário poderia controlar a velocidade do longboard pelo próprio smartphone.

Essa ideia é a atualmente comercializada pela maioria das opções de longboards e skates elétricos, o diferencial seria a possibilidade de adaptação do produto ofertado pelo grupo em um produto ainda não automatizado, ou seja, convencional, e transformá-lo em um item automatizado.

3.6.1.2 *Concepção dois*

Como a primeira concepção já está sendo comercializada em grande escala foi levantada uma segunda opção com um sistema de transmissão diferenciado. Nessa segunda opção o sistema de transmissão de torque seria por um sistema de engrenagens cônicas.

O controle desse sistema é feito por ondas de rádio e é controlado pelo sistema eletrônico.

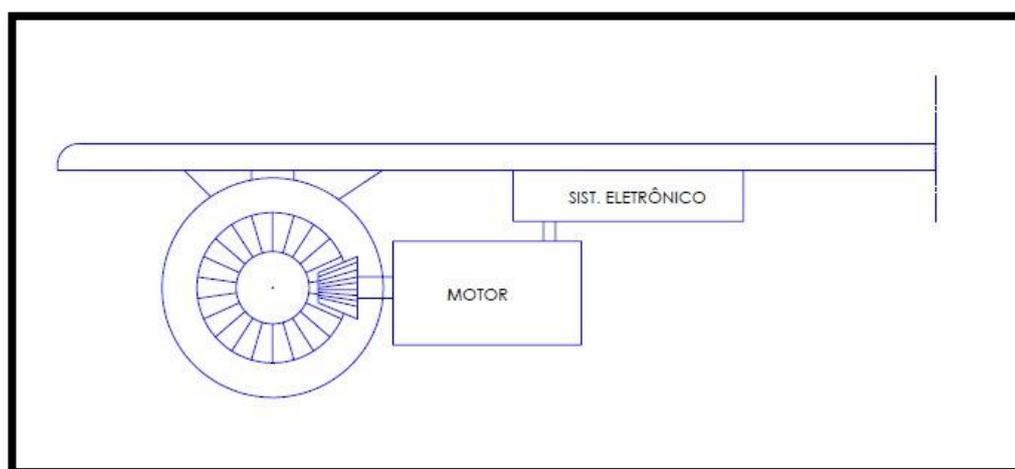


Figura 47: Concepção 2

Fonte: Aurtoral

No entanto, o sistema de engrenagens cônicas traz mais desvantagens, como a limitação do longboard para manobras, do que vantagens.

3.6.1.3 *Concepção três*

A terceira concepção é derivada da primeira. O sistema de transmissão será por polia. O motor é o motor *brushless* para a opção de recarga durante a frenagem.

No entanto, o conjunto de chicotes elétricos será fixado por material de velcro, dando maior liberdade de posicionamento desse sistema.

3.6.1.4 *Concepção quatro*

Como o sistema da primeira opção é o mais explorado pela concorrência atualmente, uma nova ideia de possível melhoria combinada com as necessidades levantadas pelos clientes de um sistema similar com dois motores, um acoplado no *truck* frontal e um no *truck* traseiro, e opção de troca simples de bateria.

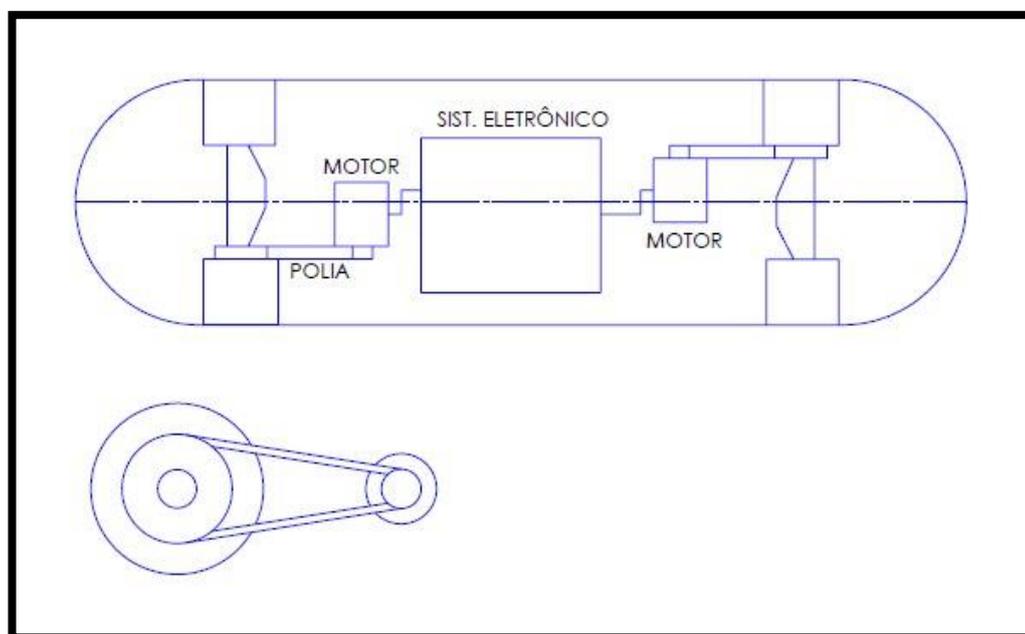


Figura 48: Concepção 4

Fonte: Autoral

Dessa forma, o cliente pode carregar uma bateria reserva e realizar a troca facilmente caso o produto seja requisitado por um percurso mais longo do que o qual somente uma bateria pode fazer.

O controle seria realizado por um sistema *bluetooth* com opção de aplicativo no celular ou controle remoto.

3.6.1.5 Concepção cinco

A quinta concepção traz a inovação do motor *hub* ou motor cubo. Nesse sistema o motor fica dentro da roda e se encaixa diretamente com o eixo de transmissão. A sua maior vantagem é evitar as perdas de potência que ocorrem numa transmissão comum. Como nesse sistema o motor esta anexado diretamente ao eixo motriz as perdas caem a zero.

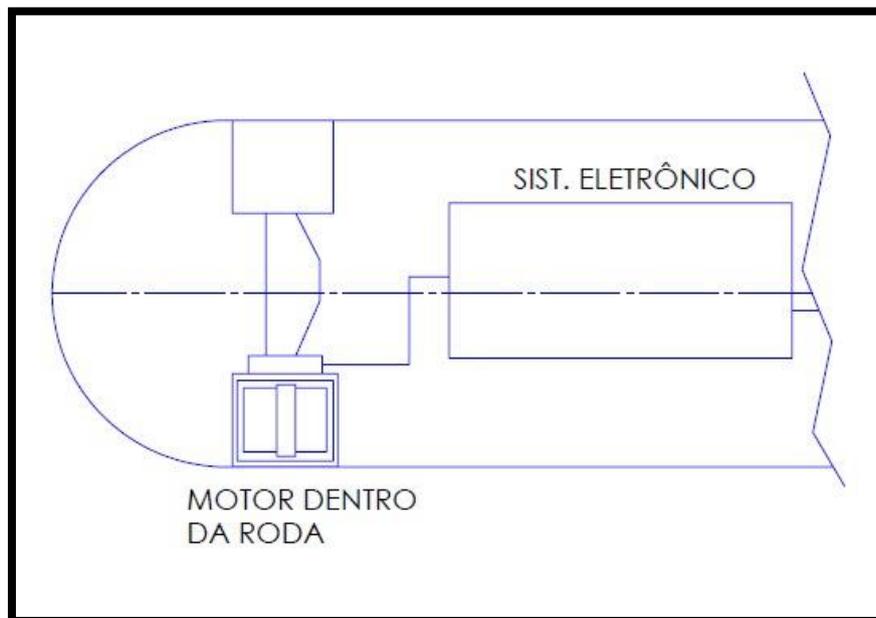


Figura 49: Concepção 5

Fonte: Autoral

Além do motor cubo, essa concepção traz duas baterias ligadas em série e sistema de controle é por controle remoto

3.7 Avaliação da alternativa

O estudo da melhor alternativa possível, pensando principalmente nos requisitos estipulados, foi baseado nos limitadores do projeto como; as questões de segurança do projeto, as condições de contorno, complexidade do projeto, custo, autonomia do produto, robustez e design.

Com base nesse estudo, algumas das alternativas se tornaram descartáveis, seja por qualquer um dos limitadores de projeto.

3.7.1 Seleção da Solução

Estudando os limitadores de projeto, apresentado junto as concepções, e as pesquisas realizadas e seus resultados, apresentados nos apêndices A e D, foi selecionada a melhor solução, tanto para o desenvolvimento do produto quanto para o cliente. O estudo da seleção foi avaliado levando em consideração os resultados apresentados na casa da qualidade e na a matriz morfológica. Na QFD, é disponibilizada uma legenda de pontuação. Com base nessa pontuação e na descrição das concepções, foi possível selecionar qual a melhor solução para o trabalho.

Além disso, foi utilizado a pesquisa em fórum com usuários de sistemas similares, e dessa forma a concepção cinco é que mais se encaixa com os requisitos de projeto.

O sistema com motor *hub* mostra maior satisfação dos usuários pelo seu sistema flutuantes produzir menores ruídos e menores perdas de potência do que uma transmissão comum produz. Além disso, ele é um sistema mais leve e que requer menores esforços do usuário para utilizar o *longboard* convencionalmente caso a bateria chegue ao fim.

3.7.2 Proposta Inicial

Após selecionar a melhor alternativa dentro das concepções oferecidas, foi levantada uma proposta inicial.

Para a seleção dos valores apresentados na proposta, foi feito um *benchmarking* com o que é oferecido pela concorrência e dessa forma estipular os valores numéricos iniciais para os cálculos. Essa proposta está apresentada na tabela abaixo.

Tabela 7: Proposta Inicial

	Valores numéricos
Velocidade máxima (No plano)	25km/h
Peso do usuário (No plano)	80kg
Inclinação máxima	15%
Autonomia (No plano)	20km

Fonte: Autoral

Esses valores são a situação crítica hipotética de uso do equipamento. Dessa forma é possível selecionar o melhor motor para o conjunto.

4 PROJETO DETALHADO

O projeto detalhado consiste em demonstrar os cálculos e simulações utilizados para especificar os componentes eletrônicos escolhidos para o dispositivo com o auxílio do *software Single Permanent Magnet Motor Electric Vehicle Simulator*. Este capítulo também demonstrará os componentes que serão fabricados para a montagem do dispositivo.

Este capítulo utiliza como base para a especificação dos componentes o projeto preliminar redigido nos capítulos anteriores, bem como a proposta inicial abordada no tópico 3.7.2.

4.1 Componentes Especificados

Após toda a pesquisa de fundamentação teórica e o estudo de outros projetos similares ao nosso, chegou-se a conclusão que alguns componentes eletrônicos são primordiais para o funcionamento do dispositivo.

São eles:

- Motor;
- ESC (Sistema de Controle de Velocidade);
- Baterias;
- BMS (Sistema de Gerenciamento de Baterias);
- RC (Controle Remoto);
- Cabos e conectores;
- Carregador;

Estes componentes serão descritos de forma individual, justificando a escolha deste produto no dispositivo em questão.

4.1.1 Motor

O motor foi o primeiro item a ser selecionado, mesmo que em um primeiro momento não houvesse a certeza que este atenderia a nossa expectativa em relação à velocidade máxima, torque, autonomia. Nos próximos capítulos serão demonstrado os resultados das simulações utilizando o motor especificado.

O critério de maior relevância para a escolha do motor foi a facilidade de instalação no dispositivo, visando sempre o mínimo de alterações possíveis no *longboard* convencional do cliente. Para este critério o motor *HUB* (motor dentro da roda) é o que oferece a maior facilidade instalação, uma vez que o usuário final apenas necessita retirar a roda do eixo traseiro do truck e instalar a roda com o motor *HUB*.

Para a escolha deste tipo de motor, levou-se em conta os benefícios que este poderia oferecer para o nosso usuário final. Dentre as vantagens que o motor *brushless* (sem escovas) – assim como foi descrito na fundamentação teórica deste trabalho – podemos destacar:

- Maior eficiência do sistema de transmissão, uma vez que este sistema conta com menos componentes se comparado com um motor *Brushless* fora da roda. Menor perda de torque durante a transferência de energia entre componentes mecânicos.
- No caso de baterias descarregadas, o *longboard* pode ser impulsionado facilmente, uma vez que não precisa movimentar o próprio *skate* mais um sistema de transmissão.
- Menores ruídos ao usuário.

Outro motivo para optarmos por esta concepção de motor é a limitação imposta pela patente ID: BR 102016016351-0 A2, na qual mantém o direito protegido do uso de um motor *brushless* fora da roda utilizando um sistema de transmissão por polia.

Ao fim desta análise, optamos por escolher o motor TORQUE SINGLE HUB MOTOR, vendido pelo site *Diyelectricsskateboard*. Esse componente custa U\$ 165,00 (R\$ 612,00, considerando U\$ 1 = R\$ 3,71).



Figura 50: Torque Single Hub Motor
Fonte: Site Diyelectricskateboard

As especificações técnicas deste motor são:

- 130Kv / 75Kv
- Estator com dimensões de 52,8mm x 30 mm;
- Rodas com diâmetro externo de 90 mm com dureza de 90 A;
- Peso recomendado do usuário: 90 à 108 kg;
- Peso recomendado do usuário em subidas: 80 kg;
- Temperatura interna: 50 – 60 °C, máxima de 80 °C;
- Potência máxima de pico: 1800 W;
- Potência contínua de saída: 500 W;
- Corrente máxima: 50 A;
- Corrente em vazio: 0,8 A;
- Peso: 800 gramas;

Estas informações técnicas foram utilizadas como dados de entrada da simulação do sistema.

4.1.2 ESC

Uma vez especificado o motor é o momento de escolher o *ESC* (Controlador eletrônico de velocidade). O primeiro critério que deve ser levado em conta é a corrente máxima do motor, ela não pode exceder a corrente máxima do *ESC*, ou este componente será danificado.

Como foi citado na fundamentação teórica do trabalho, os controladores eletrônicos de velocidade são diferentes para utilização em um sistema de motor com escova e sem escova. No caso do nosso produto foi selecionado um modelo compatível com o motor *brushless*.

O ESC escolhido foi o *Surpass 120A Sensored Brushless ESC 2~6S LiPo Battery Great for 1/8 RC Car SZ-CA*, que pode ser comprado no site *Ebay* pelo preço de U\$ 66,00 (R\$ 244,86, considerando U\$ 1 = R\$ 3,71).

Este componente tem um micro chip que pode ser programado através de uma interface de computador, regulando vários parâmetros segundo a preferência do comprador, tais como intensidade da aceleração, estágios da aceleração, força de frenagem, entre outros.

Abaixo se pode visualizar a interface de programação do controlador de velocidade selecionado.

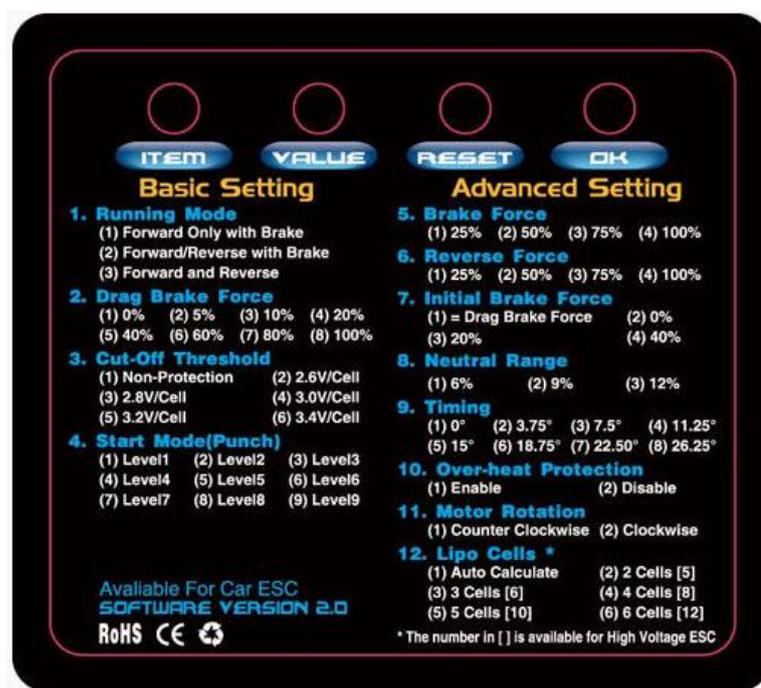


Figura 51: ESC Interface

Fonte: Site Instructables

O ESC conta com as seguintes especificações:

- Corrente constante: 120 A;
- Alimentação de tensão: 2~6 células de Li-Po ligadas em série;
- Dimensões: 55 x 48 x 37 mm;

- Peso 177 gramas;

4.1.3 Baterias

Dentre todas as opções que descrevemos anteriormente neste trabalho sobre baterias, optamos por utilizar a Lítio pela sua alta densidade de carga.

A bateria selecionada foi a *ZIPPY Flightmax 5000 mAh 3S1P 20C*, que pode ser comprada através do site *Hobbyking*, pelo preço de U\$ 20,23 (R\$ 76,90 considerando U\$ 1 = R\$ 3,71). Esta bateria consiste em três células de Li-Po ligadas em série, que disponibilizam 11,1 V de tensão e 5 Ah de capacidade ao sistema que forem empregadas.

Para o nosso optamos utilizar duas baterias desta, conectadas em série. Ou seja, conectando duas baterias em série a tensão resultante será a soma da tensão de cada bateria:

$$T_{tot} = T(\text{bateria 1}) + \text{Tensão}(\text{bateria 2})$$

$$22,2 \text{ V} = 11,1 \text{ V} + 11,1 \text{ V}$$

A capacidade de carga (5000 mAh) quando se conecta duas baterias em série é a mesma, ao contrário de quando se conecta duas baterias em paralelo. Para exemplificar, a imagem abaixo ilustra as duas configurações possíveis de ligação de bateria utilizando duas baterias. Caso fossem utilizadas quatro baterias, seria possível conectar duas em série e duas em paralelo.

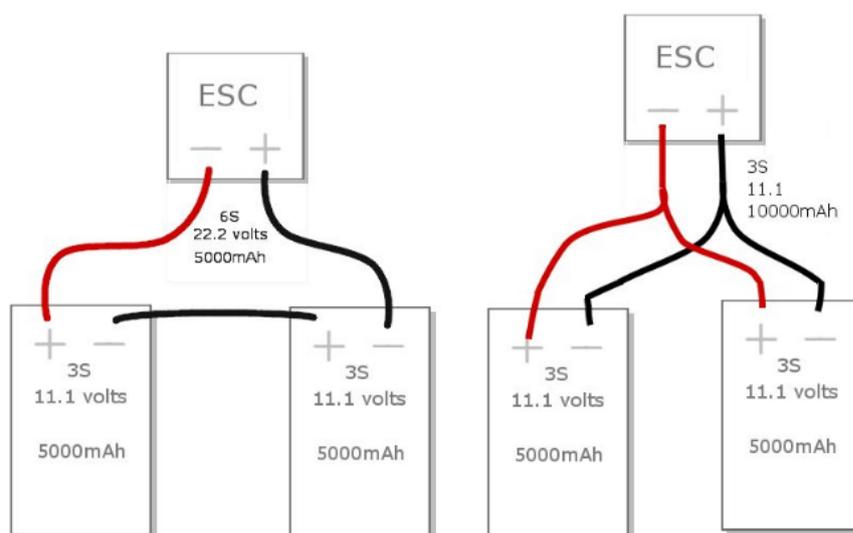


Figura 52: Bateria conectada em série e paralelo

Fonte: Adaptado do Site Instructables

Pensando nos anseios do cliente, no qual a autonomia da bateria é o quesito mais relevante na aquisição do dispositivo, optamos por conectar as baterias em série, desta forma o consumo de bateria é reduzido. Uma das consequências deste tipo de ligação é uma diminuição da velocidade máxima do *longboard*.

No capítulo de simulações será testada a influência do tipo de ligação de bateria na velocidade final, capacidade de subida em rampa e autonomia.

As especificações técnica de cada bateria é:

- Capacidade: 5000 mAh;
- Tensão: 3 células / 11,1 V;
- Capacidade de descarga: 20 C;
- Resistencia interna: 50 mohms
- Peso 404 gramas

4.1.4 BMS:

As baterias especificadas são recarregáveis, ou seja, podem dar ou receber energia. Com o intuito de monitorar o carregamento e o descarregamento das baterias é necessário utilizar no nosso dispositivo um sistema de gerenciamento de bateria (*BMS*)

O componente escolhido foi o *Protection Balance Module PCM BMS 5A for 6S 22.2V Li-ion Li-Po battery 6S5W001*, que pode ser adquirido através do *site ebay* pelo preço de U\$ 15,95 (R\$ 59,18 considerando U\$ 1 = R\$ 3,71).

Este componente foi selecionado respeitando a ligação em série, no qual o circuito trabalha com 22,2V.

As características técnicas podem ser vista na figura abaixo, extraída do site do vendedor.

No.	Test item	Criterion	
1	Voltage	Charging voltage	DC:27-30V CC/CV
		Balance voltage for single cell	4.2V
2	Curren	Balance current for single cell	88mA
		Current consumption	≤8μA
		Maximal continuous charging current	N/A
		Maximal continuous Discharging current	5.5A
3	Over charge Protection	Over charge detection voltage	4.325±0.025V
		Over charge detection delay time	1.2S
		Over charge release voltage	4.075±0.025V
4	Over discharge protection	Over discharge detection voltage	2.5±0.05V
		Over discharge detection delay time	144mS
		Over discharge release voltage	2.9±0.05V
5	Over current protection	Over current detection voltage	477±30mV
		Over current detection current	25±4A
		Detection delay time	9ms
		Release condition	Cut load
6	Short Circuit protection	Detection condition	Exterior short circuit
		Detection delay time	≤320us
		Release condition	Cut load
7	Resistance	Protection circuitry (MOSFET)	≤11mΩ
8	Temperature	Operating Temperature Range	-40~+85°C
		Storage Temperature Range	-40~+125°C

Figura 53: Dados Técnicos BMS
Fonte: Ebay

4.1.5 RC (Controle Remoto):

Para selecionar um controle remoto foi utilizado como critério primeiramente a compatibilidade do componente com o *ESC* já especificado.

A segunda precaução foi encontrar um controle que fosse anatômico e de fácil manuseio por parte do usuário. Levando este fato em consideração, optou por escolher um controle sem fio, via frequência de rádio. Desta forma o praticante não tem os movimentos limitados devido a um cabo.



Figura 54: Controle Remoto TORQUEBOARDS
Fonte: Site Diyelectricskateboard

O modelo escolhido foi o *TORQUEBOARDS 2.4GHZ MINI REMOTE CONTROLLER*, que pode ser comprado através do site *Diyelectricskateboard*. Esse componente custa U\$ 60,00 (R\$ 222,60 considerando U\$ 1 = R\$ 3,71).

4.1.6 Carregador

Uma vez que a carga não seja mais suficiente para impulsionar o *longboard*, as baterias precisam ser carregadas. Para isso foi interligar ao sistema um conector externo para que o sistema pudesse ser carregado com energia.

O conector especificado para isso foi o *Female Panel Mount DC Power Plug Socket Jack Connector*, que pode ser obtido através do site Ebay por U\$ 1,93 (R\$ 7,16 considerando U\$ 1 = R\$ 3,71).

O carregador especificado é a Fonte Carregador Universal, que pode ser encontrada no site Mercado Livre por R\$23,49. Esta fonte pode alimentar sistemas de 20 à 24 V, adequado para alimentar o dispositivo que requer uma tensão de 22,2 V.

4.1.7 Cabos e Conectores

Uma vez especificado os componentes principais é o estágio de pensar de que forma estes serão ligados. Para isso foi confeccionado primeiramente um diagrama elétrico em 2D, no qual os componentes foram interligados sem qualquer espécie de preocupação com o espaço geométrico real. A imagem abaixo ilustra isto:

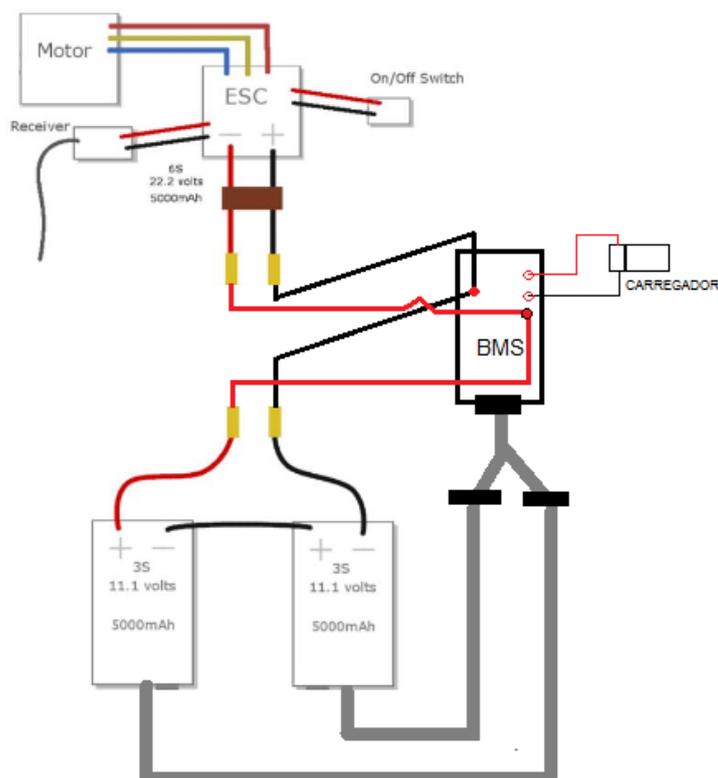


Figura 55: Diagrama Elétrico 2D

Fonte: Autoral

Após a confecção do diagrama 2D, utilizou-se o programa *SolidWorks* para modelar todos os componentes em 3D. Com o auxílio do diagrama elétrico se fez possível posicionar todos os componentes eletrônicos.

Neste momento do desenvolvimento do trabalho se identificou a necessidade de projetar ou especificar um recipiente para receber todos os componentes supramencionados. Este componente será descrito no próximo tópico do trabalho.

Após estudo da melhor disposição dos componentes se obteve a seguinte disposição:

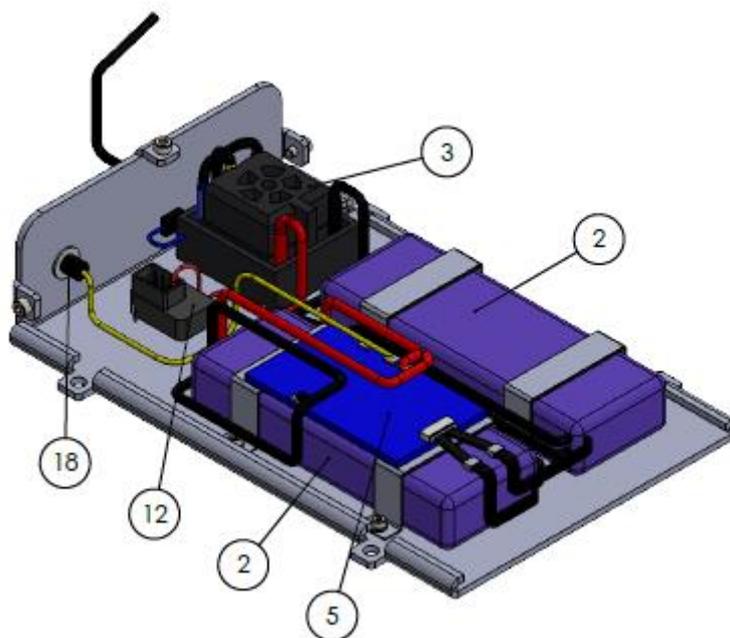


Figura 56: Disposição dos Componentes Eletrônicos
Fonte: Autoral

Onde os balões referênciam os seguintes componentes:

- 2 – Baterias;
- 3 – ESC (Controlador de Velocidade Eletrônico);
- 5 - BMS (Sistema de Gerenciamento de Bateria);
- 12 - Recebidos de sinal do controle remoto (Receiver);
- 18 - Conector fêmea do carregador;

Para conectar todos esses componentes e também saber se era viável o tamanho do recipiente projetado, foram modelados os fios no diâmetro especificado de cada componente. No apêndice I deste trabalho foi adicionado um desenho técnico dos fios e suas respectivas espessuras.

4.2 Componentes Projetados

Alguns componentes não puderam ser comprados devido ao alto grau de especificidade. Nestes casos, foram projetados conforme a necessidade, e em seguida detalhados para a fabricação.

Com intuito de concluir esta etapa foi utilizado o programa *SolidWorks* tanto para modelar os componentes, quanto para os detalhar.

4.2.1 Caixa dos Componentes Eletrônicos.

Assim como foi dito no tópico passado, identificou-se a necessidade de ter um recipiente para alocar os componentes eletrônicos, isolando e protegendo-os.

Este recipiente, chamado de caixa dos componentes eletrônicos, foi dividido em duas partes. A primeira sendo a caixa superior e a segunda sendo a caixa inferior. A caixa inferior é a parte responsável pela fixação do conjunto no *shape* no *longboard*. Esta também possui como função sustentar todo os componentes eletrônicos.

A caixa superior apresenta como função a vedação do conjunto contra respingos de água e poeira. Consequentemente, este componente promove uma robustez e um tempo de vida ampliado ao dispositivo.

A imagem a seguir ilustra o resultado final do recipiente que recebe todos os componentes eletrônicos.



Figura 57: Caixa dos Componentes Eletrônicos

Fonte: Autoral

Tanto a caixa superior quanto a caixa inferior serão fabricados a partir de de uma chapa lisa SAE 1045 de espessura de 1/8'. Os desenhos de fabricação da caixa superior e inferior estão no apêndice I.

4.2.2 Suporte das baterias

No que tange a durabilidade, os impactos sofridos pela bateria devem ser minimizados. Com este intuito, foi projetado um suporte para fixar as baterias na caixa inferior dos componentes eletrônicos.

Este suporte deverá ser fabricado utilizando como matéria-prima uma chapa lisa SAE 1045 de espessura 1/32 “ (um trinta e dois avos de polegada). Os desenhos de fabricação deste suporte podem ser encontrados no apêndice I deste trabalho.

4.3 Instalação do Dispositivo

Um dos principais apelos do nosso dispositivo é a facilidade de instalação, permitindo que o próprio usuário final instale sem maiores dificuldades o produto em seu *longboard*.

A facilidade de instalação depende de dois fatores primordiais, a complexidade das operações de modificação e da qualidade de instrução dada ao cliente final.

Referente ao primeiro quesito, todas as escolhas do projeto levaram em consideração a complexidade das operações que necessitariam ser feitas pelo cliente, optando sempre por soluções e especificações de componentes que minimizassem a dificuldade das adaptações.

No que tange o segundo requisito, foi desenhado um manual de instalação com o intuito de instruir da melhor forma possível o cliente a realizar os procedimentos de adaptação necessários para instalar o dispositivo.

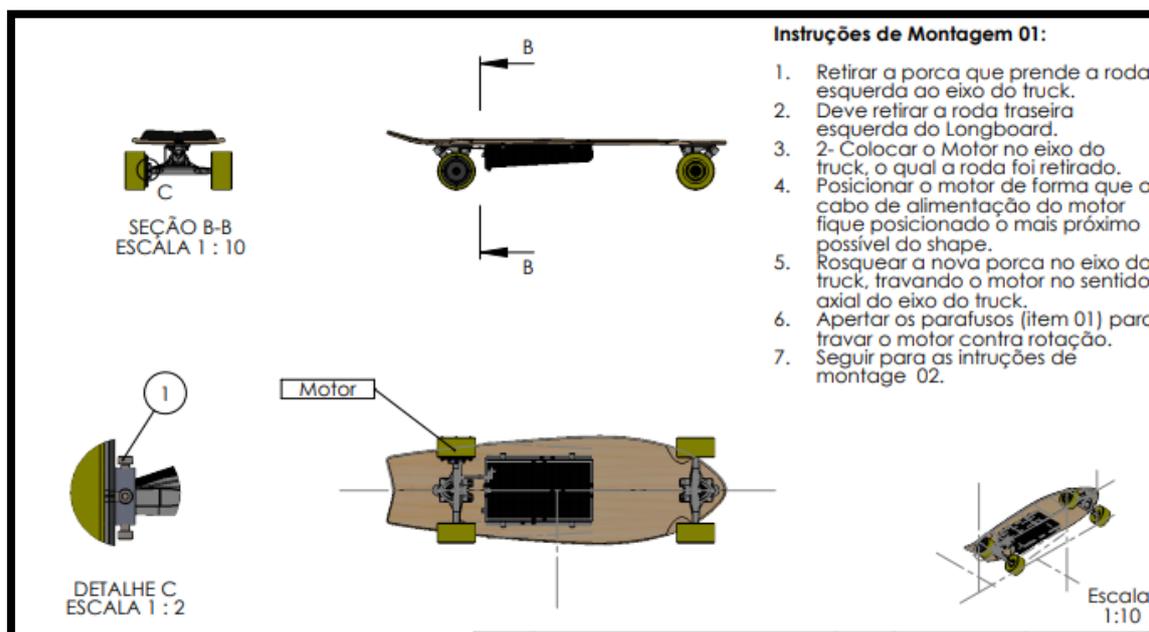


Figura: Manual de Montagem do Dispositivo

Fonte: Autoral

O manual de montagem completo pode ser encontrado apêndice J trabalho.

4.4 Peso e Custo

A estimativa de preço para a montagem do dispositivo foi calculada e pode ser observada na tabela abaixo. O preço final do produto foi relativamente alto, o que indica necessidade de desenvolver fornecedores nacionais para compra de alguns componentes, ou fabricação autoral.

Torna-se necessário ressaltar que este é o custo para fabricar apenas uma unidade do dispositivo, o que encarece muito o preço de compra dos componentes. Os altos gastos com frete e impostos justificam mais uma vez o anseio de desenvolver fornecedores nacionais.

O peso calculado para o dispositivo é de aproximadamente 4,5kg, contabilizando o peso de todos os componentes eletrônicos, cabos, peças metálicas fabricadas e parafusos.

Tabela 8: Estimativa de Peso e Custo do Dispositivo

Componentes	Quantidade	Peso(kg)	Preço(R\$)	Taxa de Importação (14%)	Frete
Motor Hub	1	0,8	R\$ 612,00	R\$ 85,68	R\$ 6,85
Esc	1	0,177	R\$ 244,68	R\$ 34,26	R\$ 2,74
Bateria	2	0,404	R\$ 76,90	R\$ 10,77	R\$ 0,86
BMS	1	0,1	R\$ 59,18	R\$ 8,29	R\$ 0,66
Controle Remoto	1	0,165	R\$ 222,60	R\$ 31,16	R\$ 2,49
Caixa Superior e Inferior dos Componentes elétricos	1	2,5	R\$ 160,00	R\$ 22,40	R\$ 1,79
Carregador	1	-	R\$ 23,49	R\$ 3,29	R\$ 0,26
Cabos	1	0,3	R\$ 49,80	R\$ 6,97	R\$ 0,56
	Sub Total	4,446	1448,65	202,811	16,22488
		Total	1667,68588		

Figura: Análise de Custo

Fonte: Autoral

Além dos gastos já descritos na tabela acima, temos também o custo de mão de obra e montagem deste disposto, totalizando um custo médio de R\$ 1710,00 para fabricar o produto.

5 SIMULAÇÕES

Devido à complexidade do projeto e a extensa gama de opções de componentes ofertadas pelo mercado, recorreremos a utilização de um *software* específico para a simulação do dispositivo em diferentes condições de uso. O nome deste programa de simulação é *Single Permanent Magnet Motor Electric Vehicle Simulator*.

5.1 Simulação 01

A simulação proposta visa descobrir qual será de forma precisa o desempenho do dispositivo utilizando exatamente a configuração de dispositivo descrita no capítulo do projeto detalhado, utilizando os dados técnicos de cada produto especificado.

The screenshot displays the user interface of the *Single Permanent Magnet Motor Electric Vehicle Simulator*. It features a control panel with the following sections:

- Motor/Controller Specs:** Includes a 'Choose Motor' dropdown set to 'Custom', radio buttons for Kv (selected) and Kt, and input fields for Motor Resistance (0.24 ohms), Controller Resistance (0.03 ohms), Current Limit (50 amps), Throttle (100%), Windage Temperature (60 °C), and No Load Current (0.8 amps). It also has a 'Gearing type' dropdown set to 'Custom Gear Ratio' and a 'Gear Ratio' input field set to 1.
- Vehicle Specs:** Includes input fields for Wheel Diameter (9 cm), Total Weight (90 Kg), Rolling Friction Coefficient (.01), External Power (0 Watts), Frontal Area (0.4 Meter²), Battery Resistance (0.1 ohms), Battery Capacity (5 AHs), and Voltage (22.2 volts).
- Environment:** Includes input fields for Wind Speed (+ headwind; - tailwind) (0 KPH), Drag Coefficient (1.1), Grade (0 %), Temperature (25 °C), and Altitude (980 Meters).
- Predictions:** A summary panel showing calculated values: Battery Current (7.6 amps), Motor Efficiency (79.9%), Generated Heat (33 watts), Predicted Speed (24.3 KPH), Output Power (130.8 watts), Watthour/KM (7), Range (15.9 KM), Thrust (19.3 newtons), and time to reach 0-50% of top speed (2.8 seconds) and 0-90% of top speed (9.2 seconds). A 'Predict' button is located at the bottom of this section.

Figura 58: Simulação

Fonte: Single Permanent Magnet Motor Electric Vehicle Simulato

Observa-se na imagem acima a interface do programa *Single Permanent Magnet Motor Electric Vehicle Simulator*, a seguir descreveremos todas os campos que devem ser preenchidos afim de simular o dispositivo.

As variáveis de entrada dessa simulação são:

- Kv: Constante do motor que expressa o número de rotações por minuto do motor por volt aplicado, considerando que o motor está sem carga. O motor especificado oferece 75 Kv ao sistema.

- Resistência do motor: para o motor especificado a resistência é de 0,24 Ω .

- Resistência do controlador do motor: a resistência encontrada para o controlador em questão é de 0,03 Ω .

- Corrente máxima: Para o dispositivo a corrente máxima permitida será a corrente máxima do motor, sendo esta de 50 A.

- Acionamento do acelerador: Será considerado um acionamento de 100%, ou seja, o usuário está acionando totalmente o acelerador.

- Temperatura dos enrolamentos: é considerada uma temperatura de 60° C.

- Corrente do motor em vazio: A corrente que o motor demanda com carga zero é de 0,8 A.

- Diâmetro da roda: O diâmetro da roda do longboard é de 90 mm.

- Peso total: O peso do usuário mais o peso do longboard foi estimado em 90 kg.

- Coeficiente de resistência ao rolamento: Para o coeficiente de resistência do rolamento será considerado 0.01.

- Forças externas: Estamos considerando uma situação onde o usuário não fornece nenhum tipo de auxílio para a locomoção do *longboard*.

- Área frontal: Está é a área que está submetida a resistência do ar. Será considerada uma área de 0,4 m².

- Resistência da bateria: A resistência de cada bateria especificada é de 0,05 Ω , totalizando 0,1 Ω com as duas baterias conectadas em série.

- Capacidade de carga da bateria: O conjunto com duas baterias entrega uma capacidade de carga de 5 AH.

- Tensão nominal da bateria: A tensão nominal da bateria é de 22,2 V.

- Coeficiente de arrasto é o que mede a magnitude da força de ar exercida sobre um *skatista* em movimento. Para esse caso utiliza-se 1.

- Temperatura ambiente: Será considerada uma temperatura de 25°.

- Altitude: é considerada a altitude de 934 metros (Curitiba).

Após a inserção de todos estas variáveis é possível extrair os seguintes resultados do *software*.

Para uma inclinação de zero por cento se obtém os seguintes resultados:

- *Autonomia*: 15,9 Km
- *Velocidade máxima*: 24,3 Km/h
- *Tempo para atingir 50% da velocidade máxima*: 2,8 Segundos
- Inclinação máxima de rampa (%): 15%

Além destes resultados o *software* também é possível gerar gráficos conforme a nossa necessidade de escolha de variáveis. Desta forma obteve-se o gráfico da relação entre velocidade e torque:

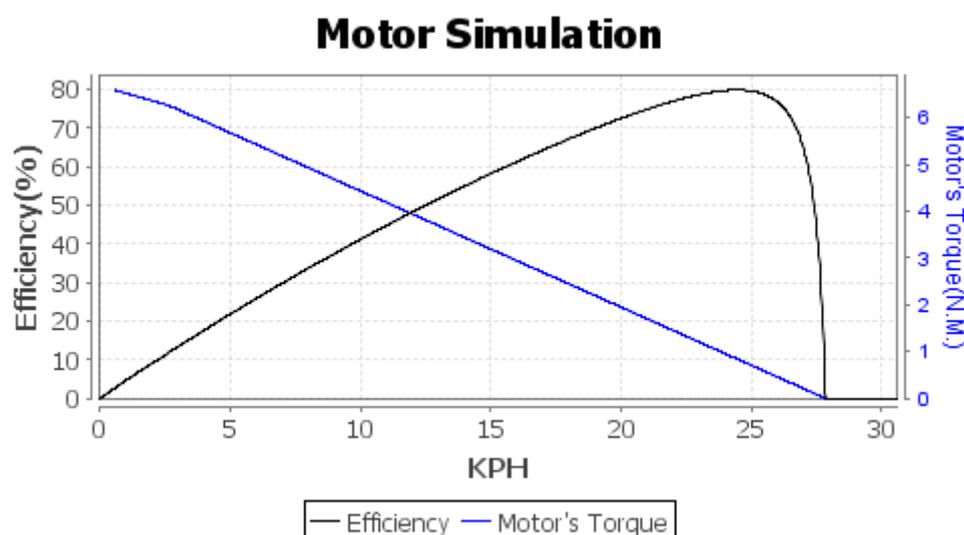


Figura 59: Simulação

Fonte: Single Permanent Magnet Motor Electric Vehicle Simulato

Neste gráfico podemos notar de que forma a eficiência e o torque se comportam com o aumento da velocidade. O torque máximo deste motor é de 7 N.m para uma situação em que o *longboard* está parado, assim que este começar a ganhar velocidade, perderá torque.

Ainda da mesma análise é possível observar qual é a curva de velocidade para este dispositivo, ilustrada pela imagem abaixo:

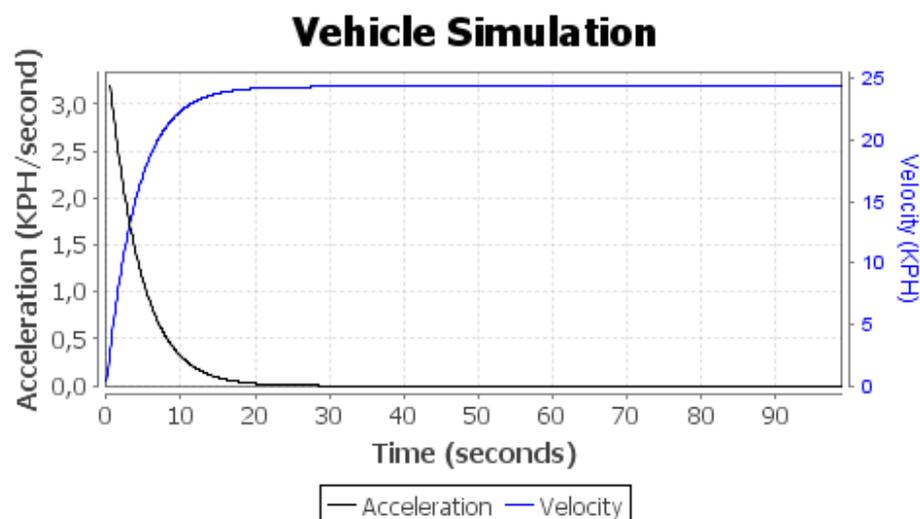


Figura 60: Simulação

Fonte: Single Permanent Magnet Motor Electric Vehicle Simulator

É possível observar que a velocidade máxima do dispositivo é praticamente atingida apenas 10 segundos depois do início do movimento, levando em conta que a aceleração é de 100 % para todos os casos.

Depois de analisada a simulação, pode-se dizer que a especificação de componentes propostas por este trabalho não apenas atendeu, mas superou os requisitos de projetos.

5.2 Simulação 02

Mesmo obtendo resultados satisfatórios para a primeira simulação, decidimos realizar uma segunda simulação com o intuito único e específico de aumentar ainda mais a autonomia do dispositivo.

A segunda simulação utiliza exatamente as mesmas variáveis de entrada já descrita na simulação 01, apenas com uma diferença. Ao invés de utilizar apenas duas baterias, nesta simulação utilizamos quatro baterias. A configuração de ligação das baterias pode ser ilustrada pela imagem abaixo:

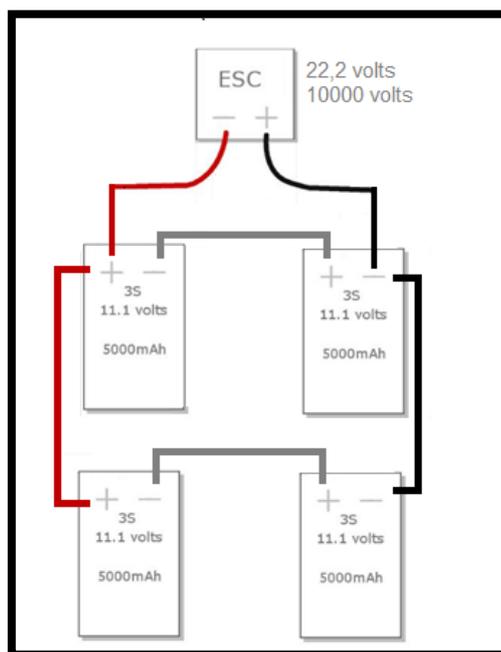


Figura 61: Ligação da Bateria da Simulação 02
Fonte: Autoral

Nesta configuração o conjunto de baterias fornece para o controlador eletrônico de velocidade uma tensão de 22,2 V com uma capacidade de carga de 10 Ah.

Os resultados obtidos com esta simulação para uma inclinação igual a zero são:

- *Autonomia:* 31,8 Km
- *Velocidade máxima:* 24,3 Km/h
- *Tempo para atingir 50% da velocidade máxima:* 2,8 Segundos
- *Inclinação máxima de rampa (%):* 15 %

Referente a esta análise, obteve-se a mesma curva de torque e a mesma curva de velocidade em relação ao tempo, apenas alterando a autonomia. Em outras palavras, o sistema responde exatamente da mesma, apenas diferenciando a duração do tempo em que ele permanece em funcionamento.

5.3 Simulação 03

Um questionamento que surgiu durante simulação 02 foi o porquê de não usar as quatro baterias em série, o que forneceria como resultado uma

autonomia ainda maior. Quanto ligadas todas em série, a capacidade de carga seria de 2 Ah, porém a tensão seria diminuída a 11,1 volts.

As consequências desta baixa tensão foram analisadas na simulação 03, na qual todas as variáveis de entrada foram mantidas inalteradas com exceção da configuração de ligação da bateria. Os resultados obtidos para uma inclinação de percurso de zero por cento são:

- Autonomia: 48,9 Km
- Velocidade máxima: 11,2 Km/h
- Tempo para atingir 50% da velocidade máxima: 2,9 segundos, levando em conta que a velocidade média para este caso é menor do que para as outras análises já realizadas.
- Inclinação máxima de rampa (%): 6 %

Pode-se observar nesta simulação que devido a tensão ter caído pela metade a curva de torque foi modificada. A curva de torque ao decorrer do tempo pode ser visualizada na figura a seguir:

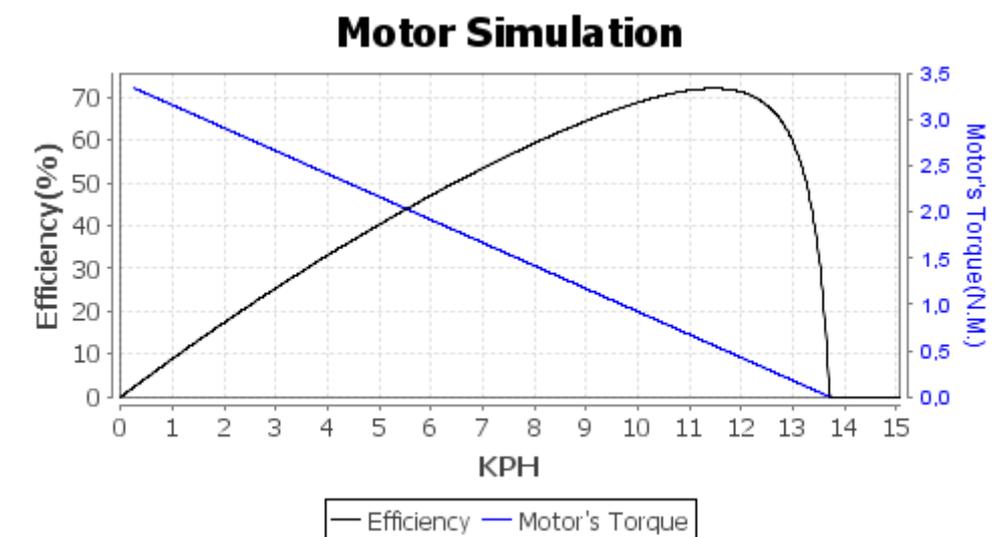


Figura 62: Torque x Tempo

Fonte: Autoral

A conclusão sobre esta análise é que o baixo valor do resultado de inclinação máxima de rampa é uma consequência clara do baixo torque que o motor entrega a roda.

5.4 Conclusão da Simulação

O uso do *software* nos contribuiu significativamente no sentido de entender qual é o real efeito no desempenho final do dispositivo com a variação de cada variável independente.

Concluimos que existem configurações de montagem do dispositivo que são melhores do que a proposta neste trabalho, porém mais custosas. É o caso da simulação dois, a qual oferece uma configuração de dispositivo com um torque e velocidade máxima satisfatória, e ainda sim com uma autonomia extremamente alta.

6 INTRODUÇÃO A PATENTE

O custo elevado dos componentes no Brasil torna o produto não competitivo com as demais opções que o mercado oferta atualmente, uma forma de resguardar a ideia apresentada foi de redigir uma patente reivindicando essa nova solução.

Concepções similares à apresentada nesse trabalho foram pesquisadas no sistema de patentes, tanto para patentes registradas dentro do país quanto internacionais. Como resultado dessa busca, foi observado que a concepção final apresentada pelo grupo não possui um registro de patente.

A redação de uma patente se tornou um dos objetivos principais do trabalho. Essa redação está apresentada no apêndice K.

A estruturação da patente conta com o resumo do objetivo, o estado da técnica, o descritivo da patente descrição dos desenhos, reivindicações, conclusão e citações.

6.1 Descritivo do produto

O produto final do trabalho é um dispositivo elétrico para propulsão de longboards convencionais. O sistema selecionado pode conter duas ou quatro baterias, um motor modelo hub dentro de uma ou duas rodas, um sistema eletrônico que consta com baterias para fornecimento de potência ao motor e um sistema de controle para aceleração e frenagem do produto.

6.2 Reivindicações

A primeira reivindicação da patente é relacionada ao produto, ou seja, sua concepção final. Descrevendo o sistema elétrico do motor hub, o sistema eletrônico para controle e baterias, e como será o posicionamento final desses

componentes. A segunda reivindicação explica a estrutura da roda, com o motor interno, para o posicionamento no longboard final.

A terceira reivindicação fala sobre o sistema elétrico do motor hub. Na quarta é descrito alguns componentes do sistema eletrônico. Por fim, na quinta reivindicação é apresentado a necessidade de controle remoto e seu funcionamento.

7 ASPECTOS OPERACIONAIS

7.1 Cronograma das Etapas do TCC

O cronograma da segunda etapa do trabalho está apresentado no apêndice B. Nele estão estimados os períodos que cada fase foi desenvolvida para melhor organização do grupo e conclusão de todas as etapas.

8 CONCLUSÃO

Através deste estudo foi possível conhecer a fundo os componentes mecânicos que compõem um *longboard*, entendendo as variantes relacionadas com cada modalidade deste esporte. Da mesma forma, pode-se compreender a funcionalidade e aplicação dos elementos eletrônicos que foram empregados no dispositivo.

Ao longo deste, fez-se possível entender o panorama de mercado para este seguimento por meio de pesquisas sobre produtos concorrentes. Adicionalmente foi possível compreender os anseios dos possíveis clientes do dispositivo através de entrevistas. Desta maneira viabilizando a seleção de componentes que resultassem em um produto próximo ao que é almejado pela maioria dos entrevistados.

O produto final proveniente deste projeto é de extrema facilidade de instalação para o usuário final, na qual consiste basicamente em substituir a roda, fixar a caixa dos componentes eletrônicos e ligar um conector. O disposto também atende ao que foi proposto na proposta inicial, comprovada por simulação.

As simulações auxiliaram para a nossa equipe tivesse um completo entendimento das variáveis que impactam no desempenho do nosso produto. O resultado foi concreto, a configuração de componentes final possibilita que o dispositivo pese apenas 5,4 kg e o usuário tenha uma autonomia de até desesseis quilômetros podendo alcançar uma velocidade de vinte e quatro quilômetros por hora.

O ponto de vista financeiro foi analisado, trazendo como resultado o custo de aproximadamente R\$ 1800,00 para aquisição dos componentes. Mesmo o valor estando abaixo da média do mercado de *longboards* elétrico, acreditamos que seja possível reduzir este significativamente por meio do desenvolvimento de possíveis fornecedores nacionais e produção em escala.

REFERÊNCIAS

ACTON. **Electric Skateboards.** Disponível em: <https://www.actonglobal.com/collections/electric-skateboards> Acesso em: 14 de abril de 2018.

AGARWAL, T. **ELETRONIC SPEED CONTROL – ESC**, Working Applications, 2015, Disponível em: <https://www.elprocus.com/electronic-speed-control-esc-working-applications/>. Acesso em: 01 de junho de 2018.

AMAZON. **Boosted Dual 2000W Electric Skateboard.** Disponível em: <https://www.amazon.com/Boosted-Dual-2000W-Electric-Skateboard/dp/B00NY6AFYI> Acesso em: 12 de abril de 2018.

ASTM 2204, **STANDARTE TEST METHOD FOR RUBBER PROPORTY.** Disponível em: https://www.astbearings.com/assets/files/Bearing-Tolerances-and-Precision-Levels-Technical-Information-Sheet_ENB-04-0554.pdf Acesso em: 7 de junho de 2018.

BARSUKOV; QIAN. **Battery power management for portable devices.** Archtech house, Norwood: p. 112-235, 2013.

BOLLMANN, Marcos. **Como é o processo de produção dos shapes.** Disponível em: <https://www.freetheessence.com.br/unplug/inspire-se/skate-meio-de-transporte/> . Acesso em: 29 de outubro de 2017.

BOOSTED BOARDS. Board Specs. Disponível em: <https://boostedboards.com/board/>>. Acesso em: 27 de outubro de 2017.

BRUSHLESS MOTOR, **RobotShop.** Disponível em: <http://www.robotshop.com/en/catalogsearch/result/?q=brushless+motor&order=relevance&dir=desc>. Acesso em 10 de novembro de 2017.

CANDEO, L. L. da S.; HAIDUK JUNIOR, M. O. Análise de Viabilidade do Uso de Transmissões CVT em Tratores Agrícolas para Aplicações Brasileiras. **ROCA**

UTFPR. Disponível em:
http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/6702/1/CT_COEME_2011-2_18.pdf. Acesso em: 19 de setembro de 2017.

CARRO ELÉTRICO COM MOTOR NAS RODAS É MELHOR DO QUE SE PENSAVA, **Inovação Tecnológica (2016)**. Disponível em: <
<http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=carro-eletrico-motor-rodas-melhor-se-pensava#.WgZhVltSziU>>. Acesso em: 09 de novembro de 2017

CHAGAS, Marcos W. P. **NOVAS TECNOLOGIAS PARA AVALIAÇÃO DE BATERIAS**. Curitiba: Dissertação no curso de Mestrado Profissionalizante em Desenvolvimento de Tecnologia, IEP/LACTEC, 2007.

CIRIACO, Douglas. **Baterias tudo o que você precisa saber sobre elas**. Disponível em: <https://www.tecmundo.com.br/notebook/2827-baterias-tudo-o-que-voce-precisa-saber-sobre-elas.htm>. Acesso em: 29 de outubro de 2017.

COMO FUNCIONAM OS MOTORES DC BRUSHLESS (BLDC MOTORS), **MPM Eletrônica**. Disponível em: <http://mpmendes-electronica.blogspot.com.br/2010/08/como-funcionam-os-motores-dc-brushless.html>. Acesso em: 09 de novembro de 2017.

CORREIA, O. de A.; OBRZUT, E. F. Projeto e Protótipo de Dispositivo para Deslocamento Vertical de Pessoas em Ambiente Residencial de Dois ou Três Andares. **ROCA UTFPR**. Disponível em:
<http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/6774>. Acesso em: 19 de setembro de 2017.

CITESYSTEMS. **Cristiano Bertolucci Silveira**. Disponível em:
<https://www.citisystems.com.br/motor-cc/> Acesso em: 10 de junho de 2018.

DIARIO DE PERNAMBUCO. **Negócios do "surf no asfalto" crescem no Recife**. Disponível em:
http://www.diariodepernambuco.com.br/app/noticia/economia/2014/12/14/internas_economia,548870/negocios-do-surf-no-asfalto-crescem-no-recife.shtml. Acesso em: 24 de outubro de 2017.

DURACELL. **Alkaline batteries**. Disponível em: <https://www.duracell.com/es-us/products/category/alkaline-batteries-es-us-2>. Acesso em: 16 de outubro de 2017.

EDGARMEC ENGENHARIA MECÂNICA. **Tipos de rolamentos e funcionalidades**. Disponível em: <http://edgarmec.blogspot.com.br/p/tipos-de-rolamentos-e-funcionalidades.html>. Acesso em: 29 de outubro de 2017.

ELETRONICA PT. **Tipos de bateria**. Disponível em: <https://www.electronica-pt.com/tipos-baterias>. Acesso em: 30 de outubro 2017.

ELPROCUS. **Electronic speed control, esc working applications**. Disponível em: <https://www.elprocus.com/electronic-speed-control-esc-working-applications/> Acesso em: 28 de maio de 2018.

EPOCA GLOBO. **Sedentarismo atinge 45,9% dos brasileiros diz pesquisa**. Disponível em: <http://epoca.globo.com/vida/noticia/2015/06/sedentarismo-atinge-459-dos-brasileiros-diz-pesquisa.html>. Acesso em 11 de novembro de 2017

EU AMO LONGBOARD. **Skate é um meio de transporte?**. Disponível em: <http://www.euamolongboard.com/skate-e-um-meio-de-transporte>. Acesso em: 01 de novembro 2017.

EVOLVE. **Volve GT Bamboo Street specification**. Disponível em: < <https://evolveskateboardsusa.com/collections/complete-skateboards/products/gt-bamboo-street-skateboard>. Acesso em: 27 de outubro de 2017.

EXAME ABRIL. **Mercado de baterias de íon-lítio cresce com renováveis**. Disponível em: <https://exame.abril.com.br/negocios/mercado-de-baterias-de-ion-de-litio-cresce-com-renovaveis/> Acesso em: 10 de junho de 2018.

FREE THE ESSENCE. **Skate meio de transporte**. Disponível em: <https://www.freetheessence.com.br/unplug/inspire-se/skate-meio-de-transporte/>. Acesso em: 29 de outubro de 2017.

FOGAÇA; V. R. J. **Energia Limpa**, MUNDO EDUCAÇÃO. Disponível em: <https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/energia-limpa.htm> . Acesso em: 12 de junho de 2018.

GLOBO G1. **Frota de veículos cresce 119% em dez anos no Brasil, aponta Denatran**. Disponível em: <http://g1.globo.com/carros/noticia/2011/02/frota-de-veiculos-cresce-119-em-dez-anos-no-brasil-aponta-denatran.html>. Acesso em: 23 de outubro de 2017.

GLOBO G1. **Transporte de bicicletas em ônibus é autorizado em São Paulo**. Disponível em: <http://g1.globo.com/sao-paulo/noticia/2016/05/transporte-de-bicicletas-em-onibus-e-autorizado-em-sao-paulo.html>. Acesso em: 30 de outubro de 2017.

GONZALES, V. P. Projeto de uma bicicleta elétrica. **ROCA UTFPR**. Disponível em: http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/3152/1/CT_COMET_2014_1_04.pdf Acesso em: 10 de novembro de 2017.

HOW STUFF WORKS. **How radio Controlled toys work**. Disponível em: <https://electronics.howstuffworks.com/rc-toy2.htm> Acesso em: 30 de maio de 2018.

HUB MOTORS, **Explain that stuff**. Disponível em: <http://www.explainthatstuff.com/hubmotors.html> Acesso: 10 de novembro de 2017

IMPULSE. **Impulse Home**. Disponível em: <https://impulseboards.com/produto/impulse-longboard-eletrico/>. Acesso em: 29 de outubro de 2017.

INBOARD TECHNOLOGY. **Detailed Specs**. Disponível em: <https://www.inboardtechnology.com/products/m1-electric-skateboard>. Acesso em: 27/10/2017.

LINO, P. S. C. Polias, correias e transmissão de potência, **Blog da Matemática**. Disponível em: <https://blogdaengenharia.com/wp->

content/uploads/2013/05/PoliaseCorreias.pdf. Acesso em: 25 de setembro de 2017.

LOADED. Overland Disponível em: <https://loadedboards.com/overland-longboard-skateboard> . Acesso em: 29 de outubro de 2017.

LONGBOARD GUIDE. Downhill. Disponível em: <https://longboardguide.wordpress.com/styles/downhill/>. Acesso em: 29 de outubro de 2017.

METRO BOARD. Specifications. Disponível em: <https://metro-board.com/shop/40-metroboard-slim-electric-longboard-stealth-black/>. Acesso em: 28 de outubro de 2017.

MONSTER SPORTS. **Como comprar skate longboard.** Disponível em: <https://www.monstersports.com.br/guia/como-comprar-skate-longboard/>. Acesso em: 09 de outubro de 2017.

MOTORES ELÉTRICOS, **Guia de Especificação.** Jaraguá do Sul, Brasil. Disponível em: <http://ecatalog.weg.net/files/wegnet/WEG-guia-de-especificacao-de-motores-eletricos-50032749-manual-portugues-br.pdf> ..Acesso em: 26 de outubro de 2017.

NORTON, R. L. **Projeto de máquinas: uma abordagem integrada.** 4. ed. Porto Alegre: Bookman, p. 681–781, 2013.

O *SKATE. Skate ou longboard:* Entenda as diferenças. Disponível em: <http://www.oskate.com.br/skate-ou-longboard-entenda-as-diferencas/>. Acesso em: 21 de outubro de 2017.

ONEWHEEL. Onewheel Specification. Disponível em: <https://onewheel.com/products/onewheel-plus>. Acesso em: 28 de outubro de 2017.

QFD NA PRÁTICA. **Blog da qualidade.** Disponível em: <http://www.blogdaqualidade.com.br/o-qfd-na-pratica/> Acesso em: 10 de fevereiro de 2018

REVISTA PESQUISA, FAPESP. **Yuri Vasconcellos**. Disponível em: <http://revistapesquisa.fapesp.br/2017/08/15/a-ascensao-dos-eletricos/> Acesso em: 10 de junho de 2018.

ROUSE, M. **BATTERY MANAGEMENT SYSTEM- BMS**, 2014, Disponível em: <https://whatis.techtarget.com/definition/battery-management-system-BMS>. Acesso em: 01 de junho de 2018.

SARDÁ, A. A. P. Engrenagens, **DEMEC UFPR**. Disponível em: <http://ftp.demec.ufpr.br/disciplinas/TM129/Prof.%20Pescador/Engrenagens1.pdf> . Acesso em: 10 de outubro de 2017.

SILVEIRA, C. B. **MOTOR CC: SAIBA COMO FUNCIONA E DE QUE FORMA ESPECIFICAR**, 2016, Disponível em: <https://www.citisystems.com.br/motor-cc/>. Acesso em: 7 de junho de 2018.

STA SISTEMAS E TECNOLOGIA APLICADA. **Vantagem e limitações das baterias de lítio-íon**. Disponível em: <http://www.sta-eletronica.com.br/artigos/vantagens-e-limitacoes-das-baterias-de-litio-ion>. Acesso em: 16 de outubro de 2017.

SUFFERN, Maurice E. **Basic Electrical Principles**. McGraw-Hill Book Company, INC. 2ª Ed. 1956.

TECHGEARLAB. How We Test. Disponível em: <https://www.techgearlab.com/topics/cool-gadgets/best-electric-skateboard/how-we-test> . Acesso em: 27/10/2017.

TRAVINHA. **Origem e História do Skate no Mundo**. Disponível em: <http://travinha.com.br/2010/03/06/skate-a-origem/>. Acesso em: 01 de novembro de 2017.

TRIBO SKATE. **COI oficializa Skate nas Olimpíadas de Tokyo**. Disponível em: <http://triboskate.ativo.com/coi-oficializa-skate-nas-olimpiadas-de-tokyo/>. Acesso em: 01 de novembro de 2017.

TYSON, J. **HOW RADIO CONTROLLED TOYS WORK**, 2012, Disponível em: <https://electronics.howstuffworks.com/rc-toy2.htm/>. Acesso em: 01 de junho de 2018.

UNIVERSIDADE TÉCNOLOGICA FEDERAL DO PÁRANA. **Normas para elaboração de trabalhos acadêmicos**. Disponível em: http://www3.utfpr.edu.br/dibib/normas-para-elaboracao-de-trabalhos-academicos/normas_trabalhos_utfpr.pdf. Acesso em: 15 de janeiro de 2018.

VASCONCELOS, Y. **A ASCENSÃO DOS ELÉTRICOS**, 2017, Disponível em: <http://revistapesquisa.fapesp.br/2017/08/15/a-ascensao-dos-eletricos/>
Acesso em: 7 de junho de 2018.

WE ARE SPORTS BRASIL, **LONGBOARD - SKATE**. Disponível em: <http://wasbrasil.com.br/modalidade/longboard-skate>. Acesso em: 12 de junho de 2018.

WHAT DOES KV MEAN?, **Fly Electric**. Disponível em: <http://www.flyelectric.com/ans.kv.html> .Acesso em: 09 de novembro de 2017.

WHAT IS. **Battery management system**. Disponível em: <https://whatis.techtarget.com/definition/battery-management-system-BMS>
Acesso em: 28 de maio de 2018.

APÊNDICE A – PESQUISA ONLINE

1 Dados Pessoais:

Nome:

Cidade:

Estado:

2 Idade:

3 Sexo:

- Masculino
- Feminino

4 Escolaridade:

- SEM ESCOLARIDADE
- ENSINO FUNDAMENTAL (1º GRAU) INCOMPLETO
- ENSINO FUNDAMENTAL (1º GRAU) COMPLETO
- ENSINO MÉDIO (2º GRAU) INCOMPLETO
- ENSINO MÉDIO (2º GRAU) COMPLETO
- SUPERIOR INCOMPLETO
- SUPERIOR COMPLETO
- MESTRADO OU DOUTORADO

5 Renda:

- ATÉ 260,00
- DE R\$ 261,00 A R\$ 780,00
- DE R\$ 781,00 A R\$ 1.300,00
- DE R\$ 1.301,00 A R\$ 1.820,00
- DE R\$ 1.821,00 A R\$ 2.600,00
- DE R\$ 2.601,00 A R\$ 3.900,00
- DE R\$ 3.901,00 A R\$ 5.200,00
- DE R\$ 5.201,00 A R\$ 6.500,00
- DE R\$ 6.501,00 A R\$ 7.800,00
- MAIS DE R\$ 7.800,00

6 Modelo do seu truck:

Marca:

Modelo:

7 Você utiliza o seu longboard para:

- Lazer
- Meio de transporte
- Ambos

8 Caso você tivesse um skate elétrico, usaria como meio de transporte?

- Sim
- Não

9 Você instalaria um dispositivo elétrico de propulsão para acoplar em seu longboard?

- Sim
- Não

10 O que é mais importante para você em um longboard com propulsão elétrica?

- Maior velocidade máxima
- Distância percorrida maior

11 Quanto você investiria em um dispositivo elétrico de propulsão para seu longboard?

- Menos de R\$ 100,00
- Entre R\$ 100,00 e R\$200,00
- Entre R\$ 200,00 e R\$300,00
- Entre R\$ 300,00 e R\$ 400,00
- Mais de R\$ 400,00

12 Desconfianças

Qual seria sua maior
desconfiança em
relação a um skate
elétrico?

APÊNDICE C – RESPOSTAS INDIVIDUAIS DA PESQUISA DE NECESSIDADES DO CLIENTE

Dados Pessoais:	Cidade:	Estado:	Idade:	Sexo:	Escolaridade:	Renda:	Modelo do seu truck:	Marca:	Modelo:	Voce utiliza o seu longboard para:	Como voce viveisse um skate elétrico, usaria como meio de transporte?
Nome:			Response	Response	Response	Response				Response	Response
Dylan Cristiano Dillani	Curitiba	Paraná	23	Masculino	SUPERIOR INCOMPLETO	DE R\$ 1.301,00 A R\$ 1.820,00	Globe	SLANT STANDARD TRUCK	Lazer	Sim	
Rafael	Curitiba	PR	34	Masculino	SUPERIOR COMPLETO	MAIS DE R\$ 7.800,00	Independent	Hosol	Lazer	Sim	
Andress Santos	Curitiba	Paraná	20	Feminino	SUPERIOR INCOMPLETO	DE R\$ 781,00 A R\$ 1.300,00	Caliber	180mm	Lazer	Sim	
Allan Lopes	Curitiba	Paraná	24	Masculino	SUPERIOR INCOMPLETO	DE R\$ 1.821,00 A R\$ 2.600,00	Globe	Cruise	Lazer	Sim	
João Victor Diamantino	Curitiba	Paraná	25	Masculino	SUPERIOR INCOMPLETO	DE R\$ 1.821,00 A R\$ 2.600,00	Carver	Long	Ambos	Sim	
wagner	Curitiba	Paraná	40+	Masculino	SUPERIOR INCOMPLETO	DE R\$ 261,00 A R\$ 780,00	Carver	-	Lazer	Não	
Marcelo	Curitiba	Paraná	23	Masculino	SUPERIOR INCOMPLETO	DE R\$ 1.821,00 A R\$ 2.600,00	Urgh	invert	Ambos	Sim	
Anauri	Curitiba	Paraná	23	Masculino	SUPERIOR INCOMPLETO	DE R\$ 781,00 A R\$ 1.300,00	Globe	basico	Ambos	Sim	
Rayane Bergamini	Curitiba	Paraná	22	Feminino	SUPERIOR COMPLETO	DE R\$ 1.821,00 A R\$ 2.600,00	Normal	-	Lazer	Sim	
Carlos	Curitiba	Paraná	23	Masculino	SUPERIOR COMPLETO	DE R\$ 1.301,00 A R\$ 1.820,00	Bear	185	Ambos	Sim	
Luciano M. de Oliveira Gonçalves	Curitiba	Paraná	24	Masculino	SUPERIOR INCOMPLETO	DE R\$ 261,00 A R\$ 780,00	MENHUM	nenhum	Lazer	Sim	
Matheus Martins Gomes	Curitiba	Paraná	24	Masculino	SUPERIOR INCOMPLETO	ATE 260,00	GM	S10	Lazer	Sim	
GUSTAVO	Curitiba	Paraná	25	Masculino	SUPERIOR INCOMPLETO	ATE 260,00	Bear	180 grizzly	Lazer	Sim	
Alexandre	Curitiba	Paraná					Aera	K3	Ambos	Sim	
Tiago Katsumi	Curitiba	Paraná	33	Masculino	SUPERIOR COMPLETO	DE R\$ 2.601,00 A R\$ 3.300,00	Paris	180mm 43 SAVANT RED	Lazer	Não	
Emerson Guimarães	Curitiba	Paraná	23	Masculino	SUPERIOR INCOMPLETO	DE R\$ 1.301,00 A R\$ 1.820,00	Aera	k3	Lazer	Sim	
Fernando	Curitiba	Paraná	27	Masculino	SUPERIOR COMPLETO	MAIS DE R\$ 7.800,00	Paris	180mm	Lazer	Não	
Eduardo	Curitiba	Paraná	39	Masculino	MESTRADO OU DOUTORADO	MAIS DE R\$ 7.800,00	Skkoa	Mspec	Ambos	Sim	
Leandro	Curitiba	Paraná	24	Masculino	SUPERIOR COMPLETO	DE R\$ 2.601,00 A R\$ 3.300,00	SATIVA	160mm	Lazer	Sim	
João victor wiana	Curitiba	Paraná	28	Masculino	SUPERIOR COMPLETO	DE R\$ 1.821,00 A R\$ 2.600,00	Independent	standart	Ambos	Sim	
João Victor	Curitiba	Paraná	20	Masculino	SUPERIOR INCOMPLETO	DE R\$ 2.601,00 A R\$ 3.300,00	Caliber	v1	Lazer	Sim	
Rafael	Curitiba	Paraná	39	Masculino	ENSINO MEDIO (2º GRAU) COMPLETO	MAIS DE R\$ 7.800,00	P&B Kids	Seminha	Lazer	Não	
Pedro Silva	Curitiba	Paraná	33	Masculino	SUPERIOR COMPLETO	DE R\$ 3.901,00 A R\$ 5.200,00	Paris	Paris	Lazer	Sim	
Raul	Curitiba	Paraná	28	Masculino	SUPERIOR COMPLETO	DE R\$ 781,00 A R\$ 1.300,00	tonin	cast	Ambos	Sim	
Caio Cezar	Curitiba	Paraná	24	Masculino	SUPERIOR COMPLETO	DE R\$ 2.601,00 A R\$ 3.300,00	Crail	Longboard	Ambos	Sim	

Dados Pessoais:	Você instalaria um dispositivo elétrico de propulsão para acoplar em seu longboard?	O que é mais importante para você em um longboard com propulsão elétrica?	Quanto você investiria em um dispositivo elétrico de longboard?	Desconfianças
Nome:	Response	Response	Response	
Dylan Ciriaco Ollani	Sim	Distância percorrida maior	Entre R\$ 200,00 e R\$ 300,00	Qual seria sua maior desconfiança em relação a um skate elétrico?
Rafael	Sim	Distância percorrida maior	Entre R\$ 200,00 e R\$ 300,00	Controle para a parada. Medo de acidentes por atropelamento.
Andressa Santos	Sim	Maior velocidade máxima	Menos de R\$ 100,00	Segurança, freios
Allan Lopes	Sim	Distância percorrida maior	Entre R\$ 200,00 e R\$ 300,00	Se eu realmente não teria que usar o pé para ganhar velocidade m
João Victor Diamantino	Sim	Maior velocidade máxima	Entre R\$ 300,00 e R\$ 400,00	Fragilidade do Dispositivo em meio a tantas quedas... hahahaha
wagner	Sim	Distância percorrida maior	Entre R\$ 300,00 e R\$ 400,00	bateria suficiente para um dia...
Marcelo	Sim	Distância percorrida maior	Entre R\$ 300,00 e R\$ 400,00	Duração da bateria
Amauri	Sim	Distância percorrida maior	Entre R\$ 300,00 e R\$ 400,00	Durabilidade da bateria
Rayane Bergamini	Sim	Distância percorrida maior	Entre R\$ 200,00 e R\$ 300,00	Ser pesado e sem mobilidade.
Carlos	Sim	Distância percorrida maior	Entre R\$ 300,00 e R\$ 400,00	Durabilidade de bateria (capacidade de ciclos sem "viciar"), resistência a chuva/poeira, peso, velocidade.
Luciano M. de Oliveira Gonçalves	Sim	Distância percorrida maior	Entre R\$ 300,00 e R\$ 400,00	Manutenção e durabilidade.
Matheus Martins Gomes	Sim	Distância percorrida maior	Entre R\$ 300,00 e R\$ 400,00	cair e me machucar
GUSTAVO	Sim	Distância percorrida maior	Entre R\$ 100,00 e R\$ 200,00	Longevidade
Alexandre	Sim	Maior velocidade máxima	Mais de R\$ 400,00	Peso, nao ter trucks bons e rodas traveis
Tiago Katsumi	Sim	Maior velocidade máxima	Entre R\$ 200,00 e R\$ 300,00	Autonomia
Emerson Guimarães	Sim	Distância percorrida maior	Entre R\$ 200,00 e R\$ 300,00	mandar slides. Devido a força de atrito que irá atuar nas rodas com a propulsão.
Fernando	Sim	Distância percorrida maior	Entre R\$ 200,00 e R\$ 300,00	Não sei informar
Eduardo	Sim	Distância percorrida maior	Mais de R\$ 400,00	Preço das peças de reposição e a manutenção no geral
Leandro	Sim	Distância percorrida maior	Entre R\$ 300,00 e R\$ 400,00	Tempo de bateria e peso do dispositivo
ioao victor viana	Sim	Distância percorrida maior	Entre R\$ 300,00 e R\$ 400,00	performance
João Victor	Sim	Distância percorrida maior	Entre R\$ 100,00 e R\$ 200,00	se vão me assaltar
Rafael	Sim	Maior velocidade máxima	Menos de R\$ 100,00	Se a Bateria consegue me levar para Las Vegas
Pedro Silva	Sim	Distância percorrida maior	Entre R\$ 200,00 e R\$ 300,00	Durabilidade da Bateria
Raul	Sim	Distância percorrida maior	Entre R\$ 300,00 e R\$ 400,00	durabilidade da bateria
Caio Cesar	Sim	Distância percorrida maior	Entre R\$ 200,00 e R\$ 300,00	Duração da bateria e potencia

Dados Pessoais:	Cidade:	Estado:	Idade:	Sexo:	Escolaridade:	Renda:	Modelo do seu truck:	Modelo:	Você utiliza o seu longboard para:	Caso você tivesse um skate elétrico, usaria como meio de transporte?
Nome: Iago Foggetti	Curitiba	Paraná	Response 22	Response Masculino	Response SUPERIOR INCOMPLETO	Response DE R\$ 261,00 A R\$ 780,00	Marca: Paris	Modelo: V2	Response Ambos	Response Sim
Claudio	Curitiba	Paraná	37	Masculino	SUPERIOR COMPLETO	DE R\$ 2.601,00 A R\$ 3.900,00	nao sei	esqueci	Lazer	Sim
Rafael Gonçalves Silva	Curitiba	Paraná	29	Masculino	MESTRADO OU DOUTORADO	DE R\$ 6.501,00 A R\$ 7.800,00	Caliber	II	Lazer	Sim
Leonardo Scauri	Curitiba	Paraná	28	Masculino	SUPERIOR COMPLETO	DE R\$ 2.601,00 A R\$ 3.900,00	Independent	Rossoi	Ambos	Sim
Rodrigo Pincinato	Curitiba	Paraná	32	Masculino	SUPERIOR COMPLETO	DE R\$ 5.201,00 A R\$ 6.500,00	Cravj	Básico	Lazer	Não
Lucas Emanuel Costa	Curitiba	Paraná	22	Masculino	SUPERIOR INCOMPLETO	DE R\$ 1.301,00 A R\$ 1.820,00	Ronin	Cast	Lazer	Sim
Danilo Cezar Aguiar	Curitiba	Paraná	18	Masculino	SUPERIOR INCOMPLETO	MAIS DE R\$ 7.800,00	Paris	180 mm	Ambos	Sim
Matheus Rocha Dias	Curitiba	Paraná	22	Masculino	SUPERIOR INCOMPLETO	DE R\$ 781,00 A R\$ 1.300,00	Paris	Paris normal	Lazer	Sim
Vinicius Palomino T. Wixak	Curitiba	Paraná	21	Masculino	SUPERIOR INCOMPLETO	DE R\$ 261,00 A R\$ 780,00	Surf Rodz	Surf Rodz 45mm	Lazer	Sim
João stall	Curitiba	Paraná	23	Masculino	MESTRADO OU DOUTORADO	MAIS DE R\$ 7.800,00	Bear	Grizzly 840	Ambos	Sim
Murilo	Curitiba	Paraná	23	Masculino	SUPERIOR INCOMPLETO	DE R\$ 2.601,00 A R\$ 3.900,00	Truck paris	Paris hiton	Ambos	Sim
Bruno	Curitiba	Paraná	28	Masculino	SUPERIOR COMPLETO	DE R\$ 1.301,00 A R\$ 1.820,00	filh skateboard	invertido	Lazer	Sim
Edson França Francisco	Curitiba	Paraná	20	Masculino	ENSINO MÉDIO (2º GRAU) COMPLETO	DE R\$ 781,00 A R\$ 1.300,00	Paris	Paris V2	Ambos	Sim
Alexandre rausini	Curitiba	Paraná	40+	Masculino	SUPERIOR COMPLETO	DE R\$ 5.201,00 A R\$ 6.500,00	Thor	KR180	Lazer	Sim
	Curitiba	Paraná	22	Masculino	SUPERIOR INCOMPLETO	DE R\$ 3.901,00 A R\$ 5.200,00	Aera	K5	Ambos	Sim

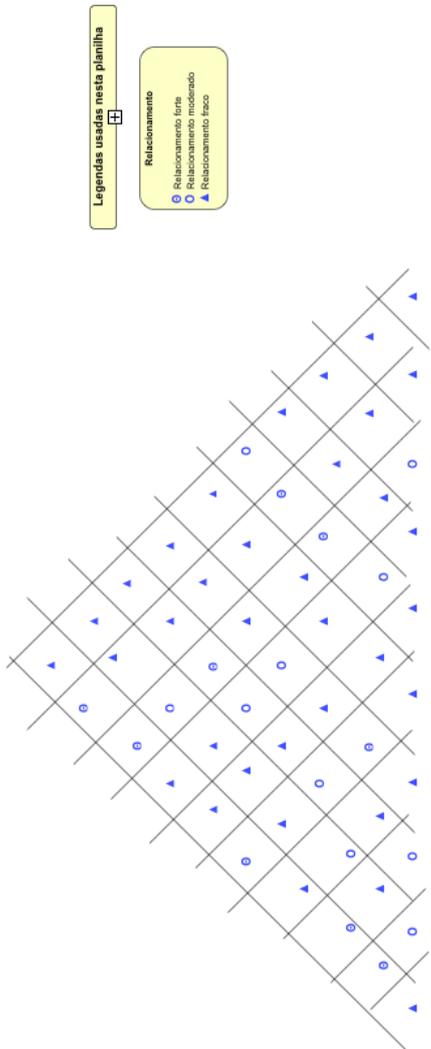
Dados Pessoais:	Você instalaria um dispositivo elétrico de propulsão para acoplar em seu longboard?	O que é mais importante para você em um longboard com propulsão elétrica?	Quanto você investiria em um dispositivo elétrico de propulsão para seu longboard?	Desconfianças
Nome:	Response	Response	Response	
Iago Foggetti	Não	Distância percorrida maior	Entre R\$ 100,00 e R\$200,00	Qual seria sua maior desconfiança em relação a um skate elétrico? resistencia, durabilidade do dispositivo, facilidade de uso, recarga, consumo elétrico e limitação de manobras(freeride, freestyle e dancng)
Claudio	Sim	Distância percorrida maior	Entre R\$ 200,00 e R\$300,00	tempo de duração da bateria
Rafael Gonçalves Silva	Sim	Maior velocidade máxima	Entre R\$ 300,00 e R\$ 400,00	Parar de funcionar no meio do percurso.
Leonardo Scauri	Sim	Maior velocidade máxima	Entre R\$ 200,00 e R\$300,00	Se aguenta curvas e slides
Rodrigo Pincinatto	Sim	Distância percorrida maior	Entre R\$ 200,00 e R\$300,00	Soltar na descida
Lucas Emanuel Costa	Não	Distância percorrida maior	Entre R\$ 300,00 e R\$ 400,00	Tração das/da rodas/a motorizadas/a
Danilo Cezar Aguiar	Sim	Distância percorrida maior	Mais de R\$ 400,00	Bateria
Lucas sergio	Sim	Distância percorrida maior	Entre R\$ 100,00 e R\$200,00	A confiança de quanto ele realmente percorrerá
Matheus Rocha Dias	Sim	Distância percorrida maior	Entre R\$ 200,00 e R\$300,00	Quanto a durabilidade da bateria
Vinicius Palomino T. Wixak	Sim	Distância percorrida maior	Entre R\$ 200,00 e R\$300,00	Manutenção difícil
João stall	Sim	Maior velocidade máxima	Entre R\$ 200,00 e R\$300,00	Frenagem e estabilidade.
Murilo	Sim	Distância percorrida maior	Entre R\$ 100,00 e R\$200,00	duração da carga
Bruno	Sim	Distância percorrida maior	Mais de R\$ 400,00	Falhas mecânicas
Edson França Francisco	Sim	Distância percorrida maior	Mais de R\$ 400,00	Bateria, pós vendas, assistência técnica, peças de reparo se necessário
alexandre rausini	Sim	Maior velocidade máxima	Entre R\$ 200,00 e R\$300,00	torque para subir uma ladeira

APÊNDICE D – PESQUISA DE IMPORTÂNCIA COM CLIENTES

Resultados pesquisa de importância

	Alta Importância - 5pts	Média Importância - 3 pés	Baixa Importância - 1pt	Somatório
Autonomia da Bateria	24	5	0	135
Preço	18	7	4	115
Vida Útil	17	7	5	111
Potência	11	18	0	109
Peso do Dispositivo	11	14	4	101
Facilidade de Manutenção	9	13	7	91
Dirigibilidade	7	14	8	85
Facilidade de Instalação	8	7	14	75
Robustez	6	11	12	75
Tempo de Recarga	4	13	12	71
Aparência	1	10	18	53
Ruído	3	0	26	41

APÊNDICE E – CASA DA QUALIDADE (QFD)



Legendas usadas nesta planilha

- Relacionamento
- Relacionamento forte
 - Relacionamento moderado
 - ▲ Relacionamento fraco

Número da linha	Necessidades do cliente	Direção da Melhoria: Minimizar (▼), Maximizar (▲), Não DQ	Requisitos de projeto	Materia-prima de competitivo e boa qualidade	Design simples e moderno	Estrutura robusta	Suporte o peso do usuário	Baixos efeitos sonoros	Componentes com alto desempenho	Montagem simples	Boa durabilidade	Peso do dispositivo	Tempo de recarga da bateria	Tempo de Suporte com treinamento	Avaliação de Mercado (1=Por, 5=Melhor)					
															TwoDogs	Evolve	Boosted	Acten		
1	Usado em diferentes tipos de terreno	▲	5	3	5						3				4	5	4	4		
2	Bom suporte ao peso externo	▲	1	1	5	5				1					3	2	5	2	4	
3	Suporte de pós venda rápido								1	1				5	2	1	5	3	4	
4	Preço de venda acessível	▲	5	3	5				5	1				1	2	3	4	5	5	
5	Facilidade para montagem			5						5					5	5	5	5	5	
6	Suporta grandes choques		3		5						3	1			3	5	5	4	3	
7	Alta durabilidade da bateria				1	3			5			5			4	3	3	5	5	
8	Alta durabilidade do dispositivo		5		5	3			5						2	5	5	3	4	
9	Boa aparência	▲	1	5	1					1		1			4	5	5	5	5	
10	Pouco ruído				1			5							5	5	5	5	5	
11	Bom suporte ao peso externo					5		5				3			4	5	3	3	2	
12	Não atrapalhar manobras				1				5	1	5	5			4	3	5	3	5	
13	Bom preço								5			3			3	5	4	2	2	
14	Não pesado			1	3										3	5	4	4	4	
15	Baixo tempo de recarga								3			1	5		3	3	5	5	4	
Máx. relacionamento na coluna			20	18	32	16	6	10	35	9	11	25	5	6	51	60	67	58	61	
Ordem de importância			4	5	2	6	6	3	1	8	7	3	10	9						

APÊNDICE F – COMPARATIVO ENTRE MARCAS CONCORRENTES PARA O DESENVOLVIMENTO DA QFD

	Comparativo entre marcas				Maxfind A
	TwoDoris	Evolve	Boosted	Action	
Todo tipo de terreno	Nao informado	Asfalto e terra	Asfalto	Asfalto	Asfalto
Boa resistencia a peso externo	80kg	-	250-300lb	-	100kg
Suporte rápido	2sem 6d	Sistema de suporte ruim	Sim	Ruim	Sim
Preço de venda acessível	R\$4990,10	\$1049/ Financiável / valor do mais barato	\$749 - mais barato	\$599	\$599
Facilidade para montagem	Pronto	Pronto	Pronto	Pronto	Pronto
Suporta grandes choques	Médio / mal qualidade material	Sim	Sim	Médio	
Alta durabilidade da bateria	500W - litio	Sim	Sim	Sim	motor brushless recarrega na frenagem generative braki
Alta durabilidade do dispositivo	Nao / prancha desfia	Sim	Sim	Baixa	Media
Boa aparência	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
Pouco ruído	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Boa autonomia	1h 30m	32 milhas / 25% inclinação	14 milhas / -	14 milhas / 20%	3km / 60min / 20°
Não atrapalhar manobras	Sim	Médio / demora adaptação	Sim	Nao	Sim
Boa velocidade média	28km/h	45,5km/h	38,5km/h	31km/h	28km/h
Não pesado	10kg/ pesado	Médio	20.7 pounds	Sim	5,5kg
Baixo tempo de recarga	4-6h	Nao informado	Sim / carrega enquanto anda	Sim, recarrega na frenagem	30m
Motor potente	Nao informado	3000watts / brushless	2000watts	Médio	1000w (2 x 500w)

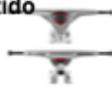
**APÊNDICE G – COMPARATIVO ENTRE PRODUTOS OFERECIDOS PELA
CONCORRÊNCIA**

Comparativo entre modelos

	bBrand	Autonomia	Vel máxima	Inclinação max	Preço
Carbon GT Series	Evolve	50,38km	45,5km/h	25%	\$1959.99 - \$2159.99
Bambo GTX Series	Evolve	50,38km	45,5km/h	25%	\$1779.99
Bambo GT series	Evolve	50,38km	45,5km/h	25%	\$1449.99
Bamboo One	Evolve	32,5km	35km/h	20%	\$1049.99
Longboard elétrico 500W	TwoDogs	42km	28km/h	-	\$1200.00
Boosted Mini S	Boosted	11,38km	31,5km/h	-	\$749
Boosted Mini X	Boosted	22,75km	35km/h	-	\$999
Boosted Plus	Boosted	22,75km	38,5km/h	-	\$1399
Boosted Stealth	Boosted	22,75km	42km/h	-	\$1599
2nd Gen Boosted Dual SF	Boosted	11,38km	35km/h	20%	\$1039
Blink s2	Acton	22,75km	31,5km/h	20%	\$599
Max A	Maxfind	13km	28km/h	20%	\$599
Max B	Maxfind	13km	28km/h	20%	\$599

APÊNDICE H – MATRIZ MORFOLÓGICA

Matriz Morfológica

Tipo de Transmissão			
Tipo de Motor	Brushless 	Indução 	
Material do Shape	Marfin	Maple	Bamboo
Tipos de Rodinha	71mm 	75mm 	80mm 
Tipo de Bateria	Chumbo-ácido	Íon-Lítio	Alcalinas
Tipo de Amortecimento	Barril 	Cônico 	
Tipo de Truck	Normal 	Invertido 	
Modelo do Shape	 Camber	 Rocker	 W
Tipo do controle	Ondas de rádio	Bluetooth	
Tipo de Rolamento			

APÊNDICE I- DESENHOS TÉCNICOS DE FABRICAÇÃO E MONTAGEM

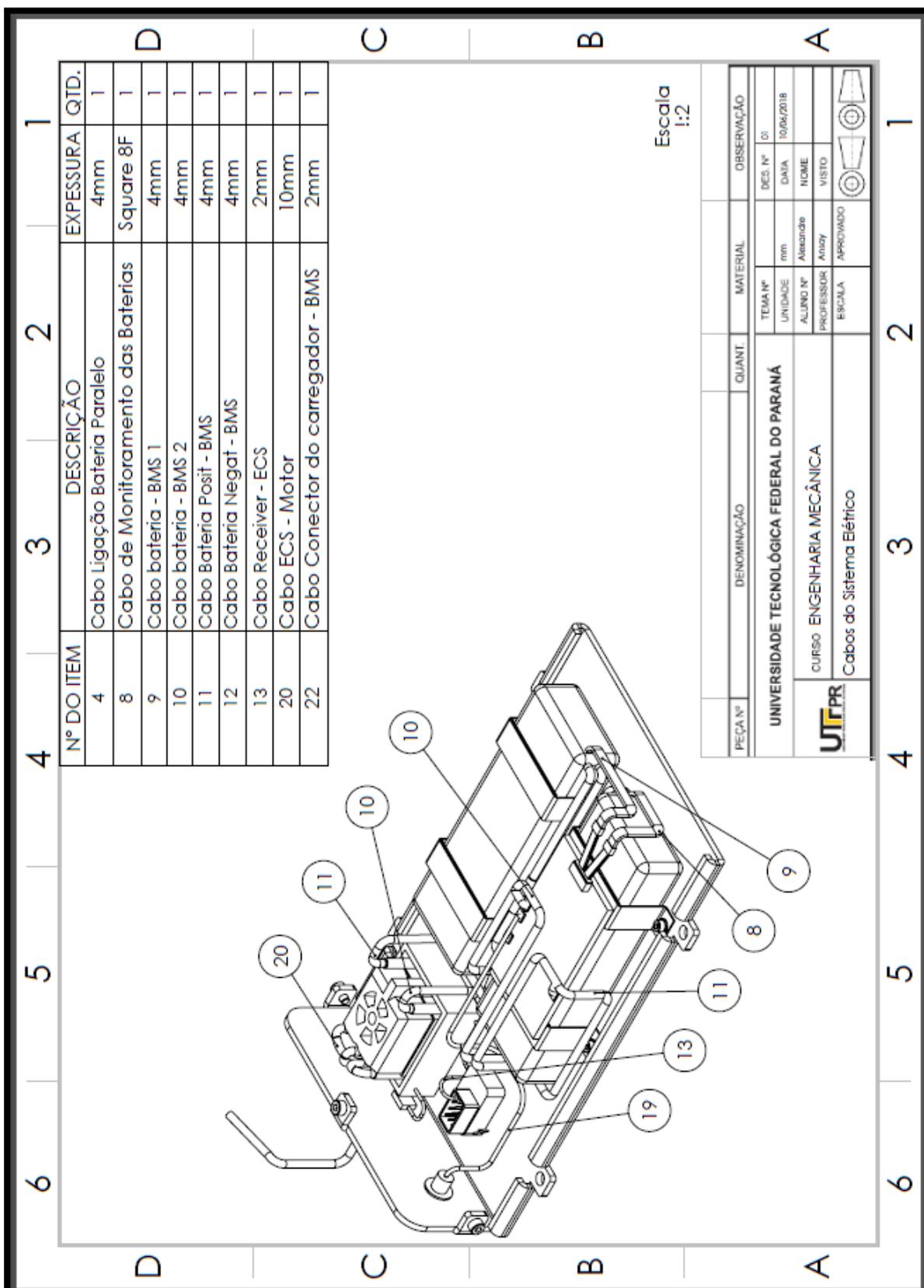
Componentes da caixa elétrica.

Escala 1:2

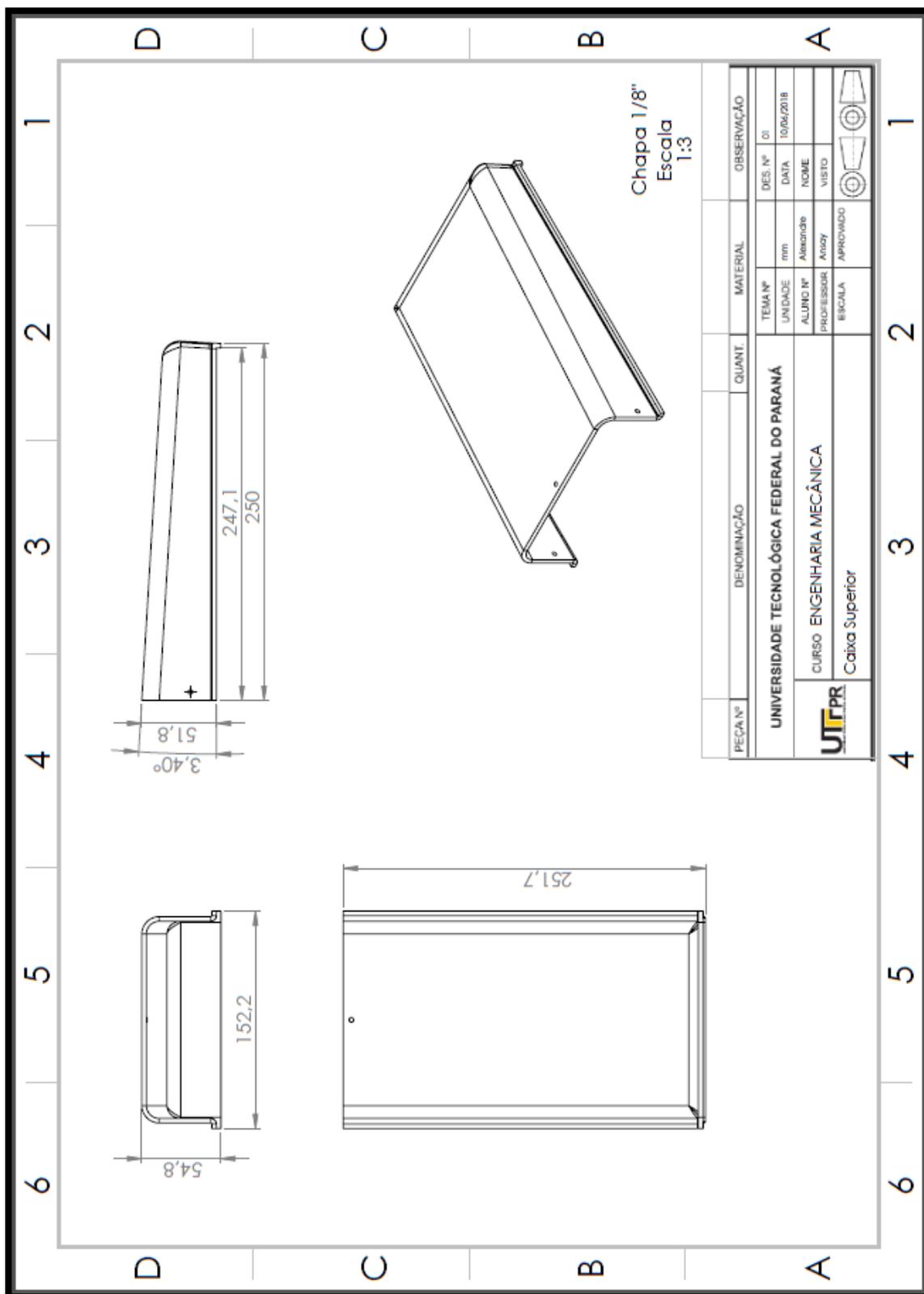
Nº DO ITEM	DESCRIÇÃO	QTD.
2	Bateria ZIPPY Flightmax 5000mAh 3S1P 20C	2
3	ECS	1
5	BMS	1
7	Cabo de Monitoramento das Baterias	1
12	Receiver	1
18	Conector do carregador	1

PEÇA Nº	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ				
CURSO ENGENHARIA MECÂNICA				
Componentes da Caixa Elétrica				
			TEMA Nº	DES. Nº
			UNIDADE	DATA
			ALUNO Nº	NOME
			PROFESSOR	VISTO
			ESCALA	APROVADO

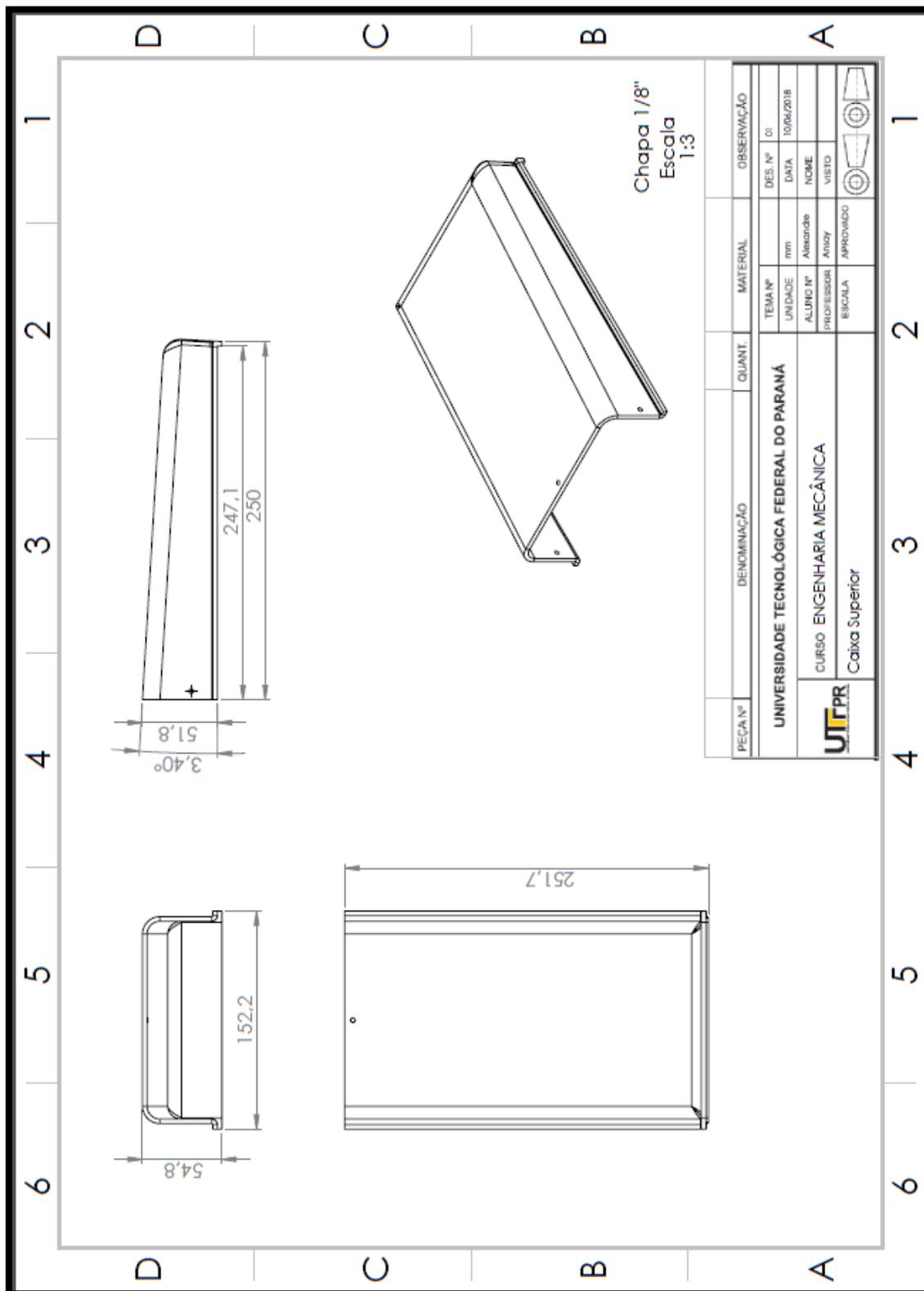
Cabeamento da caixa elétrica

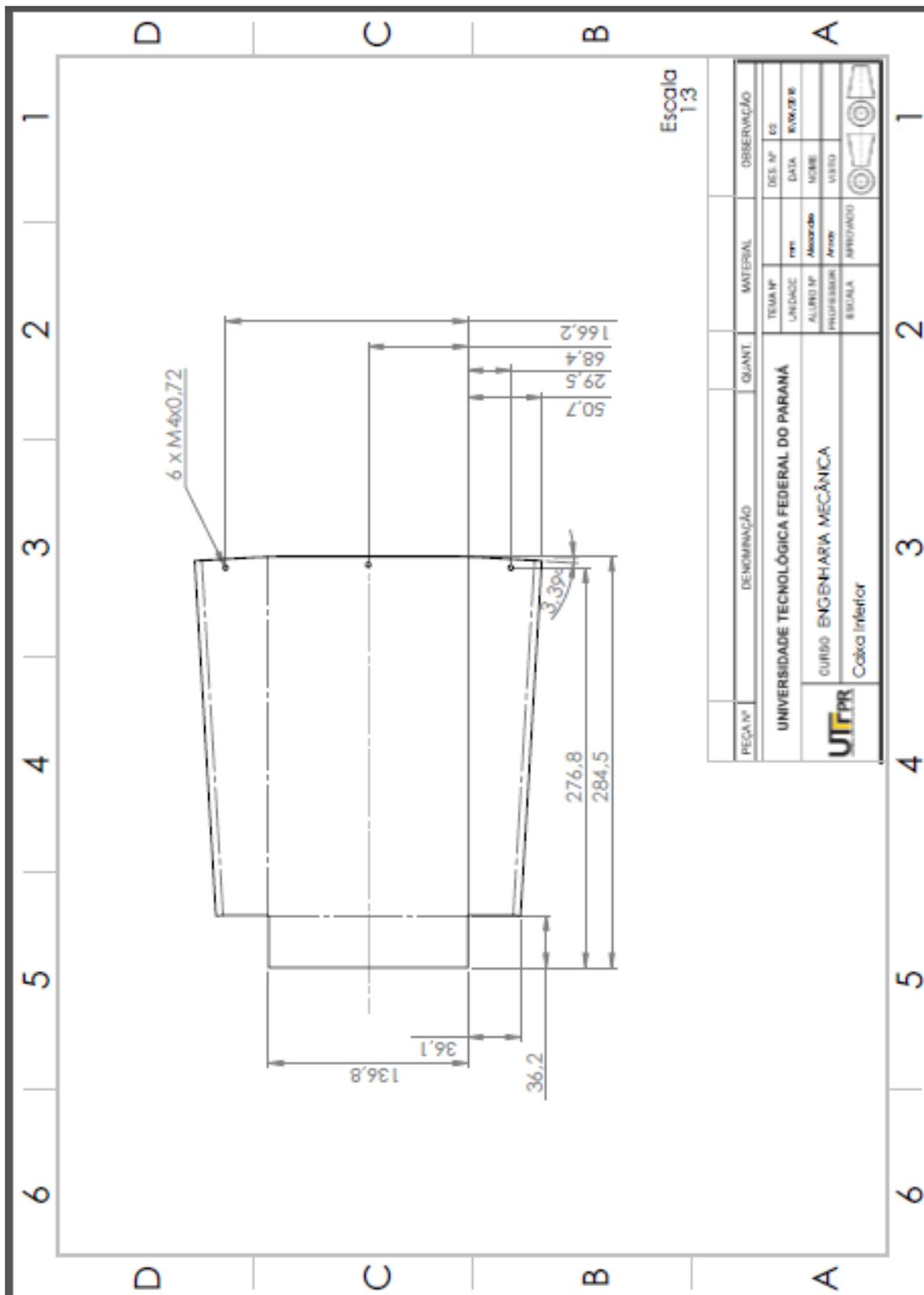


Desenho de fabricação caixa superior

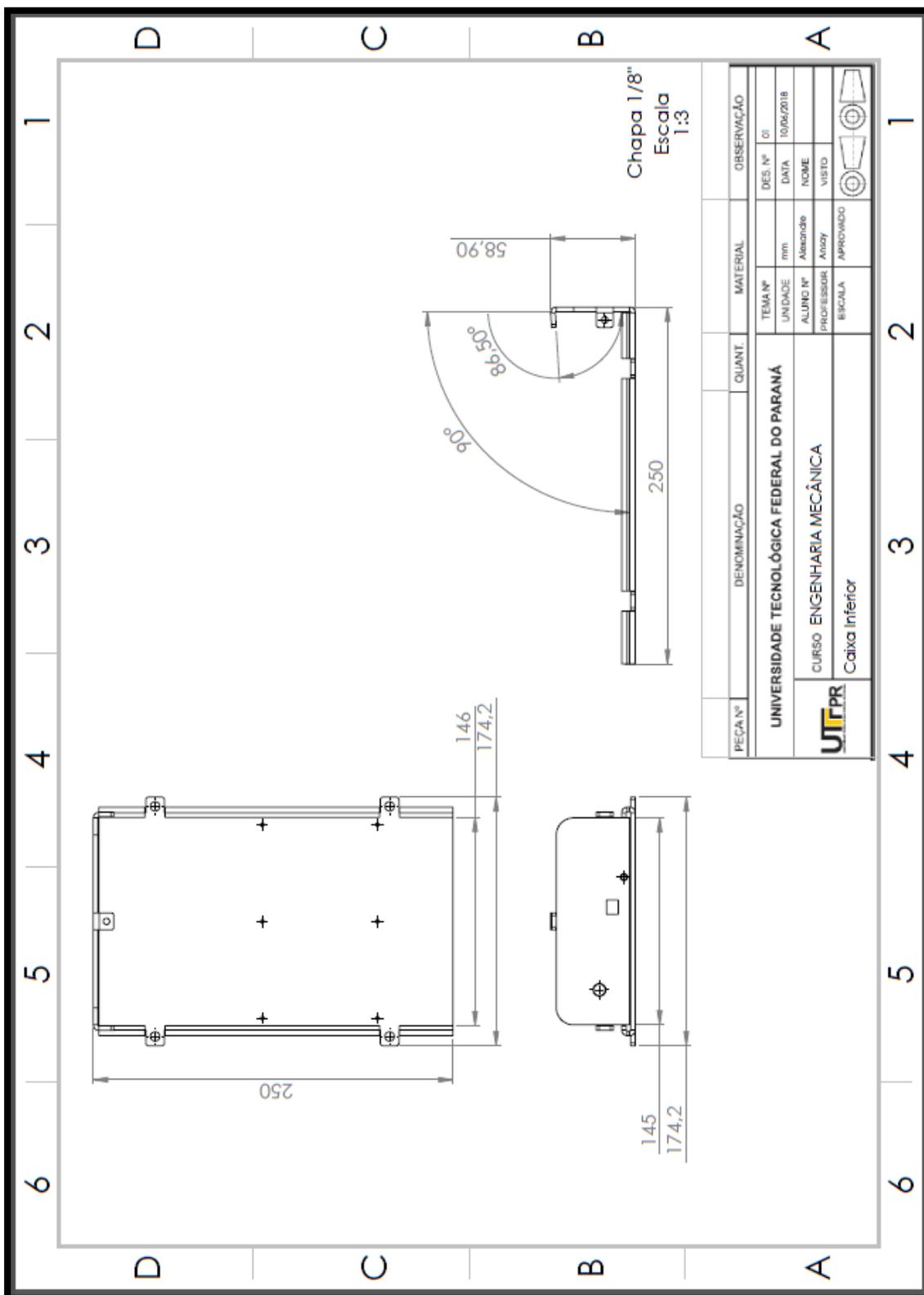


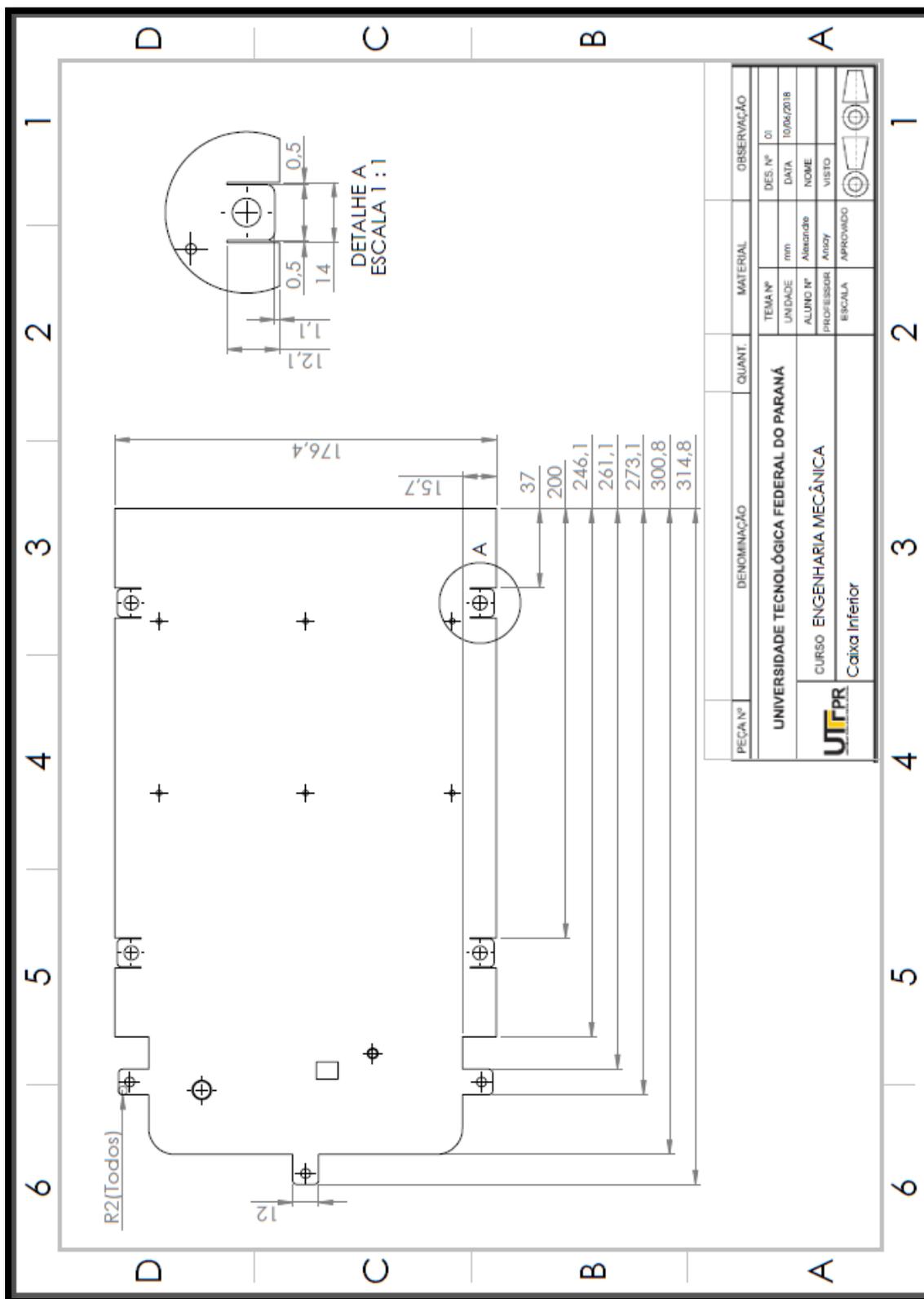
Desenho de fabricação caixa superior

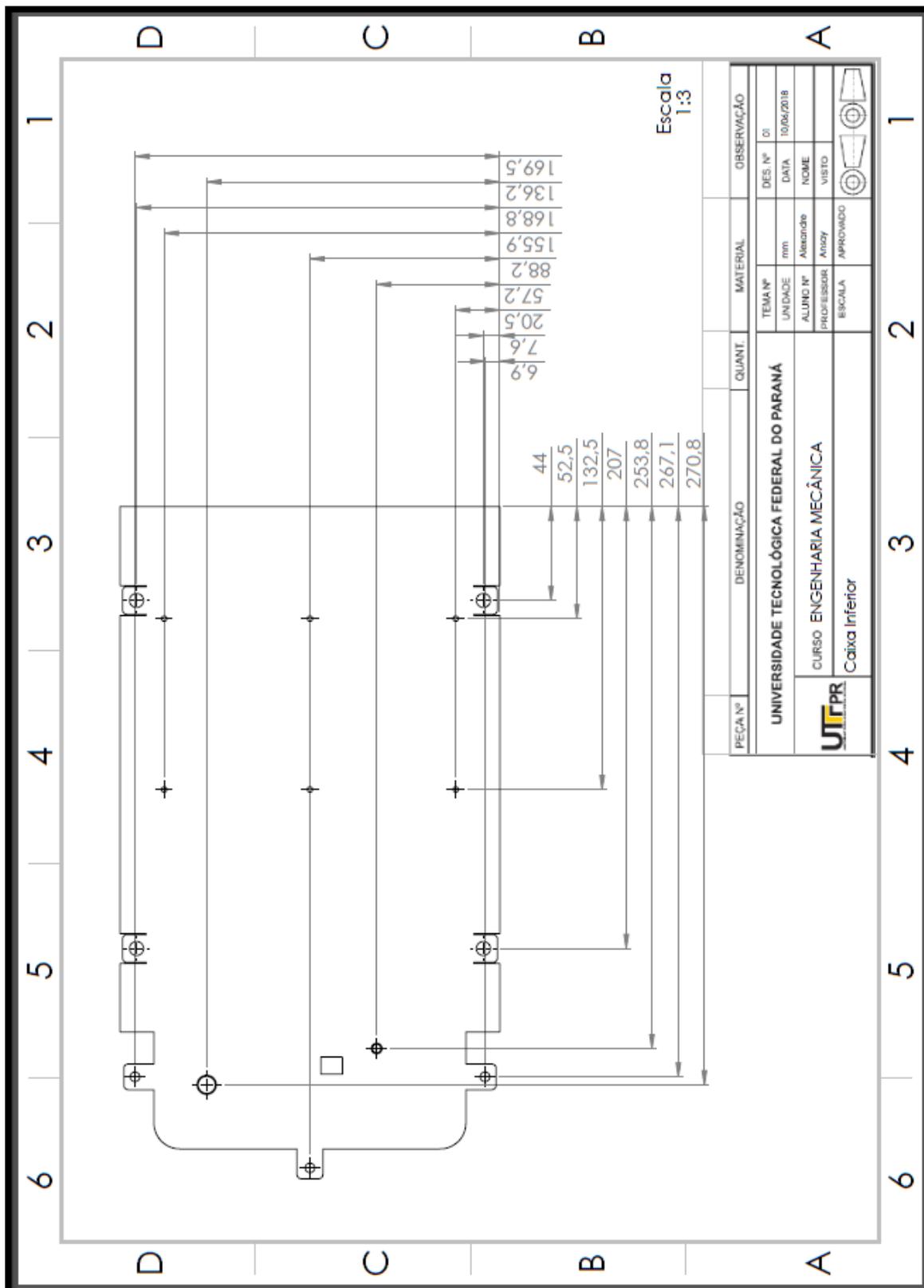


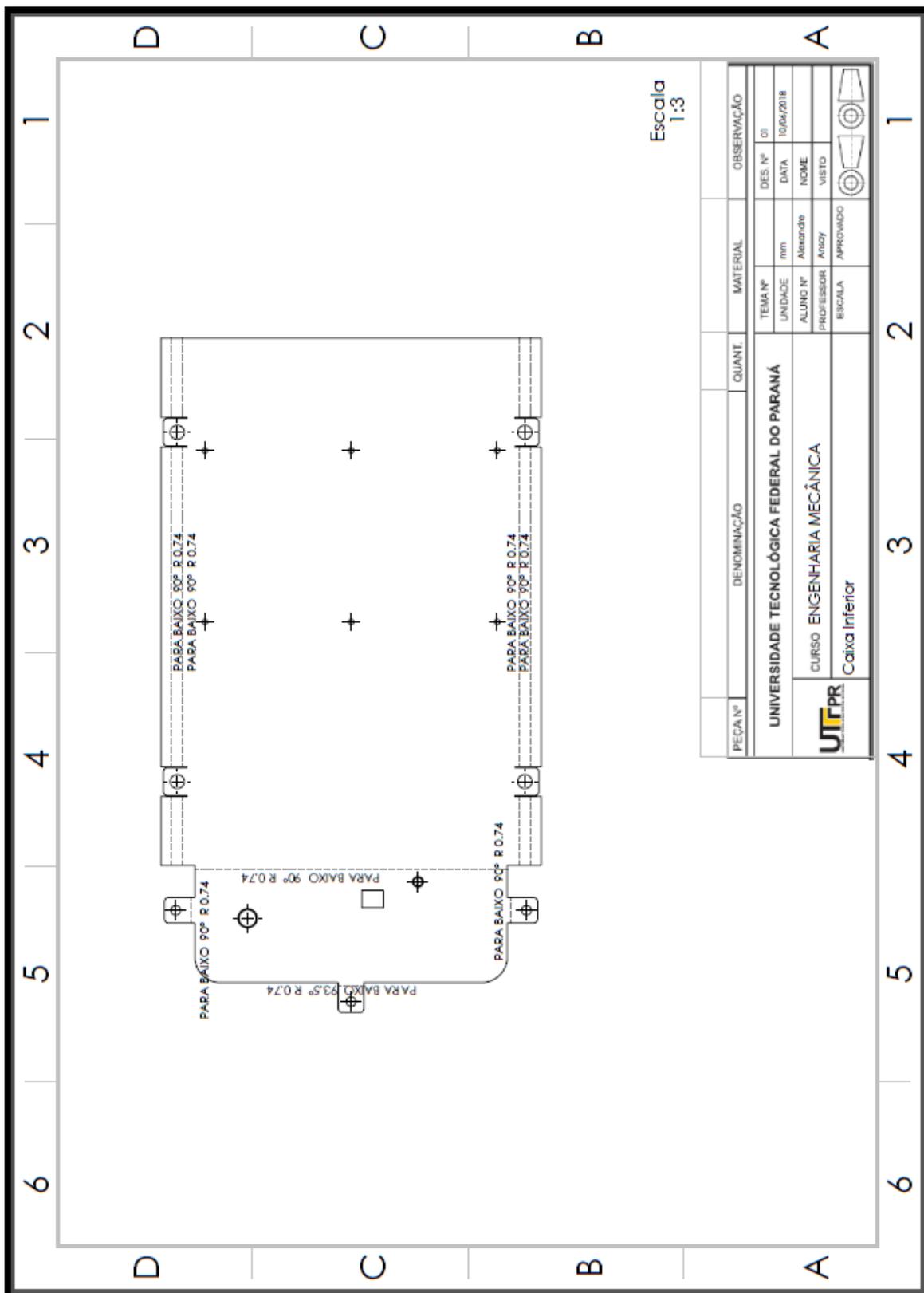


Desenho de fabricação caixa inferior



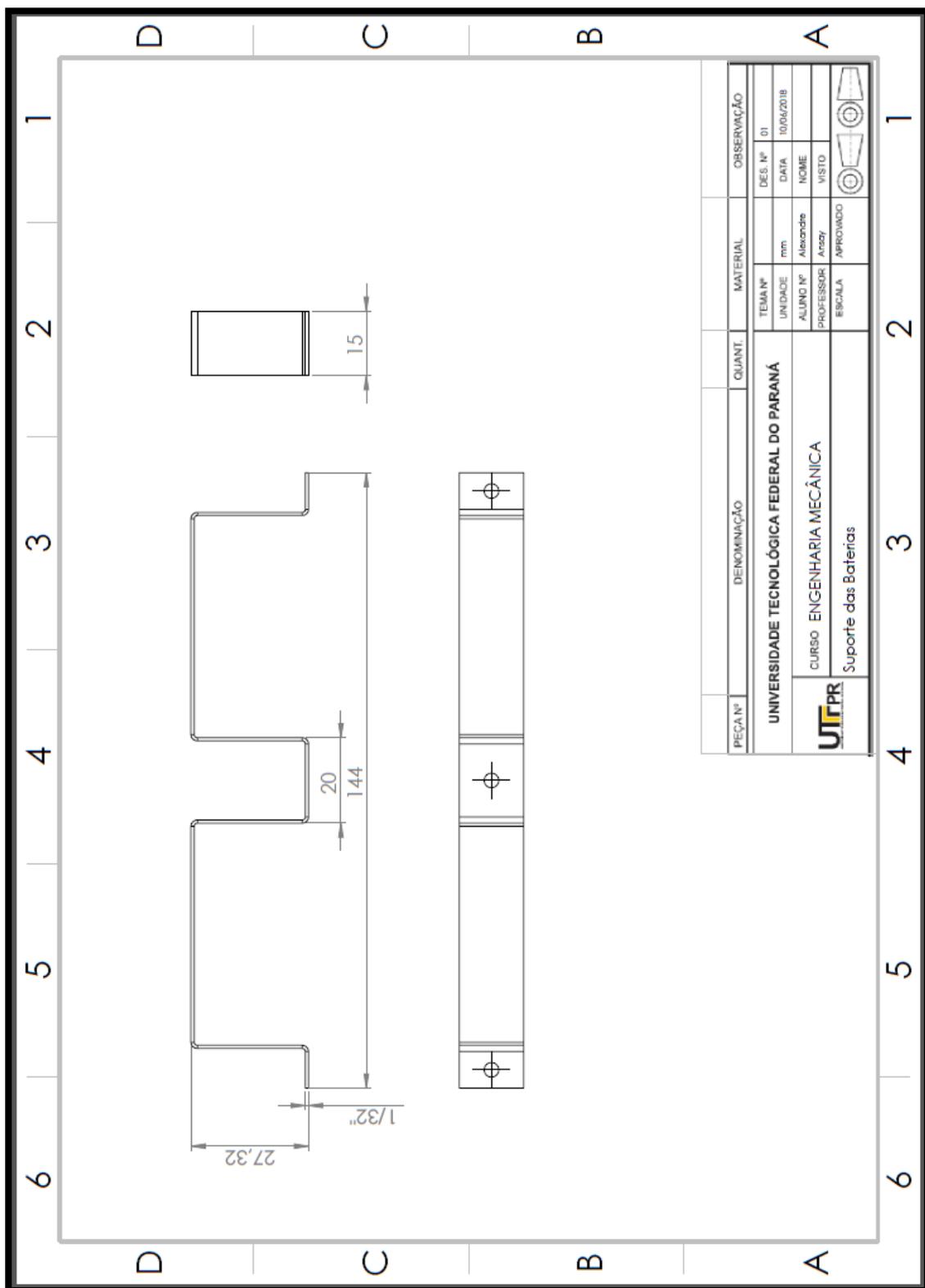


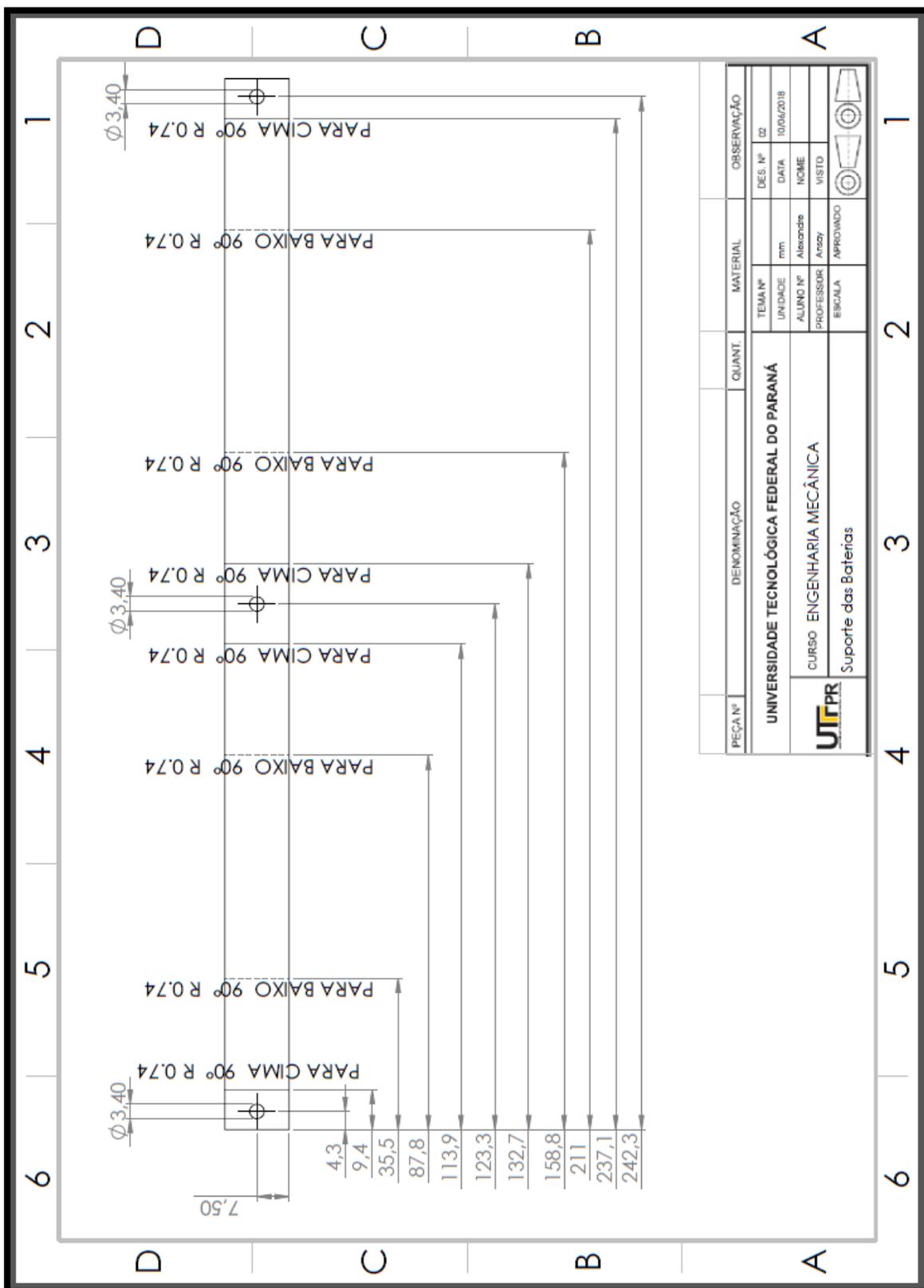




PEÇA Nº	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO
	UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ			
	CURSO ENGENHARIA MECÂNICA			
	Caixa Inferior			
	UTPR			
	PROFESSOR: Alexsandro Ansoy			
	ALUNO Nº: Alexsandro Ansoy			
	UNIDADE: mm			
	TEMA Nº: 10/04/2018			
	DES. Nº: 10/04/2018			
	DATA: 10/04/2018			
	NOME: Alexsandro Ansoy			
	VISTO: Alexsandro Ansoy			
	APROVADO: Alexsandro Ansoy			
	ESCALA: 1:3			

Desenho de fabricação suporte das baterias





APÊNDICE J – MANUAL DE INSTALAÇÃO

6
5
4
3
2
1

D
C
B
A

Instruções de Montagem 01:

1. Retirar a porca que prende a roda esquerda ao eixo do truck.
2. Deve retirar a roda traseira esquerda do Longboard.
3. Colocar o Motor no eixo do truck, o qual a roda foi retirado.
4. Posicionar o motor de forma que o cabo de alimentação do motor fique posicionado o mais próximo possível do shape.
5. Rosquear a nova porca no eixo do truck, travando o motor no sentido axial do eixo do truck.
6. Apertar os parafusos (item 01) para travar o motor contra rotação.
7. Seguir para as instruções de montagem 02.

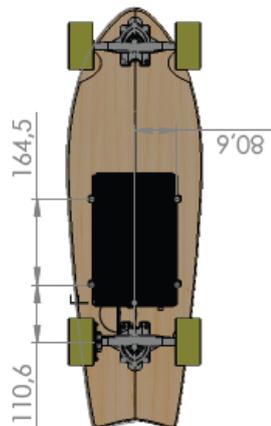
654321

DCBA

Distância indicada entre o centro do truck e a parede do componente elétrico

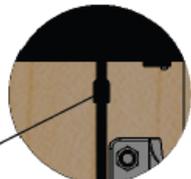


68

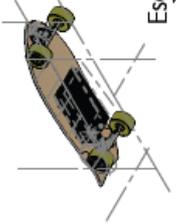


110,6 164,5 9°08

Conector



DETALHE F
ESCALA 1 : 2



Escala 1:10

Instruções de Montagem 02:

1. Posicionar a caixa elétrica na posição indicada no desenho.
2. Marcar com um lápis a posição dos furos.
3. Furar com uma broca de 4mm as posições marcadas com uma profundidade de 3mm.
4. Posicionar novamente a caixa elétrica na posição em que os furos foram marcados.
5. Rosquear os parafusos M6 nas posições marcadas fixando a caixa elétrica no shape do longboard.
6. Unir o conector macho do cabo do motor no conector fêmea da caixa elétrica.
7. Mudar a posição do chaveamento da caixa elétrica para ON.
8. Ligar o controle remoto, aguardar alguns segundos. O motor já estará funcionando.

PEÇA Nº	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO
	UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ		TEMA Nº	DES. Nº
	CURSO ENGENHARIA MECÂNICA		UNIDADE	DATA
	Desenho de Montagem		ALUNO Nº	NOME
			PROFESSOR	VISTO
			ESCALA	APROVADO

654321

DCBA

APÊNDICE K – REDAÇÃO DA PATENTE

Titulo: Longboard motorizado por dispositivo de propulsão com motor hub

Resumo

Longboard com motorização elétrica. Prancha com dois eixos acoplados paralelamente, nos quais são fixadas rodas ao fim de cada eixo. A roda possui um motor hub para permitir a motorização. Esse motor pode estar em uma ou duas rodas do longboard. O motor hub possui um mecanismo elétrico incluindo um estator que gera o campo magnético, um rotor que sofre influência do campo magnético e gira com a roda e dois rolamentos. O eixo do longboard passa por dentro do sistema hub e é fixado pela capa externa. O sistema eletrônico possui duas baterias ligadas em série, controle de velocidade do motor e receptor de sinal do controle remoto.

Estado da Técnica

A invenção apresentada nessa patente consiste em um longboard motorizado por um mecanismo de um motor hub em uma ou duas rodas traseiras. Esse motor está situado dentro da roda do longboard e será acoplado no eixo motoriz do mesmo.

Descritivo de patente

[001] O longboard com motorização elétrica por motor hub e um sistema de propulsão alimentado por duas baterias em série que alimentam o motor hub, esse pode substituir uma ou duas

rodas do produto. Duas baterias em série de voltagem 22V alimentam o motor elétrico de potência máxima de pico de 1800W e potência contínua de saída e de 500W. Essa configuração do sistema possibilita o usuário ter uma autonomia de 15km e velocidade máxima de 24km/h. Esses resultados são para uma inclinação de 0° e peso de usuário de 80kg, somando com o longboard 90kg. A inclinação máxima do sistema e de 14° de um total de 90° e 50% de sua velocidade máxima e atingida em 4 segundos.

[002] O diferencial da invenção e transformar um longboard tradicional em um longboard motorizado simplesmente substituindo uma ou duas rodas. O sistema apresentado não faz alterações significativas no longboard do usuário. Dessa forma ele preserva a dirigibilidade do longboard. Além disso ele possibilita ao usuário continuar com seu longboard, ou seja, sem a necessidade de comprar todo o longboard novo, somente as rodas.

[003] O peso total do sistema é de 8,2kg, dessa forma pode ser carregado pelo usuário de forma normal. Caso o usuário não queira carregar o longboard quando a bateria acabar esse sistema oferece menor resistência quando comparado a sistemas concorrentes devido ao sistema flutuante do motor hub.

[004] O sistema de controle do sistema e feito por um controlador com ondas de radio, que também pode ser feito por sistema bluetooth. Esse controlador contem um receiver e um transmitter que e responsável pelo envio de sinal do controle remoto para o sistema eletrônico que controla a aceleração e frenagem do sistema.

[005] Ao contrario da patente BR 102016016351-0 A2, que como a invenção apresentada aqui também apresenta um sistema de motorização para skates, o sistema apresentado nela para transmissão e por polia.

[006] O produto possui montagem simples. O manual de instruções está na parte de desenhos dessa redação.

Descrição dos desenhos

O sistema (12) apresentado no desenho numero um e dois e relacionado a um motor hub elétrico que consiste em quatro parafusos (1) internos que são responsáveis por prender a tampa (2), essa gira com a roda, que fica sobre o rolamento (3) interno. O

rolamento (3) interno e móvel, ou seja, gira com o sistema e posicionado no miolo do estator (4). O estator (4) é uma parte fixa, ou seja, não gira com o sistema. Ele é responsável por criar o campo magnético. O rotor (5) fica como uma capa que envolve o estator (4), ele sofre influência do campo magnético e gira. O rolamento (7) externo é um rolamento convencional e gira no eixo (11) do truck. A capa (8) que está ligada na roda (6) é fixada por parafusos (9).

O desenho número três mostra como ficara a concepção final do projeto. Onde a roda (12) substitui uma roda convencional, ou duas. O mecanismo (13) eletrônico compõe as baterias e o sistema de controle. Esse controle é feito por controle remoto via ondas de rádio, mas também pode ser por *Bluetooth*. O mecanismo (13) é fixado na parte inferior da prancha (14) do longboard de forma a preservar a estabilidade do longboard.

Reivindicações

1. Longboard com motorização elétrica caracterizado por ter uma prancha com dois eixos paralelos acoplados, nos eixos são fixadas as rodas (10). A roda (10) tem um sistema de motor hub interno que permite o deslocamento motorizado. Esse sistema pode estar em uma ou duas rodas (10). Na parte inferior da prancha é fixado o mecanismo (11) eletrônico de baterias e controle que alimenta e controla o motor hub elétrico, esse sistema é acionado por um controle remoto sem fio que permite acelerar e frear o sistema.

2. Sistema com motorização por rodas (10) composto por uma ou duas rodas (10) motorizadas pelo mecanismo de motor hub acoplados ao eixo motoriz por uma capa (8) fixada por parafusos (9).

3. Um hub eletricamente movido composto por um mecanismo elétrico com um estator (4) fixo que gera o campo magnético e um rotor (5) que sofre influencia desse campo e gira o sistema.

4. Um longboard com motorização elétrica contendo uma prancha, rodas motorizadas, bateria, motor elétrico, um sistema de controle remoto, um receptor de sinal suportado pela prancha para o controle. Esse sistema não é apresentado em desenho, ele consiste no mecanismo (11) eletrônico.

5. Um sistema de controle remoto para o controle de aceleração e frenagem do motor hub incluso em uma ou duas rodas (10) do longboard.

Conclusão

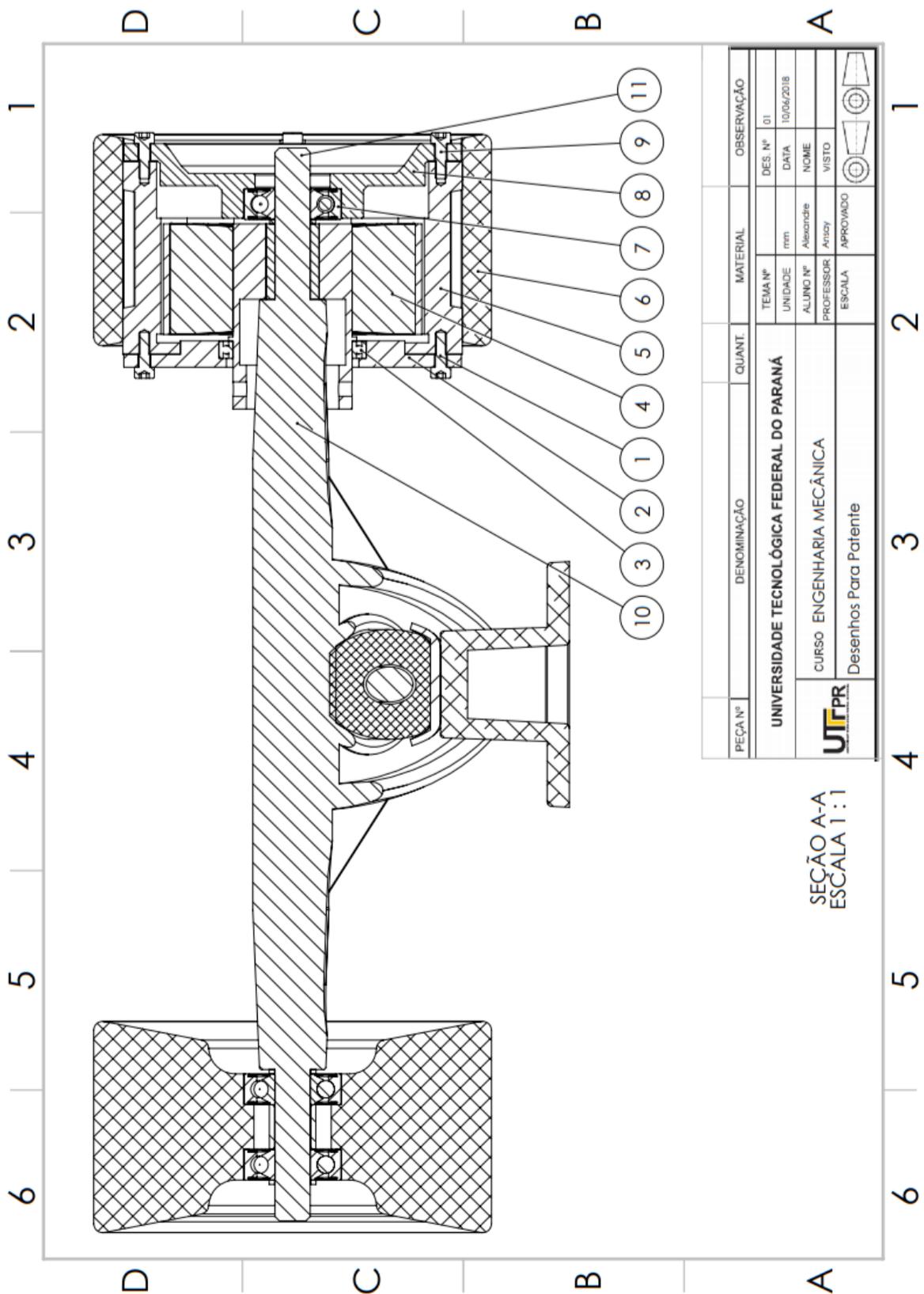
Essa invenção trás a inovação de tornar um longboard convencional em um longboard motorizado pela troca de uma ou duas rodas. O sistema e mais silencioso quando comparado a longboards elétricos com transmissão por polia ou trens de engrenagem devido a seu sistema flutuante. E mais eficiente devido ao menor numero de componentes, isso se deve ao menor numero de perdas na transmissão de potencia da bateria para o motor. E um sistema mais leve e oferece menor resistencia quando usado sem o sistema elétrico.

O sistema do motor hub oferece maior segurança devido a capa externa estar fixada diretamente na roda, assegurando que o motor não sairá da roda.

Citações

Número de Publicação	Data de Prioridade	Data de Publicação	Atribuído	Título
USD629859S 1	2009-12-14	2010-12-28	Rayne Longboards	Longboard
USD751160S 1	2014-01-13	2016-03-08	Yuneecc Technology Co Ld	Electric Skateboard
USD2010022 2941A1	2010-02-26	2010-09-02	Wesley Wenti Chang	Remote Control Electric Powered Skateboard
US6321863B 1	2000-06-26	2001-11-27	Mac Brushless Motor Co	Hub motor for a wheeled vehicle
US20030217 878A1	2002-05-23	2003-05-22	Tzora Active Systems Ltd	Hub Motor

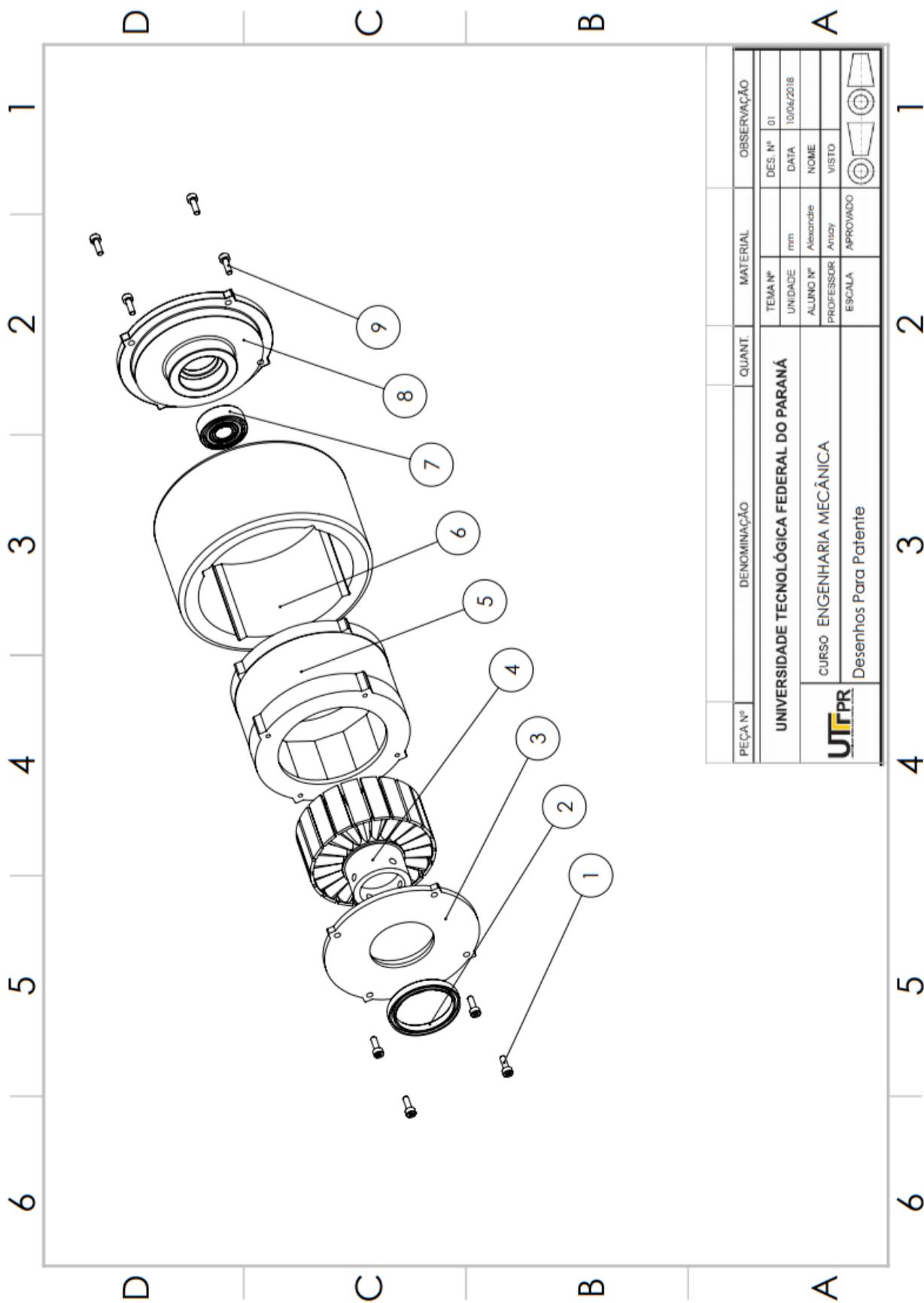
APÊNDICE L – DESENHOS TÉCNICOS PARA A PATENTE



SEÇÃO A-A
ESCALA 1:1

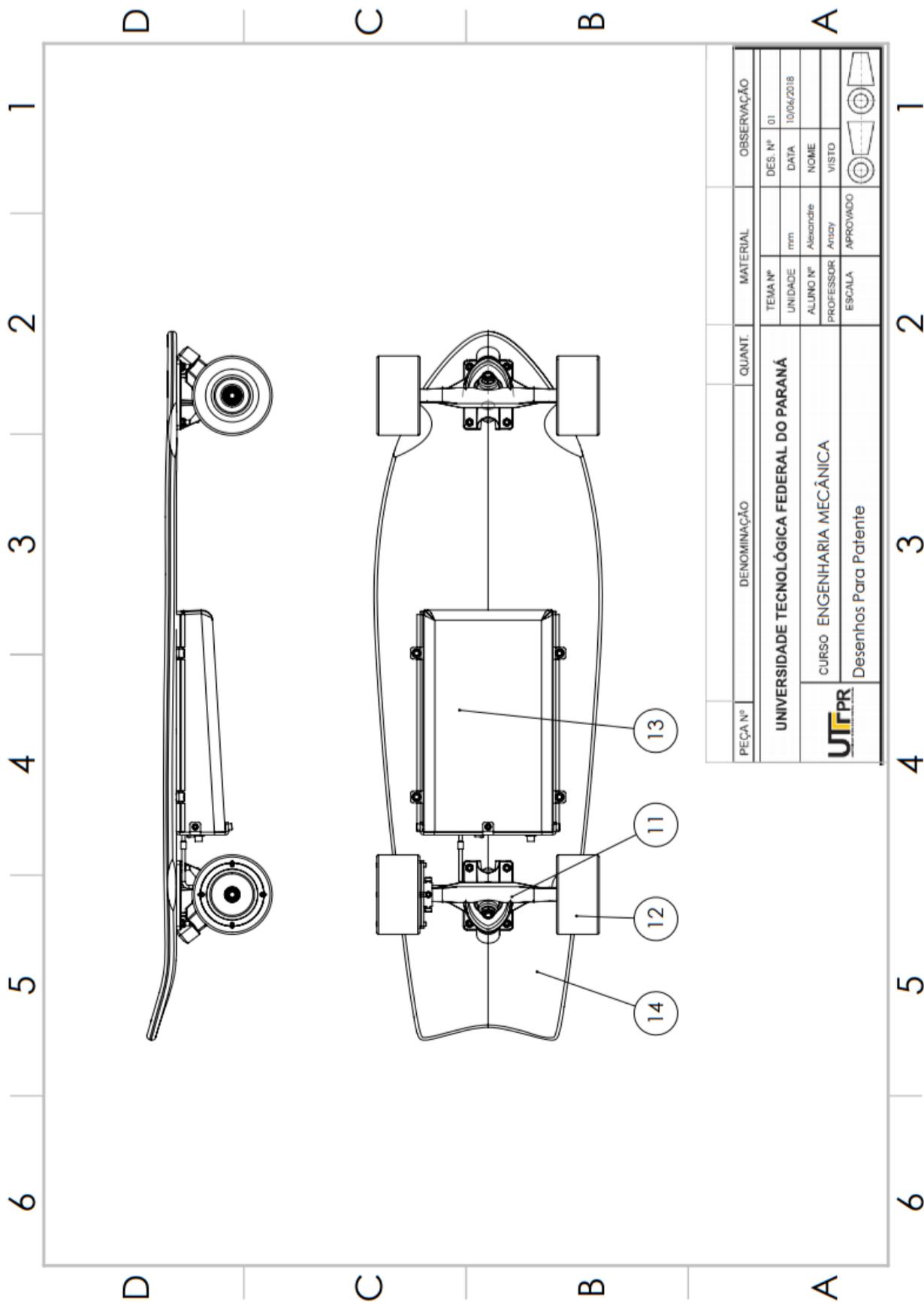
PEÇA Nº	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO
	UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ			DES. Nº 01
	CURSO ENGENHARIA MECÂNICA Desenhos Para Patente		TEMA Nº	DATA 10/04/2018
		UNIDADE	mm	NOME
		ALUNO Nº	Alexandre	PROFESSOR
			ESCALA	APROVADO
				VISTO





PEÇA Nº	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ				
CURSO ENGENHARIA MECÂNICA				
Desenhos Para Patente				
TEMA Nº		MATERIAL		OBSERVAÇÃO
UNIDADE		MATERIAL		DES. Nº
mm				01
ALUNO Nº		ALEXANDRE		DATA
PROFESSOR		ANTOY		10/04/2018
ESCALA		APROVADO		NOME
				VISTO
				(Signature)

1 2 3 4 5 6



PEÇA Nº	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO
	UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ			DES. Nº 01
	CURSO ENGENHARIA MECÂNICA Desenhos Para Patente		mm	DATA 10/06/2018
			ALUNO Nº Alexandre	NOME
			PROFESSOR Anídy	VISTO
			ESCALA APROVADO	

1 2 3 4 5 6 1 2 3 4 5 6