

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

CLA - Escola de Belas Artes

Departamento de Desenho Industrial

Curso de desenho Industrial / Projeto de produto

Relatório de Projeto de Graduação

Motocicleta Elétrica - FOHAT



Álvaro Mesquita
Ítalo Costa

Rio de Janeiro
2021/2

CIP - Catalogação na Publicação

Cm Mesquita, Álvaro
Costa, Ítalo
Motocicleta elétrica - FOHAT / Ítalo Costa. --
Rio de Janeiro, 2021.
159 f.

Orientador: Valdir Soares.
Trabalho de conclusão de curso (graduação) -
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de
Belas Artes, Bacharel em Desenho Industrial, 2021.

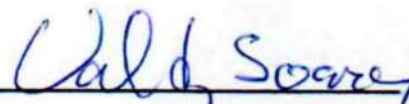
1. motocicleta elétrica. 2. mobilidade urbana.
3. motor elétrico. 4. design de transportes. 5.
energia limpa. I. Soares, Valdir, orient. II. Título.

MOTOCICLETA FOHAT

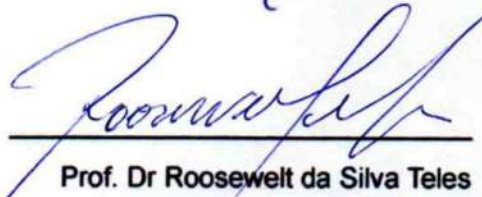
Álvaro dos Santos Mesquita e Ítalo Ramos Costa

Projeto submetido ao corpo docente do Departamento de Desenho Industrial da Escola de Belas Artes da Universidade Federal do Rio de Janeiro como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Bacharel em Desenho Industrial - Habilitação em Projeto de Produto.

Aprovado por:



Prof. Dr Valdir Ferreira Soares



Prof. Dr Roosevelt da Silva Teles



Prof. Dr Hugo Borges Backx

Rio de Janeiro, Dezembro de 2021

Resumo do projeto subjugado ao Departamento de Desenho Industrial da EBA/UFRJ como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau em Bacharel em Desenho Industrial – Habilitação em Projeto de Produto, 2021/2.

MOTOCICLETA FOHAT

Álvaro dos Santos Mesquita e Ítalo Ramos Costa

Dezembro de 2021

Orientador Professor Valdir Ferreira Soares

Departamento de Desenho Industrial/Projeto de Produto

A concepção desse projeto buscou pesquisas e soluções para o desenvolvimento de uma motocicleta de propulsão elétrica. Movido pelos caminhos que está sendo tomado pelo design dos meios de transporte, diante dos acordos assinados em conferências mundiais climáticas e, com o intuito de propor novas soluções para tornar o transporte urbano mais eficiente, este projeto busca reunir tendências acerca da tecnologia de materiais, propulsores elétricos e dispositivos periféricos quais tornem uma motocicleta mercadologicamente competitiva e alinhada aos regulamentos de produção.

Abstract of Summary presented to Industrial Design Course – EBA/UFRJ as partial fulfillment of requirements for approval in graduation of Bachelor Degree in Industrial Design – Qualification in Product Design

FOHAT MOTORCYCLE

Álvaro dos Santos Mesquita and Ítalo Ramos Costa

December 2021

Adviser: Professor Valdir Ferreira Soares

Department of Industrial Design/Product Design

The conception of this project sought to research and solutions for the development of an electric propulsion motorcycle. Driven by the paths that the transportation design is taking, in a view of the agreements signed at world climate conferences and, intending to propose new solutions to make urban transport more efficient, this project seeks to bring together trends about the technology of materials, electrical and peripheral devices that make a motorcycle market competitive and in line with production regulations.

Lista de quadros e tabelas

Tabela 1.4: Vendas no varejo por capital; Tabela ABRACICLO; Anuário 2018	21
Tabela 1.5: Perfil do consumidor; Tabela ABRACICLO; Anuário 2018	22
Tabela 1.6: Vendas no atacado; Tabela ABRACICLO; Anuário 2018	23
Tabela 1.7: Vendas no varejo por categoria; Tabela ABRACICLO; Anuário 2018	23
Tabela 1.8: Vendas varejo por cm ³ ; Tabela ABRACICLO; Anuário 2018	24
Tabela 2.4: Tabela de motos; Fontes: blog Moto News, FENABRE, Motosblog ficha técnica	31
Tabela 2.8: Tipos de plugs	37
Tabela 4.21: Percentis femininos	85

Lista de figuras

Figura 1.1: Modelo da moto de Louis Perreaux, Museu de Sceaux, França	15
Figura 1.2: Réplica da moto inventada por Gottlieb Daimler e Wilhelm Maybach em 1885, museu da Mercedes-Benz, Stuttgart, Alemanha	16
Figura 1.3: Gráfico representatividade de motocicletas ABRACICLO; Anuário 2018	18
Figura 1.9: Distância percorrida Sepetiba - Centro RJ; transporte privado; Google Maps	25
Figura 1.11: Distância percorrida Marsilac - Centro SP, transporte privado a esquerda e público a direita; Google Maps	26
Figura 2.1: Principais componentes que diferenciam uma moto elétrica	28
Figura 2.2: Divisão dos motores elétricos; Brushless DC Motors Fundamentals - Jian Zhao/Yangwei Yu 2011	29
Figura 2.3: Motor BLDC; rotor por fora do stator; Nidec Corporation: Brushless Motors	30
Figura 2.5: Motor BLDC de 20Kw; Golden motor	33
Figura 2.6: bateria	36
Figura 2.7: controlador DRAGON8	37
Figura 2.9: verificação dos plugs existentes na estação QC-45, ficha técnica QC-45 EFACEC	38
Figura 2.10: Plug SAE J1772	39
Figura 2.11: função de cada pino do plug SAE J1772; CPFL Energia	39
Figura 2.12: Plug IEC-62196-2	40
Figura 2.13: função de cada pino do plug IEC 62196-2; CPFL Energia	40
Figura 2.14: comparação de sistema de freio tradicional com eletrônico	42
Figura 2.15: ilustração do sistema EBS com todos os componentes	42
Figura 2.16: diagrama básico 1	43
Figura 2.17: diagrama básico 2	43
Figura 3.1: estrutura cinemática da motocicleta	44
Figura 3.2: Geometria da motocicleta	46
Figura 3.3: Trail positivo	48

Figura 3.4: Trail negativo	48
Figura 3.5: bicicleta arcaica	49
Figura 3.6: desenho de curvatura	50
Figura 3.7: Forças atuantes	50
Figura 3.8: Motocicleta utilizando o contra esterço	51
Figura 3.9: Momento 1	52
Figura 3.10: Momento 2	52
Figura 3.11: Momento 3	53
Figura 3.12: Exemplos de quadro de perímetro	55
Figura 3.13: Exemplo de quadro de treliça	55
Figura 3.14: Suspensão telescópica, normal a esquerda, invertida a direita	57
Figura 3.15: Suspensão dual shock a esquerda, mono shock a direita	58
Figura 3.16: Transmissão por corrente	59
Figura 3.17: Transmissão por correia	61
Figura 3.18: Transmissão por eixo cardan	62
Figura 3.19: Exemplos de pneus mistos 60/40	63
Figura 3.20: tipos de guidão	64
Figura 3.21: Honda CB 250F TWISTER	65
Figura 4.1: Gráfico apresentando as respostas dos entrevistados; Robertson e Minter	69
Figura 4.2: Medidas antropométricas de 3100 homens trabalhadores brasileiros	70
Figura 4.3: Medição da vibração	72
Figura 4.4: Motorcycle controls and display	73
Figura 4.5: Motorcycle controls and display	74
Figura 4.6: Motorcycle controls and display	74
Figura 4.7: Motorcycle controls and display	74
Figura 4.8: Motorcycle controls and display	75
Figura 4.9: Motorcycle controls and display	75

Figura 4.10: Motorcycle controls and display	76
Figura 4.11: Posturas de pilotagem de acordo com o tipo de motocicleta	76
Figura 4.12: Harley Davidson Electra Glide com proteção inferior contra o vento	77
Figura 4.13: ângulos posturais	78
Figura 4.14: alturas estudadas	79
Figura 4.15: estaturas 1,68m e 1,60m respectivamente montadas na moto com os pés no solo	79
Figura 4.16: estatura de 1,75m com os pés totalmente apoiados no chão	80
Figura 4.17: análise postural de cada estatura	81
Figura 4.18: HONDA CB250F - Percentil masculino 5%	82
Figura 4.19: HONDA CB250F - Percentil masculino 50%	83
Figura 4.20: HONDA CB250F - Percentil masculino 95%	84
Figura 4.20: HONDA CB250F - Percentil feminino 5%	84
Figura 5.1: Sketches preliminares	87-88
Figura 5.2: Sketches preliminares que combinavam	89
Figura 5.3: 1º sketch mesclando as ideias	90
Figura 5.4: 3º sketch tentando mesclar ambas ideias	90
Figura 5.5: desenho mesclando linhas de força de motos street, trail e naked	91
Figura 5.6: possíveis vistas da moto resultante	92
Figura 5.7: vista em perspectiva da moto resultante	92
Figura 6.1: vistas do quadro; modelagem em solidworks	93
Figura 6.2: caixa de baterias; modelagem em solidworks	94
Figura 6.3: motor inserido na montagem; modelagem em solidworks	94
Figura 6.4: controlador e suspensão (esquerda), controlador e um esboço básico do tanque (direita); modelagem em solidworks	95
Figura 6.5: braço oscilante à esquerda e correia com polias à direita; modelagem em solidworks	96
Figura 6.6: "tanque" fechado e aberto com entradas de ar; modelagem em solidworks	96

Figura 6.7: tomada para carregamento à esquerda, visão do tanque em transparência possibilitando a visualização do controlador à direita; modelagem em solidworks	97
Figura 6.8: puxadores vista em corte à direita; modelagem em solidworks	97
Figura 6.9: banco; modelagem em solidworks	98
Figura 6.10: vistas da carenagem inferior - vulgo saia; modelagem em solidworks	98-99
Figura 6.11: chapa de aço; modelagem em solidworks	99
Figura 6.12: pedaleiras; modelagem em solidworks	100
Figura 6.13: pedaleira retrátil; render em keyshot	100
Figura 6.14: boneco de 1,60 m; desenho em solidworks	101
Figura 6.15: boneco de 1,75 m; desenho em solidworks	101
Figura 6.16: boneco de 1,83 m; desenho em solidworks	102
Figura 6.17: boneco de 1,50 m; desenho em solidworks	102
Figura 6.18: painel; modelagem em solidworks; imagem da tela do painel	103
Figura 6.19: farol dianteiro anterior; keyshot	103
Figura 6.20: farol dianteiro definitivo e lanterna traseira; modelagem em solidworks	104
Figura 6.21: ângulos da motocicleta	104
Figura 6.22: visualização da inclinação do guidão para curvas	105
Figura 7.1: ilustração de processo de solda	106
Figura 7.2: componentes do produto que serão fabricados em fibra de vidro	107
Figura 7.3: ilustração do processo de hand lay up	108
Figura 7.4: banco automotivo (esquerda); alma de um banco automotivo (direita)	108
Figura 7.5: imagem ilustrativa do farol da motocicleta	109
Figura 7.4: Display AIM TECHNOLOGIES - Modelo MXG 1.2	110
Figura 7.5: Roda SCUD em alumínio	110
Figura 7.6: Guidão PRO TORK...	111
Figura 7.7: Manete de freio	111

Figura 7.8: Universal 190mm Cilindro Mestre Do Freio Traseiro E Rotor De Disco	112
Figura 7.9: Suspensão telescópica invertida	112
Figura 7.10: Suspensão traseira monoshock	113

Lista de siglas

ABRACICLO - Associação Brasileira dos Fabricantes de Motocicletas, Ciclomotores, Motonetas, Bicicletas e Similares

ABRAMET - Associação Brasileira de Medicina no Tráfego

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica

ANP - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis

KM/KWh - quilômetro por quilowatt hora

KM/L - quilômetro por litro

Cm³ - centímetro cúbico

Km - quilômetro

DC - direct current

BLDC - brushless direct current

HP - horse power (cavalos)

km/h - quilômetro por hora

V - volts (tensão)

Nm - newton metro

Kgfm - quilograma força metro

Km/kj - quilômetro por quilo joule

Kj - quilojoule

W - watts

PMAC - permanent magnet alternating current

Ah - ampere hora

mm - milímetros

Kg - quilograma

CA - corrente alternada

CC - corrente contínua

AC - alternating current

DC - direct current

EFACEC - A Efacec designa o conjunto das empresas que hoje se constituem como a Efacec Power Solutions.

ABVE - associação brasileira de veículos elétricos

CCS - combined charging system

SAE - society of automotive engineering

ACEA - Associação de Fabricantes Europeus de Automóveis

VE - veículo elétrico

EP - eletroposto

EBS - electric brake system

ABS - anti brake system

cc - cilindrada

IEA - international ergonomy association

TFT - thin film transistor

Sumário

Introdução	15
Capítulo 1: Briefing	17
1.0 metodologia	
1.1 justificativa	
1.2 objetivos	
1.3 público alvo	
1.4 análise principais cidades	
1.5 requisitos e restrições	
Capítulo 2: Conhecimentos técnicos elétricos	28
2.0 elementos elétricos	
2.1 motor	
2.2 bateria	
2.3 controlador	
2.4 carregador	
2.5EBS, luzes e diagrama básico	
Capítulo 3 - Conhecimentos técnicos mecânicos	44
3.1 composição mecânica e dinâmica da motocicleta	
3.2 geometria da motocicleta	
3.3 movimento de curva	
3.4 chassi / quadro	
3.5 suspensão	
3.6 transmissão	
3.7 pneu.	
3.8 guidão	
Capítulo 4 - Ergonomia	66
4.1 problemas identificados	
4.2 abordagem de coleta de dados	
4.3 vibrações e seus efeitos na saúde do motociclista	
4.4 controle, display, luzes e símbolos	
4.5 observação	

4.6 diferentes posturas	
4.7 percentis brasileiros em postura neutra	
4.8 conclusão	
Capítulo 5: Desenvolvimento de conceito	87
Capítulo 6: Modelagem 3d e elementos do produto	93
Capítulo 7: Materiais e processos de fabricação	106
7.1 quadro/chassi	
7.2 carenagem	
7.3banco	
7.4 faróis	
7.5 display	
7.6 itens comerciais	
Capítulo 8: Nome do produto	114
Renderizações	115
Conclusão	119
Anexo 1 - cronograma	125
Anexo 2 - desenhos técnicos	126

INTRODUÇÃO

O designer industrial tem como uma de suas funções atender as necessidades físicas e emocionais dos usuários de seus produtos. Considerando suas experiências, sentidos e condições ambientais, procurando atribuir ao produto final, algo além de sua simples função prática. Sendo necessário analisar o contexto social de onde se deseja inserir o produto de maneira a atingir sua melhor aplicação.

O surgimento da motocicleta tem suas controvérsias, as primeiras motos registradas datam dos anos de 1867, 1868 e 1869. Mas sempre que o assunto se trata da primeira motocicleta da história, nunca deixam de envolver o francês Louis Perreaux e o americano Sylvester Roper, que separadamente desenvolveram suas ideias em seus respectivos países, desenvolvendo uma espécie de bicicleta equipada com motor a vapor.



Figura 1.1: Modelo da moto de Louis Perreaux, Museu de Sceaux, França
Disponível

em: <<https://www.moto.com.br/acontece/conteudo/aniversario-de-148-anos-da-invencao-da-motocicleta-116183.html>> Acesso em: maio, 2019

Porém, para alguns autores, estes citados anteriormente não podem ser considerados responsáveis pela invenção da motocicleta, pelo simples fato de não constar em suas invenções um motor a combustão interna, devido a isso, esses admitem a aparição da primeira moto em 1885, quando Gottlieb Daimler junto com Wilhelm Maybach, inventaram uma das primeiras motos do mundo, uma espécie de bicicleta de madeira adaptada com motor a gasolina de um cilindro.

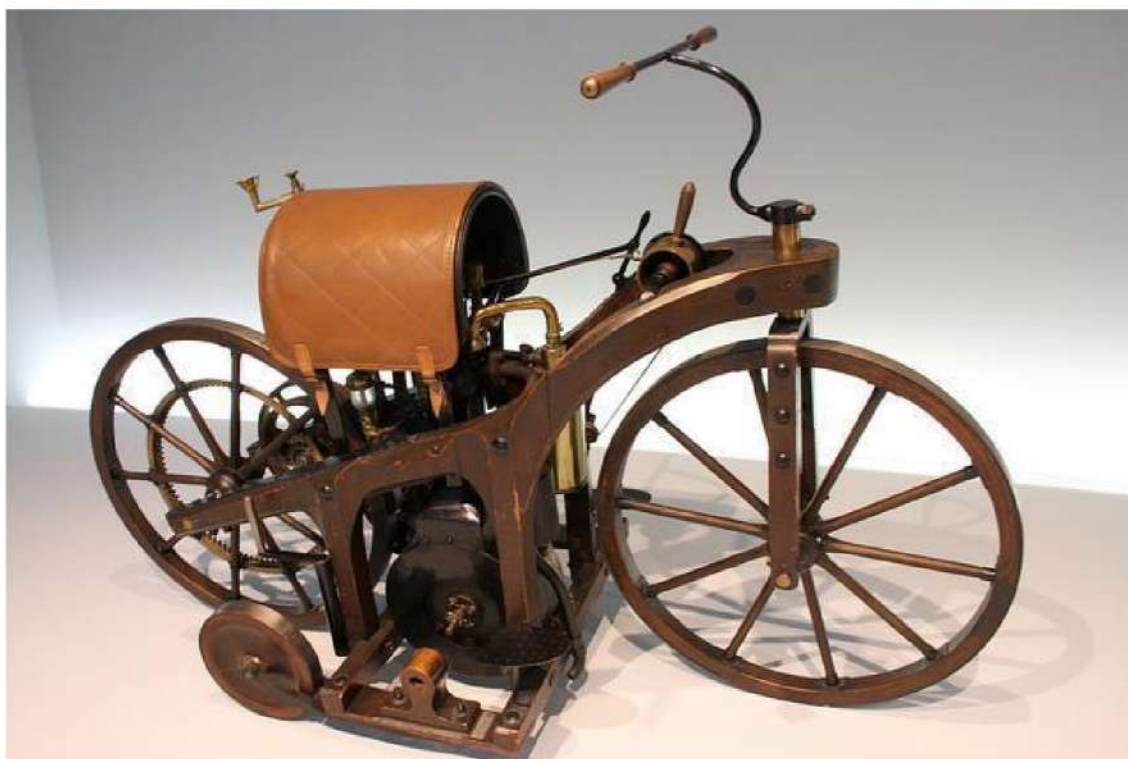


Figura 1.2: réplica da moto inventada por Gottlieb Daimler e Wilhelm Maybach em 1885, museu da Mercedes-Benz, Stuttgart, Alemanha

Fonte: <<https://motoclube.com/files/artigos/moto-historica.jpg>> Acesso em: Maio, 2019

CAPÍTULO 1 - BRIEFING

1.0 METODOLOGIA

Este projeto tem por base o modelo teórico presente no livro “Design Industrial, Bases para configuração dos Produtos Industriais”, de Bernd Löbach. Resumidamente, o processo de design divide-se nas fases abaixo:

- Análise do problema: necessidades, relação homem-produto, análise de mercado, análise estrutural, configuração, materiais, sistemas do produto;
- Definição do problema e objetos: conceitos e prováveis caminhos de solução;
- Alternativas: esboços de ideias;
- Avaliação das Alternativas: escolha da melhor alternativa;
- Solução: projeto mecânico, estrutural, desenvolvimento do modelo, desenhos técnicos, documentação do projeto e relatório.

1.1 JUSTIFICATIVA

As motos estão dentre os meios de transporte mais utilizados na atualidade, de acordo com os dados publicados pela ABRACICLO (Associação Brasileira dos Fabricantes de Motocicletas, Ciclomotores, Motonetas, Bicicletas e Similares), são encontradas cerca de 27.551.369 (análise realizada em Maio de 2019) de motocicletas circulantes em todo Brasil, número que corresponde a um crescimento de 1,66 % comparado ao ano anterior e que representa um aumento acumulado de 886,51 % quando comparamos ao ano de 1998.

As motos representam no trânsito brasileiro, cerca de 26,92 % da frota geral de veículos circulantes, sua versatilidade permite tanto a execução de viagens mais rápidas quando comparadas a automóveis dentro de meios urbanos, quanto a viagens longas nas estradas, além de estar muito ligada ao sentimento de liberdade e prazer ao dirigir. Sendo assim, um meio de transporte que trás consigo a paixão de seus usuários, transformando pessoas em adeptos a um estilo de vida de duas rodas.

Frota - representatividade de Motocicletas e Similares na frota geral (2008-2018)
Two Wheel share of overall fleet (2008-2018)

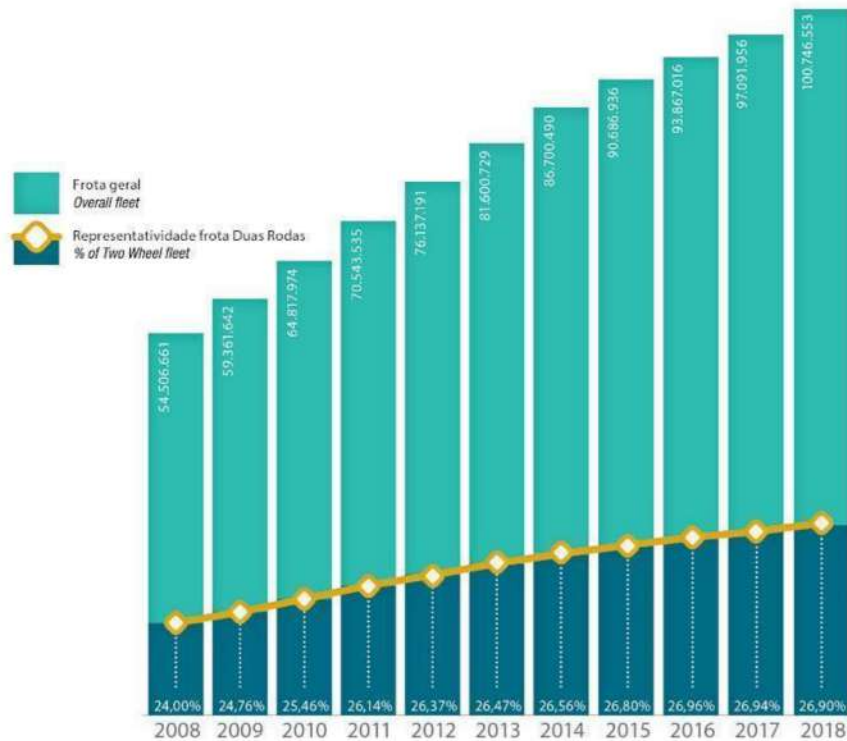


Figura 1.3: Gráfico ABRACICLO; Fonte: Anuário 2018

Disponível em: <<https://www.abraciclo.com.br/site/anuario-2018-2/>> p.101 Acesso em: Maio 2019

Por outro lado, esse estilo de vida traz consigo certos riscos a saúde que vão muito além de acidentes, especialmente se tratando de motociclistas que passam muitas horas dirigindo esse veículo. Segundo uma pesquisa realizada em 2012 pela ABRAMET (Associação Brasileira de Medicina no Tráfego), essas periculosidades podem se apresentar de quatro formas:

- 1 - **Físicas:** ruídos elevados, variações térmicas, vibrações que levam a desgastes articulares em geral, incluindo na coluna vertebral, podendo causar hérnia de disco;
- 2 - **Químicas:** inalação de poeira, fuligem, gases e vapores;
- 3 - **Ergonômicas:** posturas sobre o veículo que podem levar a lesões por esforço repetitivo;
- 4 - **Biológicas:** contato principalmente de nariz, boca e olhos, com micro-organismos presentes no ar e no solo.

Com isso, muitos motociclistas podem desenvolver doenças crônicas ou se tornar incapacitados devido ao uso prolongado do veículo.

Ao mesmo tempo, a maioria das motos hoje em dia possui motor a combustão, o que além de ajudar nos índices de poluição dos grandes centros urbanos, tem uma série de fatores ao qual o usuário precisa estar atento, como:

- trocar filtro de óleo;
- verificar níveis de óleo e trocar o mesmo caso necessário;
- ajustar abertura de válvulas;
- trocar embreagem;
- checar mangueiras de combustível;
- checar sistema de injeção, se a mistura ar-combustível está muito rica ou pobre;
- trocar filtro de ar;
- trocar filtro de combustível;
- verificar bomba d'água e bomba de combustível;
- etc.

Ainda, observando os aspectos econômicos, além da diminuição de gastos referentes à manutenção, de maneira geral, veículos elétricos acabam tendo um gasto de combustível inferior quando comparados aos movidos a gasolina, por exemplo:

Ao compararmos os seguintes carros: o elétrico Nissan Leaf e o Hyundai i30, o elétrico faz cerca de 6.5 Km/Kwh, enquanto que o i30 faz 10.5 Km/L. Segundo a ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica), o custo médio em Reais (R\$) do Kwh no Brasil, é de R\$ 0,569, segundo levantamento até Junho de 2019. Enquanto que a média de preço da gasolina segundo a ANP (Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis), é de R\$ 4,378 (preço referente a semana de 07 a 13 de Julho de 2019).

Sabendo que o Nissan Leaf faz 6.5 Km/Kwh e a média do Kwh é de R\$ 0,569; temos:

$$\frac{0,569}{6,5} = 0,087$$

Como o i30 faz 10.5 Km/L e a média da gasolina é R\$ 4,378; temos:

$$\frac{4,378}{10,5} = 0,416$$

A partir disso é possível concluir que veículos elétricos são praticamente cinco vezes mais econômicos.

1.2 OBJETIVOS

Objetivo Geral

Ciente dos riscos nos quais os motociclistas estão expostos e de todas as vantagens que um veículo elétrico tem sobre os a combustão, o projeto proposto tem como objetivo: **desenvolver uma moto elétrica que diminua os riscos físicos e ergonômicos.**

Objetivos Específicos

- Criar um produto que desperte o interesse do usuário (público juvenil);
- Voltado ao ambiente urbano;

1.3 PÚBLICO ALVO

A partir de dados publicados pela ABRACICLO, é possível perceber que os maiores consumidores de motocicletas estão presentes nos grandes centros urbanos, veja a tabela a seguir:

Vendas no varejo por capital - emplacements (2013-2018)

Retail sales by capital - licensing (2013-2018)

Estados States	Capitais Capitals	Porcentagem Percentage											
		2013		2014		2015*		2016*		2017		2018	
		Unidades Units	% no Estado % the State	Unidades Units	% no Estado % the State	Unidades Units	% no Estado % the State	Unidades Units	% no Estado % the State	Unidades Units	% no Estado % the State	Unidades Units	% no Estado % the State
AC	Rio Branco	4.877	54,96	4.914	52,59	4.372	52,49	3.615	55,91	4.279	59,30	4.913	59,51
AM	Manaus	15.916	59,68	17.577	65,89	11.971	61,74	8.344	63,48	9.000	64,02	10.537	63,59
AP	Macapá	3.133	68,09	3.385	69,69	2.830	67,79	1.948	68,07	2.065	68,56	2.364	70,04
PA	Belém	14.033	13,77	11.182	11,70	9.740	11,96	7.545	13,06	7.640	14,80	7.970	15,78
RO	Porto Velho	7.018	24,02	6.769	23,47	5.391	23,20	3.894	22,03	3.348	21,07	3.386	19,38
RR	Boa Vista	5.079	83,15	4.625	79,91	3.672	80,65	2.850	82,77	2.310	79,49	1.904	78,52
TO	Palmas	4.006	20,34	3.664	19,71	3.714	21,89	2.631	23,23	2.597	25,96	2.924	27,07
AL	Maceió	6.121	25,16	5.899	25,08	5.103	25,79	3.748	25,71	4.112	27,81	6.472	32,89
BA	Salvador	10.309	9,64	8.294	8,55	7.061	9,11	5.512	10,98	6.102	11,69	7.981	14,18
CE	Fortaleza	27.622	23,95	26.143	24,76	24.161	26,24	17.676	28,08	14.631	26,21	15.564	26,11
MA	São Luís	9.148	9,94	8.828	10,04	7.979	10,37	6.157	12,18	6.471	13,04	5.794	12,99
PB	João Pessoa	7.078	19,14	6.623	19,26	9.703	23,61	9.489	25,54	6.652	27,17	7.042	28,75
PE	Recife	13.528	16,27	13.163	17,49	13.050	16,98	9.290	18,35	7.757	19,96	9.134	20,37
PI	Teresina	18.306	33,70	15.311	31,39	12.447	32,66	9.294	36,06	8.570	36,44	8.502	37,34
RN	Natal	7.130	23,12	6.502	23,10	6.143	23,50	5.524	15,24	4.557	24,62	3.996	24,50
SE	Aracaju	5.173	27,83	4.939	26,35	4.870	29,54	7.134	24,27	3.482	24,67	3.643	26,51
ES	Vitoria	2.286	7,74	1.905	6,99	1.474	6,48	1.059	7,26	1.207	7,72	1.352	8,03
MG	Belo Horizonte	17.225	13,39	16.291	13,33	13.290	12,12	9.733	11,90	11.398	15,38	12.891	16,08
RJ	Rio de Janeiro	25.982	35,54	31.618	38,90	24.575	35,66	16.223	35,39	16.018	37,61	17.697	38,68
SP	São Paulo	43.447	18,95	42.218	19,41	36.116	19,86	28.543	21,22	34.439	21,91	42.909	22,67
PR	Curitiba	8.194	16,08	6.662	14,80	5.560	14,75	4.304	15,70	6.455	19,09	8.048	18,73
RS	Porto Alegre	5.404	11,74	4.838	12,21	3.765	12,34	2.858	13,40	3.106	13,92	3.607	13,27
SC	Florianópolis	3.666	7,36	3.694	7,99	3.109	9,13	2.151	9,43	2.490	9,51	2.853	8,84
DF	Brasília	14.462	100,00	14.514	100,00	12.939	100,00	8.698	100,00	9.712	100,00	11.292	100,00
GO	Goiania	14.250	23,38	12.762	23,45	9.709	21,83	6.537	22,07	6.568	22,41	6.675	21,67
MS	Campo Grande	8.008	34,67	8.118	37,19	6.442	36,98	5.052	39,19	5.804	44,81	7.068	47,70
MT	Cuiabá	7.515	15,24	7.606	14,99	6.382	15,50	5.048	16,75	5.439	17,75	6.535	17,67
Total Emplacado Total licensing		1.515.571		1.429.692		1.224.597		899.793		851.013		940.108	

Tabela 1.4: Tabela de dados da ABRACICLO; Fonte: Anuário 2018

Disponível em: <<https://www.abraciclo.com.br/site/anuario-2018-2/>> p.94 Acesso em: Maio 2019

Além disso, os maiores motivos que fazem as pessoas adquirirem e utilizarem motocicleta são: **locomoção** (ida e volta do local de trabalho), seguido de **lazer**

(prazer de andar de moto, passear pela cidade) e em terceiro lugar, **trabalho** (motoboys). Veja a tabela:

Perfil do consumidor (2011-2018) Consumer profile (2011-2018)

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Gênero Gender								
Masculino Male	75%	74%	67%	68%	68%	68%	65%	69%
Feminino Female	25%	26%	33%	32%	32%	32%	35%	31%
Idade Ages								
Até 20 anos Up to 20 years old	7%	7%	6%	4%	10%	8%	8%	6%
21 a 35 anos 21 to 35 years old	40%	52%	58%	50%	58%	49%	47%	47%
36 a 40 anos 36 to 40 years old	25%	14%	14%	17%	13%	17%	13%	16%
Acima de 40 anos Over 40 years old	28%	27%	23%	29%	19%	25%	33%	32%
Forma de uso Ways of use *								
Locomoção Transport	40%	59%	98%	98%	92%	78%	82%	92%
Lazer Leisure	19%	33%	92%	90%	91%	61%	65%	67%
Trabalho Profissional	16%	8%	16%	27%	22%	27%	17%	3%
Substituir o carro Substitute the car	10%	ni	ni	ni	ni	ni	ni	ni
Outros Other	15%	ni	ni	ni	ni	ni	ni	ni
Escolaridade Education level								
Superior completo Undergraduate	ni	10%	13%	12%	17%	21%	25%	24%
Médio completo High School graduated	ni	52%	59%	50%	65%	55%	57%	62%
Fundamental completo Elementary school graduated	ni	18%	23%	20%	15%	14%	10%	10%
Analfabeto/fundamental incompleto Illiterate /Incomplete elementary school	ni	20%	5%	18%	3%	10%	8%	5%

Tabela 1.5: Tabela de dados da ABRACICLO; Fonte: Anuário 2018

Disponível em: <<https://www.abraciclo.com.br/site/anuario-2018-2/>> p.112 Acesso em Maio 2019

A maioria de seus usuários, são jovens e adultos de 21 a 35 anos, possuem certo nível de instrução, tendo a maioria cursado até o ensino médio, seguido de pessoas que possuem curso superior, sendo este segundo, um número que começou a apresentar mudanças a partir de 2015.

Com o objetivo de saber os modelos mais optados pelo público brasileiro, foram levados em consideração os dados:

Vendas no atacado por categoria (2013-2018)
Domestic wholesale trade by type (2013-2018)

Categoria /Type	2013		2014		2015		2016		2017		2018	
	Unidades Units	%	Unidades Units	%	Unidades Units	%	Unidades Units	%	Unidades Units	%	Unidades Units	%
Street	761.037	47,78%	643.147	44,96%	558.499	46,94%	470.414	54,82%	415.225	50,97%	484.182	50,56%
Trail / Fun	282.379	17,73%	272.142	19,03%	265.027	22,27%	172.951	20,15%	173.421	21,29%	201.145	21,00%
Motoneta / Cub	406.227	25,51%	367.084	25,66%	242.626	20,39%	118.159	13,77%	111.511	13,69%	142.835	14,92%
Scooter	31.370	1,97%	42.491	2,97%	35.696	3,00%	37.293	4,35%	58.288	7,16%	67.183	7,02%
Naked	20.494	1,29%	17.409	1,22%	17.164	1,44%	17.468	2,04%	19.386	2,38%	22.670	2,37%
Bigtrail	12.898	0,81%	20.148	1,41%	18.706	1,57%	14.566	1,70%	14.751	1,81%	16.674	1,74%
Off-Road	11.106	0,70%	13.814	0,97%	13.579	1,14%	8.710	1,02%	8.297	1,02%	10.110	1,06%
Custom	14.339	0,90%	10.652	0,74%	8.964	0,75%	7.863	0,92%	6.845	0,84%	7.142	0,75%
Sport	12.506	0,79%	11.269	0,79%	10.834	0,91%	7.461	0,87%	5.387	0,66%	5.605	0,59%
Touring	2.080	0,13%	939	0,07%	651	0,05%	572	0,07%	177	0,02%	71	0,01%
Ciclomotor	38.241	2,40%	31.298	2,19%	18.187	1,53%	2.663	0,31%	1.285	0,16%	-	0,00%
Total /Total	1.592.677	100,00%	1.430.393	100,00%	1.189.933	100,00%	858.120	100,00%	814.573	100,00%	957.617	100,00%

Tabela 1.6: Tabela de dados da ABRACICLO; Fonte: Anuário 2018

Disponível em: <<https://www.abraciclo.com.br/site/anuario-2018-2/>> p.91 Acesso em: Maio 2019

Vendas no varejo por categoria - emplacamentos (2013-2018)
Retail sales by type - licensing (2013-2018)

Categoria /Type	Porcentagem/percentage					
	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Street	50,6%	47,9%	41,1%	40,8%	41,4%	41,1%
Motoneta / Cub	27,4%	28,6%	31,8%	34,6%	31,8%	32,2%
Trail / Fun	18,0%	19,4%	22,5%	19,6%	21,5%	21,7%
Custom	0,8%	0,7%	0,8%	0,7%	0,8%	0,7%
Bigtrail	0,9%	1,2%	1,3%	1,3%	1,5%	0,9%
Naked	1,1%	1,3%	1,5%	1,9%	2,0%	2,5%
Sport	1,0%	0,8%	0,8%	0,9%	0,8%	0,7%
Touring	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,2%	0,2%
Total de emplacamentos Total of licensing	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

Tabela 1.7: Tabela de dados da ABRACICLO; Fonte: Anuário 2018

Disponível em: <<https://www.abraciclo.com.br/site/anuario-2018-2/>> p.91 Acesso em: Maio 2019

Vendas no varejo por cm³ - emplacamentos (2013-2018)
Retail sales by capacity - licensing (2013-2018)

Cilindradas Capacity	2013		2014		2015*		2016*		2017		2018	
	Unidades Units	%	Unidades Units	%	Unidades Units	%	Unidades Units	%	Unidades Units	%	Unidades Units	%
Elétrica/Electric Engine	346	0,0	62	0,0	41	0,0	76	0,0	61	0,0	121	0,0
Até/Until 50 cm ³	15.701	1,0	17.011	1,2	16.242	1,3	15.987	1,8	27.256	3,2	16.902	1,8
51 cm ³ a 160 cm ³	1.306.555	86,2	1.231.611	86,1	1.051.608	85,9	750.530	83,4	689.486	81,0	764.512	81,3
161 cm ³ a 300 cm ³	137.436	9,1	120.252	8,4	100.880	8,2	86.058	9,6	89.898	10,6	106.633	11,3
301 cm ³ a 449 cm ³	4.549	0,3	4.593	0,3	2.424	0,2	7.333	0,8	8.795	1,0	11.490	1,2
450 cm ³ a 799 cm ³	28.910	1,9	32.662	2,3	31.764	2,6	20.686	2,3	18.302	2,2	22.543	2,4
Acima de/above 800 cm ³	22.074	1,5	23.501	1,6	21.638	1,8	19.123	2,1	17.215	2,0	17.907	1,9
Total/Total	1.515.571	100,0	1.429.692	100,0	1.224.597	100,0	899.793	100,0	851.013	100,0	940.108	100,0

Tabela 1.8: Tabelas de dados: vendas no atacado e no varejo por categoria e vendas no varejo por cm³; Anuário da ABRACICLO 2018

Disponível em: <<https://www.abraciclo.com.br/site/anuario-2018-2/>> p.91 Acesso em: Maio, 2019

A partir dessa observação, se percebe a preferência a três modelos: **Street**, **Motoneta/cub** e **Trial**. Ao mesmo tempo em que o nível de potência mais escolhido, varia de 51 cm³ até 300 cm³.

Com isso, o referente projeto tem como público, jovens de 21 a 35 anos que ocupem ambiente urbano, que utilizem a motocicleta como meio de transporte para o local de trabalho ou para lazer, que tenha certo nível de instrução que permita enxergar que um veículo elétrico tem suas vantagens.

1.4 ANÁLISE DAS PRINCIPAIS CIDADES

Com a grande concentração de veículos nas capitais, foram analisadas as distâncias dos bairros mais distantes com relação ao centro de suas respectivas cidades, a fim de traçar percursos que talvez possam ser percorridos por motociclistas que moram nesses bairros e se deslocam até o centro. Usando essa observação para determinar a futura autonomia do produto. Sendo algo que permita ir e vir desses bairros até o centro.

Rio de Janeiro – Sepetiba

Sepetiba é o bairro mais distante do centro da cidade do Rio, tendo possíveis trajetos com aproximadamente 72 Km de distância. Caso uma pessoa habite esses bairros e se desloque até o centro utilizando motocicleta, a mesma teria que percorrer mais de 70 Km, tendo aproximadamente 2 horas de viagem.

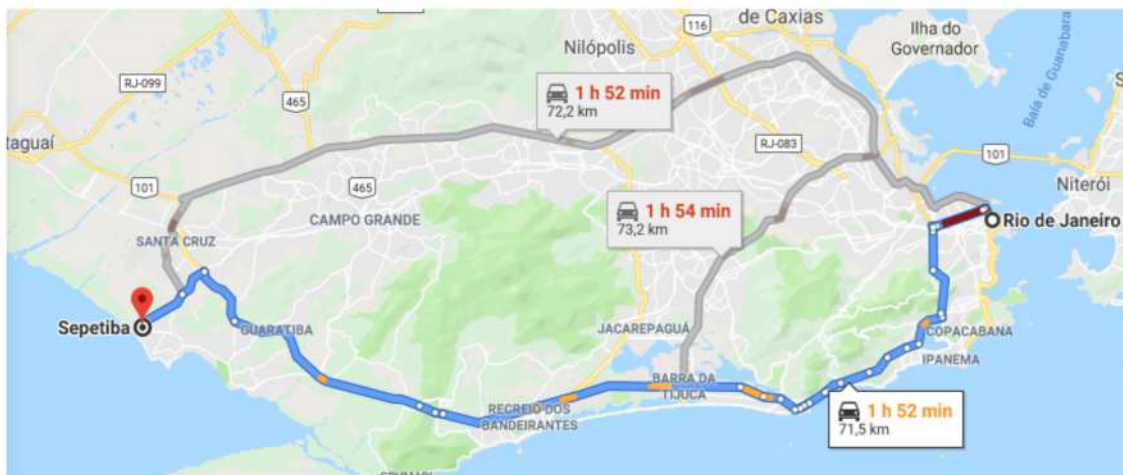


Figura 1.9: Distância percorrida Sepetiba - Centro RJ; transporte privado; Fonte: Google Maps

Disponível em:

<https://www.google.com/maps/dir/Centro,+Rio+de+Janeiro+-+State+of+Rio+de+Janeiro/Sepetiba,+Rio+de+Janeiro+-+RJ/@-22.9786401,-43.4601964,11.58z/data=!4m14!4m13!1m5!1m1!1s0x997f5e151c7217:0x7ffd9c2fc30b97d!2m2!1d-43.1819148!2d-22.9070828!1m5!1m1!1s0x9bf0dd6ae2b3c3:0x4cb302a1aefc31cf!2m2!1d-43.7056394!2d-22.9674264!3e0> Acesso em: Junho, 2019

Enquanto de transporte público, para se fazer o mesmo deslocamento, se gastaria aproximadamente em torno de 2 horas e meia a 2 horas e 40 minutos, pegando mais de um meio de transporte.

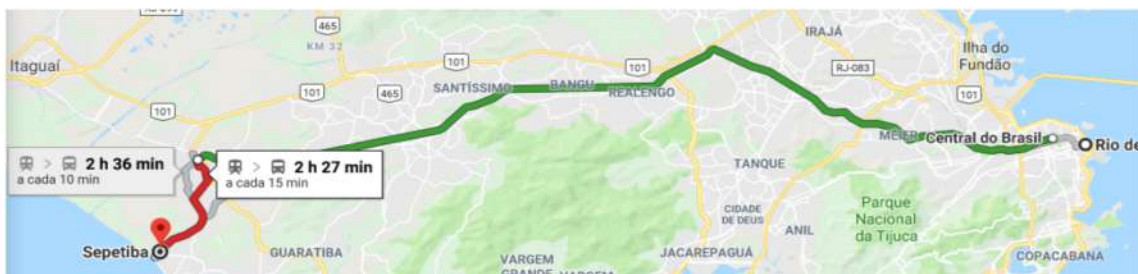


Figura 1.10: Distância percorrida Sepetiba - Centro RJ; transporte público; Fonte: Google Maps

Disponível em:

<https://www.google.com/maps/dir/Centro,+Rio+de+Janeiro+-+State+of+Rio+de+Janeiro/Sepetiba,+Rio+de+Janeiro+-+RJ/@-22.9121441,-43.5854823,11z/data=!3m1!4b1!4m14!4m13!1m5!1m1!1s0x997f>

5e151c7217:0x7ffdf9c2fc30b97d!2m2!1d-43.1819148!2d-22.9070828!1m5!1m1!1s0x9bf0dd6ae2b3c3:0x4cb302a1aefc31cf!2m2!1d-43.7056394!2d-22.9674264!3e3> Acesso em: Junho, 2019

São Paulo – Marsilac

No caso de SP, seu bairro mais distante do Centro é Marsilac (Engenheiro Marsilac), caso alguém tenha que fazer o deslocamento até o centro, teria trajetos que variam de 54 a 75 Km de transporte privado como carro ou moto, enquanto que de transporte público, segundo trajeto do google maps se levaria em torno de 2h e 40 min pegando vários transportes diferentes.

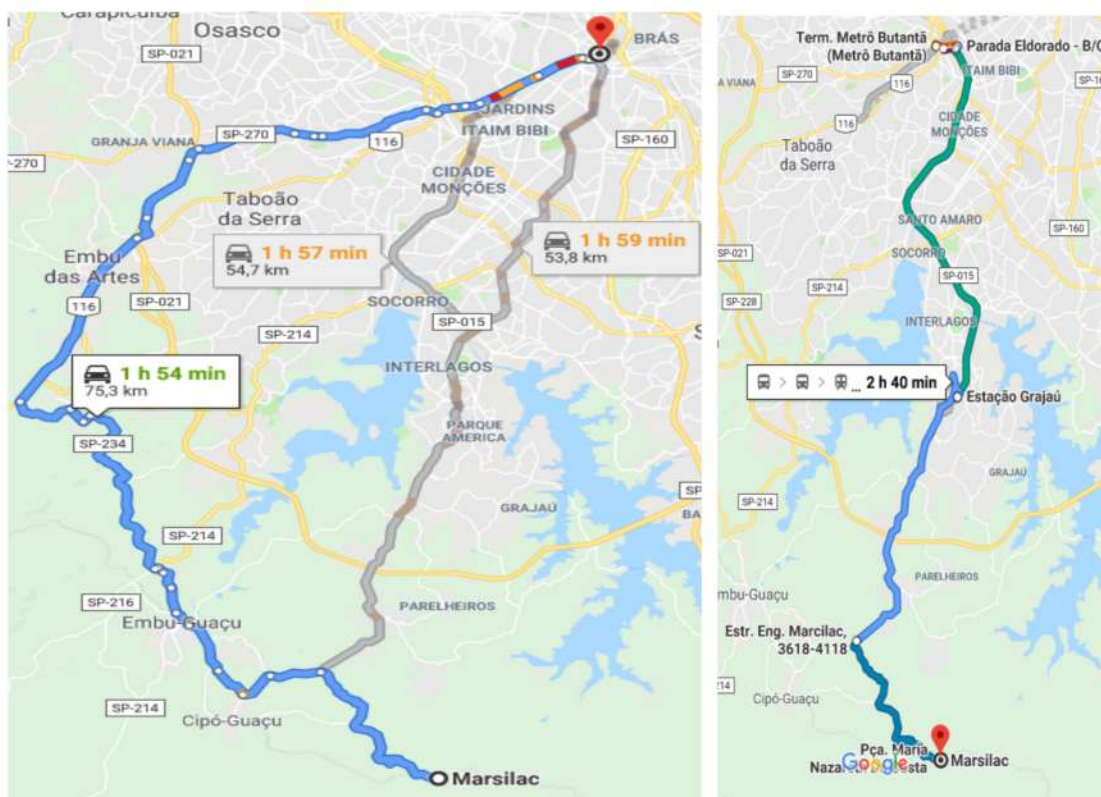


Figura 1.11: Distância percorrida Marsilac - Centro SP, transporte privado a esquerda e público a direita; Fonte: Google Maps

Disponível em:

<https://www.google.com/maps/dir/S%C3%A3o+Paulo,+SP/Marsilac,+S%C3%A3o+Paulo+-+State+of+S%C3%A3o+Paulo/@-23.7266755,-46.8963317,59413m/data=!3m2!1e3!4b1!4m14!4m13!1m5!1m1!1s0x94ce448183a461d1:0x9ba94b08ff335bae!2m2!1d-46.6395571!2d-23.5557714!1m5!1m1!1s0x94ce31200f47a9bd:0xef8e491de009e07b!2m2!1d-46.7076661!2d-23.9064027!3e0> Acesso em: Junho, 2019

Ciente das distâncias desses bairros deseja-se uma autonomia mínima de 150 km para o produto, pois o mesmo seria capaz de fazer uma viagem de ida e volta, podendo sobrar alguma carga.

1.5 REQUISITOS E RESTRIÇÕES

A partir dos assuntos abordados anteriormente, foram decididos os seguintes atributos para o produto:

- que seja enquadrado dentre uma das três categorias de motos mais vendidas (Trial, Motoneta, Street);
- sua aparência deve atrair o público jovem;
- autonomia de no mínimo 150 km;
- que tenha uma velocidade que permita o usuário trafegar por vias urbanas de grande movimento e velocidade;
- ergonômico;
- silencioso.

CAPÍTULO 2 - CONHECIMENTOS TÉCNICOS

2.0 ELEMENTOS ELÉTRICOS

Uma das principais diferenças entre uma moto elétrica e uma comum, está presente na maneira de dirigir e sobre o funcionamento do motor. Os motores elétricos em sua maioria possuem características que permitem a entrega de um torque elevado e instantâneo mesmo em baixas rotações, ao mesmo tempo em que seu sistema é muito mais simplificado, não havendo necessidade de marchas e embreagem, além de sua eficiência energética ser muito elevada, cerca de 90%, ao contrário dos motores a combustão, que possui uma eficiência energética mais baixa e torque elevado em rotações específicas.

As motos elétricas possuem cerca de $\frac{1}{4}$ do número de componentes que uma moto comum costuma ter. Sua composição é feita basicamente de um motor elétrico, controlador/inversor de potência e bateria; sendo essas, as principais peças que a diferem.

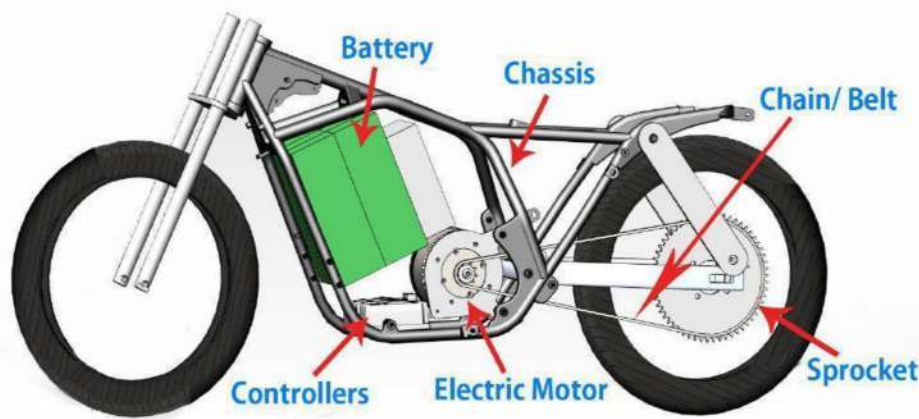


Figura 2.1: Principais componentes que diferenciam uma moto elétrica; Fonte: post de uma equipe tentando criar a própria marca de motocicletas na Índia.

Disponível em:

<<https://therodinhoods.com/post/looking-for-seed-funding-for-electric-motorcycle-project/>> Acesso em: Junho 2019

2.1 MOTOR

Existem uma gama enorme de motores elétricos, sendo divididos das mais variadas formas, seja de acordo com o tipo de corrente (alternada ou contínua), sincronicidade, número de fases, etc.

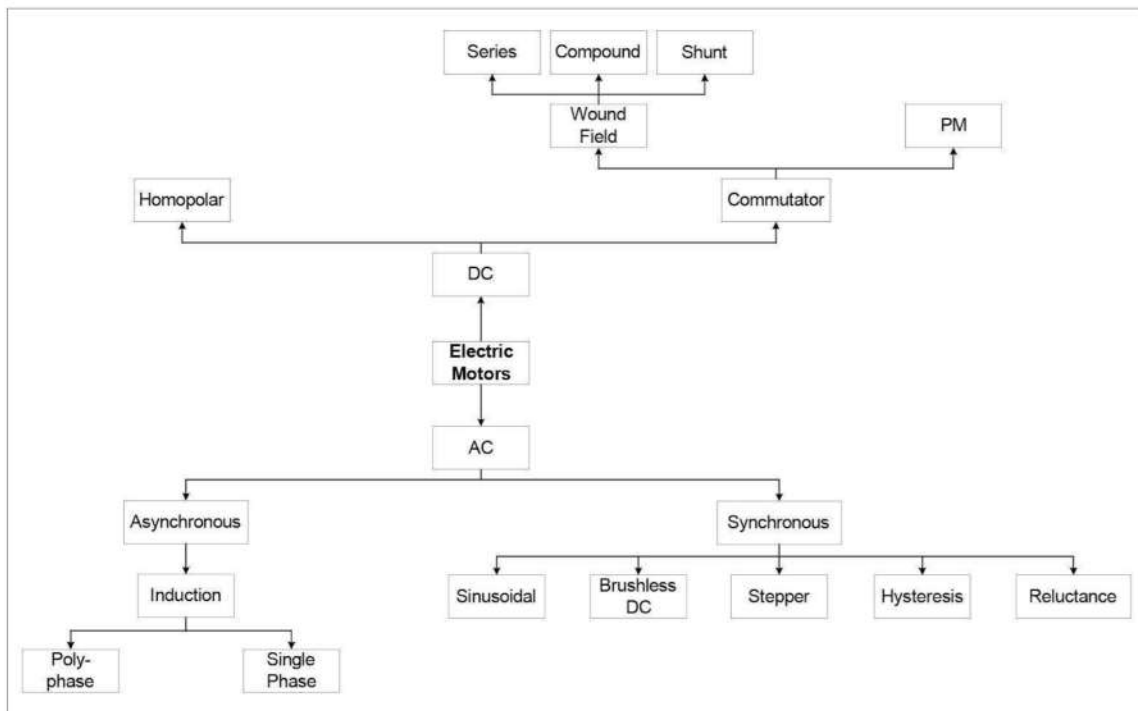


Figura 2.2: Divisão dos motores elétricos; Fonte: Brushless DC Motors Fundamentals

Disponível em:

<https://www.academia.edu/11475883/Brushless_DC_Motor_Fundamentals_Brushless_DC_Motor_Fundamentals_Application_Note> Acesso em: Junho, 2019

O motor escolhido para o referente projeto é o Brushless DC. Muito utilizado em diversas áreas como automotiva, aeroespacial, bens de consumo, médica e automação industrial.

Comparado aos motores de ímã permanente (Permanent Magnet) ou indução que também são muito utilizados no meio automotivo, o BLDC possui uma série de vantagens:

1. alta eficiência;
2. baixo ruído;
3. menor e mais leve;
4. boa resposta dinâmica;
5. melhor relação velocidade e torque;
6. alto alcance de velocidade;
7. vida útil mais longa.

Como seu nome já diz, pelo fato de não possuir escovas, não se tem desgastes devido ao arraste ou atrito de peças, havendo uma menor ou praticamente nula necessidade de manutenção ou troca de peças.

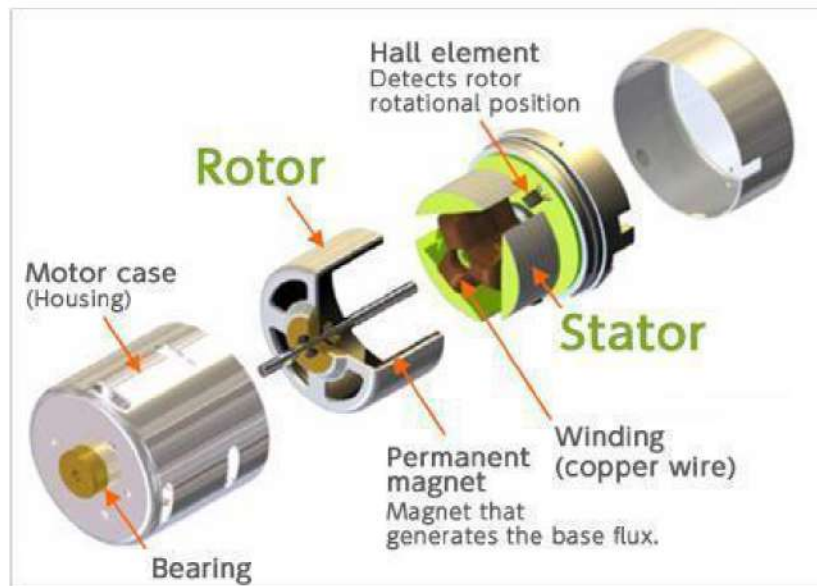


Figura 2.3: Motor BLDC; rotor por fora do stator; Fonte: Nidec Corporation: Brushless Motors
 Fonte: <<https://www.nidec.com/en/technology/capability/brushless/>> Acesso em: Junho, 2019

Esses motores também podem apresentar variações como rotor por fora ou por dentro do estator. Para o projeto, o rotor por fora do estator se torna mais interessante devido à facilidade de se obter alto torque e velocidade estável durante rotação constante.

Seu funcionamento ocorre da seguinte forma:

“The stator windings work in conjunction with permanent magnets on the rotor to generate a nearly uniform flux density in the air gap. This permits the stator coils to be driven by a constant DC voltage (hence the name brushless DC), which simply switches from one stator coil to the next to

generate an AC voltage waveform with a trapezoidal shape.”¹ (ZHAO;YU, 2011, p.9) talvez sem data, assim o correto e olha a referência no final

2.1.1 Potência do motor

Diferentemente, os elétricos geralmente não são medidos em cavalos (hp) mas sim em Quilowatts (Kw), sabemos que 1 hp = 0,745 Kw; para determinar a potência do motor foram analisadas as seguintes motos:





Nome	Honda Cg 160 Titan	Honda CB 250F Twister	Honda NXR 160 Bros	Honda XRE 300
Imagem				
Categoria	City	City	Trial	Trial
Ranking mais vendidas em abril 2019	1º na categoria	2º na categoria	1º na categoria	2º na categoria
Potência	15,1 hp - 8000 RPM	22,6 - 7500 RPM	14,7 - 8500 RPM	25,6 - 7500 RPM

Tabela 2.4: Tabela de motos; Fontes: blog Moto News, FENABRE, Motosblog ficha técnica
(Tabela criada pelos Autores) É tabela e não Figura
(vamos verificar como fazer a referencia das fontes... não achei FENABRE... as outras sim)

Com a tabela se percebe uma variação das potências, enfatizando que todas elas estão dentro dos modelos mais vendidos, seja por cm³ como também pelas categorias (itens comentados anteriormente; Tabela 1.6).(*se mudar alterar aqui)

Fazendo a conversão da potência mais baixa de 14,7 Hp, o valor passa para aproximadamente 11,96 Kw; utilizando a mais alta temos 25,6 Hp convertidos em aproximadamente 19,8 Kw. Essa potência encontrada é equivalente as potências medidas nas rodas da motocicleta.

De acordo com Stuart Burgess e Chris Lodge: “The transmission efficiency is estimated to be between 96 and 99% for speeds less than 75 mile/h. Between 75

¹ Livre Tradução: [seus enrolamentos do estator trabalham em conjunto com ímãs permanentes no rotor para gerar uma densidade de fluxo quase uniforme. Isso permite que as bobinas do estator sejam acionadas por uma tensão CC constante (daí o nome brushless DC), que simplesmente muda de uma bobina de estator para a seguinte gerando uma forma de onda de tensão CA com uma forma trapezoidal]

and 150 mile/h the transmission efficiency can be as low as 85% due to inertial tension.”² (Burgess;Lodge, 2004, p.65)

Ciente de que em vias urbanas, dificilmente se irá alcançar uma velocidade superior a 120 Km/h, consideramos uma eficiência de 96% no mínimo. Se inicialmente o motor elétrico tem potência de 11,96; com essa eficiência mínima, esse valor passa a ser:

$$\frac{11,96}{0,96} = 12,45 \text{ Kw}$$

Se levar em consideração 19,8 Kw encontrados; temos:

$$\frac{19,8}{0,96} = 20,62 \text{ Kw}$$

Logo para o projeto, o motor deve conter uma potência que esteja entre 12,45 Kw a 20,62 Kw no máximo, enquadrando-o dentro desse intervalo ou assumindo um desses valores. O motor escolhido foi o de 20 Kw / 96 V como mostra a figura.

² Livre Tradução: [A eficiência da transmissão está entre 96 e 99% para velocidades abaixo de 120 Km/h. Entre 120 e 241 Km/h a eficiência pode ser abaixo de 85% devido a tensão inercial.]



Figura 2.5: Motor BLDC de 20Kw; Golden motor

Disponível em: <<https://www.goldenmotor.com/hubmotors/hubmotor-imgs/HPM20KW-Specs.gif>>
Acesso em: Junho, 2019 (só aparece a imagem)

Além de se equiparar a moto de maior potência, o presente motor apresenta torque de 80 N.m (Newton metro), que transformado em kgf.m (quilograma força metro), representam 8,15 kgf.m, número esse, que é bem mais alto quando comparado a XRE, moto que possui o maior torque, com valor de 2,8 kgf.m, traduzindo de forma simples, tendo potência semelhante, indica que a moto alcançará uma velocidade similar, ao mesmo modo em que ao ter um torque mais elevado, ela consegue carregar mais peso, sem que o mesmo influencie negativamente no seu rendimento.

2.2 BATERIA

Semelhante aos tanques de combustível, as baterias indicam o quanto se pode andar utilizando o veículo. Mas antes de se definir qual será a capacidade da bateria, devemos verificar o quanto de energia uma motocicleta comum costuma utilizar. Ao analisar as motos, percebeu-se que a CG 160, possui um dos maiores

tanques, podendo acumular 16,1 litros de gasolina, sendo a CB250F a detentora do maior tanque, com capacidade de 16,5 Litros, uma diferença um tanto pequena.

Sabe-se que 1 Litro de gasolina possui em média 33,5 megajoules (média simples retirada entre 34,8 para altas temperaturas e 32,2 para baixas temperaturas, segundo - *Liquid Fuel Measurements and Conversions*).

De acordo com o artigo do *Green car Reports*, motores a combustão possuem geralmente em torno de 20% de eficiência energética. Com isso, considera-se um rendimento de 0,2.

Podendo então calcular a energia utilizada do combustível por uma moto a combustão:

$$33,5 * 10^3 * 0,2 = 6.700 \text{ KJ}$$

quilojoule

eficiência

Sabendo que a CG 160 faz 35Km por Litro de combustível, temos:

$$\frac{35}{6.700} = 0,005 \text{ Km/Kj}$$

Logo, podemos calcular a energia necessária para o banco de baterias de forma a equiparar a moto estudada:

$$\frac{150}{0,005 * 0,92 * 0,96} = 33.967 \text{ Kj}$$

↑ autonomia desejada

↓ eficiência de motores elétricos

↓ eficiência para transmissão em velocidades abaixo de 120Km/h

Com isso, optou-se por utilizar duas baterias de **48 v** e **100 Ah** ligadas em série, pois o motor é de 96v, número que se consegue obter utilizando duas baterias de 48 v, com 100 Ah, resultam-se em **9600 W**, onde transformando para quilojoule, representam **34.560 Kj**, número um pouco maior que o encontrado no cálculo anterior.

Existem vários tipos de baterias, por se tratar de um projeto de um veículo, onde a relação peso e potência é super importante, foram escolhidas as baterias de LiFePo (Lítio Ferro Fosfato) devido suas características como:

- **Peso:** possui aproximadamente $\frac{1}{3}$ a $\frac{1}{2}$ do peso quando comparadas a baterias de chumbo-ácido, são mais compactas;
- **Segurança e estabilidade:** são incombustíveis e podem continuar funcionando em situações adversas como frio congelante, calor escaldante, ou terreno acidentado (vibrações não afetam);
- **Longa vida útil:** baixa taxa de autodescarga, tempo de carregamento é reduzido, pode-se deixar em meia carga por longos períodos;
- **Versatilidade:** não são de conteúdo aquoso e por serem estáveis quimicamente, podem ser instaladas em qualquer orientação;
- **Impacto ambiental:** não são tóxicas, não contaminam e não possuem metais de terras raras.



Dados da bateria:

fabricante: Relion Battery

tensão: 51.2 v

capacidade: 100 Ah

peso: 62 Kg

altura: 210 mm

largura: 410 mm

comprimento: 578 mm

Figura 2.6: Bateria

Disponível em: <<https://reionbattery.com/products>> Acesso em: Junho 2019

2.3 CONTROLADOR

Uma das peças cruciais num veículo elétrico, o controlador como o nome já diz, tem a função de determinar a corrente e voltagem correta para o motor em diferentes aspectos, selecionando e controlando a velocidade, modificando ou limitando o torque e protegendo o motor contra a falta ou excesso de energia. Ele controla o motor dando o necessário para o funcionamento do mesmo de acordo com a situação, como por exemplo, verificando o posicionamento do acelerador e dando a energia correspondente à posição do acelerador, caso esteja na posição máxima, o controlador disponibilizará o máximo de energia para que o motor gire na capacidade total de sua potência.

Para o projeto, o controlador utilizado é o Dragon8 da Sevcon versão de 96 V, devido sua compatibilidade com motores síncronos PMAC ou BLDC.



Dados do controlador:

fabricante: Sevcon
tensão nominal: 96 v
tensão máxima: 139 v
tensão mínima: 36 v
corrente de pico: 330 Ah
altura: 73 mm
largura: 138 mm
comprimento: 227 mm
peso: 2 Kg

Figura 2.7: controlador DRAGON8

Disponível em: <<http://www.sevcon.com/products/low-voltage-controllers/dragon8-ac/>> Acesso em: Junho, 2019

2.4 CARREGADOR

Assim como os dispositivos anteriores, existem várias normas e padrões que definem o plug para o carregamento de veículos elétricos seja para CA ou CC, como se não fosse o suficiente, cada país com seus respectivos mercados, optaram por desenvolver seus próprios padrões, cada um com suas características que possuem prós e contras.

	N. America	Japan	EU and the rest of markets	China	All Markets except EU
AC	 J1772 (Type 1)	 J1772 (Type 1)	 Mennekes (Type 2)	 GB/T	
DC	 CCS1	 CHAdeMO	 CCS2	 GB/T	

Tabela 2.8: Tabela tipos de plugs, Fonte: The different EV charging connector types

Disponível em: <<https://evcharging.enelx.com/eu/about/news/blog/552-ev-charging-connector-types>> Acesso em: Junho, 2019

Por utilizar um motor de corrente alternada, o plug utilizado no projeto deve ser compatível. No caso do Brasil, não existe um padrão definido, porém, segundo a CPFL Energia, são encontrados praticamente todos os tipos de plugs, excluindo-se os padrões chineses.

Onde em postos de recarga, dependendo do fabricante da estação, se encontrará seus plugs correspondentes. Como por exemplo no caso dos postos de recarga da fabricante EFACEC, que segundo uma matéria da ABVE (Associação Brasileira de Veículos Elétricos), a Electric Mobility Brasil instalou postos de recarga da fabricante EFACEC na rodovia Dutra (que liga RJ e SP), o posto de recarga instalado é o modelo QC-45, no qual visualizando suas especificações técnicas, nota-se que o equipamento é dotado de plugs para corrente contínua e alternada, possuindo tanto CHAdeMO como os dois tipos de CCS para contínua. Enquanto que para corrente alternada, esse equipamento só possui um tipo de plug (IEC-62196), que por ser uma fabricante europeia, segue o padrão europeu, veja a figura a seguir:

General Specifications	
Equipment	Multi-standard DC outputs (Mode-4), with optional AC (Mode-3)
Communication with EV	JEVS G104 (CHAdeMO) IEC61851-23 PLC (CCS / Combo-2) IEC61851-1 (AC)
DC Plugs	JEVS G105 (CHAdeMO) Combo T2 (CCS / Combo-2)
AC Plug (or socket)	IEC62196 Type-2

Figura 2.9: verificação dos plugs existentes na estação QC-45, Fonte: ficha técnica QC-45 EFACEC

Disponível em: <<https://electricmobility.efacec.com/wp-content/uploads/2015/06/QC-45.pdf>> Acesso em: Junho, 2019

2.4.1 SAE - J1772

Neste caso, temos um plug que segue a norma norte-americana responsável por padronizar conexões elétricas para veículos elétricos nos EUA. Este plug é definido como Tipo 1 de acordo com a norma IEC-62196-2, pois ele só pode ser utilizado com entrada monofásica.

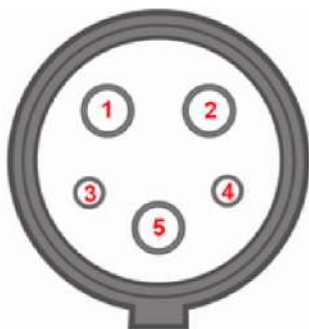


Figura 2.10: Plug SAE J1772

Disponível em:

<<https://www.cpfl.com.br/sites/mobilidade-eletrica/mobilidade-e/tipos-de-plug/Paginas/Tipo%20%20-%20SAE-J1772.aspx>> Acesso em: Junho, 2019

São funções dos pinos:



Pin Nº	Função / Atribuição
1	Alimentação fase 1
2	Alimentação fase 2
3	Controle Piloto
4	Deteccção de Proximidade
5	Terra

Figura 2.11: função de cada pino do plug SAE J1772; CPFL Energia

Disponível em:

<<https://www.cpfl.com.br/sites/mobilidade-eletrica/mobilidade-e/tipos-de-plug/Paginas/Tipo%20%20-%20SAE-J1772.aspx>> Acesso em: Junho, 2019

“O pino de detecccção de proximidade previne que o VE (veículo elétrico) se movimente enquanto estiver conectado ao eletroposto. Já o pino de controle piloto realiza a comunicação com o VE, gerando uma onda quadrada (1 kHz / ± 12 V) que é utilizada para detectar a conexão do VE ao EP, informar a máxima corrente de recarga permitida e controlar a recarga.” (Rever como referencia) (Trecho retirado de:

<https://www.cpfl.com.br/sites/mobilidade-eletrica/mobilidade-e/tipos-de-plug/Paginas/Tipo%20%20-%20SAE-J1772.aspx> antes da figura.

Essa norma ainda define dois níveis de recarga (nível 1 e 2), o nível 1 representa uma recarga mais lenta com tensão monofásica de 120V e corrente

máxima de 16 A, sendo utilizado principalmente em instalações residenciais. Já no nível 2, se encontra uma recarga mais rápida, com tensão de 240 V e corrente de até 80 A, geralmente utilizado em postos de recarga. Carros como Chevrolet Volt e Nissan Leaf são exemplos de que utilizam esse plug.

2.4.2 IEC 62169-2 - Mennekes

Este padrão foi adotado pela ACEA (Associação de Fabricantes Europeus de Automóveis). Permite a utilização de três modos de carregamento: normal, semi-rápido e rápido.

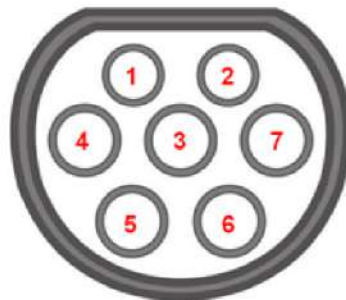


Figura 2.12: Plug IEC-62196-2

Disponível em:

<https://www.cpfl.com.br/sites/mobilidade-eletrica/mobilidade-e/tipos-de-plug/Paginas/Tipo%20%20-%20Mennekes.aspx> Acesso em: Junho, 2019

Pode ser utilizado em conexões tanto monofásicas quanto trifásicas, com correntes que vão de 13 a 63 A. Assim como o Tipo 1 (J1772), esse plug utiliza pinos que fazem a comunicação entre o VE e o EP, fazendo proteção e segurança.



Pin Nº	Função / Atribuição
1	Detecção de Proximidade
2	Controle Piloto
3	Terra
4	Alimentação fase 1
5	Alimentação fase 2
6	Alimentação fase 3
7	Neutro

Figura 2.13: função de cada pino do plug IEC 62196-2; CPFL Energia

Disponível em:

<https://www.cpfl.com.br/sites/mobilidade-eletrica/mobilidade-e/tipos-de-plug/Paginas/Tipo%20%20-%20Mennekes.aspx> Acesso em: Junho, 2019

Carros como Renault Zoe e BMW i3 são dois exemplos de VEs comercializados no Brasil que utilizam esse tipo de plug.

Para o projeto, optou-se por utilizar o plug Tipo 2 (IEC-62196 - Mennekes), pelos seguintes motivos:

- **Ser trifásico:** é de conhecimento geral que sistemas trifásicos possuem uma série de vantagens quando comparados a sistemas monofásicos, como resultar num sistema mais compacto quando comparado a outro sistema monofásico de mesma potência, o que deve ser levado em consideração caso alguém deseje possuir um posto de recarga rápida em casa.
- **Versatilidade:** permite utilização tanto em conexões monofásicas ou trifásicas.

2.5 EBS, LUZES E DIAGRAMA BÁSICO

Existem outros componentes eletrônicos que são comuns em veículos, seja ele elétrico ou não, como freios (que podem ser eletrônicos ou não), luzes, como farol, lanternas de freio e setas, painel e sensor de velocidade (este que fica ligado nas rodas e no painel do veículo), acelerador, etc.

Sendo assim importante ressaltar que o referente projeto se preocupa mais em salientar as diferenças entre veículos a combustão e elétrico e explicar as diferenças dos sistemas aplicados em um VE.

No caso dos freios, em veículos elétricos, é muito comum a utilização de EBS (Electric Brake System), pois o mesmo além de possuir a função ABS (Anti Brake System) é formado por um menor número de componentes, tornando o sistema mais simples e até mais eficaz quando comparado ao sistema de freio tradicional. O EBS calcula o quanto de frenagem o sistema utilizará, regulando a pressão necessária durante a frenagem não permitindo o travamento das rodas.

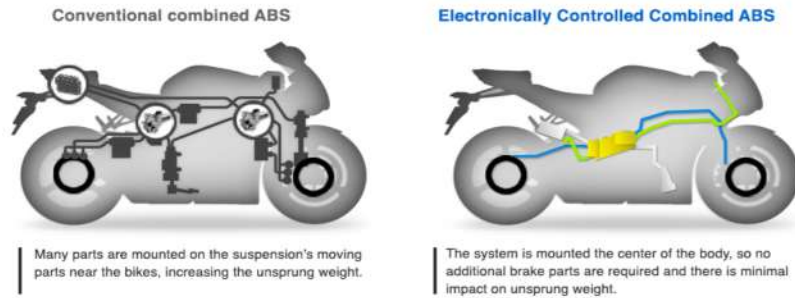


Figura 2.14: comparação de sistema de freio tradicional com eletrônico
Disponível em: <<https://global.honda/innovation/technology/motorcycle/eCBS-picturebook.html>>
Acesso em: Junho, 2019

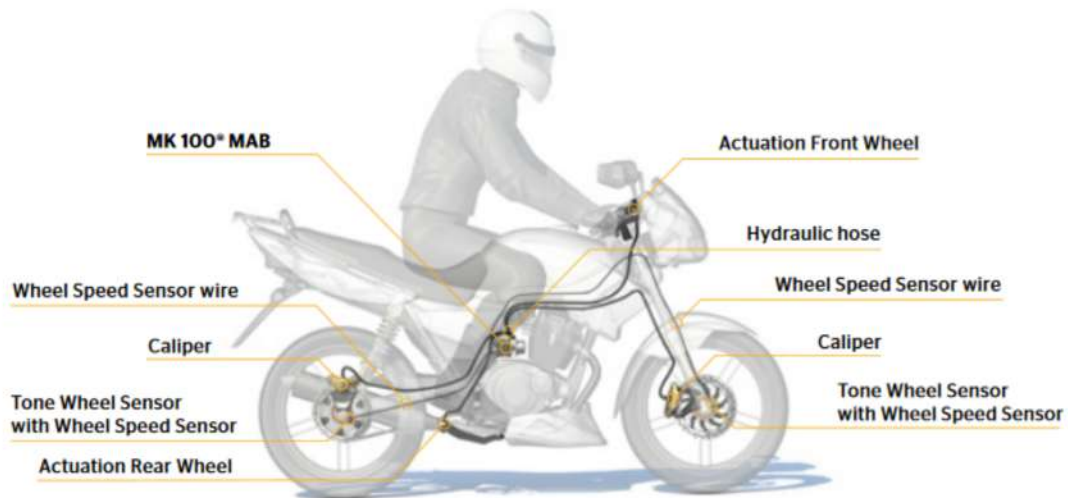


Figura 2.15: ilustração do sistema EBS com todos os componentes
Disponível em:
<https://www.continental-automotive.com/getattachment/11e03740-f53f-423b-81c9-b384a3c50cc6/Continental_EBS_Motorcycle_EN.pdf.pdf,pág.04> Acesso em: Junho, 2019

De maneira geral, toda a montagem de componentes de um veículo elétrico acaba se tornando bem mais simplificada, devido a menor aplicação de componentes como já citado até o momento, veja a seguir os exemplos de diagrama onde neles estão considerados os principais componentes que diferenciam uma moto elétrica de uma convencional:

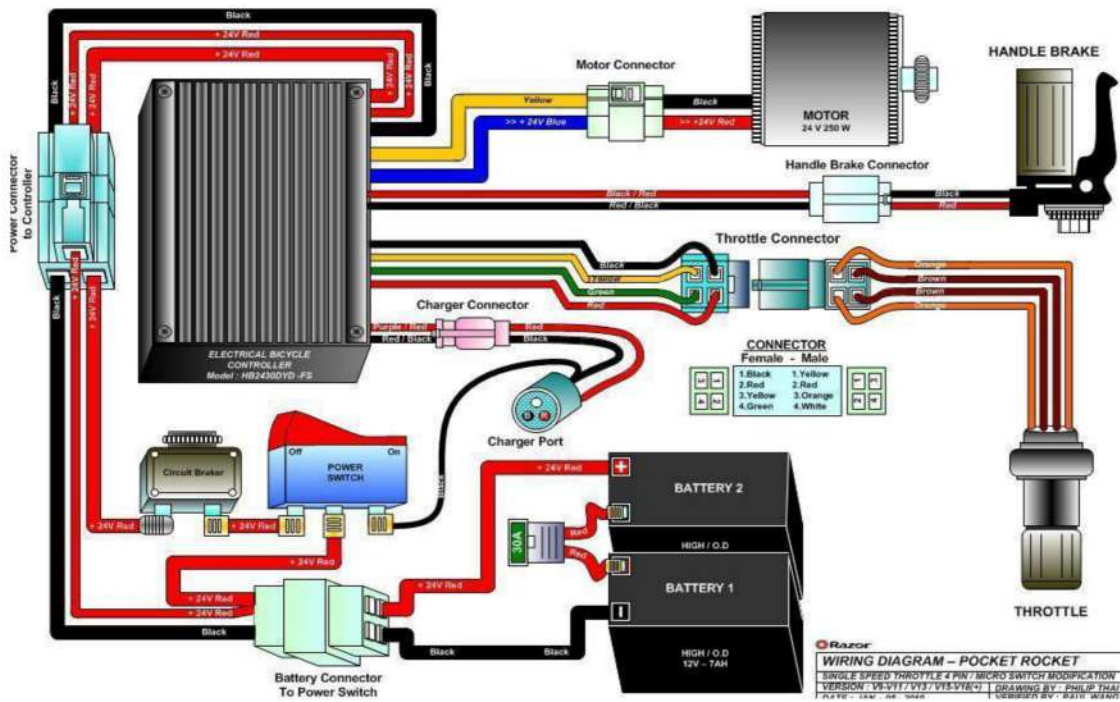


Figura 2.16: diagrama básico 1; Google imagens; Electric motorcycle diagram Disponível em:

<https://www.google.com/search?q=electric+motorcycle+diagram&client=firefox-b-d&sxsrf=AOaemvlbKhabVwccFHioTAc21isflxjJhA:1630207404673&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwihvI_qo9XyAhXur5UCHdeZC7UQ_AUoAnoECAEQBA&biw=1760&bih=850#imgrc=MtMzylOoBz9UjJM> Acesso em: Junho, 2019

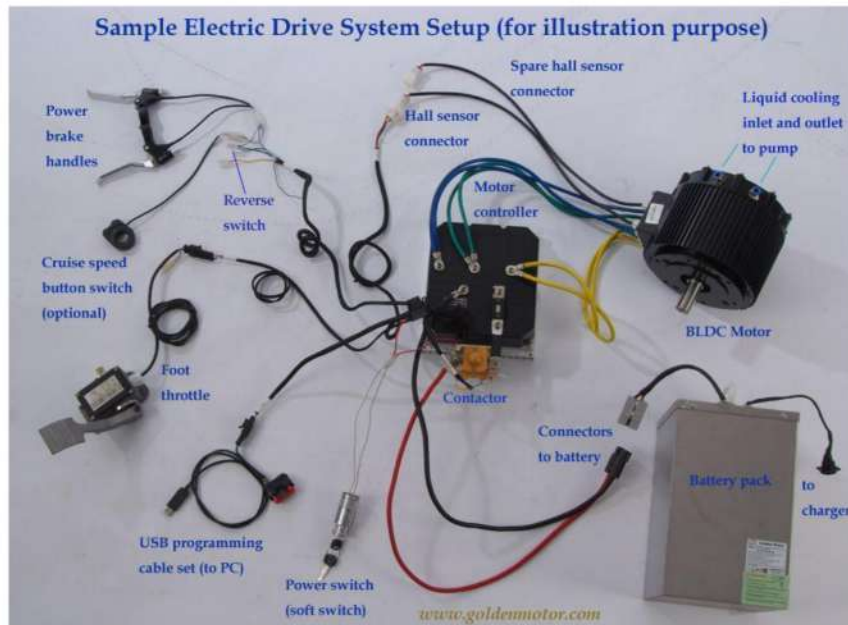


Figura 2.17: diagrama básico 2; Goldenmotor

Disponível em: <<https://www.goldenmotor.com/eBoat/HPM%20Drive%20Kit%20Setup.jpg>> Acesso em: Junho, 2019

CAPÍTULO 3 - CONHECIMENTOS TÉCNICOS MECÂNICOS

3.1 COMPOSIÇÃO MECÂNICA E DINÂMICA DA MOTOCICLETA

Segundo Vittore Cossalter em seu livro *Motorcycle Dynamics*,

“from a strictly kinematic point of view, by considering the suspensions to be rigid, a motorcycle can be defined as simply a spatial mechanism composed of four rigid bodies:

- the rear assembly (frame, saddle, tank and motor-transmission drivetrain group),
- the front assembly (the fork, the steering head and the handlebars),
- the front wheel,
- the rear wheel.”³ (COSSALTER,2006, p.9)

Esses corpos rígidos são conectados por junções de revolução, que são os eixos de direção e os dois eixos das rodas, que em conjunto, entram em contato com o solo em dois pontos através das rodas como mostra a figura 3.1 a seguir.

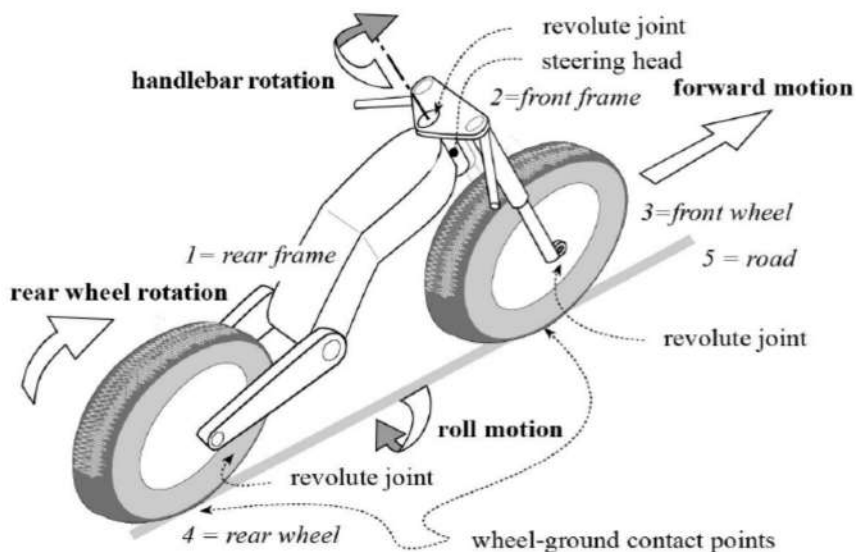


Figura 3.1: estrutura cinemática da motocicleta

Disponível em: Cossalter,V. *Motorcycle Dynamics*, 2006, p.2 Acesso em: Julho, 2019

³ “Livre Tradução: [partindo de um ponto de vista cinemático e considerando suspensões rígidas, uma motocicleta pode ser definida simplesmente como um mecanismo espacial composto por quatro corpos rígidos:

- Montagem traseira: quadro, assento, tanque, motor e transmissão;
- Montagem dianteira: garfo, cabeça/mesa do garfo e guidão;
- Roda dianteira;
- Roda traseira.]

Ainda segundo Cossalter, existem três movimentos principais de rotação que compõem a dinâmica da motocicleta:

- Movimento para frente, que se dá através da rotação das rodas, sendo geralmente impulsionada pela roda traseira que está ligada ao trem de força;
- Rotação do guidão, que indica o direcionamento do movimento;
- Inclinação, que se dá através da rotação dos pontos de contato das rodas com o solo.

O piloto então gerencia esses três principais movimentos enquanto dirige, gerando milhares de possíveis manobras, o que depende do domínio e estilo pessoal de pilotagem.

3.2 GEOMETRIA DA MOTOCICLETA

Cossalter diz que os parâmetros geométricos mais básicos geralmente utilizados para descrever motocicletas são:

- Distância entre eixos p : distância entre os pontos de contato dos pneus no solo;
- Ângulo de cáster ε : ângulo entre o eixo vertical e o eixo da cabeça do garfo;
- Trail α : distância entre o ponto de contato da roda dianteira no solo e o ponto de interseção do eixo da cabeça do garfo com o solo, medido no plano do solo.

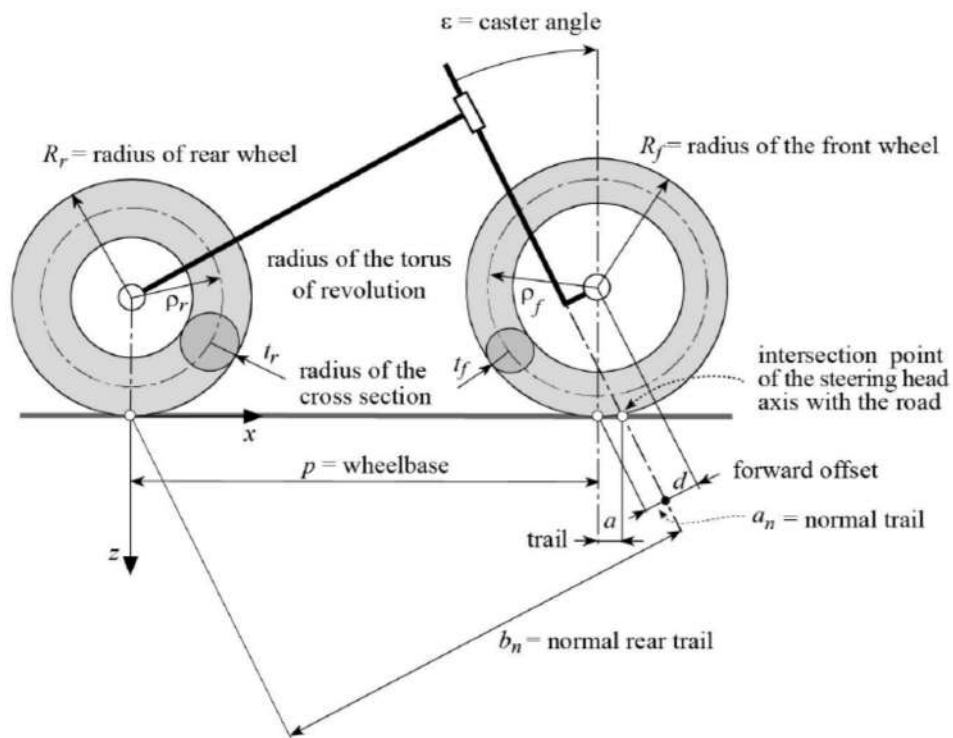


Figura 3.2: Geometria da motocicleta

Disponível em: Cossalter, V. Motorcycle Dynamics, 2006, p.4 Acesso em: Julho, 2019

Esses três parâmetros juntos, são muito importantes para definir a manobrabilidade do veículo e variam de acordo com a categoria em que a motocicleta está inserida.

O valor da **distância entre eixos** pode variar de:

- 1200mm: scooters;
- 1300mm: motocicletas leves (125cc de volume);
- 1350mm: motocicletas médias (250cc de volume);
- 1600mm para cima: motocicletas do tipo turismo e com grande capacidade volumétrica.

Ainda, segundo Cossalter, um aumento do entre eixos mantendo os demais parâmetros constantes, resultam em:

- Desfavorável aumento da capacidade de deformação por flexão e torção do quadro, sendo mais deformáveis, tornando a motocicleta menos manobrável;

- Aumento do raio de curvatura mínima, tornando mais dificultosa a execução de uma curva onde se tem um pequeno raio de curvatura;
- Aumento da força exigida no guidão para a execução de curvas;
- Favorável diminuição da transferência de peso entre as duas rodas durante movimentos de aceleração e frenagem, diminuindo a possibilidade de arremesso;

- Aumento da estabilidade de direção;
- Diminuição dos movimentos gerados por irregularidades da pista.

Já o valor do ângulo de **caster** varia de:

- 19° para speedway;
- 21° - 24° para esportivas ou de competição;
- 27° - 34° para turismo (touring).

Quanto menor o ângulo de cáster, mais maleável será o veículo, porém mais estresse é causado na montagem dianteira do garfo durante os movimentos de frenagem, gerando uma maior deformação. Para se ter uma boa sensação de direção, o valor do ângulo de cáster deve estar diretamente ligado ao valor do trail, logo, se o valor do cáster aumenta, deve ser seguido de um aumento correspondente no valor do trail.

Os valores para o **trail** podem ser admitidos da seguinte forma:

- 75 – 90 mm para motocicletas de competição;
- 90 – 100 mm para touring e motocicletas esportivas;
- A partir de 120 mm para motos puramente de turismo.

O trail juntamente com o ângulo de cáster, são importantes na composição do sistema de direção. O trail é considerado positivo quando o ponto de contato da roda dianteira está atrás do ponto de interseção entre o prolongamento da cabeça de direção e o solo. Veja a figura:

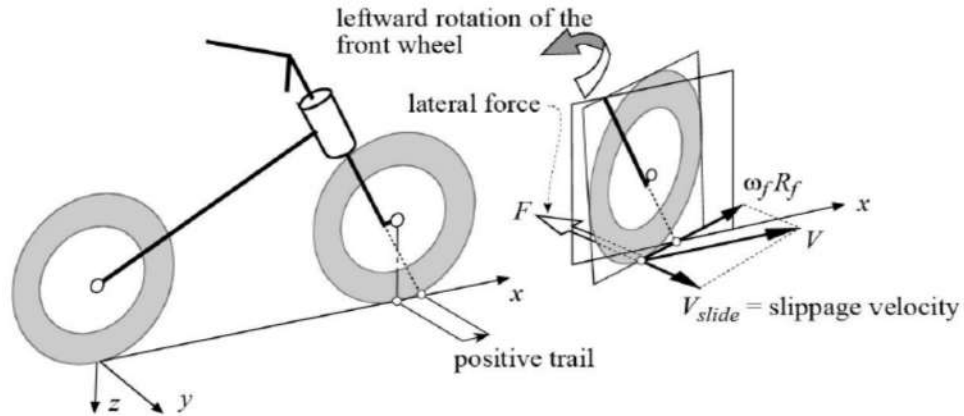


Figura 3.3: Trail positivo

Disponível em: Cossalter, V. Motorcycle Dynamics, 2006, p.6 Acesso em: Julho, 2019

Quando positivos, tendem a alinhar a roda dianteira, tornando o veículo mais estável em retas, quanto mais alto, mais estável, porém caso esse valor seja muito alto, o condutor deverá aplicar mais força para executar curvas.

Esse valor também pode ser considerado negativo, podendo aumentar a instabilidade, gerando distúrbios que acabam por comprometer o equilíbrio da motocicleta.

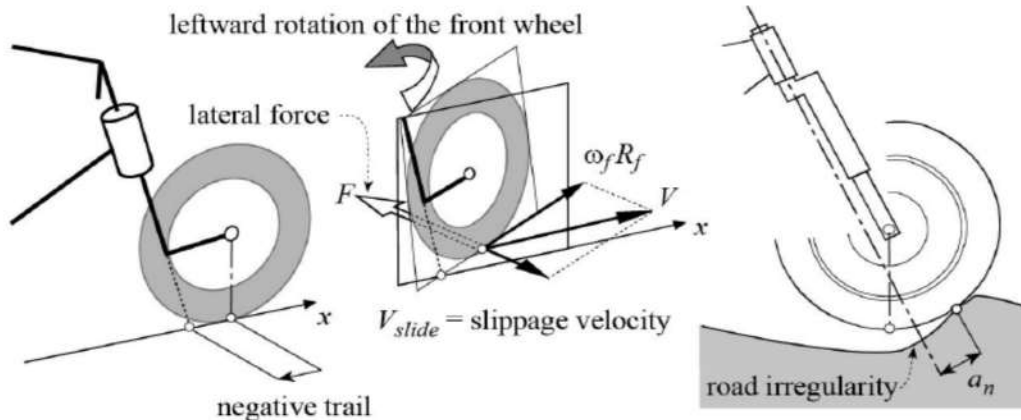


Figura 3.4: Trail negativo

Disponível em: Cossalter, V. Motorcycle Dynamics, 2006, p.7 Acesso em: Julho, 2019

Um valor de trail pequeno ajuda na geração de pequenos momentos de estabilidade em retas, o piloto consegue ter uma sensação de fácil manuseio

durante movimentos de mudança de direção, porém é preciso estar ciente de que um trail com valor pequeno torna a direção da motocicleta sensível às irregularidades da pista (figura 3.4), o que pode fazer com que um pequeno trail positivo, passe a ser negativo.

3.3 MOVIMENTO DE CURVA

Para entender porque a moto não cai, as rodas funcionam como dois piões que mantêm o veículo em pé, mas para controlar o veículo é que complica. Veja que nessa primeira bicicleta havia uma barra, como um leme para controlar a direção da roda da frente que tinha o eixo da direção na vertical, era terrível fazer curvas com ela. A propulsão era pelos próprios passos do indivíduo.



Figura 3.5: bicicleta arcaica;
Fonte

A aplicação do conhecimento do efeito giroscópico para a concepção de um veículo de duas rodas se desenvolveu mais ou menos em paralelo ao desenvolvimento do automóvel. Porém, como a dinâmica é muito mais complexa e menos intuitiva, apenas recentemente, com a ajuda da telemetria e dos ensaios dinâmicos, foi possível medir todo o funcionamento do veículo e entender por onde melhorá-lo. Assim também se entendeu a condução da motocicleta de uma forma mais racional.

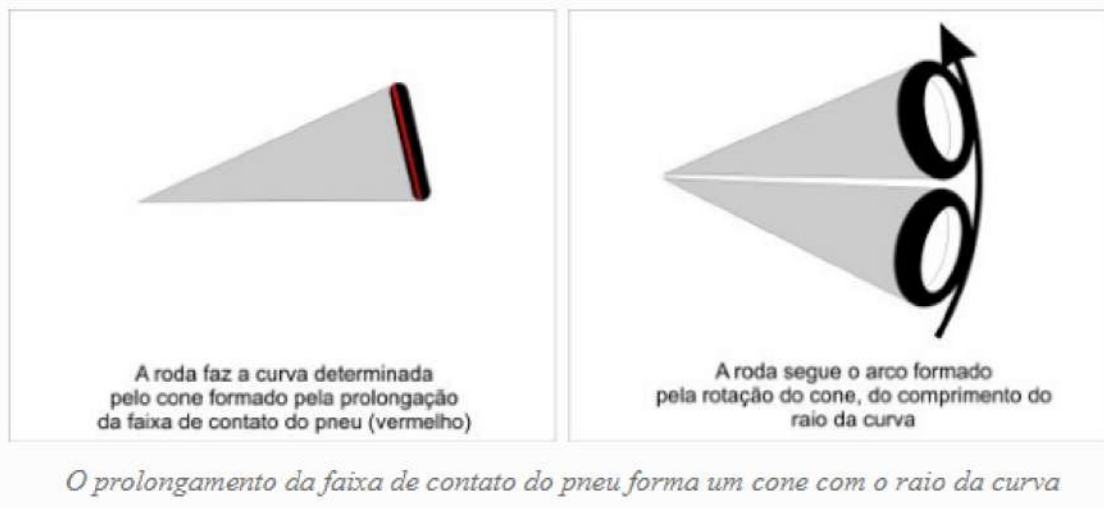


Figura 3.6: desenho de curvatura;

Fonte;

A moto faz a curva quando se inclina e o ponto de contato do pneu no solo toma a forma de uma pequena secção de um cone. Esse cone imaginário é formado pela faixa de contato do pneu com o solo, o centro do raio da curva e o eixo de cada roda. Jogue uma moeda no chão e veja como ela rola fazendo uma curva.

Há um equilíbrio de forças durante essa curva.

- A que puxa a roda (moeda) para fora da curva - força centrífuga,
- A gravidade atuando sobre a roda inclinada mantendo-a no chão e
- A força que estabiliza as outras pelo efeito giroscópico. A combinação dessas forças mantém a roda no curso da curva. (é aqui ou novo parágrafo?)



Figura 3.7: Forças atuantes

Fonte

3.3.1 A dinâmica da curva na motocicleta, o contra esterço

Antes de começar, vamos definir essa palavra. Contra esterço é a ação do condutor em direcionar a roda no sentido contrário ao da curva.



Figura 3.8: Motocicleta utilizando o contra esterço

Fonte:

Normalmente, no automobilismo usa-se esse termo quando a traseira do veículo sai (derrapa) demais e também no motociclismo esse tipo de ação ocorre. Este movimento é também conhecido por “derrapagem controlada”, pois o piloto usa o acelerador para manter a trajetória e fazer a curva mais rápida. No entanto, nós aqui estamos falando quando o contra-esterço é usado para entrar e sair de curvas com motocicletas e bicicletas também.

A menos que a velocidade seja tão baixa que o equilíbrio dinâmico da motocicleta seja insignificante ou nulo, ela sempre vai entrar ou sair de uma condição de curva pelo mesmo princípio do contra-esterço.

Em movimento, são três os momentos que descrevemos para o entendimento de como a moto entra e sai de uma curva:

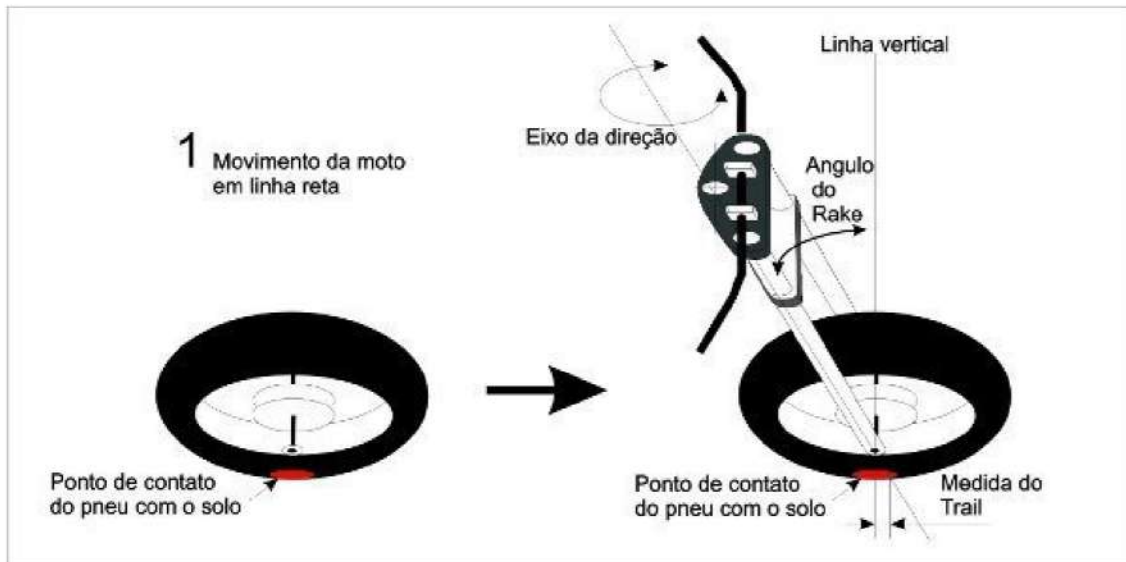


Figura 3.9: Momento 1

Fonte:

1- Repouso ou momento anterior à ação do condutor para entrar numa curva: Essa condição deve ser uma situação estabilizada, uma reta ou uma curva em andamento, sem que a moto mude de atitude;

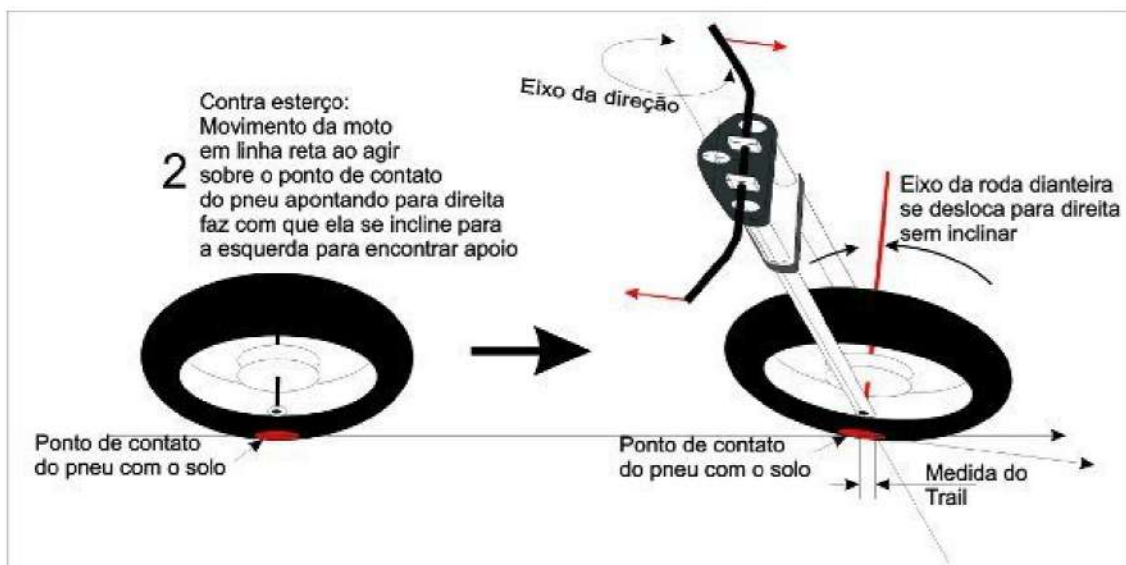


Figura 3.10: Momento 2

Fonte:

2- Momento da ação do condutor sobre as barras do guidão: nessa hora há a aplicação de uma força nas barras do guidão no sentido de tirar o alinhamento

das rodas e assim provocar uma mudança na inclinação da moto. Com isso o trajeto da moto se altera; se aumentar uma inclinação existente ela passa a contornar a curva num raio menor, fazendo a curva mais fechada. Se diminuir a inclinação ela passa a fazer a curva mais aberta.

Essa força que se aplica nas barras do guidão é no sentido contrário à inclinação desejada. Para se inclinar a moto para a direita, vira-se levemente o guidão para a esquerda e vice versa. Ninguém ensina isso para a criança quando ela aprende a andar de bicicleta. Mas de tanto treinar ela absorve o movimento de forma inconsciente e passa a fazê-lo naturalmente. Até que quando cresce e começa a andar de motocicleta essa mesma ação continua a ser executada sem se aperceber disso.

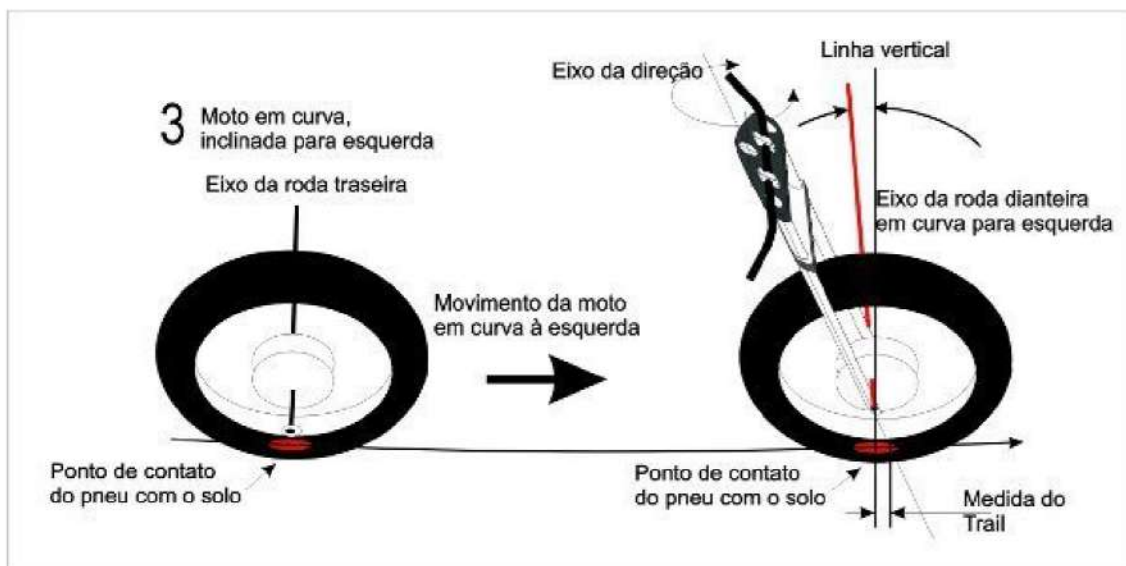


Figura 3.11: Momento 3

Fonte:

3- A motocicleta entra em inclinação: colocando os pontos de contato dos pneus mais para as beiradas da banda de rodagem de forma que o prolongamento desses pontos de contato formam os dois cones e então, ela passa a percorrer um trajeto em curva.

Ciente de todos os assuntos referentes a geometria e ciclística da motocicleta e das características urbanas. Para o projeto, se tem em mente a utilização de valores medianos no que se diz respeito a geometria, de maneira a permitir relativa

facilidade de manuseio do veículo e estabilidade, levando em consideração necessidade da existência de um ângulo de ataque plausível.

3.4 CHASSI / QUADRO

Os chassis são basicamente o esqueleto do veículo, ele é o componente que sustenta todas as demais peças e ainda suporta todas as forças exercidas nas movimentações do veículo. Por ser um produto onde se terá naturalmente um peso advindo das baterias e motor, além de já se considerar o peso de um ou dois passageiros, sem contar o alto torque do motor. Para aplicação no projeto, pretende-se a utilização de um quadro que apresente resistência considerável, mas com certa leveza e propriedades que permitam a aplicação das características de geometria e manobrabilidade do veículo citadas anteriormente.

Existem vários tipos de quadros como: tubular de berço simples (mono coluna), tubular de berço duplo (coluna dupla), treliça, dupla viga (perímetro), dentre outros, cada um com características específicas relativas a custo, resistência, simplicidade, leveza, etc.

Considerando que o presente componente não só deve cumprir uma função exclusivamente estrutural, logo, devendo fazer parte dos aspectos visuais do veículo, houve dois tipos de chassi que chamaram mais atenção para a aplicação que foram:

3.4.1 Perímetro

Muito utilizado em motos de competição e também motos com uma pegada mais esportiva, apresenta uma boa rigidez por possuir uma distância entre a cabeça de direção e o braço oscilante relativamente curta, o que reduz a capacidade de torção e flexão. Eram fabricados de aço, mas hoje, praticamente todos são fabricados de liga de alumínio injetado, se tornando ainda mais leve, sendo muito adotado por fabricantes de motocicletas.

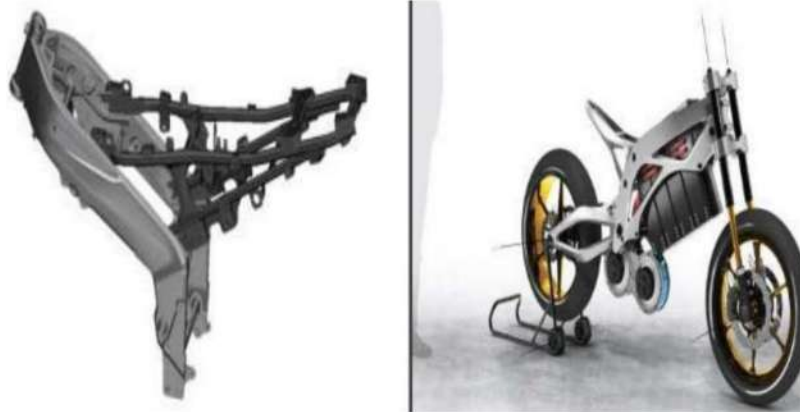


Figura 3.12: Exemplos de quadro de perímetro; Google imagens

Disponível em: <<https://www.slideshare.net/abkb1994/1-chassis-frame>> slide11, Acesso em: Agosto 2019

3.4.2 Treliça

Similar ao de perímetro, também possui características de leveza e alta rigidez, apresentando uma curta distância entre a cabeça de direção e o braço oscilante. Porém apresenta uma construção mais simples, geralmente de aço ou alumínio tubular, não necessitando de um maquinário grandioso, sendo mais barato.



Figura 3.13: Exemplo de quadro de treliça; Google imagens

Disponível em: <<https://br.pinterest.com/pin/346988346279955306/>> Acesso em: Agosto, 2019

Até o momento, optou-se pela não definição de um chassi para o projeto, deixando em aberto essas duas possíveis escolhas, a fim de, desenvolver os

conceitos utilizando os dois tipos mostrados. Onde, dependendo do conceito desenvolvido, ou ainda, a depender do desenho criado, se terá um ou outro chassi compondo os aspectos visuais do produto.

3.5 SUSPENSÃO

3.5.1 Dianteira

A suspensão é um componente crucial ao se tratar de conforto de direção e manobrabilidade, pois ela é uma das responsáveis pela absorção dos impactos causados pelas irregularidades da pista, diminuindo as vibrações.

Assim como os itens anteriores, existe uma gama gigantesca de tipos de suspensão, com suas peculiaridades, como telescópica, estilingue, telelever, duolever, etc. Cada uma desenvolvida em determinada parte da história da motocicleta, com suas respectivas qualidades, com algumas sendo utilizadas até hoje. Porém, com a fabricação massiva, o garfo telescópico acabou ganhando o mercado, sendo a mais utilizada no mundo, pela sua simplicidade e baixo custo, podendo ainda ser modificado o ângulo de câster ao se trocar as mesas superiores e inferiores. Pode se apresentar de duas formas, a normal e a invertida.

Quando apresentada na forma invertida, embora um pouco mais cara comparada a telescópica normal, apresenta determinadas vantagens, como:

- Melhor distribuição das massas não suspensas: partes que não estão submetidas à ação da suspensão (incluem pinças, discos e tambores de freios, rodas, pneus etc.);
- Maior manobrabilidade: ao reduzir a massa não suspensa, há um aumento no poder de manobra da motocicleta fazendo com que haja uma melhoria significativa em seu comportamento dinâmico;
- Maior solidez estrutural: pois a parte mais espessa e pesada está solidamente fixada ao chassi.

Logo, prezando pelo fácil manuseio e estabilidade do veículo, optou-se pela utilização da suspensão telescópica invertida.



Figura 3.14: Suspensão telescópica, normal a esquerda, invertida a direita; Google imagens
Disponível em:
<<https://cdn.motor1.com/images/mgl/k0O9R/s3/the-basics-modern-motorcycle-suspension-.jpg>>
Acesso em: Agosto, 2019

3.5.2 Traseira

No caso de suspensões traseiras, as mais comuns são, a dualshock (bichoque) e a monoshock (monobraço). As suspensões do tipo dualshock são mais encontradas em motos de menor capacidade volumétrica, são mais aplicadas onde o conforto se sobressai em relação a outras características de pilotagem, permitem carregar bastante peso na traseira, absorvem mais impacto por serem dois amortecedores, um de cada lado, porém não são muito boas para curvas em determinadas velocidades e comprometem o controle do veículo em altas velocidades.

Já a monoshock, é mais voltada para melhor desempenho e controle da motocicleta, entregando maior estabilidade em curvas e retas, apresentando ainda um ajuste mais simplificado, além de dar uma cara mais limpa ao desenho do veículo, pois o amortecedor é único e geralmente se encontra abaixo do banco.



Figura 3.15: Suspensão dual shock a esquerda, mono shock a direita; Google imagens

Disponível em:

<https://www.google.com/search?q=honda+cb+shine+bs6+vs+monoshock&tbm=isch&ved=2ahUKEwiStLX_qNXyAhWQvJUCHSpeDMYQ2-cCegQIABAA&oq=honda+cb+shine+bs6+vs+monoshock&gs_lcp=CgNpbWcQAz0ECAAQEzoGCAAQCBAeUPTSC1jT8wtg2_ULaABwAHgAgAGFAYgB-QqSAQQxLjEymAEAoAEBqgELZ3dzLXdpei1pbWfAAQE&sclient=img&ei=FwMrYdLMHpD51sQPqryxsAw&bih=850&biw=1760&hl=pt_BR> Acesso em: Agosto, 2019

Para o projeto, a utilização de suspensão monoshock se torna mais interessante pelo fato de a mesma ser mais voltada para o desempenho, possibilitando um maior controle do veículo, tendo em vista o trânsito caótico das cidades e da necessidade de se ter o veículo em mãos para as possíveis mudanças de direção e movimentos necessários no meio urbano, além da mesma não interferir muito no desenho do produto.

3.6 TRANSMISSÃO

A transmissão tem um papel fundamental de fazer a transferência da energia da rotação do motor, levando para a roda, impulsionando assim o veículo, nos dias de hoje, existem três tipos de transmissões comumente utilizadas em motocicletas, que são: corrente, correia e o eixo cardan. Veja agora as características de cada um deles.

3.6.1 Corrente

Esse é o modelo de transmissão mais comum e mais utilizado em todos os tipos de motos, composto por uma corrente conectada a duas coroas ou rodas dentadas.

Devido ao baixo custo de fabricação e manutenção, é o mais utilizado no mercado, seja em modelos de entrada, como também em modelos de alto rendimento, por se ter uma baixa perda de potência, suportando rotações elevadas e possuir alta eficiência, como citado anteriormente, tendo 96 %.

Porém, as correntes de maneira geral tem baixa vida útil, tendo de ser trocadas a cada 15.000 - 25.000 Km, além de haver uma necessidade de manutenção constante, tendo de ser limpada, lubrificada e ajustada a cada 500 - 700 Km, pois a mesma acumula muita sujeira e ainda, produz alto nível de ruído.



Figura 3.16: Transmissão por corrente; Google imagens

Disponível em: <<https://mototour.com.br/columnistas/corrente-correia-ou-eixo-carda>> Acesso em: Agosto, 2019

3.6.2 Correia

Embora não muito comum comparado ao sistema anterior, a correia é o segundo tipo de transmissão mais utilizados nas motos atualmente. Muito parecido com o sistema de corrente, essa transmissão é formada por duas polias, uma encontrada junto ao eixo do motor e outra na roda traseira, essas polias apresentam ranhuras no seu lado externo e são ligadas através de uma correia que pode ser dentada ou apresentar ranhuras no seu lado interno. Essa correia geralmente é feita de material emborrachado sintético muito resistente, havendo ainda algumas correias mais recentes que possuem arames de aço em seu interior e kevlar no seu revestimento.

Diferentemente da corrente, esse tipo de transmissão é muito mais simples, pois o mesmo não precisa de muitos cuidados por parte do usuário, não havendo necessidade de manutenção, ao mesmo tempo que possui uma vida útil muito maior, havendo a necessidade de troca somente a cada 100.000 Km ou mais. Além disso, a correia é o sistema mais silencioso, produzindo baixíssimo nível de ruído, sendo indicada para motos com rotações não muito elevadas, pois são sensíveis a altas temperaturas e se desgastam mais rapidamente, havendo também uma maior perda da eficiência, podendo chegar a 10 % - 15 %. É muito utilizada em motos de categoria custom, temos a Harley Davidson que utiliza esse tipo de transmissão em praticamente todos os seus modelos, porém a maior desvantagem dessa transmissão é seu valor de aquisição mais elevado.



Figura 3.17: Transmissão por correia; Google imagens

Disponível em:

<<https://www.google.com/imgres?imgrefurl=https://www.meancycles.com/store/parts/view.cfm%3FpartID%3D229755&docid=suA5LNjqfdAu9M&tbnid=Mg8SGZYUpBcSFM&itg=1&hcb=1>> Acesso em:

Agosto, 2019

3.6.3 Eixo Cardan

Sistema herdado dos automóveis é o sistema mais complexo presente nas motocicletas, esse sistema é muito encontrado nas categorias bigtrail e touring, por serem projetadas para longas viagens. Esse sistema requer nenhuma manutenção, tendo somente que ser vistoriado em caso de falha, podendo assim, ficar sem manutenção durante anos.

Seu funcionamento se dá através de um eixo que recebe a potência do motor, e vai até a roda traseira, onde passa essa força por engrenagens, fazendo a mesma se movimentar.

Por ser um sistema pesado e exigir do motor, há uma perda que varia de 15 a 20 %, além de ser muito complexo, tendo uma manutenção mais complicada e uma troca de pneu mais difícil comparado aos anteriores, é o sistema mais caro dos três apresentados.



Figura 3.18: Transmissão por eixo cardan; Google imagens

Disponível em:

https://www.google.com/imgres?imgrefurl=https://www.pinterest.com/fear_darkness/&docid=hTYQnHRE544GYM&tbnid=2SZisVRbFiz7QM&itg=1&hcb=1 Acesso em: Agosto 2019

Considerando que o projeto proposto é de uso urbano e que o seu motor embora relativamente potente e com alto torque, não é de alta rotação, se pretende então, utilizar a correia como sistema de transmissão, devido suas características de baixo ruído, alta durabilidade e manutenção nula.

3.7 PNEU

O pneu é outro componente de suma importância, pois ele ajuda a determinar o conforto entregue ao piloto e ainda, melhora a aderência dando uma pilotagem mais segura. Sua característica de deformação é fundamental, pois através dela que ocorre a área de contato entre a roda e o solo, mantendo essa aderência mesmo ao se passar por pequenos obstáculos.

Existem pneus voltados para pistas de corrida, os famosos pneus slick, para terrenos arenosos e acidentados, entre uma série de outros pneus aos quais não precisam ser mencionados no presente trabalho.

Pelo referente projeto estar relacionado ao uso urbano, optou-se pela utilização de **pneus mistos 60/40**, por ser um pneu que pode ser utilizado tanto na

terra quanto no asfalto, considerando, por mais que grandes centros urbanos no Brasil tenham grande parte de ruas pavimentadas, também apresentam regiões onde não se tem asfalto ou saneamento básico.

Esse tipo de pneu recebe essa numeração em sua nomenclatura, pois o 60 representa em porcentagem sua característica voltada ao asfalto e o 40 voltado para a terra, oferecendo boa aderência a todo tipo de piso, apresentando desenhos largos na superfície, dando aderência durante o asfalto, com sulcos que ajudam a dar aderência em caso de terreno arenoso, podendo ainda ser utilizado em diversos climas.



Figura 3.19: Exemplos de pneus mistos 60/40; Google imagens

Disponível em:

<http://allroadendurotouring.com/allroad-touring-enduros/allroad-motorcycle-tyres/tyre-tread-patterns/>

Acesso em: Agosto 2019

3.8 GUIDÃO

O guidão é uma peça muito importante no que diz respeito ao posicionamento do piloto na motocicleta, ao mesmo tempo em que define a forma em que serão executadas as curvas e o quanto de força será requerido do piloto. O guidão também é muito utilizado como elemento que ajuda a definir o estilo da motocicleta, tendo alguns que são bem pequenos e quase não aparecem, tendo um estilo mais limpo ao desenho do veículo, enquanto outros podem ser enormes e chamar atenção.

Existe uma variedade de tipos de guidão, cada um com suas características de manejo, leveza, resistência, conforto, etc.

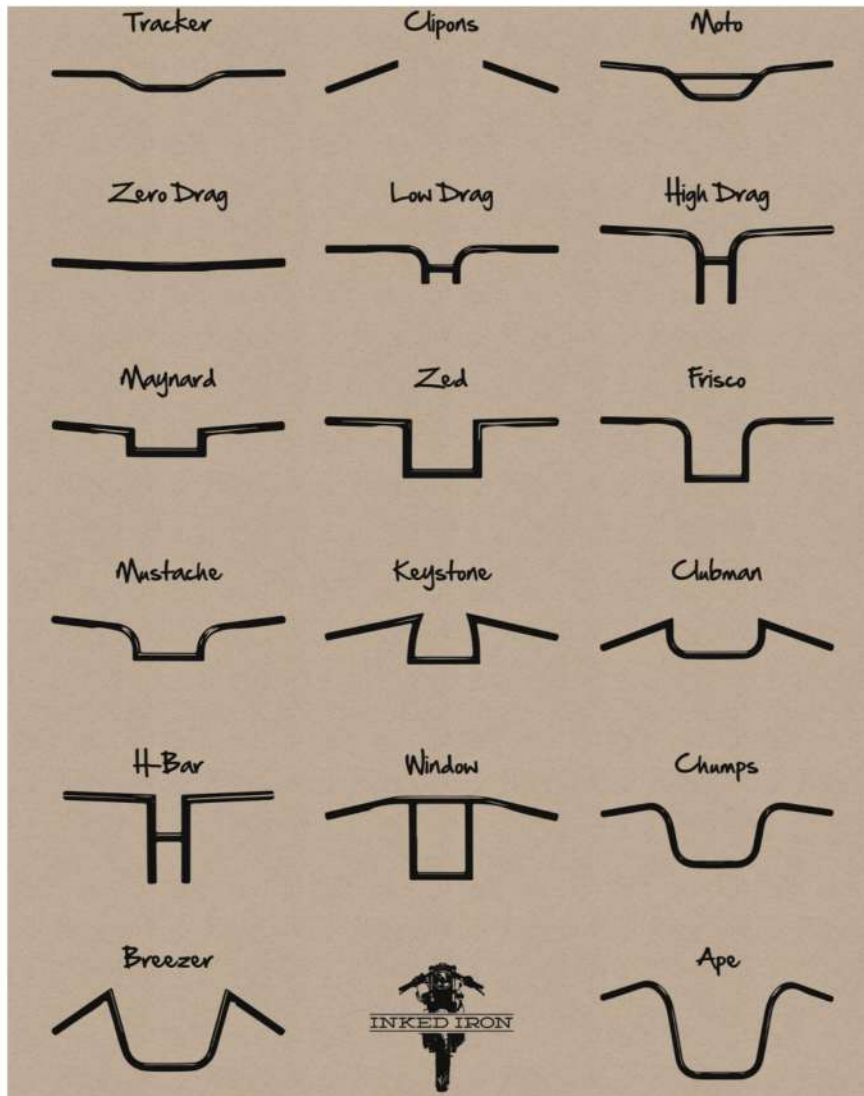


Figura 3.20: tipos de guidão; Google imagens

Disponível em:

<https://www.google.com/imgres?imgurl=https://encrypted-tbn1.gstatic.com/images?q%3DtbN:ANd9GcRY5SP6AUTGdpcCxLZ7L1d0a_jTELAqri4-Fb5gduCPdRM_FNih&imgrefurl=https://www.pinterest.com/pin/762515780643241279/&h=719&w=427&tbnid=kTDZWV15rgK7EM&tbnh=292&tbnw=173&osm=1&hcb=1&source=lens-native&usg=AI4_-kRePI7CCp5Mnd373l-ZfgoTZuFISg&ved=0ELLNBQgAKAAwAA&docid=SYgmHYCW7EEDQM> Acesso em: Agosto 2019

O guidão escolhido é o guidão tipo **tracker**, pela sua característica de versatilidade, podendo ser utilizado nas mais diversas categorias de motocicletas, além de possibilitar fácil maleabilidade. Esse guidão é utilizado na CB 250 F Twister.



Figura 3.21: Honda CB 250F TWISTER; Google imagens

Disponível em:

<<https://www.google.com/imgres?imgrefurl=https://carrobotucatu.com.br/veiculos/5948176-honda-cb-250-f-twister-flexone-2019.html%3Fano1%3Dbmvkxmidqv%26keyword%3D%26page%3D188&docid=m8RqA0i8kV0oJM&tbnid=wONCwGZLjdZpvM&itg=1&hcb=1>> Acesso em: Agosto, 2019

CAPÍTULO 4 - ERGONOMIA

A Associação Internacional de Ergonomia (IEA) definiu ergonomia como uma disciplina científica para projetar e otimizar bem-estar humano ao interagir com o produto industrial.

O objetivo fundamental da ergonomia é eliminar sintomas de desconfortos que causam baixa satisfação no trabalho, limitação de atividade e incapacidade a longo prazo. A motocicleta apresenta um problema interessante para ergonomistas, que é uma estação de trabalho restrita em que há poucos ajustes disponíveis para atender às diferentes necessidades de pilotos. A revisão da literatura destacou que, há alta frequência de motociclistas expostos ao desconforto durante o processo de condução. O que acaba ocasionando ao motociclista dores em várias partes do corpo. Na motocicleta, isso pode estar relacionado ao aspecto biomecânico dos motociclistas como a condição de assento. Dada a natureza restrita do banco como estação de trabalho, o conforto de condução é extremamente relevante.

O estudo considera todas as dimensões do corpo em questão para promover uma experiência confortável e segura.

As medições subjetivas são um dos importantes métodos para medir o nível de desconforto ou conforto no respectivo usuário. Existe uma variedade de escala de medição para níveis de desconforto e conforto, como o uso de escala contínua (passando do extremo conforto ao extremo desconforto) e considerando as duas extremidades como diferentes estados (definidos como presença ou ausência de conforto). A maioria dos métodos subjetivos para avaliar o desconforto consiste em usar um mapa do corpo. Geralmente, os participantes são obrigados a avaliar seu desconforto (escala de nenhum desconforto a extremo desconforto).

A antropometria é um método de pesquisa da ergonomia para lidar com a medição das dimensões humanas e certas características físicas do corpo humano. Dados antropométricos podem ser usados na ergonomia para especificar dimensões de espaços de trabalho, estações de trabalho e bem como aplicado ao design de produto relacionado.

Robertson e Minter (1996) realizaram uma avaliação antropométrica, pesquisa que contou com 140 motociclistas britânicos e descobriu que a população de

motociclistas (masculinos e femininos) no Reino Unido era significativamente mais alto que a população geral. Ele observou ainda que havia uma grande variação na posição do joelho de um ciclista ao andar de moto.

Pilotos de moto estão relativamente mais expostos a sentar com postura incorreta em comparação com os condutores de automóveis. Princípios ergonômicos são muito importantes no fornecimento de informações científicas básicas, em relação à postura de assento sem apoio, entre os pilotos de moto.

Estudos mostram que sentar sem apoio lombar gera dor na parte inferior das costas e sentar sem suporte para as costas ocasiona dor na parte central da coluna. Dores nas costas que ocorrem em adultos são mais comuns em portadores de distúrbios musculoesqueléticos através de pressões intradiscais na região lombar da coluna vertebral.

4.1 PROBLEMAS IDENTIFICADOS

Em muitos modelos de motocicleta a ergonomia não é prioridade. Esses modelos são projetados mantendo um grupo específico de pessoas em mente. Algumas motocicletas são projetadas para atrair uma geração mais jovem, onde a esportividade é um grande atrativo. Algumas outras são projetadas para atrair pessoas que querem preservar a estética de motocicletas choppers. No entanto, o ser humano vai usar o produto e, portanto, seu conforto deve ser a mais alta prioridade. Portanto, o design da motocicleta deve ser ergonômico.

Também os veículos são projetados principalmente com base na antropometria de pessoas de origem norte americana ou europeia. Dentre os fatores que afetam o conforto na condução de motocicletas estão:

- Como o motociclista se senta enquanto conduz a moto;
- Quais são as dimensões do corpo dele / dela;
- Qualidade da almofada do assento;
- Peso e a pressão são distribuídos enquanto o motociclista está sentado;
- Tempo em que o piloto fica sentado na mesma posição;

- Quão confortável o motociclista está ao operar todos os controles da motocicleta.

No estudo de Robertson e Minter, as abordagens usadas são:

Abordagem subjetiva:

Um questionário é preparado para análise subjetiva. O questionário ajuda a identificar problemas associados à condução da moto e reclamações de diferentes faixas etárias.

Abordagem Antropométrica:

A antropometria lida com a mensuração das dimensões e certas outras características físicas do corpo como volumes, centro de gravidade, propriedades inerciais, e massas de segmentos corporais.

Existem dois tipos principais de medição corporal:

- Dimensões estáticas,
- Dimensões dinâmicas.

Ao andar de moto, a postura do motociclista é estática para o longo período e seu movimento dinâmico ocorre quando a moto para e ele apoia os pés no chão ao se equilibrar.

Diferentes dimensões são identificadas com base na resposta fornecida pelos entrevistados no questionário fornecido. As dimensões identificadas são estudadas detalhadamente com base no nível de conforto percebido pelos usuários.

4.2 ABORDAGEM DE COLETA DE DADOS

Abordagem subjetiva:

Robertson e Minter elaboraram um questionário composto por 19 questões relacionadas à interface da motocicleta e a resposta foi retirada de 70 motociclistas. Os sujeitos pertenciam à faixa etária de 18 a 25 anos e são principalmente estudantes universitários. O questionário constituiu a base para determinar áreas problemáticas principalmente afetado com o uso da motocicleta. A seguir, é

apresentada a análise de questionário. Consiste em 10 perguntas objetivas e 9 questões subjetivas.

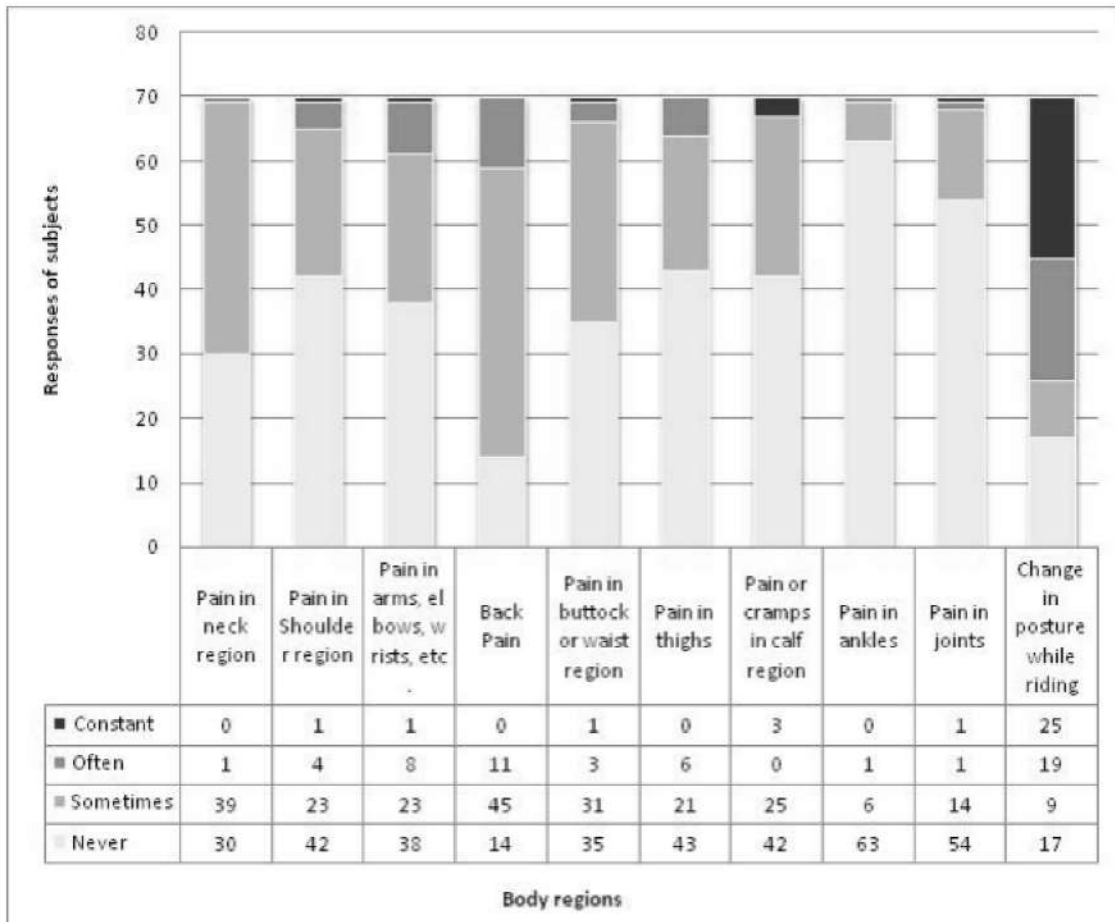


Figura 4.1: Gráfico apresentando as respostas dos entrevistados; Robertson e Minter - “Título pesquisa”

Fonte: Ergonomic Posture for Motorcycle Riding.
Amol S. Amrutkar #1 , N.R. Rajhans

Abordagem antropométrica:

Os dados antropométricos foram coletados com as dimensões identificadas como mais relevantes para o conforto na utilização da motocicleta.

As seguintes dimensões foram registradas com a finalidade da identificação da variação entre dimensões antropométricas. As dimensões são dadas juntamente com os percentis, valores, média e desvio padrão.

MEDIDA	MÉDIA	DESVIO PADRÃO	P. 5	P. 50	P. 95
Peso	67,2	10,5	52,3	66,0	85,9
Estatura	169,9	6,6	159,5	170,0	181,0
Altura do nível dos olhos, sujeito em pé	159,4	6,6	149,0	159,5	170,0
Altura do ombro, sujeito em pé	141,1	6,0	131,5	141,0	151,0
Altura do cotovelo, sujeito em pé	104,4	4,9	96,5	104,5	112,0
Altura entrepernas	77,8	4,3	71,0	78,0	85,0
Altura da cabeça-assento	88,1	3,5	82,5	88,0	94,0
Altura do nível dos olhos-assento	77,5	3,4	72,0	77,5	83,0
Altura do ombro-assento	59,6	2,9	55,0	59,5	64,5
Altura da axila-assento	46,0	2,8	41,5	46,0	50,5
Altura do tórax-assento	42,6	2,7	38,0	42,5	47,0
Altura do cotovelo-assento	23,0	2,8	18,5	23,0	27,5
Altura das coxas-assento	14,9	1,6	12,0	15,0	18,0
Altura da cabeça, sujeito sentado	129,8	5,1	121,5	130,0	138,5
Altura nível dos olhos, sujeito sentado	119,3	5,1	111,0	119,0	128,0
Altura do ombro, sujeito sentado	101,3	4,5	94,0	101,0	109,0
Altura da axila, sujeito sentado	87,7	4,4	80,5	88,0	95,0
Altura do tórax, sujeito sentado	84,3	4,3	77,0	84,5	91,0
Altura do cotovelo, sujeito sentado	64,7	3,7	58,5	65,0	71,0
Altura das coxas, sujeito sentado	56,6	2,9	52,0	56,5	61,5
Altura dos joelhos, sujeito sentado	53,0	2,7	49,0	53,0	57,5
Altura popliteal, sujeito sentado	42,6	2,4	39,0	42,5	46,5
Profundidade do tórax, sujeito sentado	23,4	2,2	20,5	23,0	27,5
Profundidade do abdômen, sujeito sentado	24,4	3,3	20,0	24,0	30,5
Profundidade nádega-popliteal, sujeito sentado	47,8	2,9	43,5	48,0	53,0
Profundidade nádega-joelho, sujeito sentado	59,7	3,0	55,0	60,0	65,0
Alcance inferior máximo, sujeito em pé	62,7	3,7	56,5	62,5	69,0
Alcance frontal máximo, sujeito sentado	85,6	4,0	79,5	85,5	92,0
Alcance dos antebraços, sujeito sentado	55,4	3,3	50,0	55,5	61,0
Largura bideltóide, sujeito sentado	44,3	2,7	40,2	44,3	48,9
Largura do tórax entre axilas, sujeito sentado	29,7	2,3	26,2	29,5	33,9
Largura cotovelo a cotovelo, sujeito sentado	45,9	4,1	39,7	45,8	53,1
Largura do quadril, sujeito em pé	32,5	1,9	29,5	32,4	35,8
Largura do quadril, sujeito sentado	34,2	2,5	30,6	34,0	38,6
Largura do pé descalço, sujeito em pé	10,2	0,5	9,3	10,2	11,2
Comprimento vértice-nível dos olhos	10,5	1,1	9,0	10,5	12,5
Comprimento do membro superior	78,4	3,8	72,5	78,5	85,0
Comprimento do braço	36,7	2,1	33,5	36,5	40,5
Comprimento do pé descalço, sujeito em pé	25,9	1,2	23,9	25,9	28,0
Comprimento interarticular ombro-cotovelo	28,4	2,3	24,3	28,8	31,8
Comprimento interarticular cotovelo-pulso	25,3	1,6	22,9	25,3	28,3
Comprimento interarticular joelho-tornozelo	39,8	2,6	35,5	40,0	44,3
Força máxima de tração, membro superior	592,7	125,8	406,5	587,5	780,7
Força máxima de compressão, membro superior	493,7	124,7	311,3	483,1	714,7
Força máxima de compressão, membro inferior	1586,0	475,6	929,0	1521,3	2414,2

Figura 4.2: Medidas antropométricas de 3100 homens trabalhadores brasileiros;

Fonte: Antropometria: necessidade de constantes

investigações para a efetiva contribuição na área da Ergonomia

Instituto Nacional de Tecnologia (1988)

<https://www.efdeportes.com/efd149/antropometria-contribuicao-na-area-da-ergonomia.html>

4.3 VIBRAÇÃO E SEUS EFEITOS NA SAÚDE DO MOTOCICLISTA

Os fatores como design ergonômico, amortecimento e atenuação, ressonância, etc. tem uma grande influência nas características da exposição e nos níveis de intensidade da exposição à vibração experimentado por operadores de máquinas. O corpo humano pode tolerar certos níveis de energia vibracional mas começa a deteriorar-se e causar danos a longo prazo além de interrupção dos processos naturais do corpo. Os condutores de motocicletas estão sujeitos a diferentes magnitudes das vibrações enquanto pilotam.

A magnitude da vibração também depende do tipo de automóvel, tamanho do motor, peso corporal, idade do automóvel, tipo de assento, tipo de suspensão e fatores de superfície da estrada. Essas vibrações são transmitidas para as nádegas e retornam ao longo do eixo vertical através da base e das costas do assento. Por outro lado, os apoios para os pés e o guidão transmitem vibrações adicionais aos pés e mãos do motociclista. Durante o passeio de motocicleta, devido à sua natureza desequilibrada, cria uma vibração enorme e afeta o fenômeno bioelétrico.

Excitation Frequency	Amplitude of Vibration (mm)	% Reduction in Amplitude of Vibration
50	2.3	47.83
67.17	3.9	12.82
75.00	1.1	45.46
100.	0.90	66.67
125.62	0.60	65.00
127.00	0.35	57.14
130.01	0.10	---
150.00	0.75	46.67
175.00	3.1	88.71
200.000	1.9	84.21
225.00	0.70	68.57
290.00	0.55	63.64
300.00	0.97	7.22
320.21	1.0	---
329.67	2.15	67.44
500.00	1.12	89.29

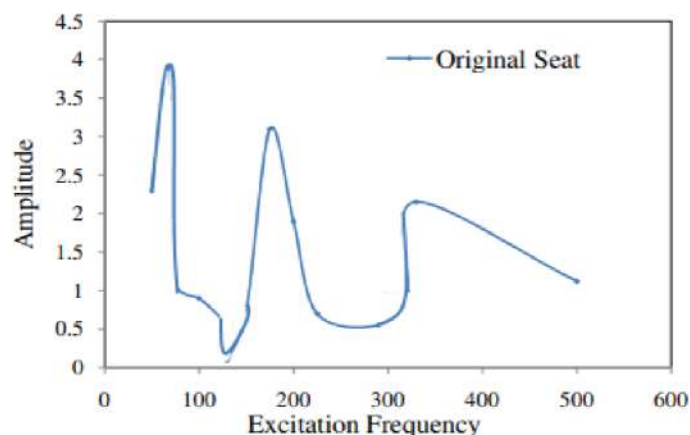


Figura 4.3: Medição da vibração;

Fonte: Design and development of motorcycle seat from ergonomics point of view with vibration and discomfort analysis, Dr. M. M. Patil¹, Dr. Lokesh Bajpai², Dr. P. L. Verma³

Fatores físicos que influenciam os efeitos da vibração no motociclista durante a pilotagem são a aceleração e frequência, duração da exposição, manutenção das motocicletas e práticas de proteção. Biodinâmica e fatores como força de preensão, posição da mão / braço em relação ao corpo, textura e tipo de material do punho causam o efeito. Fatores individuais como controle do operador, velocidade do automóvel e habilidade de condução e suscetibilidade individual à vibração também levam ao efeito.

4.4 CONTROLE, DISPLAY, LUZES E SÍMBOLOS

4.4.1 Controles Primários

Os seis controles a seguir são os controles comuns a motos movidas a motor a combustão, que fazem parte de quase a totalidade das motocicletas.

4.4.2 Guidão

- Acelerador;
- Alavanca do freio dianteiro;
- Alavanca do freio traseiro;
- Alavanca da embreagem;
- Alavanca de troca de marcha.



Figura 4.4: Motorcycle Controls and Displays - Transport Canadá Motor Vehicle Safety (2007)

4.4.3 Punhos – (1)

Essas são as duas barras que o condutor segura para controlar a direção da motocicleta. Muitos dos outros controles estão agrupados no guidão ou ao redor dele.



Figura 4.5: Motorcycle Controls and Displays - Transport Canadá Motor Vehicle Safety (2007) Acesso em: Dezembro 2019

4.4.4 Acelerador – (2)

O punho direito opera o acelerador. Ele controla a velocidade da motocicleta, controlando o fluxo de combustível para o motor. Para acelerar, o condutor deve girar o acelerador em sua direção. Para diminuir a velocidade, o movimento é feito em direção contrária. O acelerador deve voltar completamente para a posição de marcha lenta quando soltado.



Figura 4.6: Motorcycle Controls and Displays - Transport Canadá Motor Vehicle Safety (2007)

4.4.5 Alavanca do freio dianteiro – (3)

A alavanca do freio dianteiro está no guidão direito na frente do acelerador. Você pressiona a alavanca na direção da alça para aplicar o freio na roda dianteira. Use os freios dianteiro e traseiro juntos.



Figura 4.7: Motorcycle Controls and Displays - Transport Canadá Motor Vehicle Safety (2007) Acesso em: Dezembro 2019

4.4.6 Alavanca do freio traseiro – (4)

A alavanca do freio traseiro está próxima ao apoio para os pés direito. Pressionando o pé na alavanca, aciona-se o freio na roda traseira.



Figura 4.8: Motorcycle Controls and Displays - Transport Canadá Motor Vehicle Safety (2007) Acesso em: Dezembro 2019

4.4.7 Alavanca da embreagem – (5)

A alavanca da embreagem está no manete do lado esquerdo. Ele controla a embreagem e é usada para ajudar a trocar as marchas. A alavanca deve ser acionada na direção do guidão para desengatar a embreagem. Soltando-o, a embreagem é engatada.



Figura 4.9: Motorcycle Controls and Displays - Transport Canadá Motor Vehicle Safety (2007) Acesso em: Dezembro 2019

4.4.8 Alavanca de troca de marchas – (6)

A alavanca de câmbio está próxima ao apoio para os pés esquerdo. Ele muda as marchas da transmissão. A alavanca de câmbio atua com movimentos verticais com os pés do condutor.

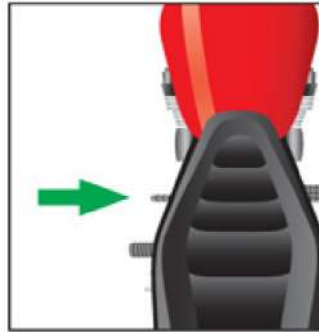


Figura 4.10: Motorcycle Controls and Displays - Transport Canadá Motor Vehicle Safety (2007) Acesso em: Dezembro 2019

4.5 OBSERVAÇÃO

Por se tratar de uma moto elétrica, no referente projeto não existirá alavanca de embreagem nem mesmo alavanca de marcha, pois como já dito anteriormente, motores elétricos tem como característica uma única marcha. Logo a moto só terá alavancas de freio dianteiro, traseiro e o acelerador. Tornando assim a direção muito mais simples, diminuindo os elementos nos quais o usuário terá de voltar a sua atenção, fazendo com que o mesmo possa ficar mais focado no trânsito.

4.6 DIFERENTES POSTURAS DE ACORDO COM O TIPO DE MOTOCICLETA

Basicamente existem três tipos de postura muito utilizada para pilotar motocicletas, são elas:

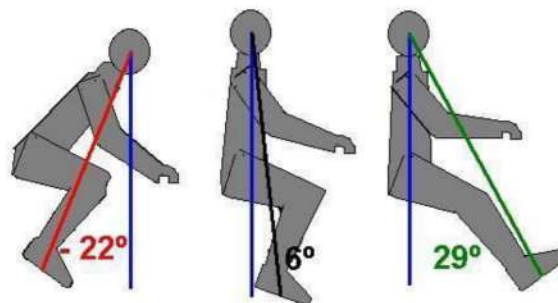


Figura 4.11: Posturas de pilotagem de acordo com o tipo de motocicleta, Esporte-esquerda, Trail/Padrão-meio, Custom/Cruiser-direita;

Fonte: <<https://www.espanaenmoto.com/seccion.php?id=28>> Acesso em: Dezembro 2019

- esporte: o piloto tem seus pés posicionados na parte traseira, inclinando seu corpo para frente, essa posição dá ao piloto muito controle da motocicleta, principalmente em movimentos de curva, porém em longos períodos de tempo ou viagens mais longas, se torna uma posição cansativa, pois os braços e ombros acabam sustentando boa parte do peso do piloto, que tem suas mãos apoiadas ao guidão;

- trail / padrão: conhecida como a posição mais neutra e mais utilizada entre os motociclistas, o piloto tem seus pés mais ou menos alinhados com a cabeça, tendo sua coluna verticalmente ereta. Essa posição permite um bom controle do veículo e também possibilita sua utilização em viagens mais longas. Muitas motos de turismo utilizam esse tipo de postura;

- custom / cruiser: essa é a postura mais relaxada das três existentes, porém com menos controle para execução de curvas. Também é uma postura confortável para viagens curtas, mas em viagens longas, causa certo estresse nas pernas e no quadril, pois o vento acaba exercendo uma força nas pernas, com a tendência de abri-las. Por isso, alguns modelos como a Harley Electra Glide, possuem proteção contra o vento na parte inferior.



Figura 4.12: Harley Davidson Electra Glide com proteção inferior contra o vento; Google imagens

Disponível em:

<https://www.google.com/imgres?imgrefurl=https://www.corpuschristiharley.com/inv2/2018-Harley-Davidson-Touring-Ultra-Limited-FLHTK-L5VIN225349/&docid=cWzNc14C9AcWGM&tbnid=sH1oVITec4X_cM&itg=1&hcb=1> Acesso em: Dezembro 2019

De acordo com o estudo apresentado em *España en Moto*, basicamente existem três ângulos que ajudam a definir a postura:

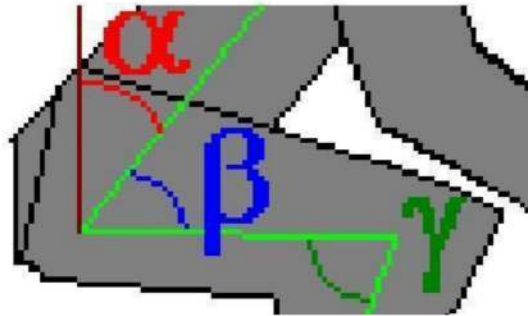


Figura 4.13: ângulos posturais

Disponível em: <<https://www.espanaenmoto.com/seccion.php?id=28>> Acesso em: Dezembro, 2019

- ângulo de inclinação α : indica o quanto a coluna estará inclinada, indicando ainda o quanto de peso o próprio piloto estará sustentando em seus braços, sendo o ideal, a mesma estar ereta, fazendo 90° em relação ao solo, ou 0° a partir da linha imaginária vermelha apresentada na figura 4.13;
- ângulo do quadril e coxa β : indica a forma como se está sentado na motocicleta, quanto maior esse ângulo, mais confortável será a postura, valores a partir de 75° são considerados bons para postura tipo neutra;
- ângulo do joelho γ : indica o quanto os joelhos estão dobrados ou esticados, quanto maior for esse ângulo, menos os joelhos estarão dobrados, conseqüentemente, mais confortável será a postura.

No estudo apresentado, foram analisadas estaturas que variam de 1,52 m até 1,98m. Nele, é afirmado que altura e peso da motocicleta geralmente não são tão problemáticos durante o ato de pilotagem, mas que as dificuldades aparecem quando o piloto deve parar ou ainda manobrar e estacionar o veículo. Na análise ainda é ressaltada a importância da altura do indivíduo em relação a motocicleta, considerando que o mesmo deve idealmente colocar o pé no chão totalmente, ainda montado na motocicleta. Porém, quando não se é possível colocar os pés totalmente no chão, a inclinação dos pés em relação ao solo é considerada:

- inclinação acima de 20°: é considerado desaconselhável o modelo da motocicleta;
- inclinação abaixo de 10°: considerada aceitável;
- inclinação entre 10° e 20°: depende da experiência do piloto.



Figura 4.14: alturas estudadas

Disponível em: <<https://www.espanaenmoto.com/seccion.php?id=28>> Acesso e: Dezembro,2019

A moto inicialmente utilizada no estudo foi a BMW R 1200 RT 2014, que possui um assento para pilotagem com duas alturas, uma mais baixa com 805 mm e a outra com 825 mm, estaturas a partir de 1,83m, utilizaram o banco com posicionamento mais alto. Vale lembrar que essa moto possui uma postura de pilotagem tipo neutra.

Logo de início, é salientado no estudo que somente as estaturas a partir de 1,68m conseguiram alcançar o solo de maneira satisfatória, apresentando angulação nos pés em relação ao solo com valores abaixo de 10°, logo as estaturas inferiores foram descartadas, pois a presente moto não se adéqua à essas alturas.



Figura 4.15: estaturas 1,68m e 1,60m respectivamente montadas na moto com os pés no solo;
Disponível em: <<https://www.espanaenmoto.com/seccion.php?id=28>> Acesso em: Dezembro 2019

Alturas a partir de 1,75 m conseguiram ainda colocar totalmente os pés no chão, se tornando ainda mais adequadas.



Figura 4.16: estatura de 1,75m com os pés totalmente apoiados no chão

Disponível em: <<https://www.espanaenmoto.com/seccion.php?id=28>> Acesso em: Dezembro, 2019

A partir disso, foram analisadas as posturas de pilotagem neutra de cada estatura, dentre somente aquelas que conseguiram alcançar o chão de maneira satisfatória, apresentando angulação dos pés abaixo de 10°. Analisando as angulações de inclinação da coluna, do quadril e dos joelhos.





Figura 4.17: análise postural de cada estatura; ver figura 4.14 para identificar cada estatura
 Disponível em: <<https://www.espanaenmoto.com/seccion.php?id=28>> Acesso em: Dezembro 2019

É possível observar que durante a posição de pilotagem, quanto maior o piloto, menores são os ângulos. No caso da inclinação, devido uma maior amplitude dos braços, menos o piloto terá que se inclinar para alcançar o guidão. Já nos ângulos de quadril e joelho, eles diminuem, ficando mais dobrados, conseqüentemente, tendem a ser menos confortáveis. Nesse caso específico, a moto possui duas alturas de banco, onde a altura mais elevada ajudou na comodidade dos pilotos mais altos a partir de 1,83 m, porém ainda assim, é perceptível o quanto o posicionamento dos joelhos mudou conforme a estatura fosse aumentando.

Sobre o fator peso, o estudo ressalta a relação entre o peso, altura da moto e seu centro de gravidade, que geralmente tende a se elevar conforme há um aumento na altura do veículo.

Quanto maior o peso da moto, mais peso o indivíduo terá que sustentar quando tiver que fazer uma parada, ao mesmo tempo que maior será a força centrífuga que empurrará a motocicleta para fora da curva. Por outro lado, quanto mais baixo for o centro de gravidade, maior será a compensação do excesso de peso (por mais que a moto seja pesada).

4.7 PERCENTIS BRASILEIROS EM POSTURA NEUTRA

A partir dos dados dessa pesquisa apresentada, resolveu-se verificar ao menos uma moto comum encontrada no Brasil, utilizando as medidas de percentis brasileiros mostrados na tabela da **figura 4.2**, com o objetivo de analisar posturas resultantes para cada percentil. Para essa análise, foi utilizado o site *cycle-ergo.com*, neste site estão presentes uma série de modelos de motocicletas em seu banco de dados, permitindo a realização de um estudo ergonômico.

HONDA CB250F – 2011

Uma das motos mais vendidas no Brasil, também foi utilizada para análise de potência na tabela da **figura 2.4** do presente relatório, é um modelo da categoria street e tem uma posição de pilotagem do tipo neutra. No site usado para fazer o estudo ergonômico, não havia um modelo atual da moto, com isso, optou-se por utilizar o modelo mais recente que continha no banco de dados, sendo esse um modelo do ano de 2011, com banco de 799 mm de altura.

Percentil masculino 5 % - 1,60 m



Figura 4.18: HONDA CB250F - Percentil masculino 5%
Disponível em: <<https://cycle-ergo.com/>> Acesso em: Dezembro, 2019

Como no site não é possível acrescentar valores com vírgula, que é o caso do percentil 5%, com valor de 159,5 cm; optou-se pelo arredondamento, utilizando assim 160 cm.

Na posição de pilotagem, é possível perceber a conformidade do posicionamento, onde o ângulo de inclinação para alcançar o guidão é bem baixo, apresentando ângulo de 5°. No quadril e coxa também se tem mais comodidade resultando em ângulos mais abertos, com 84° nos joelhos e 97° no quadril. Porém, para a estatura de 1,60 m, a moto acaba não sendo tão boa, pois ao estar montado com os pés no chão, o ângulo de inclinação dos pés é de 12°, considerando que o ideal seria colocar os pés totalmente no chão.

Percentil masculino 50 % - 1.70 m



Figura 4.19: HONDA CB250F - Percentil masculino 50%
Disponível em: <<https://cycle-ergo.com/>> Acesso em: Dezembro, 2019

Para o percentil 50 %, a moto se torna ainda mais adequada, com ângulo de inclinação ainda menor, com 2°, ângulo de joelhos e quadril um tanto abertos com 78° e 95° respectivamente, além de possibilitar que o indivíduo com a referente estatura, coloque os pés totalmente no chão.

Percentil masculino 95 % - 1,81 m



Figura 4.20: HONDA CB250F - Percentil masculino 95%; Cycle-ergo.com
Disponível em: <<https://cycle-ergo.com/>> Acesso em: Dezembro, 2019

Nesse caso, por mais que a posição de pilotagem talvez possa parecer visualmente correta, o ângulo dos joelhos não é tão adequado, apresentando 73°. Já ao olhar para os ângulos de inclinação e de quadril, a moto acaba atendendo até mesmo o percentil mais alto.

Percentis femininos

Enquanto na estatura masculina seus percentis vão de 1,60 m a 1,81 m, a estatura feminina costuma ser de maneira geral mais baixa que a masculina, de 1,49m a 1,69m, com isso, optou-se por observar como ficariam as posturas para os percentis femininos que diferem das medidas analisadas nos masculinos, já que o percentil 50% feminino com estatura de 1,59 m é praticamente o mesmo valor para o percentil 5% masculino (1,60 m).

Sendo assim, o percentil feminino analisado será somente referente a estatura de 1,49 m – 5 %.

Medidas antropométricas estática (cm)	Mulheres				
	5%	50%	95%	Média	D.P.
1.1 Estatura	149	159	169	158,8	6,13
1.2 Altura dos olhos	138,5	147,5	157,5	147,6	5,98
1.3 Altura dos ombros	122	131	139,5	131	5,45
1.4 Altura dos cotovelos	92,5	99,5	107	99,5	4,29
1.5 Altura das mãos	56,5	61,5	67	61,8	3,31
1.9 Largura do tronco	34	38	44	38,9	3,27
1.10 Largura do quadril	33	39	45	39,1	4,03
2.6 Altura poplíteia.	36,5	40,5	45,5	40,9	2,56
2.9 Compr. poplíteia-nádegas	41,6	45,5	49	45,3	2,62
4.1 Tamanho da mão	15	16,5	17,5	16,6	1,06

Tabela 4.21: Tabela percentis femininos; lida 2005

Disponível em: <<https://br.pinterest.com/pin/237564949070447161/>> Acesso em: Dezembro, 2019

Percentil feminino 5 % - 1,49 m



Figura 4.20: HONDA CB250F - Percentil feminino 5%

Disponível em: <<https://cycle-ergo.com/>> Acesso em: Dezembro, 2019

Por se tratar de uma estatura muito pequena em relação às anteriores, é possível perceber que a baixa amplitude dos braços faz com que o indivíduo tenha dificuldades de alcançar o guidão, tendo que inclinar mais seu tronco, fazendo com que seus braços passem a sustentar um pouco mais de seu peso. A inclinação não é tão alta, com valor de 13°, porém quanto menos inclinado estiver o tronco, melhor será a postura. Já nos joelhos e quadril, as angulações são mais abertas trazendo mais conforto, com valores de 94° e 93° respectivamente.

Já na posição em pé, claramente se percebe a dificuldade de se alcançar o chão com banco com altura de 797 mm, a angulação dos pés em relação ao solo é de 36°, tornando a moto totalmente inadequada para o referente percentil.

4.8 CONCLUSÃO

A partir da análise do questionário (Robertson e Minter), verificou-se que os motociclistas mudam de postura durante a maior parte do tempo durante a pilotagem. A única razão para isso é o desconforto causado ao sentar na motocicleta. Além disso, a dor nas costas é proeminente entre os motociclistas, pois durante a pilotagem eles não conseguem manter uma postura ergonômica adequada e, portanto, surge o distúrbio osteomuscular. Dor nos braços, cotovelos e punho e dor nas coxas também são relatados. Esses pontos ficam na posição de aperto durante a condução da motocicleta e, portanto, justificam o ponto de que é uma estação de trabalho restrita com o mínimo de ajuste possível. Os dados antropométricos mostram a variação nos valores que devem ser considerados idealmente e nos valores que são considerados ao projetar uma motocicleta. Como a motocicleta é uma estação de trabalho restrita, o design deve ser focado no usuário e não universal. Pequenas variações nas dimensões da motocicleta devem ser possíveis para facilitar o piloto a ajustar a posição de pilotagem de acordo com suas necessidades.

Máquinas projetadas com dimensões antropométricas americanas não são confortáveis para a população brasileira e, portanto, precisam projetar motocicletas com dimensões antropométricas brasileiras. À medida que a população de mulheres que usam motocicleta está aumentando, é necessário levar em consideração as dimensões femininas também. Além disso, deve ser fornecido algum tipo de personalização, pois não há relação entre diferentes dimensões do corpo humano e os humanos possuem morfologia diferente, o que também é um fator quando falamos de conforto. Alguns humanos são baixos e gordos, enquanto outros são altos e esbeltos, mas não podem ser generalizados, pois existem pessoas esbeltas e baixas. O estilo de vida de uma pessoa também afeta a perseverança do conforto.

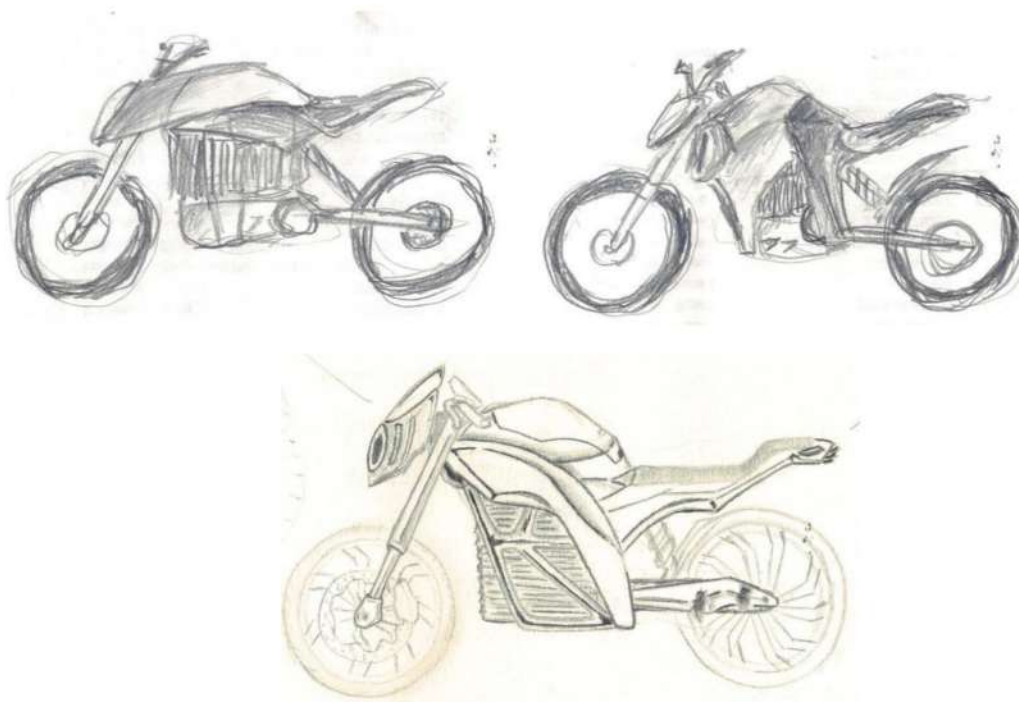
Pretende-se então a adequação do produto de maneira que proporcione uma postura de pilotagem neutra mais confortável possível à cada percentil, considerando os fatores abordados, utilizando possíveis regulagens que não interfiram na geometria da motocicleta, como regulagem de banco, pedaleira e guidão, de forma a proporcionar o máximo de conforto aos usuários.

CAPÍTULO 5 - DESENVOLVIMENTO DE CONCEITO

Por se tratar de um público jovem (21 - 35 anos), uma das principais características requeridas para o produto é a esportividade, pois a mesma é um dos principais fatores que atraem esse tipo de público, porém, a mesma deve ser tratada de maneira sutil, considerando que o veículo não será veloz, tendo provavelmente uma velocidade máxima beirando os 120 – 140 km/h.

Outro aspecto desejado foi a contemporaneidade mesclada com uma leve fuga do padrão, procurando utilizar materiais diferentes do normal, como compósitos por exemplo.

Começou-se então o desenvolvimento preliminar de ideias, gerando os seguintes sketches:



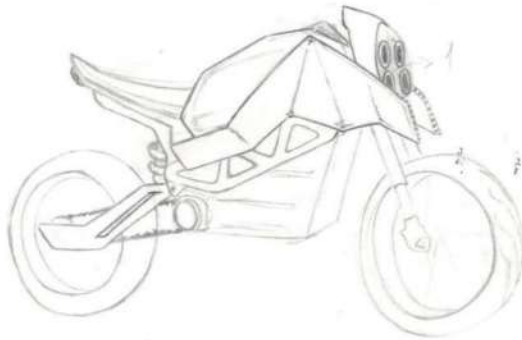
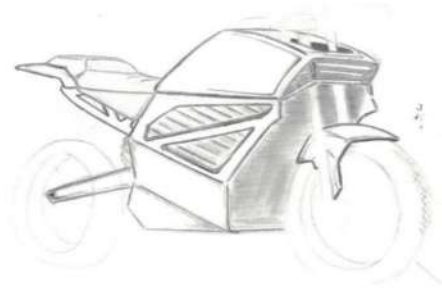
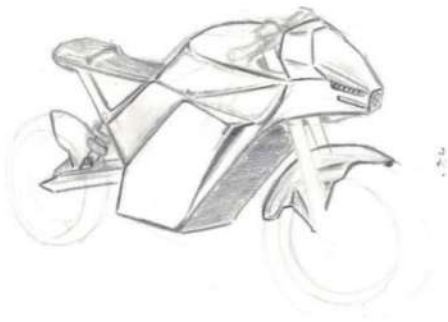


Figura 5.1: Sketches preliminares desenvolvidos pelos integrantes da dupla
(Fonte: elaboração dos autores)

É possível notar que as ideias preliminares foram pensadas de maneira a englobar os tipos de motocicleta citados nos requisitos e restrições (**trail** e **street**), dando uma certa esportividade.

É válido salientar que houveram dois desenhos desenvolvidos separadamente (por cada integrante do presente trabalho), que de alguma forma dialogavam entre si, pois ambos traziam uma linha de força diagonal:



Figura 5.2: Sketches preliminares que combinavam
(Fonte: elaboração dos autores)

Houve assim a sugestão de juntar características de ambos os desenhos (linha diagonal, entrada de ar, etc.) criando um que se tornaria a ideia central do conceito. O que resultou em três desenhos realizados de maneira a procurar melhorar determinados aspectos formais até se chegar ao resultado desejado:

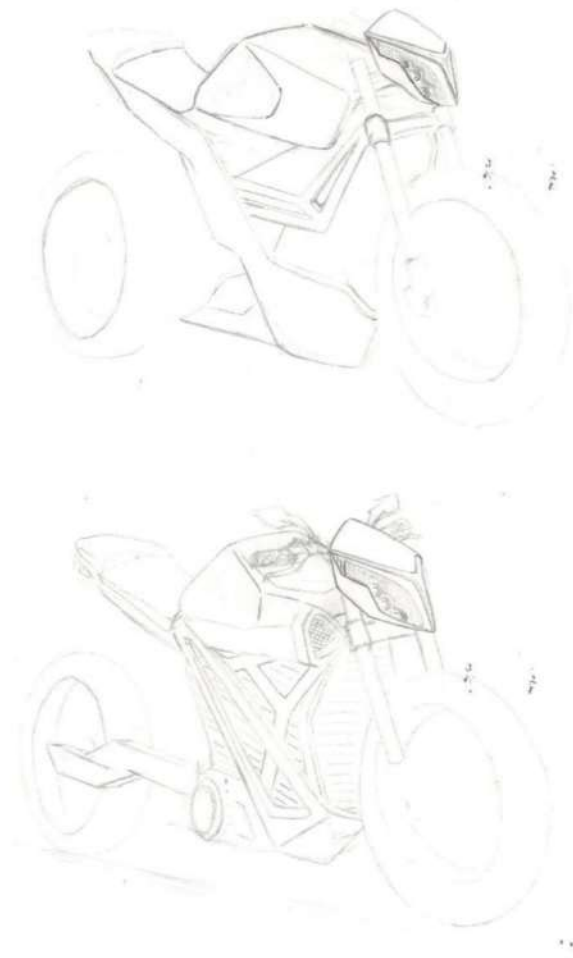


Figura 5.3: 1º sketch mesclando as ideias (esquerda); 2º sketch (direita)
(Fonte: elaboração dos autores)



Figura 5.4: 3º sketch tentando mesclar ambas ideias
(Fonte: elaboração dos autores)

Porém, mesmo com todos esses esboços, o resultado não parecia ser bom o suficiente. Com isso, foi iniciada uma reflexão sobre linhas de força, onde analisando várias motos e tentando perceber determinados traços que compunham suas formas, resolveu-se pegar linhas de força de três tipos de motos, trail e street que no caso já faziam parte do tipo de veículo desejado, como também linhas de força de motos naked, que trazem bastante esportividade, resultando assim nos desenhos da moto a seguir, que se tornou o resultado aceito para dar prosseguimento ao trabalho:

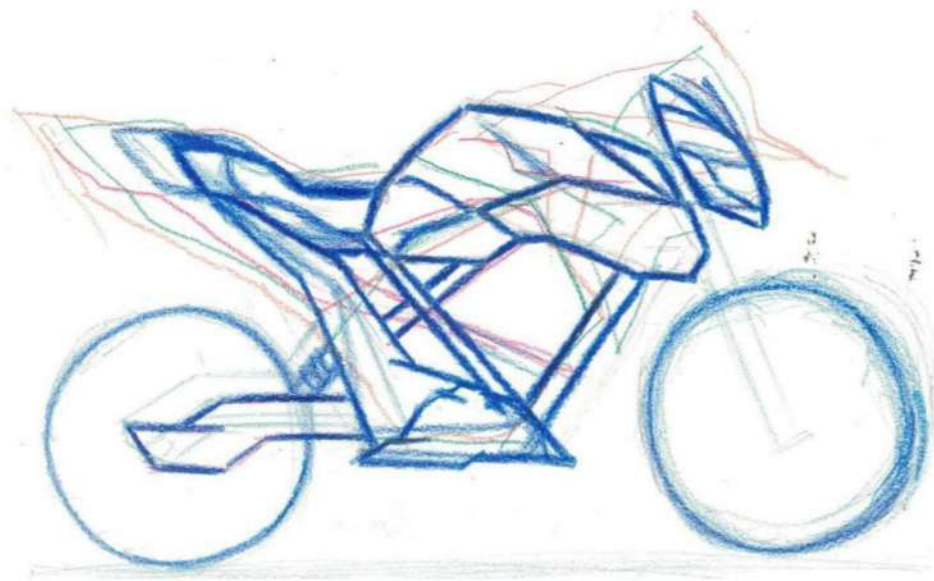


Figura 5.5: desenho mesclando linhas de força de motos street, trail e naked, considerando a linha de força diagonal
(Fonte: elaboração dos autores)

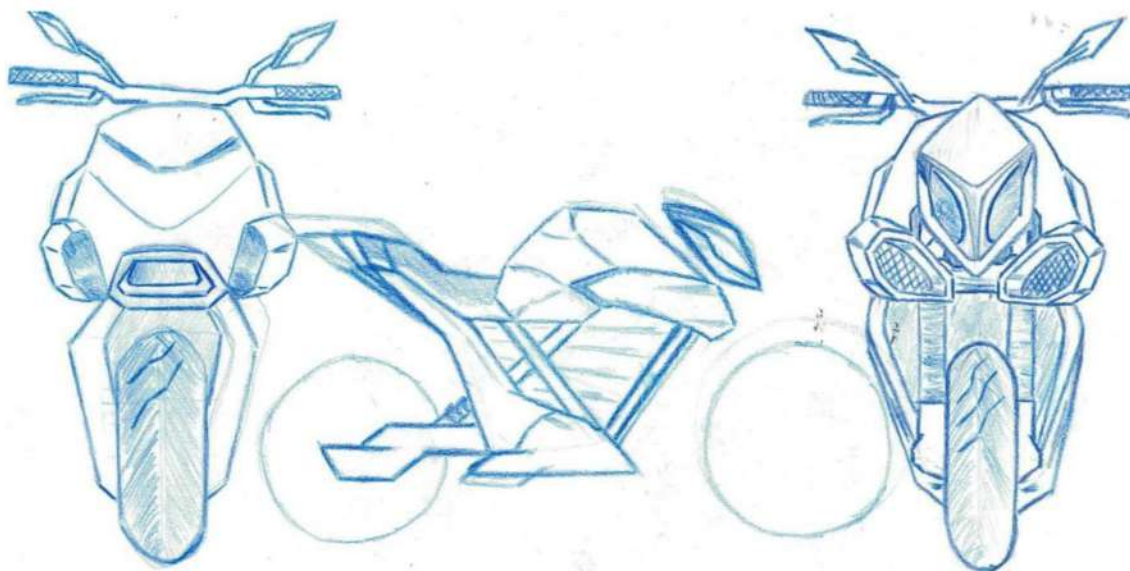


Figura 5.6: possíveis vistas da moto resultante
(Fonte: elaboração dos autores)

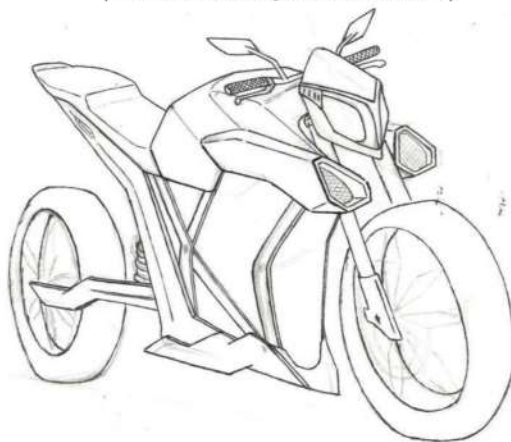


Figura 5.7: vista em perspectiva da moto resultante
(Fonte: elaboração dos autores)

CAPÍTULO 6 - MODELAGEM 3D E ELEMENTOS DO PRODUTO

Com o conceito em mãos, se tornou possível a execução da modelagem 3D através de software de CAD (Solidworks). A mesma então foi iniciada justamente pelo “esqueleto” da moto, seu chassi, este, projetado como sendo de aço tubular de seção quadrada SAE 1020, e algumas placas de aço de 5 e 10 mm para fixação do banco, motor e baterias.

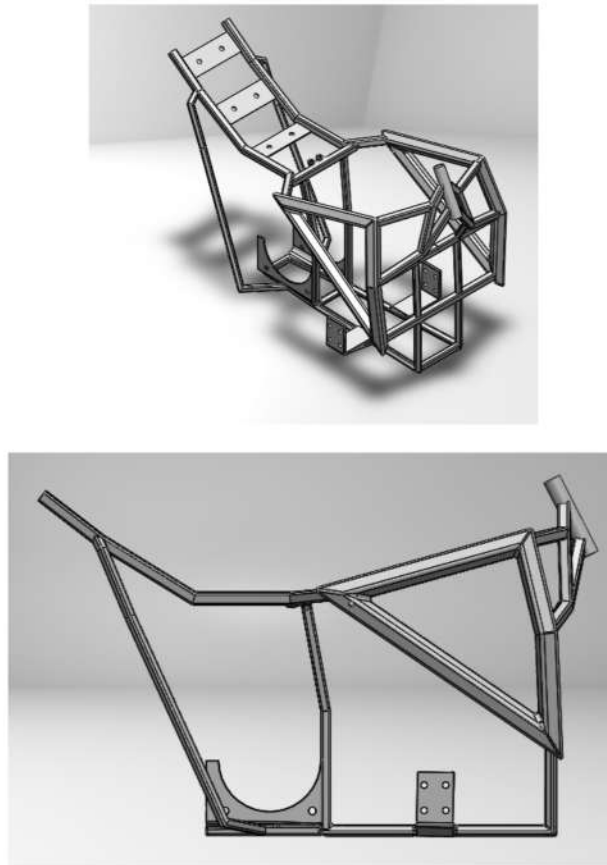


Figura 6.1: vistas do quadro; modelagem em solidworks
(Fonte: elaboração dos autores)

Sua parte da frente acabou sendo mais larga para comportar as baterias, que são grandes, envolvendo-as, procurando reforçar a estrutura.

Vale ressaltar, que embora modelado com tubo de seção quadrada, o tubo pode ser de seção redonda, ou retangular, a depender de cálculos estruturais.

Para a modelagem do quadro foi levado em consideração toda a geometria da motocicleta, como entre eixos, ângulo de cáster e trail, sendo esses 1480 mm, 27° e

91 mm respectivamente. Que foram definidos através de informações apresentadas no capítulo 3, juntamente com análises de geometrias de motos comuns encontradas nas ruas.

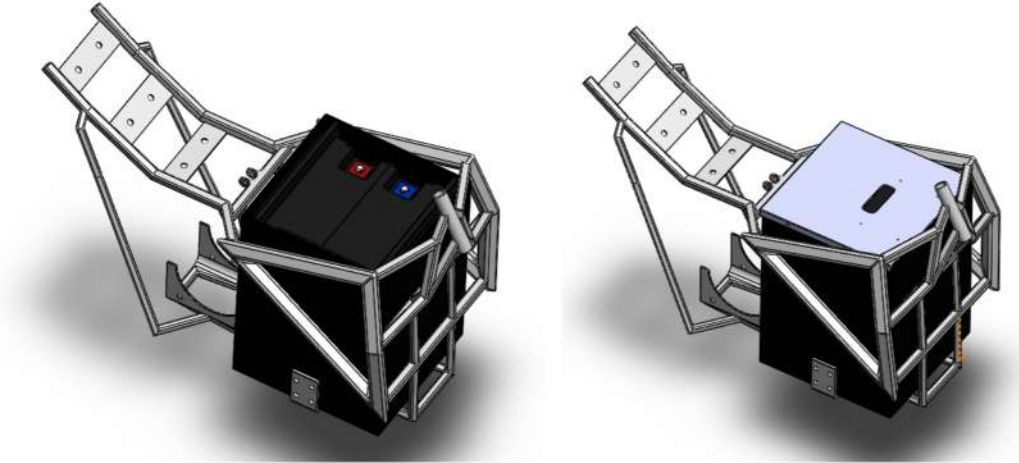


Figura 6.2: caixa de baterias; modelagem em solidworks
(Fonte: elaboração dos autores)

Após a modelagem do chassi, foi feita a caixa de bateria, sendo ela do mesmo material que o chassi, chapa de aço 1020 de 10 mm. A caixa apresenta uma tampa, para isolar as baterias, tendo uma passagem para os fios, tanto a tampa quanto a caixa são fixadas por parafusos.

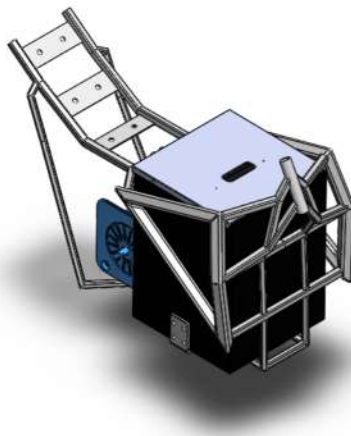


Figura 6.3: motor inserido na montagem; modelagem em solidworks
(Fonte: elaboração dos autores)

O motor então foi inserido na montagem, tanto o motor quanto as baterias foram posicionados de maneira a dar a moto o menor centro de gravidade possível, tendo em vista que são os itens mais pesados do veículo.

O posicionamento foi um tanto dificultoso, pois durante a modelagem do chassi, ou até mesmo em testes virtuais realizados, o motor e as baterias deveriam ficar posicionados de forma a não interferir na geometria e ainda ter certo espaço para os demais componentes que ainda serão apresentados.

O controlador foi então posicionado de maneira a possibilitar um espaço para que o tanque, quando criado, pudesse virar um porta volume considerável.

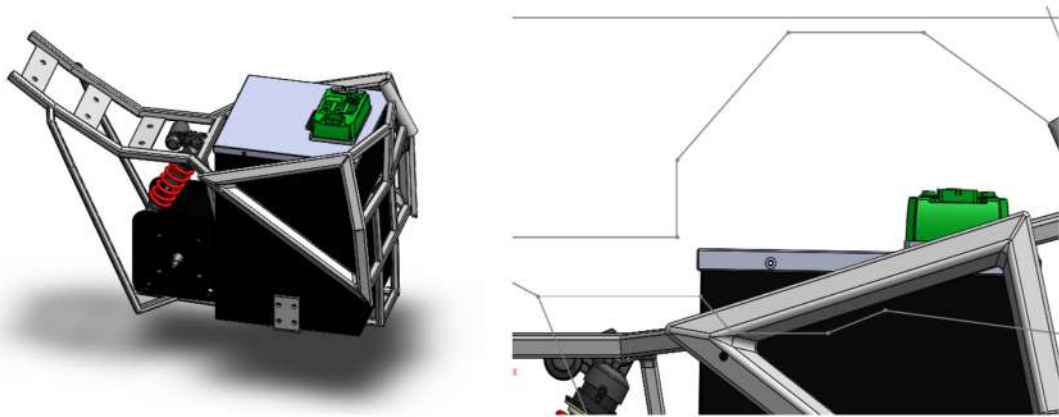


Figura 6.4: controlador e suspensão (esquerda), controlador e um esboço básico do tanque (direita); modelagem em solidworks
(Fonte: elaboração dos autores)

Já no braço oscilante, optou-se por fazê-lo unilateralmente, pois, sendo unilateral, ficaria mais prático, pelo fato de a polia e a correia ficarem do outro lado, não precisando mexer na roda nem no braço oscilante para trocar a correia.



Figura 6.5: braço oscilante à esquerda e correia com polias à direita;
modelagem em solidworks
(Fonte: elaboração dos autores)

Como em uma moto elétrica não existe marcha, as polias foram pensadas em uma relação de 2:1, sendo a maior com diâmetro primário de 218 mm e 72 dentes, enquanto a polia menor tem 109 mm de diâmetro primário e 36 dentes, ambas são polias com guia, essa escolha foi realizada com o objetivo do guia segurar melhor a correia para que não escape.

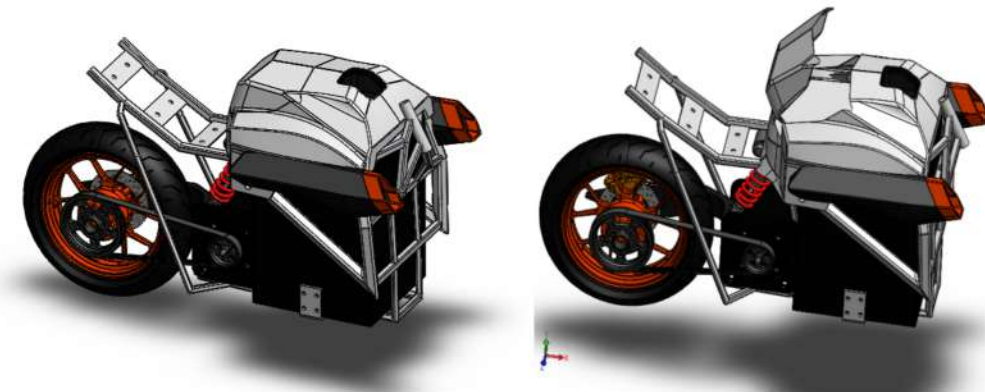


Figura 6.6: “tanque” fechado e aberto com entradas de ar; modelagem em solidworks
(Fonte: elaboração dos autores)

Por ser um veículo elétrico e não necessitar de um tanque propriamente dito, o mesmo passou a ser um porta volumes, tendo 30 litros de capacidade de armazenamento.

O veículo possui duas entradas de ar, uma em cada lado, para um leve arrefecimento do motor elétrico que ficará em um ambiente isolado dentro da moto, ao mesmo tempo em que dá um certo teor estético, seguindo o desenho de conceito. Tanto o tanque quanto entradas de ar serão de polietileno de alta densidade (mais detalhes sobre materiais e processos de fabricação serão abordados no próximo capítulo, este capítulo é mais voltado para o entendimento dos elementos que compõem o veículo).

O tanque possui duas aberturas em sua parte frontal, uma superior, sendo um compartimento para a tomada de carregamento que está situada logo acima do controlador. E outra, em sua parte inferior, para gerar espaço para o controlador que está situado logo abaixo do tanque, veja as figuras a seguir:

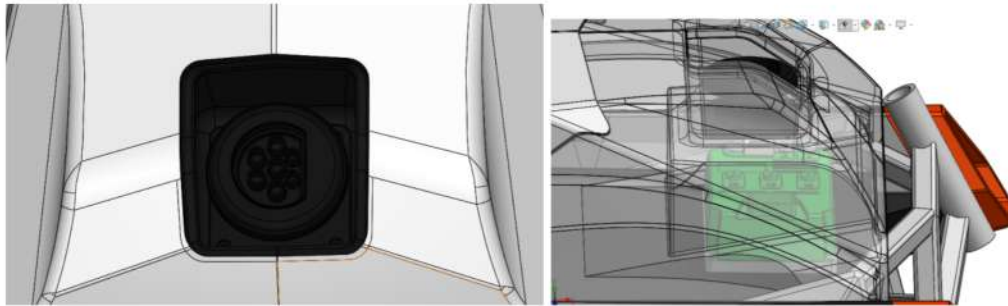


Figura 6.7: tomada para carregamento à esquerda, visão do tanque em transparência possibilitando a visualização do controlador à direita; modelagem em solidworks
(Fonte: elaboração dos autores)

Tanto a tampa do porta volume quanto do compartimento da tomada, possuem puxadores, para que o usuário coloque sua mão por dentro e puxe a tampa. Ambos devem ser trancados com chave, para evitar riscos de furto de objetos e possíveis danos a tomada quando o veículo estiver estacionado em locais público.

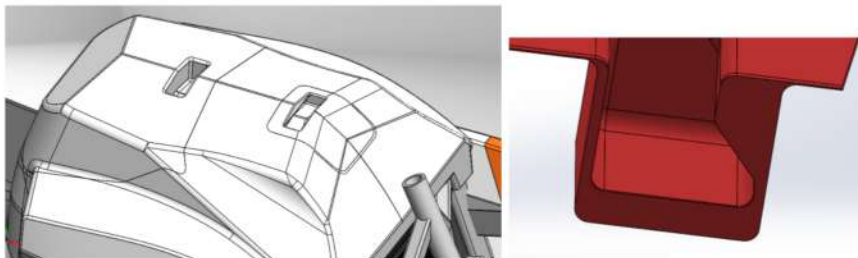


Figura 6.8: puxadores vista em corte à direita; modelagem em solidworks
(Fonte: elaboração dos autores)

Para simplificar um pouco o projeto, optou-se pela utilização de banco fixo, possuindo uma altura de 750 mm e 5° de inclinação para evitar que o piloto seja empurrado para trás ou escorregar para trás conforme manuseia o veículo.

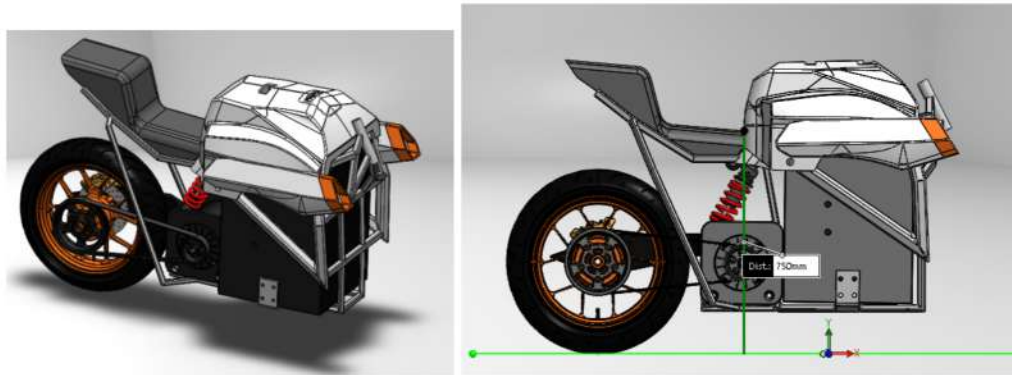


Figura 6.9: banco; modelagem em solidworks
(Fonte: elaboração dos autores)

Após a execução do banco, foram modeladas as partes inferiores da carenagem da motocicleta e que serão de compósito. Além de ter uma função estética, essa parte tem como função proteger o rotor do motor elétrico e sua polia de possíveis pedras e objetos que possam danificá-los, ao mesmo tempo em que também funcionam como para-lama traseiro.

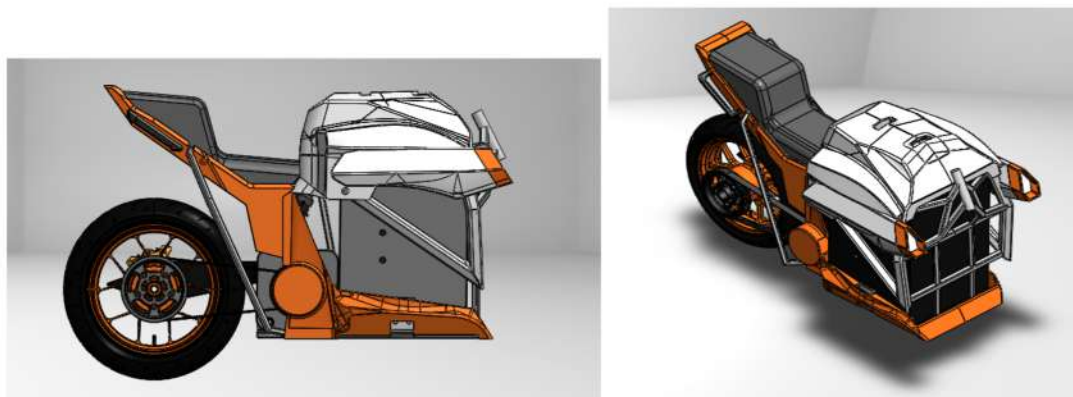




Figura 6.10: vistas da carenagem inferior - vulgo saia; modelagem em solidworks
(Fonte: elaboração dos autores)

Para completar o isolamento e até mesmo dar uma estética mais uniforme, foi realizado um fechamento com peças que serão chapas de aço (1020/5 mm) dobrado.

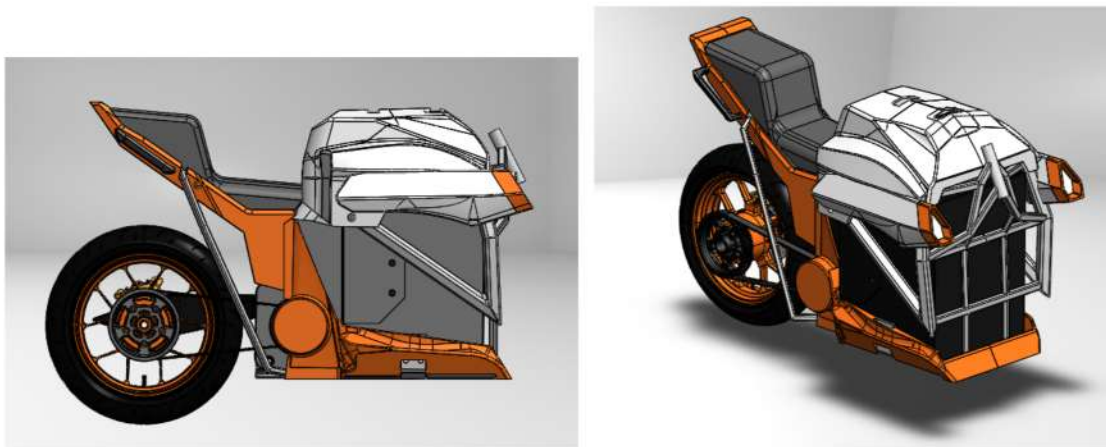


Figura 6.11: chapa de aço; modelagem em solidworks
(Fonte: elaboração dos autores)

Como foi dito no capítulo IV sobre possível utilização de elementos reguláveis, resolveu-se utilizar pedaleiras que pudessem ser ajustadas conforme a altura do usuário. No desenho do chassi, é possível visualizar uma espécie de coluna na parte traseira do veículo, coluna essa que é utilizada para fixação das pedaleiras, possibilitando-as de serem movidas para cima e para baixo conforme a preferência

do piloto. As pedaleiras também são retráteis, o que possibilita a diminuição do espaço ocupado caso não sejam utilizadas.

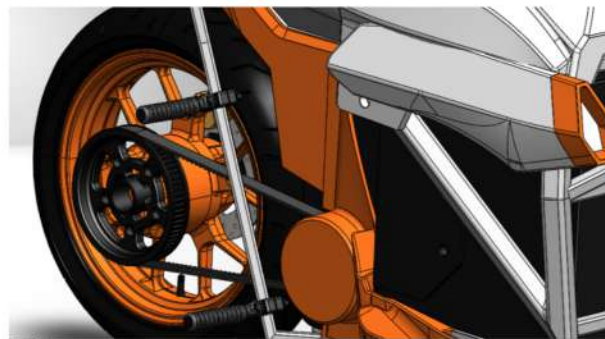
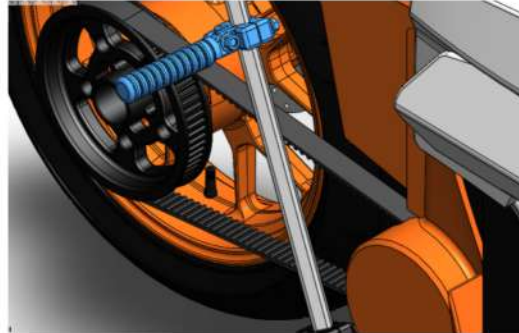


Figura 6.12: pedaleiras; modelagem em solidworks
(Fonte: elaboração dos autores)



Figura 6.13: pedaleira retrátil; render em keyshot
(Fonte: elaboração dos autores)

Outra regulagem utilizada neste projeto é a regulagem de guidão, possibilitada através do aumento da suspensão, o que possibilita uma postura mais neutra, com a coluna ereta para pessoas com as alturas de 1,60 m; 1,75m; 1,83 m.

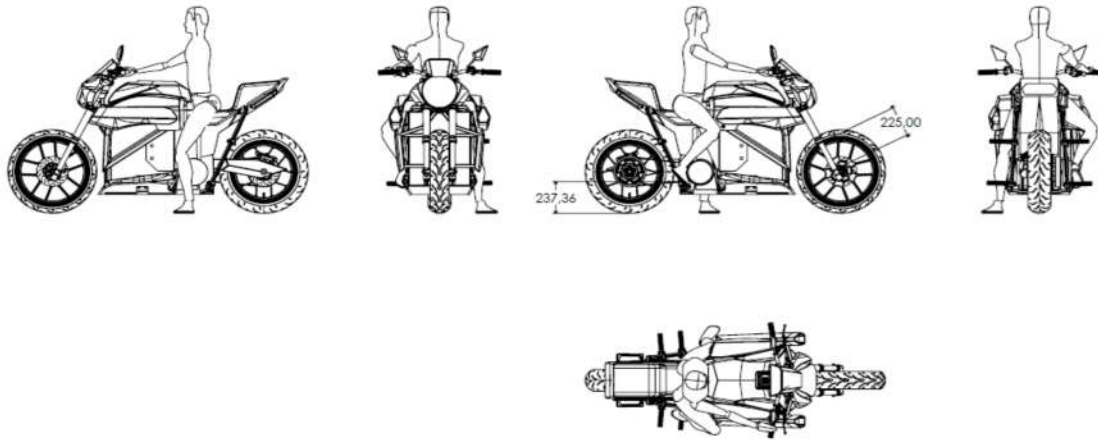


Figura 6.14: boneco de 1,60 m; desenho em solidworks
 (Fonte: elaboração dos autores)

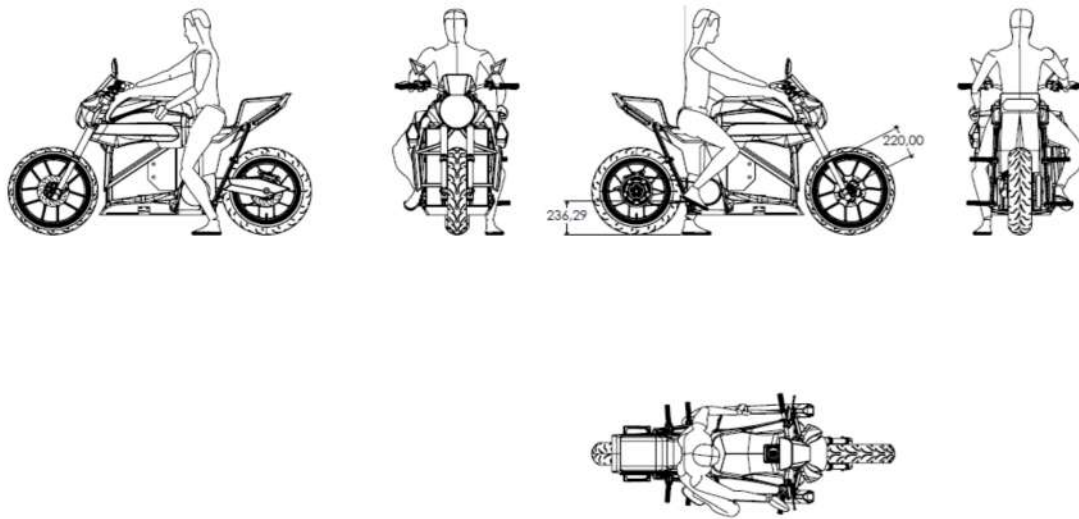


Figura 6.15: boneco de 1,75 m; desenho em solidworks
 (Fonte: elaboração dos autores)

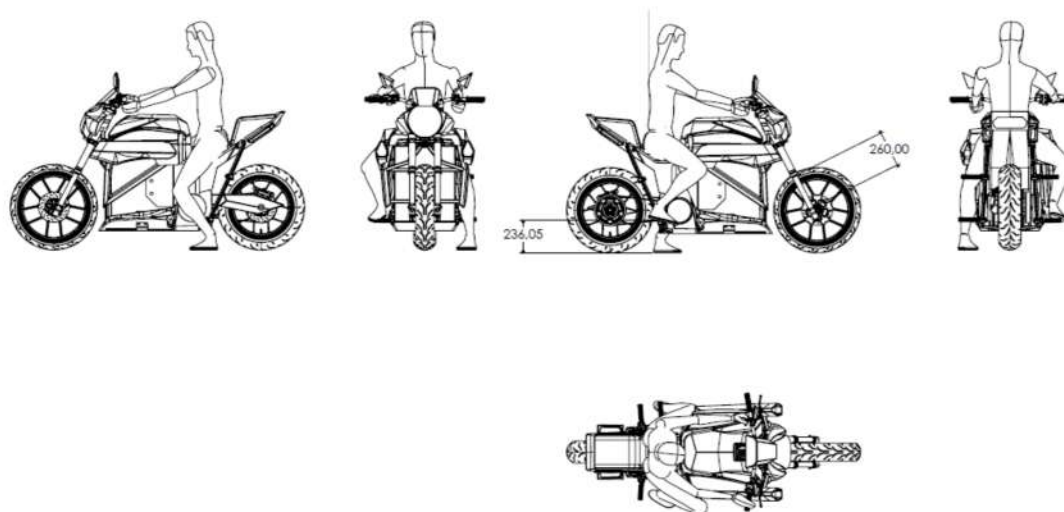


Figura 6.16: boneco de 1,83 m; desenho em solidworks
(Fonte: elaboração dos autores)

É possível notar que todas essas alturas conseguem apoiar os pés no chão e tem sua coluna totalmente na vertical, possibilitando uma postura neutra o mais confortável possível, ao mesmo tempo em que as alturas das pedaleiras variam conforme a altura de cada usuário, juntamente com a altura da suspensão. Embora no caso da altura de 1,60 m a suspensão tenha ficado mais alta se comparado a 1,75 m; devido ao curto alcance dos braços.

Já para altura de 1,50 m; devido à escolha de um banco fixo para a simplificação do projeto, a moto não se torna tão perfeita assim, pois ao colocar os pés no chão, o boneco fica um tanto na ponta dos pés, fazendo um ângulo de $11,44^\circ$, veja a imagem a seguir:

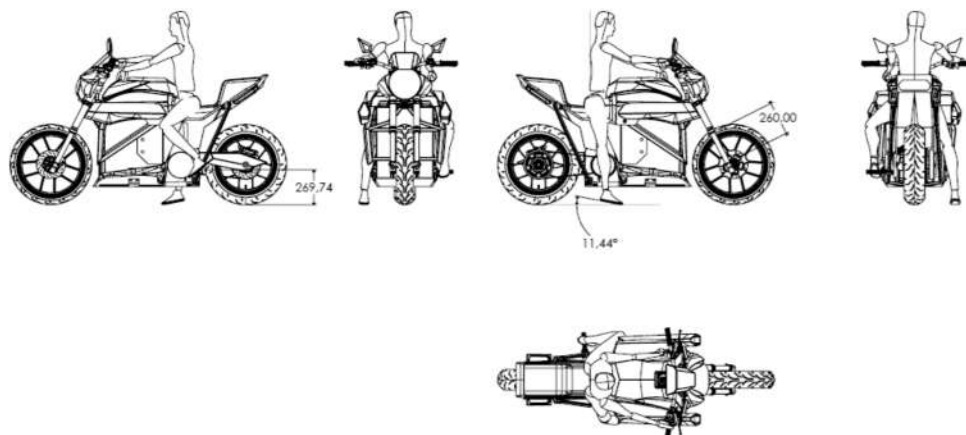


Figura 6.17: boneco de 1,50 m; desenho em solidworks
(Fonte: elaboração dos autores)

Complementando o veículo, temos o painel digital, que deverá mostrar todos os dados do veículo como porcentagem de bateria, velocidade, temperatura, etc.

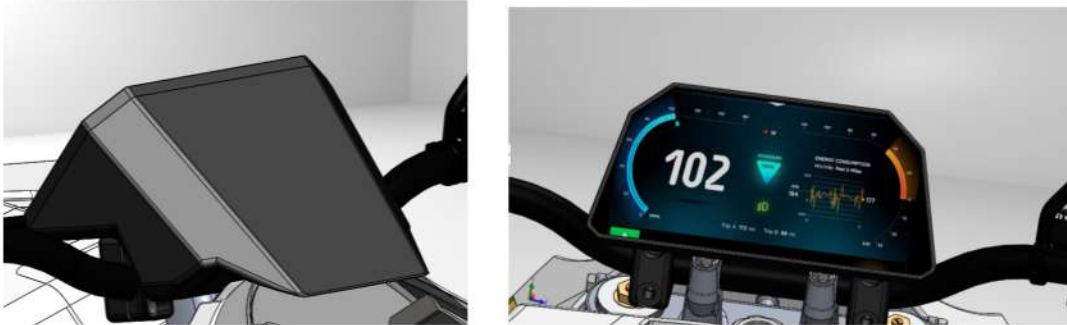


Figura 6.18: painel; modelagem em solidworks;
(Fonte: elaboração dos autores)

Agora temos o farol e a lanterna traseira, ambos de LED, com feixe de luz limpos e lisos. No caso do farol, nesta altura do projeto, a ideia não estava agradando tanto, havendo assim a necessidade de ser modificado:



Figura 6.19: farol dianteiro anterior; keyshot
(Fonte: elaboração dos autores)

A modificação do farol sugerida foi fazê-lo redondo, pois combinaria com certas curvas presentes no “tanque” do veículo, além de deixar o veículo mais simpático.

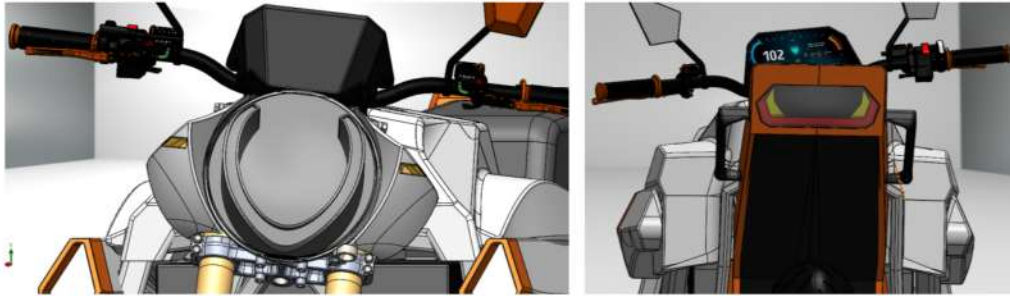


Figura 6.20: farol dianteiro definitivo e lanterna traseira; modelagem em solidworks
(Fonte: elaboração dos autores)

O veículo acabou possuindo dois ângulos de inclinação para curvas, um de $27,53^\circ$, que é apresentado durante o uso das pedaleiras em sua menor altura. Já o outro ângulo, é de $33,81^\circ$, esse é apresentado no uso das pedaleiras nas demais alturas, sendo determinado pela carenagem inferior.

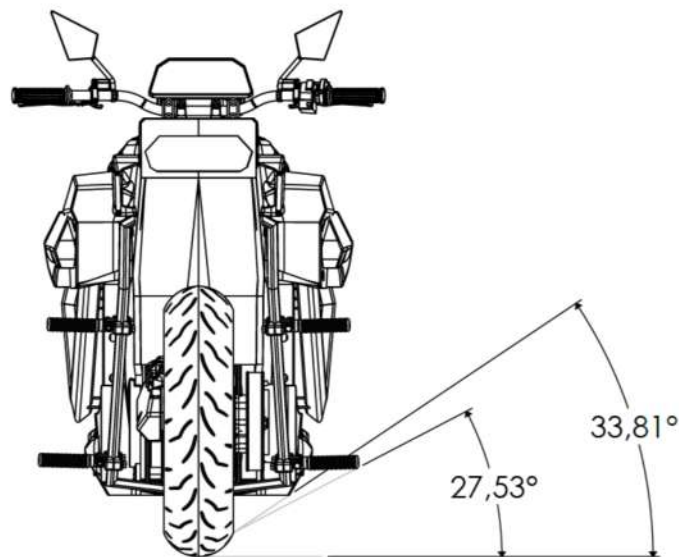


Figura 6.21: ângulos da motocicleta
(Fonte: elaboração dos autores)

O guidão também possui mobilidade sem o tanque atrapalhar, veja a figura a seguir:

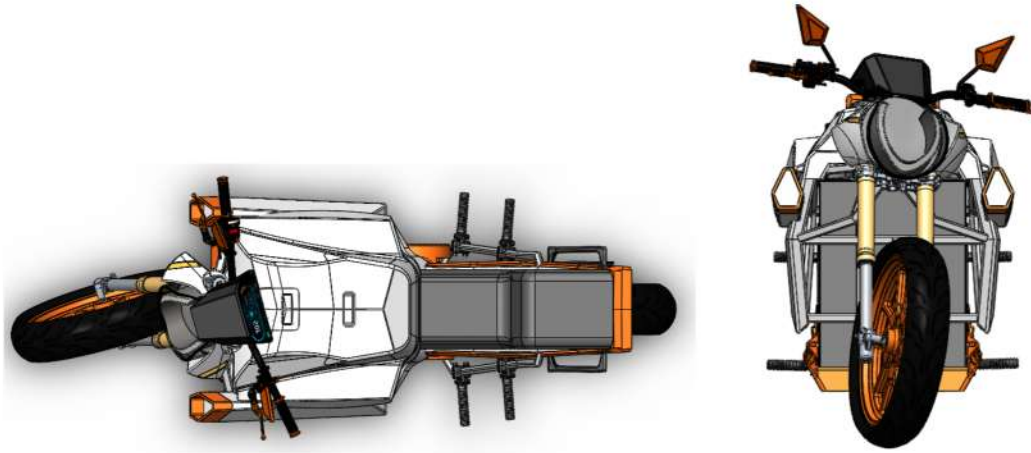


Figura 6.22: visualização da inclinação do guidão para curvas; modelagem solidworks
(Fonte: elaboração dos autores)

CAPÍTULO 7 - MATERIAIS E PROCESSOS DE FABRICAÇÃO

Por ser um produto complexo com uma série de componentes com os mais diversos tipos de materiais, se torna mais prático dividir cada componente informando seus respectivos materiais e processos de fabricação.

A seguir, serão apresentados os componentes com seus materiais e processos de forma bem objetiva:

7.1 QUADRO / CHASSI

No que se refere ao quadro, definiu-se o mesmo sendo construído com tubos e chapas metálicas, utilizando processo de soldagem.

Acabou-se optando pela utilização desse processo, por ser muito mais simples, pois são somente tubos soldados, enquanto que um quadro de perímetro teria que passar por um processo de injeção, tornando o produto mais caro.



Figura 7.1: ilustração de processo de solda - Google imagens

fonte: <https://an.wikipedia.org/wiki/Soldadura?hcb=1> Acesso em: Agosto 2019

7.2 CARENAGEM

Toda carenagem da motocicleta será de fibra de vidro tendo como processo de aplicação, a laminação manual, também conhecida como "hand lay up".

Esse processo é muito utilizado em produções em série onde o volume de produção não é muito grande.

Sendo bastante indicado para produção de peças com geometrias complexas e sabendo do número de faces e arestas presentes nos componentes como tanque, entradas de ar e saias, optou-se pela utilização desse processo de fabricação, considerando ainda que o mesmo se torna mais barato quando comparado com processos como injeção e rotomoldagem, que requerem moldes de aço que são bem mais caros e ainda, gastam mais energia, por serem processos de altas temperaturas.



Figura 7.2: componentes do produto que serão fabricados em fibra de vidro

fonte:elaborada pelo autor

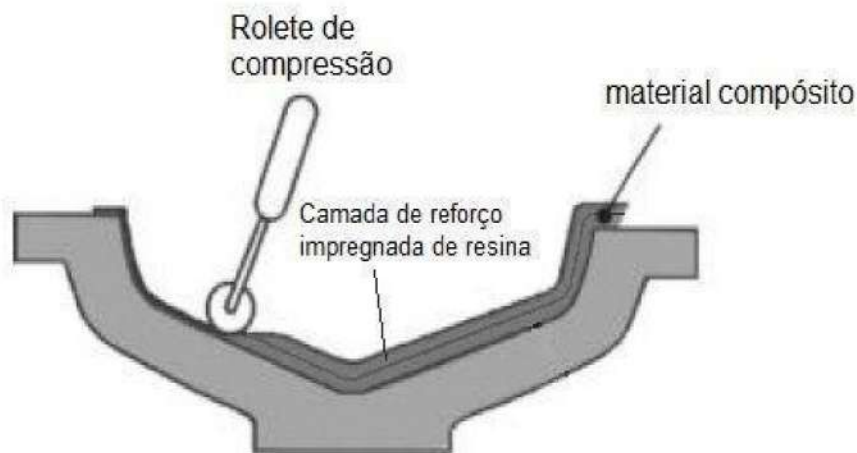


Figura 7.3: ilustração do processo de hand lay up - Google imagens

Fonte: https://www.google.com/search?q=hand+lay+up&client=firefox-b-d&sxsrf=AOaemvL9fgXEc6ynW1Calwgm2HO3atqe3w:1630204180266&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=2ahUKewj5uc3oI9XyAhWlq5UCHWQrBrAQ_AUoAXoECAEQAw&biw=1760&bih=850 - Acesso em: Agosto 2019

7.3 BANCO

Para o banco, definiu-se o processo de injeção de espuma de Poliuretano em molde para a sua fabricação, processo este, muito utilizado no ramo automotivo para a fabricação de bancos de carros.

Sendo essa espuma estruturada por uma alma de tubos de aço e arames caso seja necessário.



Figura 7.4: imagem de um banco automotivo (esquerda); alma de um banco automotivo (direita)

fonte: <https://www.gruporpf.com.br/blog/poliuretano-para-bancos-automotivos-entenda-mais/>; Acesso em: Agosto 2019

7.4 FARÓIS

O farol também terá sua carcaça em fibra de vidro com o objetivo de manter uma uniformidade com o restante de toda a carenagem do veículo.

Já no que se refere a iluminação, os mesmos serão em LED, pois além de serem mais eficientes, são a tecnologia mais difundida no mercado.



Figura 7.5: imagem ilustrativa do farol da motocicleta.

fonte:elaborada pelo autor

7.5 DISPLAY

O painel aplicado ao veículo será do tipo TFT (thin film transistor - transistor de película fina), essa tecnologia permite uma melhor qualidade de imagem, não deixando "sombras" pela mudança rápida da imagem.

O mesmo deverá ser a prova d'água, pois o produto tem seu painel exposto às variações climáticas.

Abaixo, uma imagem de um display do gênero encontrado no mercado:



Figura 7.4: Display AIM TECHNOLOGIES - Modelo MXG 1.2 - totalmente programável / configurável

Fonte: <https://www.aimtechnologies.com/mxg-motorcycle-data-logger/> - Acesso em: Agosto 2019

7.6 ITENS COMERCIAIS

As motocicletas possuem diversos componentes que as constituem, visando uma simplificação na execução do presente projeto, optou-se como estratégia, buscar no mercado todos os demais itens comerciais do veículo, tais como, manetes de freios, retrovisores, guidão, rodas, etc. Com isso, a seguir será apresentada uma breve lista de opções de alguns itens de mercado encontrados para um simples direcionamento.

7.6.1 Rodas



Figura 7.5: Roda SCUD em alumínio - encontrado no mercado

Fonte: <https://scudparts.com.br/roda/> - Acesso em: Agosto 2019

7.6.2 Guidão



Figura 7.6: Guidão PRO TORK - encontrado no mercado

fonte: <https://www.connectparts.com.br/guidao-modelo-original-pro-tork-xtz-150-crosser-2014-ate-2017-2132615/p>; Acesso em: Agosto 2019

7.6.3 Manete de freio



Figura 7.7: Manete de freio - encontrado no mercado

Fonte: https://pt.aliexpress.com/item/4000878647423.html?spm=a2g0o.productlist.0.0.38295fbfjGqR31&algo_pvid=ac46c751-f37d-453b-822e-24c55a326e8c&algo_exp_id=ac46c751-f37d-453b-822e-24c55a326e8c-53; Acesso em: Agosto 2019

7.6.4 Freios



Figura 7.8: Universal 190mm Cilindro Mestre Do Freio Traseiro E Rotor De Disco

Fonte: https://www.google.com/search?q=kit+freio+moto&client=firefox-b-d&sxsrf=AOaemvLPSKpkpr9VnLAwrMstysx6MA2kng:1630205524968&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwiZwOfpnNXyAhXpppUCHfFDfsQ_AUoAnoECAEQBA&biw=1760&bih=850 - Acesso em: Agosto 2019

7.6.5 Suspensão dianteira



Figura 7.9: Suspensão telescópica invertida

Fonte: https://www.google.com/search?q=suspens%C3%A3o+telescopica+invertida+moto&source=Imns&tbm=shop&bih=850&biw=1760&client=firefox-b-d&hl=pt-BR&sa=X&ved=2ahUKEwiqrP6cndXyAhXUpZUCHQqICuoQ_AUoAXoECAEQAQ; Acesso em: Agosto 2019

7.6.6 Suspensão traseira



Figura 7.10: Suspensão traseira monoshock

Fonte: https://www.google.com/search?q=suspens%C3%A3o+monoschock+moto&client=firefox-b-d&sa=X&bih=850&biw=1760&hl=pt-BR&tbm=shop&sxsrf=AOaemvIKzKr3RbejSltpQj0to3oiaDIFbg%3A1630205636365&ei=xPYqYdy4FdbM1sQP3YKs0As&oq=suspens%C3%A3o+monoschock+moto&gs_lcp=Cgtwcm9kdWN0cy1jYxADOgQIIxAnOgQIABANogYIABAHEB46CAgAEAgQBxAeOggIABANEAUQHjoGCAAQDRAYOggIABAIEA0QHjoKCAAQCBANEB4QGFC0xgVY4o0GYMyQBmgBcAB4AlABrAGIAeELkgEEMC4xMpgBAKABAcABAQ&scient=products-cc&ved=0ahUKEwjCqvaendXyAhVWppUCHV0BC7oQ4dUDCAU&uact=5 - Acesso em: Agosto 2019

CAPÍTULO 8 - NOME DO PRODUTO

O produto acabou recebendo um nome que, a princípio, é uma palavra tibetana que designa um dos conceitos mais importantes da cosmogênese esotérica: FOHAT. Explicando de maneira mais simplificada, Fohat coexiste eternamente com a consciência absoluta (que em outras palavras pode ser entendido como Criador, Deus, O Todo, Divino, etc.) e a manifestação. Fohat é o desejo criador que parte do seio do Todo ilimitado/Criador, sendo impelido para o mundo substancial manifestado. Tornando-se então, o Raio Divino de inesgotável potência criadora.

Analisando então esse microcosmo que é essa etapa da vida que chamamos de graduação, ou sendo mais específico, onde no presente trabalho de conclusão de curso, o projeto da motocicleta representa o desejo pela criação/materialização, resolveu-se então nomeá-la de FOHAT.

RENDERIZAÇÕES



FOHAT

ELECTRIC MOTORCYCLE



FOHAT

ELECTRIC MOTORCYCLE



FOHAT

ELECTRIC MOTORCYCLE



FOHAT

ELECTRIC MOTORCYCLE



ACABAMENTOS SUGERIDOS



Conclusão

O desenvolvimento de uma motocicleta elétrica envolve inúmeros desafios. Pelo desenvolvimento em larga escala, ser algo relativamente recente, a literatura projetual ainda carece de informações mais robustas. Além das dificuldades naturais de um projeto de tamanha complexidade, como uma motocicleta, tendo que respeitar um regulamento rigoroso e com múltiplas combinações de peças; existe a adequação à tecnologia da propulsão elétrica, pela volumetria de suas peças, distribuição de peso e controles. Para conceber um veículo com níveis de segurança equivalentes ou superiores às motocicletas atuais, se faz necessário um amplo estudo no campo da ergonomia, itens de segurança e recursos que promovem um eficiente comportamento dinâmico.

Durante alguns meses, foram pesquisados motorizações e baterias que equacionassem uma boa relação de volumetria, potência e peso. Para que assim, não houvesse grandes perdas seja em qualquer um dos atributos que compõe um comportamento dinâmico de uma motocicleta, como o centro de gravidade.

Conceber um chassi que comportasse as baterias, com propriedades mecânicas e respeitando a relação entre eixos definida em projeto, também requereu uma longa pesquisa de materiais, geometria e testes de carga para avaliação de suas propriedades mecânicas, por meio de software de simulação.

Se faz possível crer que num futuro próximo, será possível contar com mais informações e tecnologia, com o objetivo de otimizar questões como peso, volume e preços, tornando mais acessível a construção de veículos movidos a propulsão elétrica.

Além dos ótimos atributos oferecidos pelos motores elétricos, buscar matrizes energéticas menos poluentes para produção de energia elétrica, está se mostrando tendência a ser seguida pelos grandes mercados do mundo moderno. O que leva a crer que quando solucionado os problemas relacionados às baterias, o mercado de veículos terrestres será em grande parcela composto por veículos elétricos.

REFERENCIAS

ACADEMIA.EDU; **Tipos de motores elétricos** Disponível em:
academia.edu/11475883/Brushless_DC_Motor_Fundamentals_Brushless_DC_Motor_Fundamentals_Application_Note, Acesso em Junho, 2019

ABRACICLO; **Tabelas de motos mais vendidas e perfil do consumidor**
Disponível em:
<https://www.abraciclo.com.br/site/anuario-2018-2/> p.91, 94, 101, 112 Acesso em: Maio 2019

AIM TECHNOLOGIES; **Painel TFT** Disponível em:
aimtechnologies.com/mxg-motorcycle-data-logger/ - Acesso em: Agosto 2019

ALLROADENDUROTOURING; **Pneu misto** Disponível em:
allroadendurotouring.com/allroad-touring-enduros/allroad-motorcycle-tyres/tyre-tread-patterns/> Acesso em: Agosto 2019

AMOL S. AMRUTKAR #1; **Ergonomic Posture for Motorcycle Riding** N.R. Rajhans Disponível em:
https://www.researchgate.net/publication/260657740_Ergonomic_Posture_for_Motorcycle_Riding Acesso em: Dez 2019

BURGESS Stuart; LODGE Chris. **Optimisation of the chain drive system on sports motorcycles.** Sports Engineering (2004) 7 Disponível em:
<https://ur.booksc.org/book/7151064/c9e5d8> (só exemplo, não localizei o link na bibliografia) Acesso em: XX, mês, 2019

CDN; **Suspensão dianteira** Disponível em:
cdn.motor1.com/images/mgl/k0O9R/s3/the-basics-modern-motorcycle-suspension-.jpg> Acesso em: Agosto, 2019

CONNECTPARTS; **Guidão encontrado no mercado** Disponível em:
aliexpress.com/item/4000878647423.html?spm=a2g0o.productlist.0.0.38295fbfjGqR31&algo_pvid=ac46c751-f37d-453b-822e-24c55a326e8c&algo_exp_id=ac46c751-f37d-453b-822e-24c55a326e8c-53 Acesso em: Ago 2019

CONTINENTAL; **Sistema EBS** Disponível em:
continental-automotive.com/getattachment/11e03740-f53f-423b-81c9-b384a3c50cc6/Continental_EBS_Motorcycle_EN.pdf.pdf,pág.04> Acesso em: Junho, 2019

COSSALTER, Vittore. **Motorcycle Dynamics B.** 2nd English edition, 2006, p.02, 03, 04 Disponível em:
https://books.google.com.br/books?id=rJTQxITnkgC&printsec=frontcover&hl=pt-BR&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false Acesso em: XX, mês, 2019 (tem que ter o dia, mês só três letras)

CPFL, **Conector SAE J1772** Disponível em:
cpfl.com.br/sites/mobilidade-eletrica/mobilidade-e/tipos-de-plug/Paginas/Tipo%201%20-%20SAE-J1772.aspx> Acesso em: Junho, 2019

CPFL; **Plug Mennekes** Disponível em:
cpfl.com.br/sites/mobilidade-eletrica/mobilidade-e/tipos-de-plug/Paginas/Tipo%202%20-%20Mennekes.aspx> Acesso em: Junho, 2019

CYCLE-ERGO; **Posições de pilotagem de todos os percentis com a Honda CB 250F** Disponível em:
cycle-ergo.com/ Acesso em: Dezembro 2019

Dr. M. M. Patil¹, Dr. Lokesh Bajpai², Dr. P. L. Verma³; **Design and development of motorcycle seat from ergonomics point of view with vibration and discomfort analysis** Disponível em:
https://iaeme.com/MasterAdmin/Journal_uploads/IJMET/VOLUME_5_ISSUE_12/IJMET_05_12_002.pdf Acesso em: Dezembro 2019

EFFACEC; **Plug da estação de recarga** Disponível em:
electricmobility.efacec.com/wp-content/uploads/2015/06/QC-45.pdf> Acesso em: Junho, 2019

ESPANAENMOTO; **Posição de pilotagem e ergonomia** Disponível em:
espanaenmoto.com/seccion.php?id=28> Acesso em: Dezembro 2019

EV CHARGING; **Tipos de plugs existentes** Disponível em:
evcharging.enelx.com/eu/about/news/blog/552-ev-charging-connector-types> Acesso em: Junho, 2019

GOLDEN MOTOR; **Diagrama elétrico** Disponível em:
goldenmotor.com/eBoat/HPM%20Drive%20Kit%20Setup.jpg> Acesso em: Junho, 2019

GOLDEN MOTOR; **Motor elétrico escolhido** Disponível em:
goldenmotor.com/hubmotors/hubmotor-imgs/HPM20KW-Specs.gif Acesso em: Junho 2019

GOOGLE; **Hand lay up** Disponível em:
google.com/search?q=hand+lay+up&client=firefox-b-d&sxsrf=AOaemvL9fgXEc6ynW1Calwgm2HO3atqe3w:1630204180266&source=inms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUK

Ewj5uc3ol9XyAhWlq5UCHWQrBrAQ_AUoAXoECAEQAw&biw=1760&bih=850 -
Acesso em: Agosto 2019

GOOGLE; **Suspensão monoschock** Disponível em:
[google.com/search?q=suspens%C3%A3o+monoschock+moto&client=firefox-b-d&sa=X&bih=850&biw=1760&hl=pt-BR&tbn=shop&sxsrf=AOaemvIkzKr3RbejSlTPQj0to3oiaDIFbg%3A1630205636365&ei=xPYqYdy4FdbM1sQP3YKs0As&oq=suspens%C3%A3o+monoschock+moto&gs_lcp=Cgtwcm9kdWN0cy1jYxADOgQIlxAnOgQIABANogYIABAHEB46CAgAEAgQBxAeOggIABANEAUQHjoGCAAQDRAYOggIABAIEA0QHjoKCAAQCBAHEB4QGFC0xgVY4o0GYMYQBmgBcAB4AIABrAGIAeELkgEEMC4xMpgBAKABAcABAQ&sclient=products-cc&ved=0ahUKEwjcvqvaendXyAhVWppUCHV0BC7oQ4dUDCAU&uact=5](https://www.google.com/search?q=suspens%C3%A3o+monoschock+moto&client=firefox-b-d&sa=X&bih=850&biw=1760&hl=pt-BR&tbn=shop&sxsrf=AOaemvIkzKr3RbejSlTPQj0to3oiaDIFbg%3A1630205636365&ei=xPYqYdy4FdbM1sQP3YKs0As&oq=suspens%C3%A3o+monoschock+moto&gs_lcp=Cgtwcm9kdWN0cy1jYxADOgQIlxAnOgQIABANogYIABAHEB46CAgAEAgQBxAeOggIABANEAUQHjoGCAAQDRAYOggIABAIEA0QHjoKCAAQCBAHEB4QGFC0xgVY4o0GYMYQBmgBcAB4AIABrAGIAeELkgEEMC4xMpgBAKABAcABAQ&sclient=products-cc&ved=0ahUKEwjcvqvaendXyAhVWppUCHV0BC7oQ4dUDCAU&uact=5) Acesso em: Ago 2019

GOOGLE IMAGENS; **Pesquisa Electric motorcycle diagram** Disponível em:
<https://www.google.com/search?q=electric+motorcycle+diagram&client=firefox-b-d&sxsrf=AOaemvIbKhabVwccFHioTAc21isfLxjJhA:1630207404673&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=2ahUKEwihvl_qo9XyAhXur5UCHdeZC7UQ_AUoAnoECAEQBA&biw=1760&bih=850#imgsrc=MtMzylOoBz9UjM> Acesso em: Junho, 2019

GOOGLE IMAGENS; **Eixo cardan** Disponível em:
[google.com/imgres?imgrefurl=https://www.pinterest.com/fear_darkness/&docid=hTYQnHRE544GYM&tbnid=2SZisVRbFiz7QM&itg=1&hcb=1](https://www.pinterest.com/fear_darkness/) Acesso em: Agosto 2019

GOOGLE IMAGENS; **Guidão** Disponível em:
[google.com/imgres?imgurl=https://encrypted-tbn1.gstatic.com/images?q%3D&tbn:ANd9GcRY5SP6AUTGdpcCxLZ7L1d0a_jTELAqri4-Fb5gduCPdRM_FNih&imgrefurl=https://www.pinterest.com/pin/762515780643241279/&h=719&w=427&tbnid=kTDZWV15rgK7EM&tbnh=292&tbnw=173&osm=1&hcb=1&source=lens-native&usg=AI4_-kRePI7CCp5Mnd373I-ZfgoTZuFISg&ved=0ELLNbQgAKAAwAA&docid=SYgmHYCW7EE DQM](https://encrypted-tbn1.gstatic.com/images?q%3D&tbn:ANd9GcRY5SP6AUTGdpcCxLZ7L1d0a_jTELAqri4-Fb5gduCPdRM_FNih&imgrefurl=https://www.pinterest.com/pin/762515780643241279/&h=719&w=427&tbnid=kTDZWV15rgK7EM&tbnh=292&tbnw=173&osm=1&hcb=1&source=lens-native&usg=AI4_-kRePI7CCp5Mnd373I-ZfgoTZuFISg&ved=0ELLNbQgAKAAwAA&docid=SYgmHYCW7EE DQM) Acesso em: Agosto 2019

GOOGLE IMAGENS; **Harley Davidson electra glide** Disponível em:
[google.com/imgres?imgrefurl=https://www.corpuschristiharley.com/inv2/2018-Harley-Davidson-Touring-Ultra-Limited-FLHTK-L5VIN225349/&docid=cWzNc14C9AcWGM&tbnid=sH1oVITec4X_cM&itg=1&hcb=1](https://www.corpuschristiharley.com/inv2/2018-Harley-Davidson-Touring-Ultra-Limited-FLHTK-L5VIN225349/&docid=cWzNc14C9AcWGM&tbnid=sH1oVITec4X_cM&itg=1&hcb=1) Acesso em: Dezembro 2019

GOOGLE IMAGENS; **Honda CB 250F twister** Disponível em:
[google.com/imgres?imgrefurl=https://carrobotucatu.com.br/veiculos/5948176-honda-cb-250-f-twister-flexone-2019.html%3Fano1%3Dbmvkxmidqv%26keyword%3D%26page%3D188&docid=m8RqA0i8kV0oJM&tbnid=wONCwGZLjdZpvM&itg=1&hcb=1](https://carrobotucatu.com.br/veiculos/5948176-honda-cb-250-f-twister-flexone-2019.html%3Fano1%3Dbmvkxmidqv%26keyword%3D%26page%3D188&docid=m8RqA0i8kV0oJM&tbnid=wONCwGZLjdZpvM&itg=1&hcb=1) Acesso em: Agosto, 2019

GOOGLE IMAGENS; **Suspensão traseira** Disponível em:
https://www.google.com/search?q=honda+cb+shine+bs6+vs+monoshock&tbn=isch&ved=2ahUKEwiStLX_qNXyAhWQvJUCHSpeDMYQ2-cCegQIABAA&oq=honda+cb+shine+bs6+vs+monoshock&gs_lcp=CgNpbWcQAzoECAAQEzoGCAAQCBAeUPTSC1jT8wtg2_ULaABwAHgAgAGFAYgB-QqSAQQxLjEymAEAoAEBqgELZ3dzLXdpei1pbWfAAQE&sclient=img&ei=FwMrYdLMHpD51sQPqryxsAw&bih=850&biw=1760&hl=pt-BR> Acesso em: Agosto, 2019

GOOGLE IMAGENS; **Transmissão por correia** Disponível em:
google.com/imgres?imgrefurl=https://www.meancycles.com/store/parts/view.cfm%3FpartID%3D229755&docid=suA5LNjqfdAu9M&tbnid=Mg8SGZYUpBcSFM&itg=1&hcb=1> Acesso em: Agosto, 2019

GOOGLE MAPS; **Estudo das distâncias** Disponível em:
<https://www.google.com.br/maps>, Acesso em Junho, 2019

GOOGLE SHOPPING; **Kit de freio** Disponível em:
google.com/search?q=kit+freio+moto&client=firefox-b-d&sxsrf=AOaemvLPSKpkpr9VnLAWrMstysx6MA2kng:1630205524968&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUK EwiZwOfpnNXyAhXpppUCHfIFDFsQ_AUoAnoECAEQBA&biw=1760&bih=850 -
Acesso em: Agosto 2019

GRUPORPF; **Poliuretano para bancos** Disponível em:
google.com/search?q=hand+lay+up&client=firefox-b-d&sxsrf=AOaemvL9fgXEc6ynW1Calwgm2HO3atqe3w:1630204180266&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUK Ewj5uc3ol9XyAhWlq5UCHWQrBrAQ_AUoAXoECAEQAw&biw=1760&bih=850 -
Acesso em: Agosto 2019

HONDA; **Diferença entre ABS convencional e ABS eletrônico** Disponível em:
/global.honda/innovation/technology/motorcycle/eCBS-picturebook.html> Acesso em: Junho, 2019

INT; **Antropometria: necessidade de constantes investigações para a efetiva contribuição na área da Ergonomia Instituto Nacional de Tecnologia (1988)**
Disponível em:
efdeportes.com/efd149/antropometria-contribuicao-na-area-da-ergonomia.html

MOTOCLUBE, **Moto de Gottlieb Daimler e Wilhelm Maybach** Disponível em:
<https://motoclub.com/files/artigos/moto-historica.jpg>, Acesso em: Maio, 2019.

MOTO.COM, **Moto de Louis Perreaux** Disponível em:
/www.moto.com.br/acontece/conteudo/aniversario-de-148-anos-da-invencao-da-motocicleta-116183.htm Acesso em: Maio, 2019

MOTOTOUR; **Transmissão por corrente** Disponível em:
mototour.com.br/colunistas/corrente-correia-ou-eixo-carda> Acesso em: Agosto, 2019

NIDEC CORPORATION; **Esquematização do motor elétrico** Disponível em:
nidec.com/en/technology/capability/brushless/ Acesso em: Junho, 2019

PINTEREST; **Quadro de treliça** Disponível em:
br.pinterest.com/pin/346988346279955306/> Acesso em: Agosto, 2019

PINTEREST; **Tabela percentis femininos** Disponível em:

br.pinterest.com/pin/237564949070447161/> Acesso em: Dezembro, 2019

RELION BATTERY; **Bateria** Disponível em:
reliionbattery.com/products Acesso em: Junho, 2019

ROBERTSON and MINTER; **Ergonomic posture for motorcycle riding** Disponível em:
https://www.researchgate.net/profile/Neela-Rajhans/publication/260657740_Ergonomic_Posture_for_Motorcycle_Riding/links/58fef49c0f7e9bcf65442c70/Ergonomic-Posture-for-Motorcycle-Riding.pdf Acesso em: Dezembro 2019

SCUDPARTS; **Roda encontrada no mercado** Disponível em:
scudparts.com.br/roda/ Acesso em: Agosto 2019

SEVCON; **Controlador** Disponível em:
sevcon.com/products/low-voltage-controllers/dragon8-ac/> Acesso em: Junho, 2019

SLIDESHARE; **Tipos de quadro** Disponível em:
slideshare.net/abkb1994/1-chassis-frame> slide11, Acesso em: Agosto 2019

THERODINHOODS; **Esquema básico de uma moto elétrica** Disponível em:
therodinhoods.com/post/looking-for-seed-funding-for-electric-motorcycle-project/,
Acesso em: Junho, 2019

TRANSPORT CANADÁ MOTOR VEHICLE SAFETY; **Motorcycle Controls and Displays - (2007)**
Acesso em: Dezembro 2019

WIKIPEDIA; **Processo de solda** Disponível em:
an.wikipedia.org/wiki/Soldadura?hcb=1 Acesso em: Agosto 2019

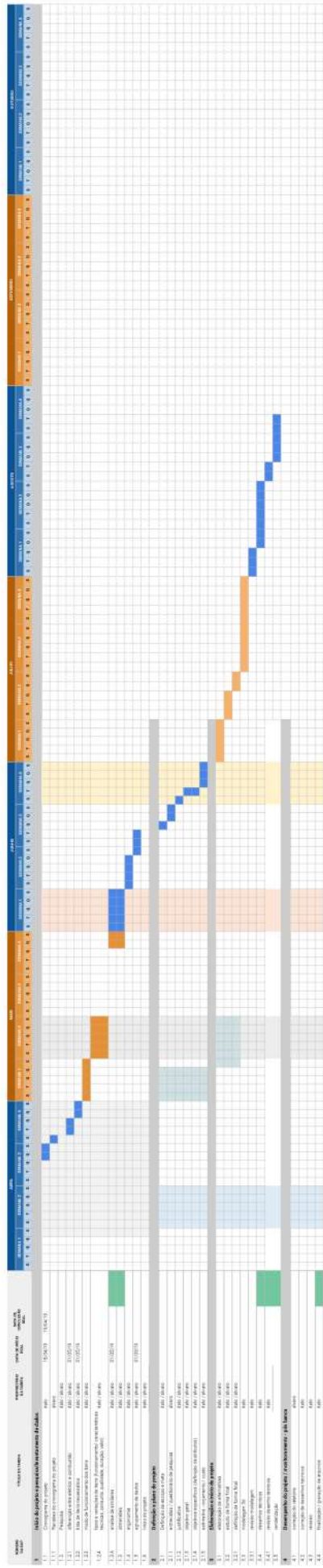
ZHAO Jian ; YU Yangwei. **Brushless DC Motor Fundamentals Application Note.**
MPS The Future of Analog IC Thecnology AN047. Disponível em:
https://www.academia.edu/11475883/Brushless_DC_Motor_Fundamentals_Brushless_DC_Motor_Fundamentals_Application_Note Acesso em: XX, mês, 2019

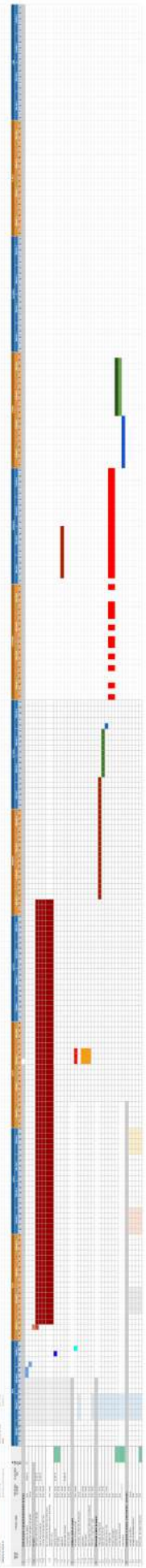
ANEXO 1 - CRONOGRAMA

cronograma de projeto

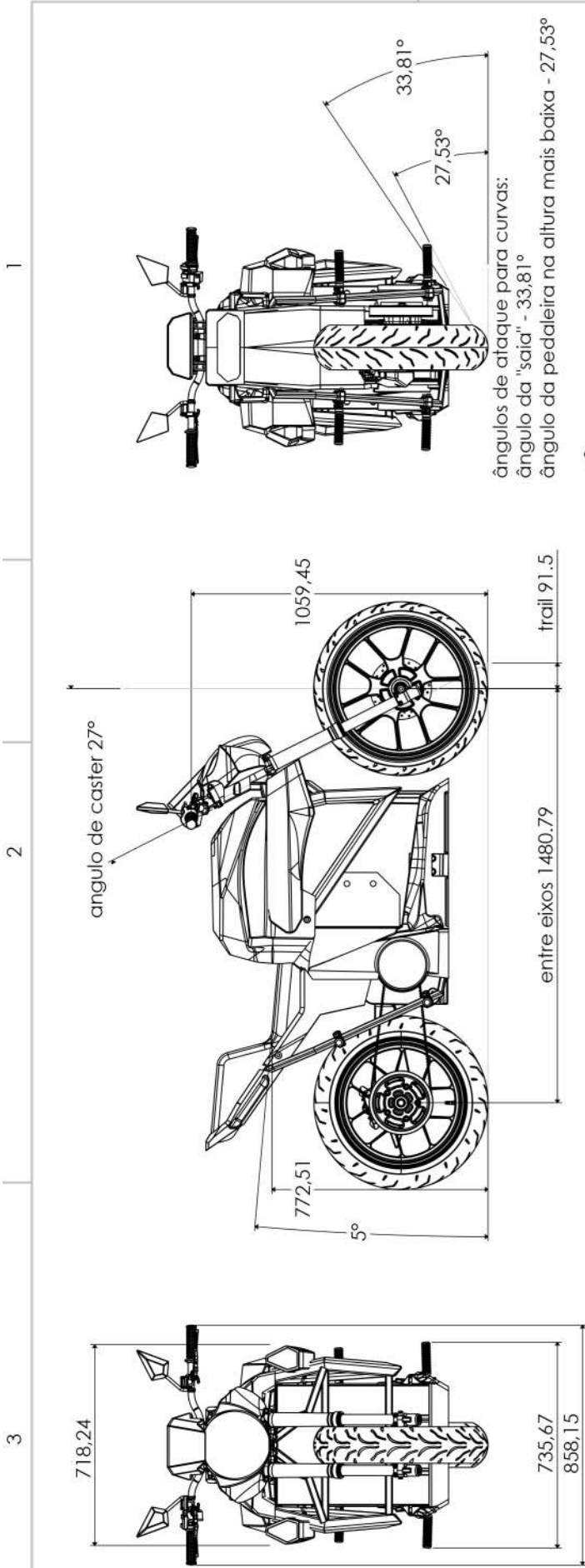
Planilha de controle de atividades e recursos do projeto

Nome do Projeto: PROJ. 001
 Nome do Cliente: SAIA
 Data: 15/03/2017

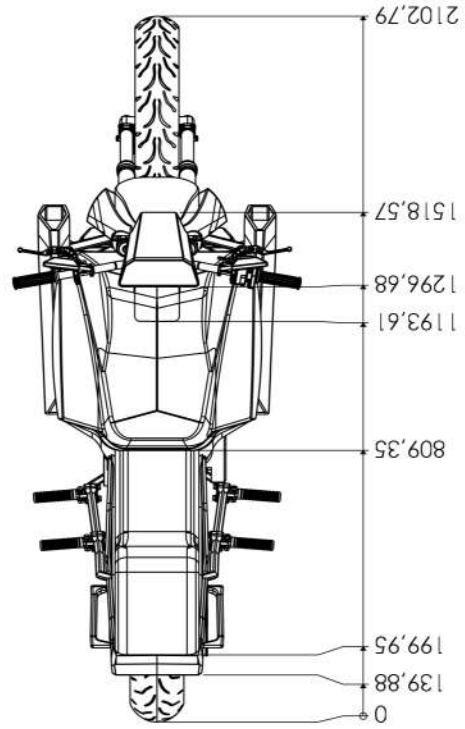
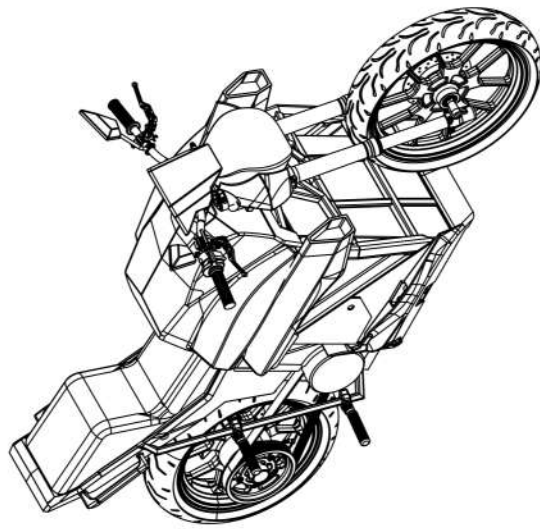





ANEXO 2 - DESENHOS TÉCNICOS



ângulos de ataque para curvas:
 ângulo da "saia" - 33,81°
 ângulo da pedaleira na altura mais baixa - 27,53°



 Universidade Federal do Rio de Janeiro Departamento de Desenho Industrial	CLA - Escola de Belas Artes Título do projeto
	Motocicleta elétrica FOHAT Título do desenho Visão geral
Autores: Ítalo Ramos Costa; Alvaro Mesquita Orientador: Valdir Soares Normas: NBR 10068/87 - 10582	Data: 19/01/2020 Cotas em mm /A3

2

3

C

B

A

3

2

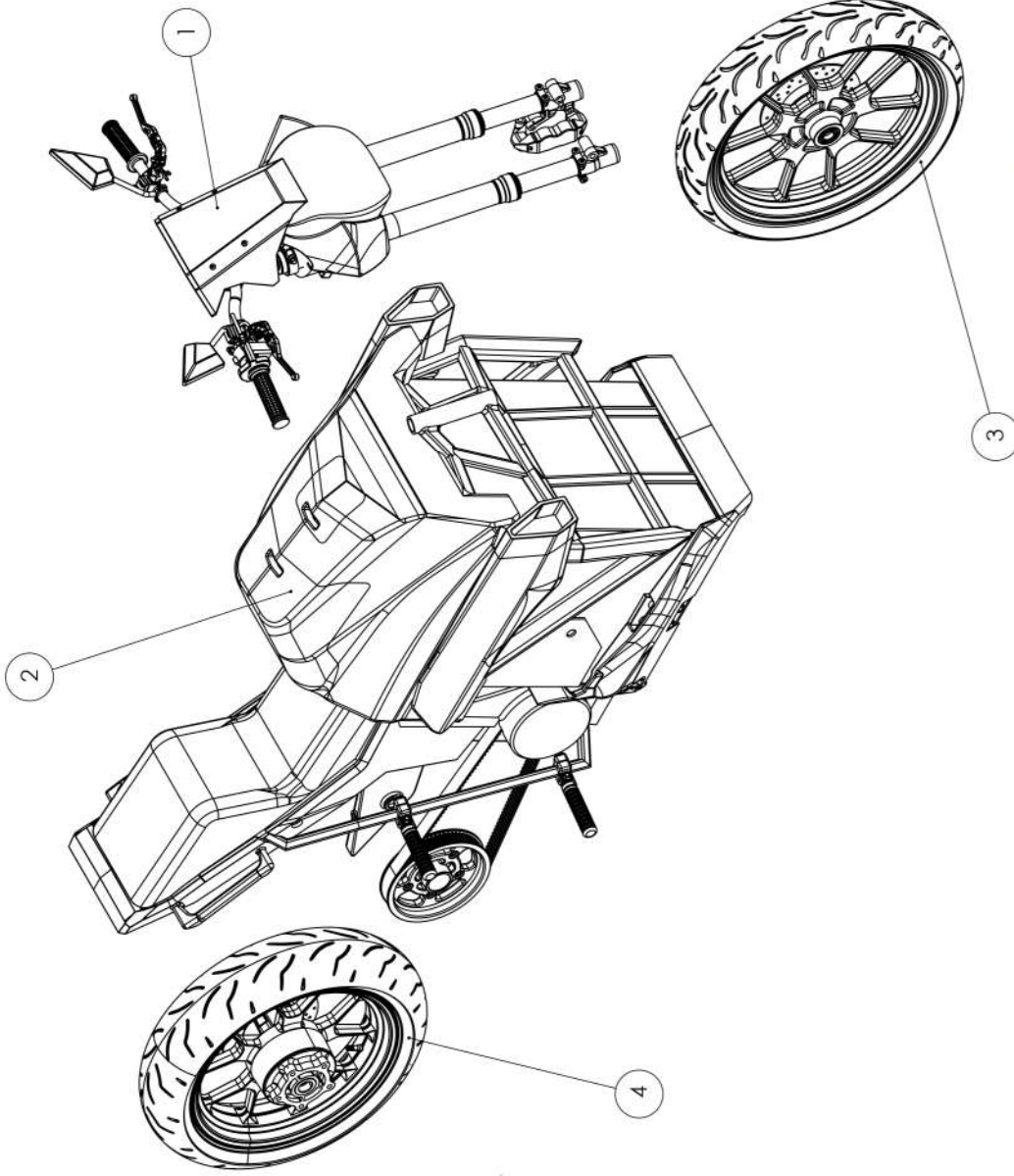
1

1

2

3

Nº	montagem / subistema
1	garfo dianteiro / direção
2	quadro / corpo da moto
3	roda dianteira
4	roda traseira





B

B

A

A

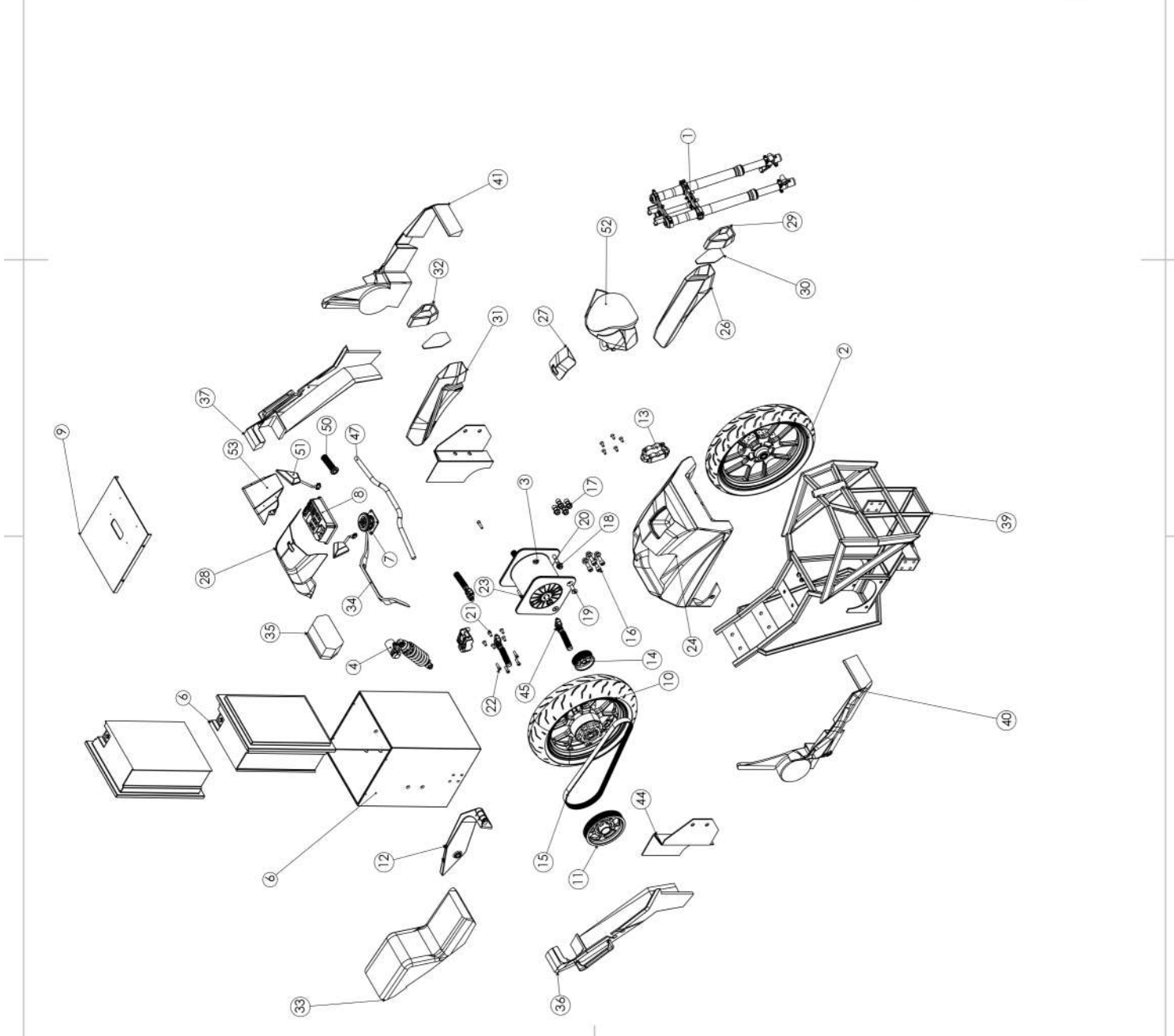
 Universidade Federal do Rio de Janeiro Departamento de Desenho Industrial	CLA - Escola de Belas Artes
	Título do projeto
Autores: Ítalo Ramos Costa; Alvaro Mesquita	Motocicleta elétrica FOHAT
Orientador: Valdir Soares	Título do desenho
Escala: 1:10	Data: 11/01/2020
Normas: NBR 10068/87 - 10582	Diedro: 
	subistemas
	Cotas em mm / A3

1

2

3

Nº DO ITEM	Nº DA PEÇA	MATERIAL	QTD.
1	garfo dianteiro		1
2	roda dianteira + pneu + disco freio		1
3	motor elétrico 96v; 20 KW; 8,15kgf.m		1
4	suspensão traseira		1
6	bateria 48v		2
6	caixa de baterias		1
7	Plug 62196-2 Mennekes - fêmea		1
8	SEVCON GEN4 MOTOR CONTROLLER v2		1
9	tampa da caixa de baterias		1
10	roda traseira + pneu + disco de freio		1
11	polia com guia - Ø primário 218,29 - 72 dentes		1
12	Braço Oscilante		1
13	pinça de freio		2
14	polia com guia - Ø primário 109,14 - 36 dentes		1
15	correia		1
16	parafuso allen sextavado M - 16 x 2,0 x 35		8
17	porca sextavada flangeada M16 x 2		8
18	porca sextavada flangeada M16 - N		5
19	parafuso allen escareado M16 x 2,0 x 45		2
20	parafuso allen escareado M16 x 2,0 x 65		2
21	parafuso allen escareado M10 x 1,5 x 25		10
22	parafuso allen sextavado M10 x 30 - N		5
23	parafuso allen sextavado M10 x 40 - N		2
24	"tanque" - porta volume		1
26	entrada de ar do lado direito		1
27	Tampa do compartimento do plug para carregar		1
28	tampa do porta volume do "tanque"		1
29	tampa da entrada de ar esquerda		1
30	grade da entrada de ar		2
31	entrada de ar do lado esquerdo		1
32	tampa da entrada de ar direita		1
33	BANCO		1
34	junção banco e quadro		1
35	LANTERNA TRASEIRA		1
36	"SAIA" traseira direita		1
37	"SAIA" traseira esquerda		1
39	quadro - tubo retangular aço 1020 extrudado e soldado		1
40	saia frontal direita		1
41	saia frontal esquerda		1
44	CHAPA de isolamento		2
45	pedaleira regulável e dobrável montada		4
47	guidão tracker		1
48	manete de freio		2
49	manete do acelerador		1
50	manete comum		1
51	retrovisor		2
52	farol B-2		1
53	painel		1



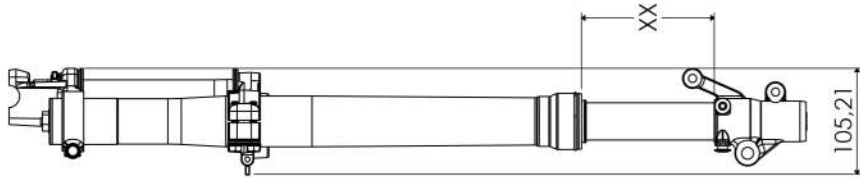
Universidade Federal do Rio de Janeiro
 Departamento de Desenho Industrial
 Autores: Ítalo Ramos Costa, Alvaro Mesquita
 Orientador: Valdir Soares Escala: 1:15
 Normas: NBR 10068/87 - 10582. Dstado:

CLA - Escola de Belas Artes
 Título do projeto
 Motocicleta elétrica FOHAT
 Título do desenho
 Data: 11/01/2020
 Vista explodida
 Cotas em mm | A2

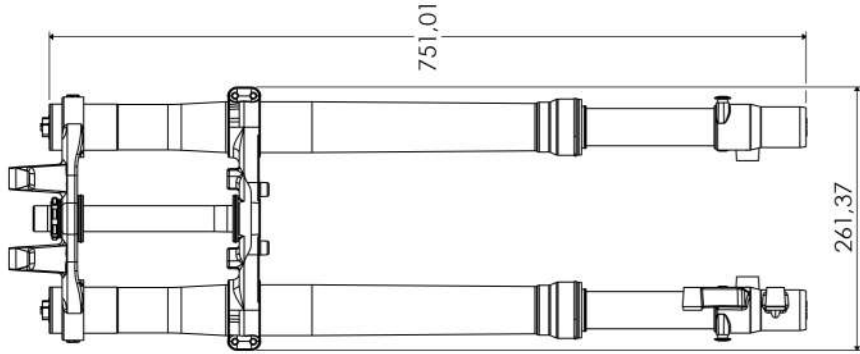
1

Valor da sitância "XX" varia conforme a altura do usuário

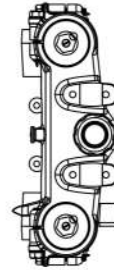
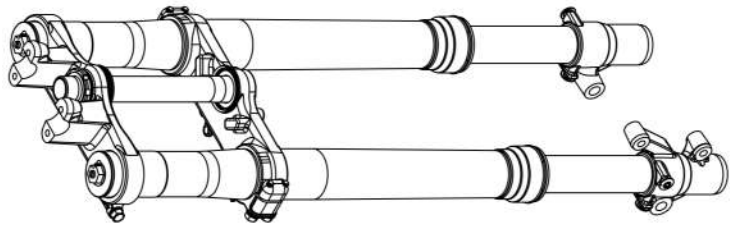
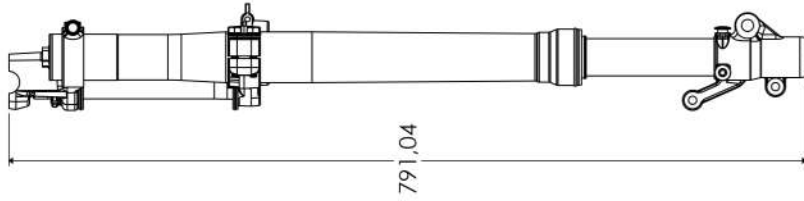
alturas	valor - "XX"
1,83	260mm
1,75	220mm
1,60	225mm - amplitude dos braços é menor
1,50	260mm - amplitude dos braços é menor



2



3



Universidade Federal do Rio de Janeiro
Departamento de Desenho Industrial

Autores: Ítalo Ramos Costa; Alvaro Mesquita

Orientador: Valdir Soares Escala: 1:5

Normas: NBR 10068/87 - 10582 Diedro:

CLA - Escola de Belas Artes
Título do projeto

Motocicleta elétrica FOHAT

Título do desenho

garfo dianteiro

Data: 11/01/2020

Cotas em mm /A3

1

2

3

C

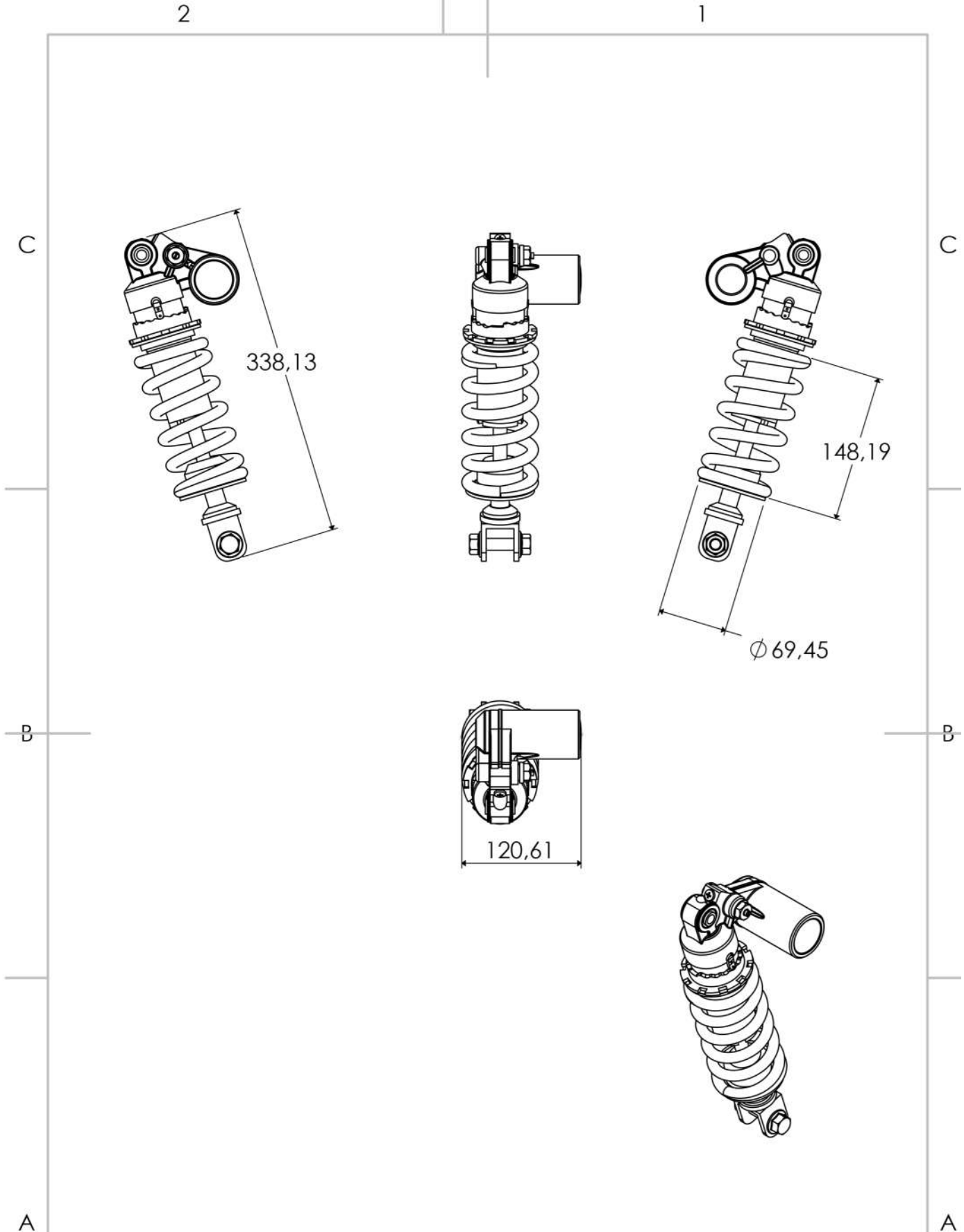
B


A

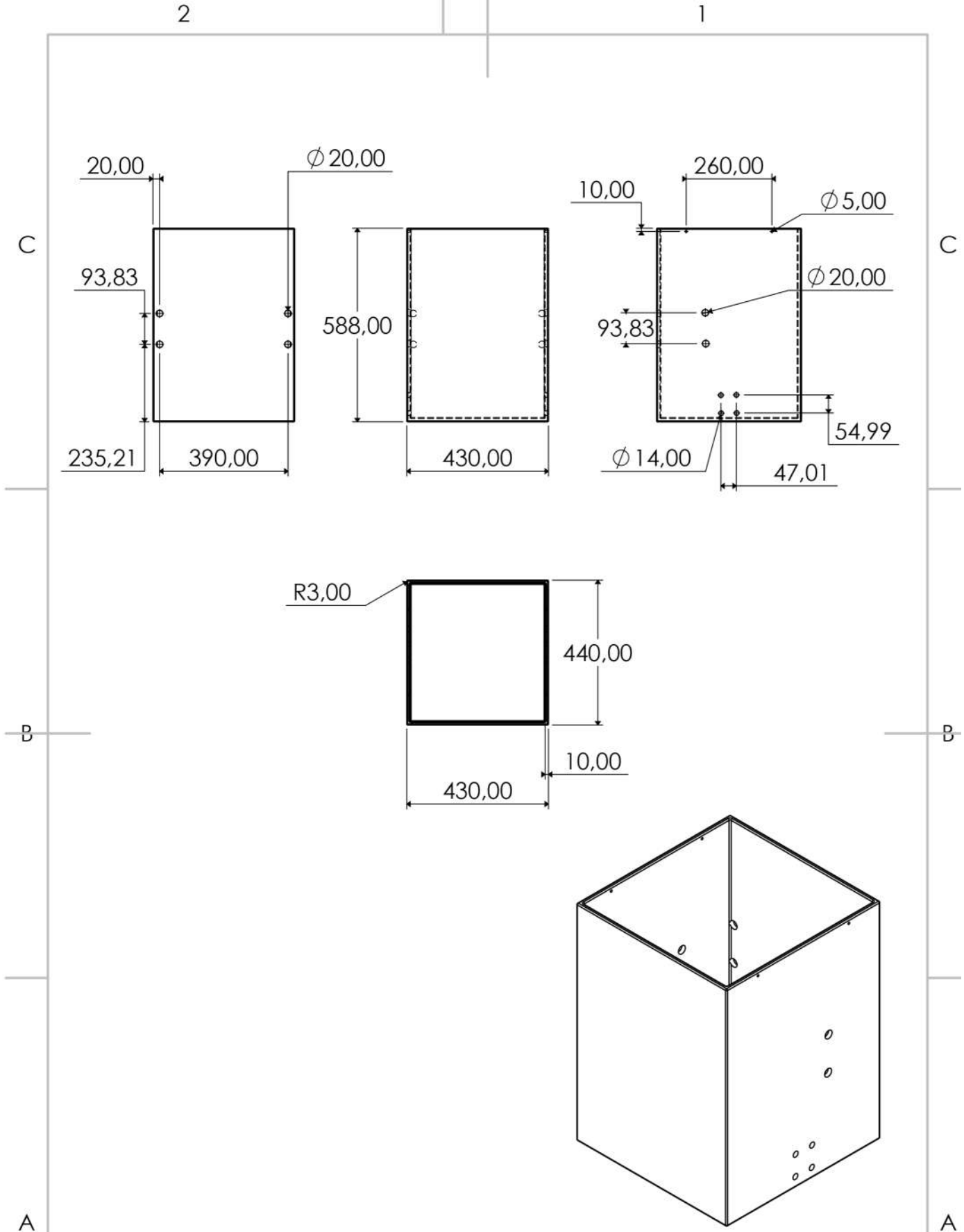
A


B

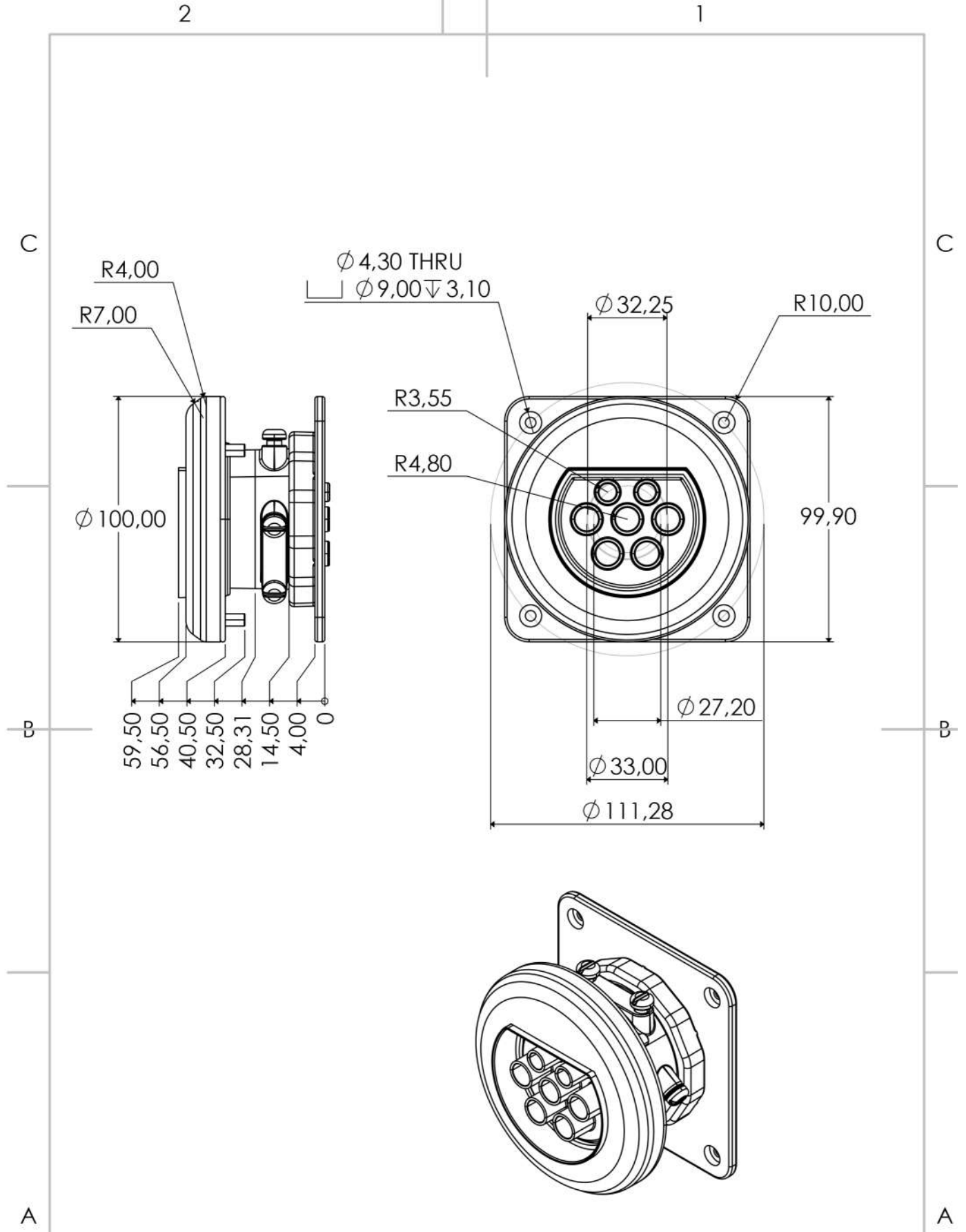
C



	Universidade Federal do Rio de Janeiro		CLA - Escola de Belas Artes		
	Departamento de Desenho Industrial		Título do projeto		
Autores: Ítalo Ramos Costa; Álvaro Mesquita			Motocicleta elétrica FOHAT		
Orientador: Valdir Soares		Escala: 1:5	Título do desenho	Data: 11/01/2020	
Normas: NBR 10068/87 - 10582		Diedro: 	suspensão traseira	Cotas em mm	A4



	Universidade Federal do Rio de Janeiro		CLA - Escola de Belas Artes	
	Departamento de Desenho Industrial		Título do projeto	
Autores: Ítalo Ramos Costa; Álvaro Mesquita			Motocicleta elétrica FOHAT	
Orientador: Valdir Soares		Escala: 1:15	Título do desenho	Data: 11/01/2020
Normas: NBR 10068/87 - 10582		Diedro: 	caixa de baterias	Cotas em mm
			A4	



Universidade Federal do Rio de Janeiro
Departamento de Desenho Industrial

Autores: Ítalo Ramos Costa; Álvaro Mesquita

Orientador: Valdir Soares

Escala: 1:2

Normas: NBR 10068/87 - 10582

Diedro:

CLA - Escola de Belas Artes

Título do projeto

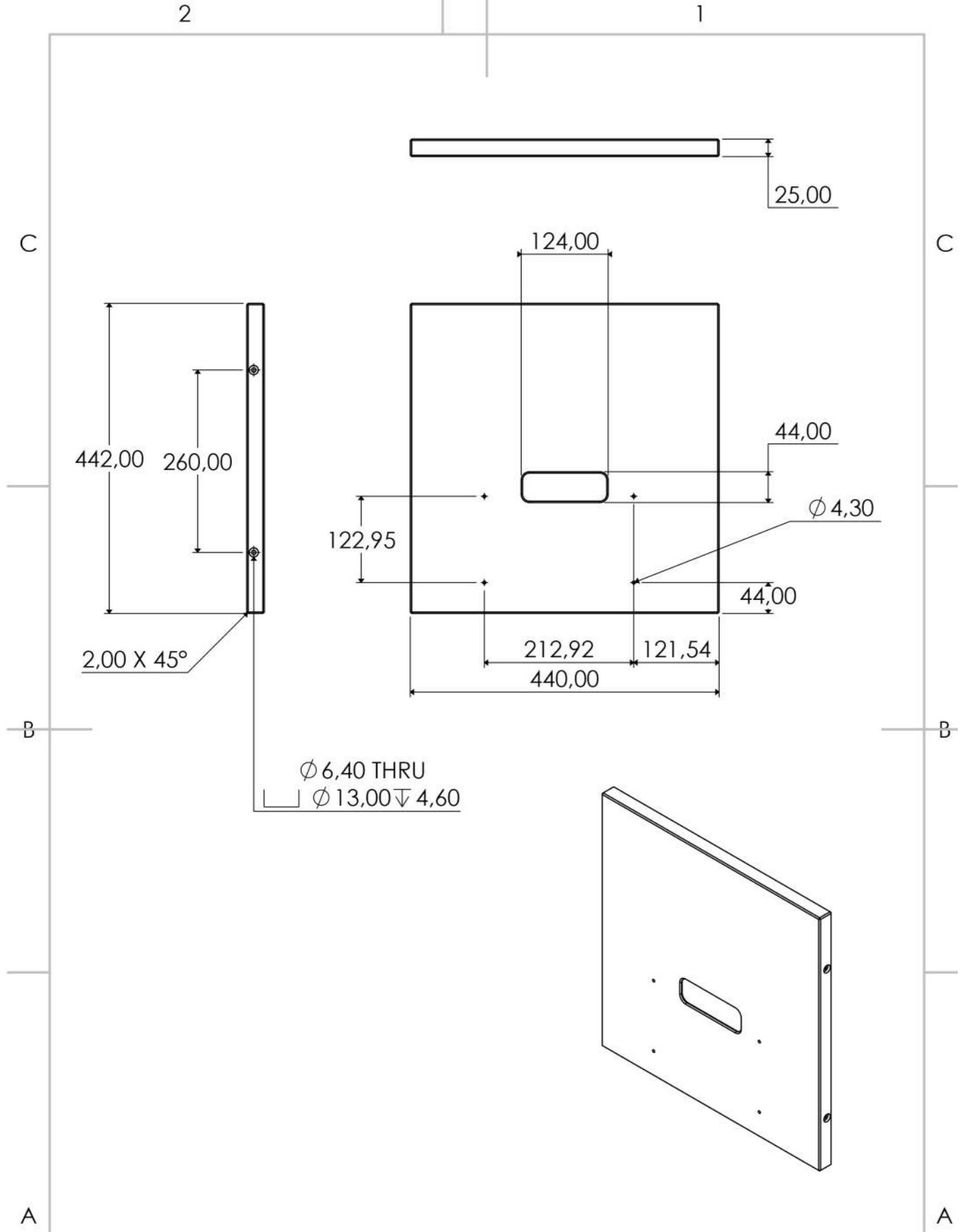
Motocicleta elétrica FOHAT

Título do desenho

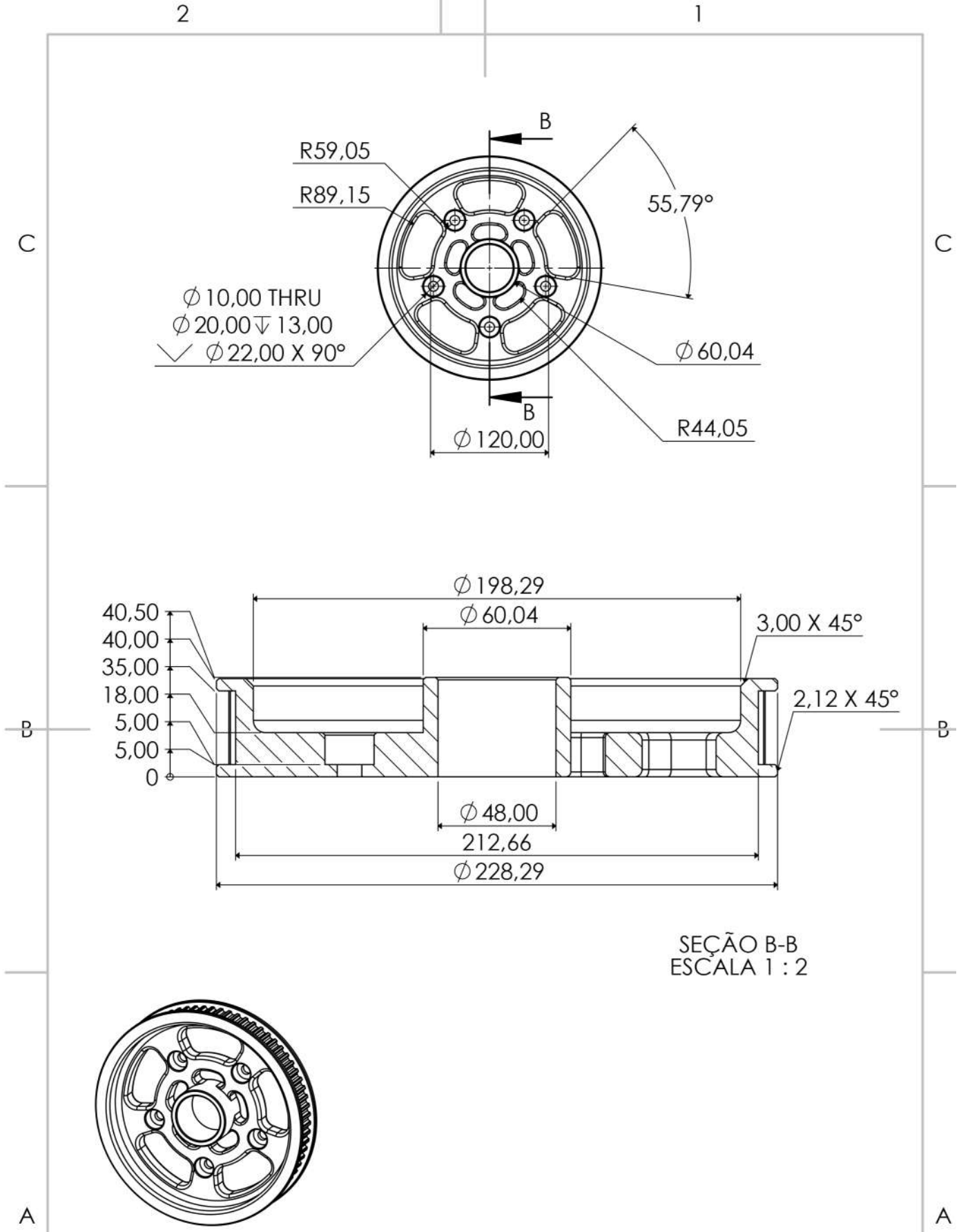
Data: 11/01/2020

Plug 62196-2 Mennekes

Cotas em mm A4



	Universidade Federal do Rio de Janeiro		CLA - Escola de Belas Artes	
	Departamento de Desenho Industrial		Título do projeto	
Autores: Ítalo Ramos Costa; Álvaro Mesquita			Motocicleta elétrica FOHAT	
Orientador: Valdir Soares		Escala: 1:7	Título do desenho	Data: 11/01/2020
Normas: NBR 10068/87 - 10582		Diedro: 	Tampa caixa de bateria	Cotas em mm
			A4	



Universidade Federal do Rio de Janeiro
Departamento de Desenho Industrial

Autores: Ítalo Ramos Costa; Álvaro Mesquita

Orientador: Valdir Soares

Escala: 1:5

Normas: NBR 10068/87 - 10582

Diedro:

CLA - Escola de Belas Artes

Título do projeto

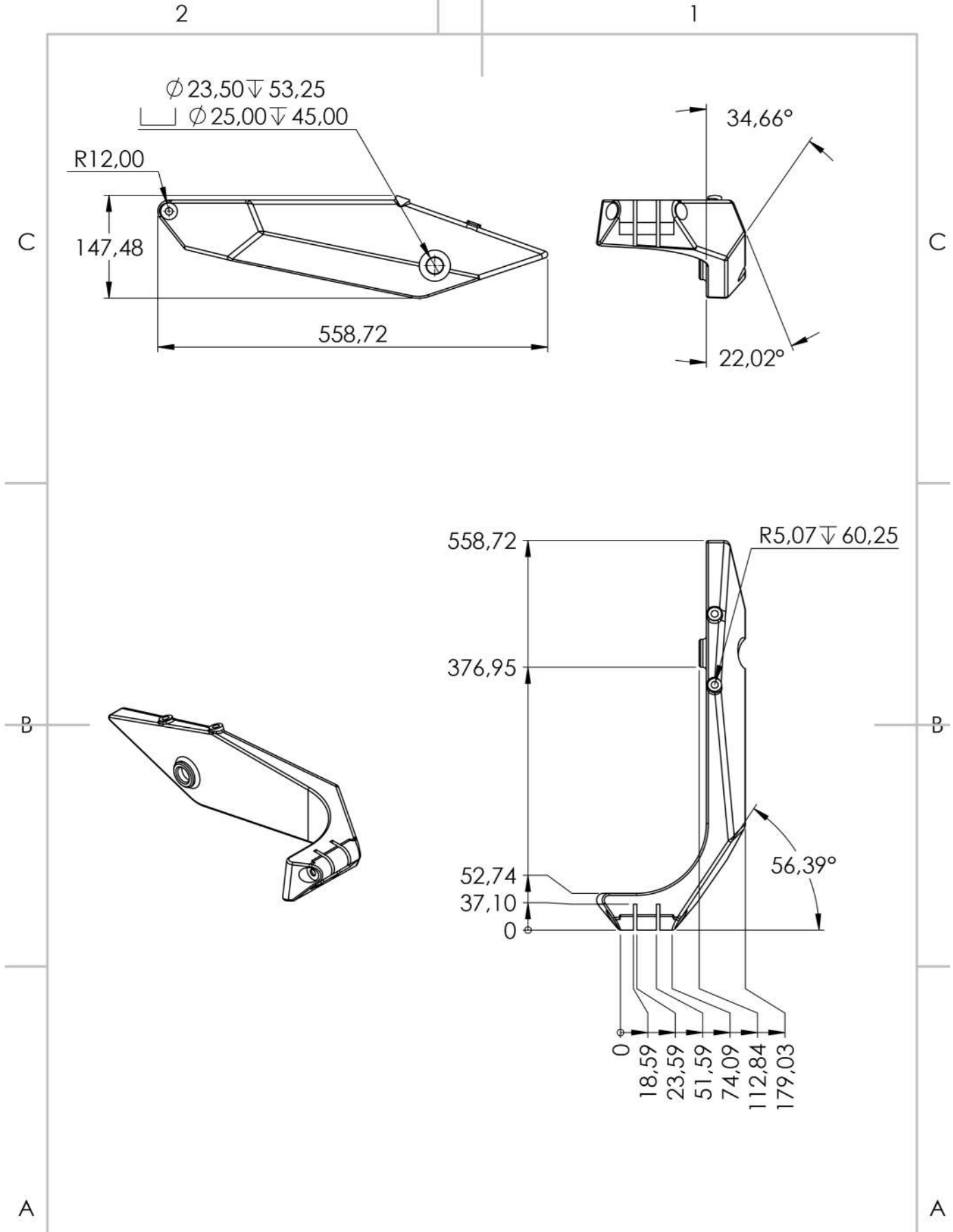
Motocicleta elétrica FOHAT

Título do desenho

polia com guia - 72 dentes

Data: 11/01/2020

Cotas em mm A4



Universidade Federal do Rio de Janeiro
 Departamento de Desenho Industrial

Autores: Ítalo Ramos Costa; Álvaro Mesquita

Orientador: Valdir Soares Escala: 1:7

Normas: NBR 10068/87 - 10582 Diedro:

CLA - Escola de Belas Artes

Título do projeto

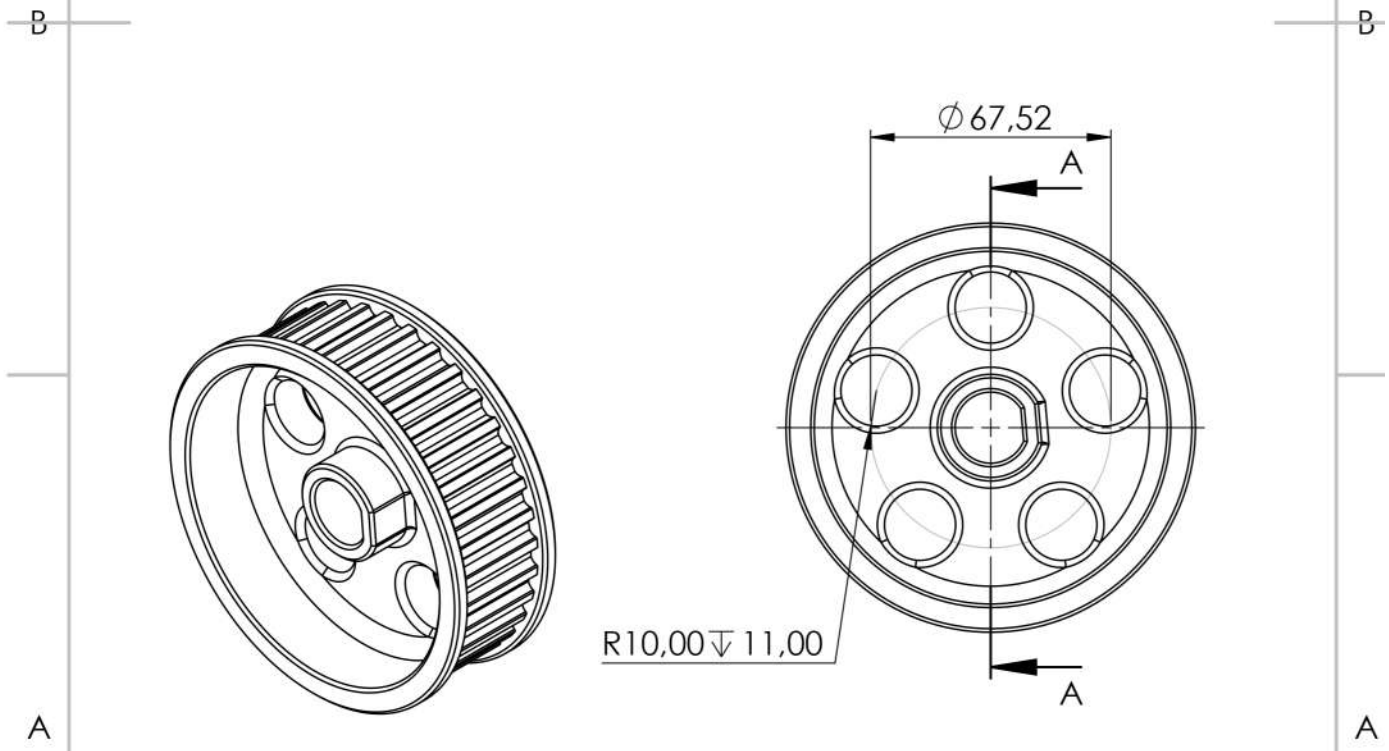
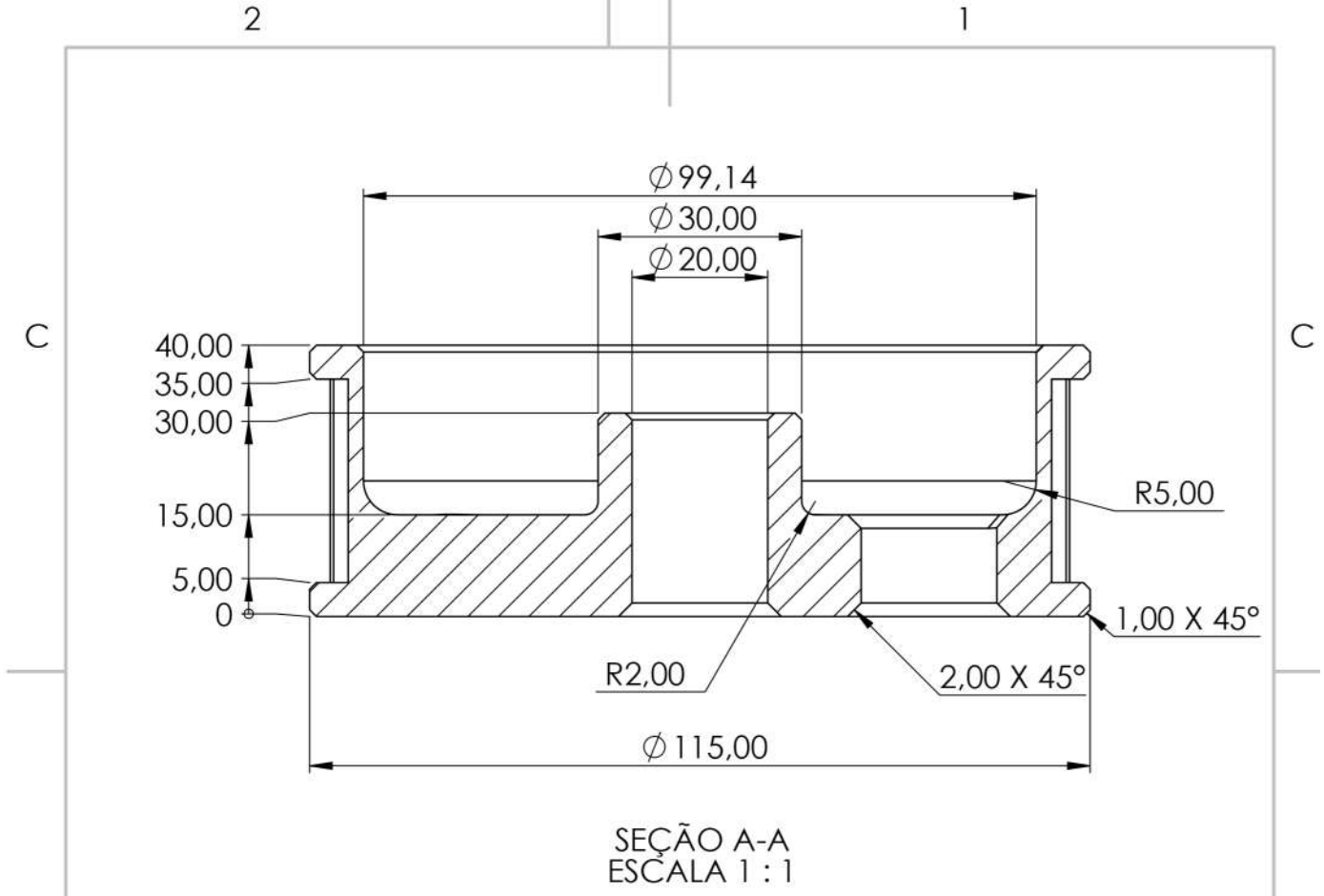
Motocicleta elétrica FOHAT



Título do desenho

braço oscilante

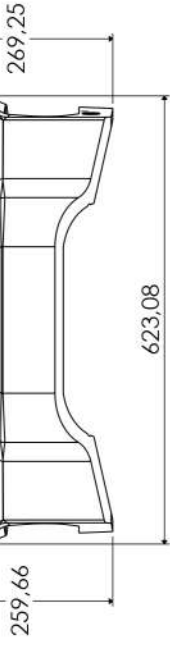
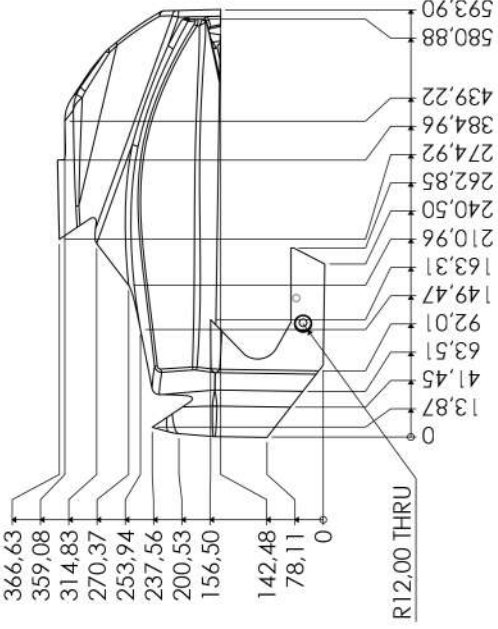
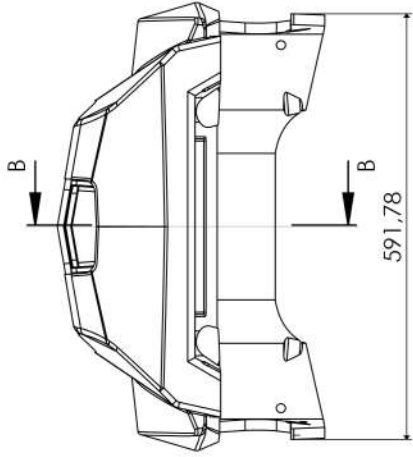
Data: 11/01/2020

Cotas em mm A4

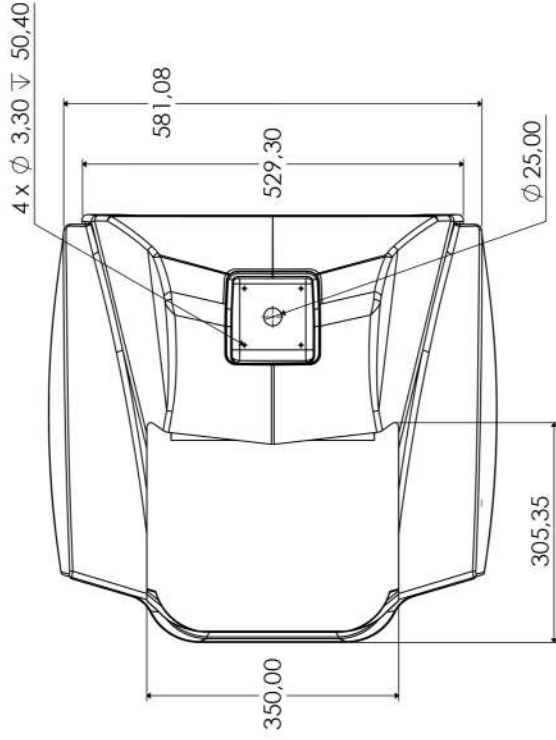


	Universidade Federal do Rio de Janeiro	CLA - Escola de Belas Artes	
	Departamento de Desenho Industrial	Título do projeto	
Autores: Ítalo Ramos Costa; Álvaro Mesquita		Motocicleta elétrica FOHAT	
Orientador: Valdir Soares	Escala: 1:2	Título do desenho	Data: 11/01/2020
Normas: NBR 10068/87 - 10582	Diedro: 	polia menor - 36 dentes	Cotas em mm A4

3

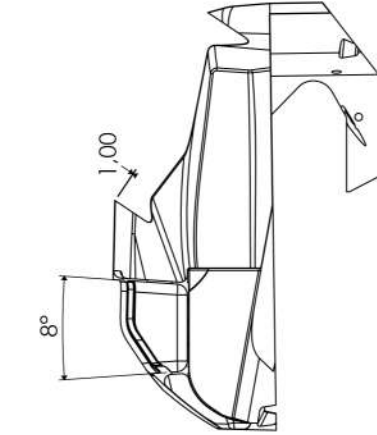


2



B

1



SEÇÃO B-B
ESCALA 1:7

A



Universidade Federal do Rio de Janeiro
Departamento de Desenho Industrial

CLA - Escola de Belas Artes
Título do projeto

Autores: Ítalo Ramos Costa; Alvaro Mesquita

Motocicleta elétrica FOHAT

Orientador: Valdir Soares

Data: 19/01/2020

Normas: NBR 10068/87 - 10582

tanque - porta volume

Escala: 1:7

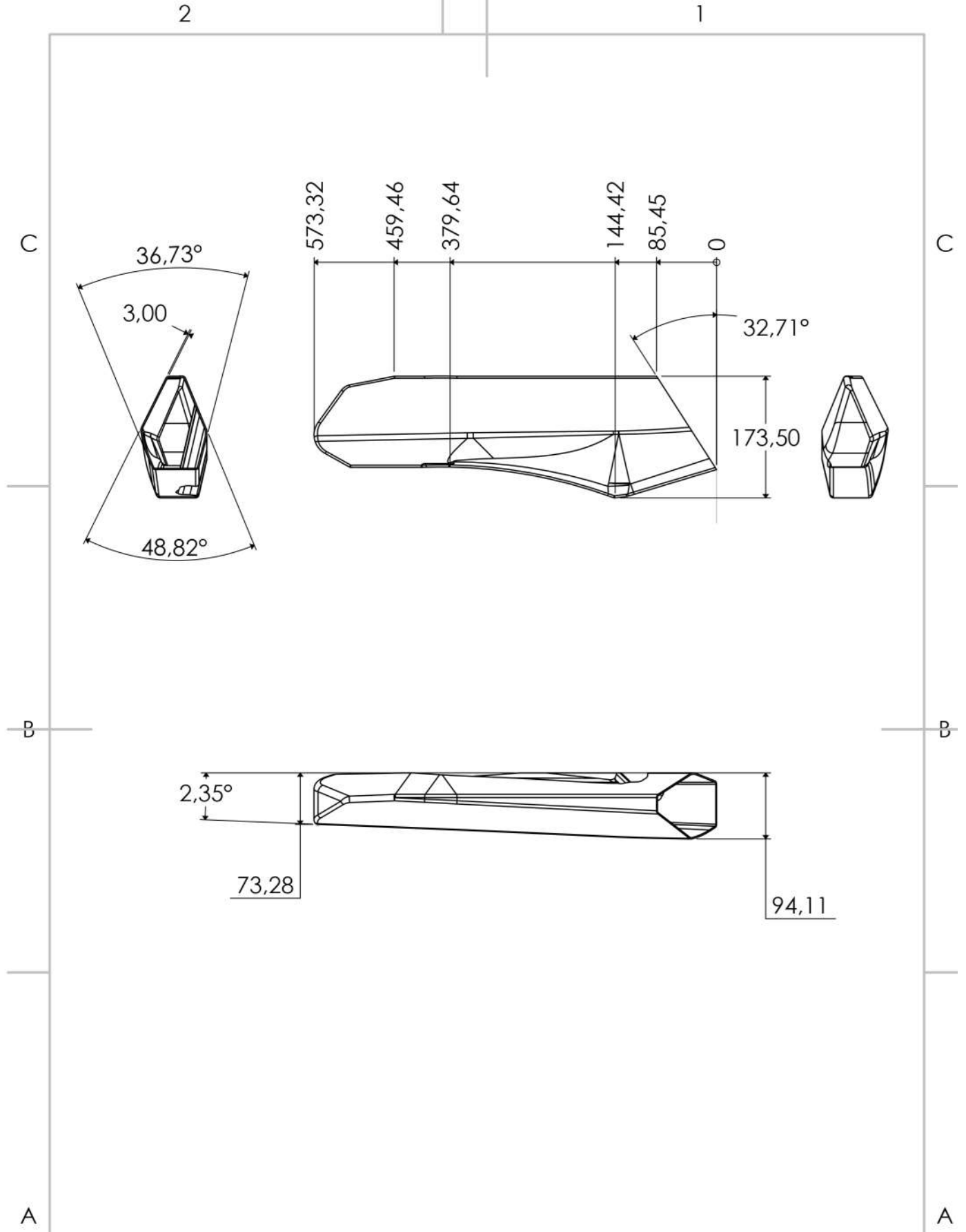
Cotas em mm / A3


Diedro:

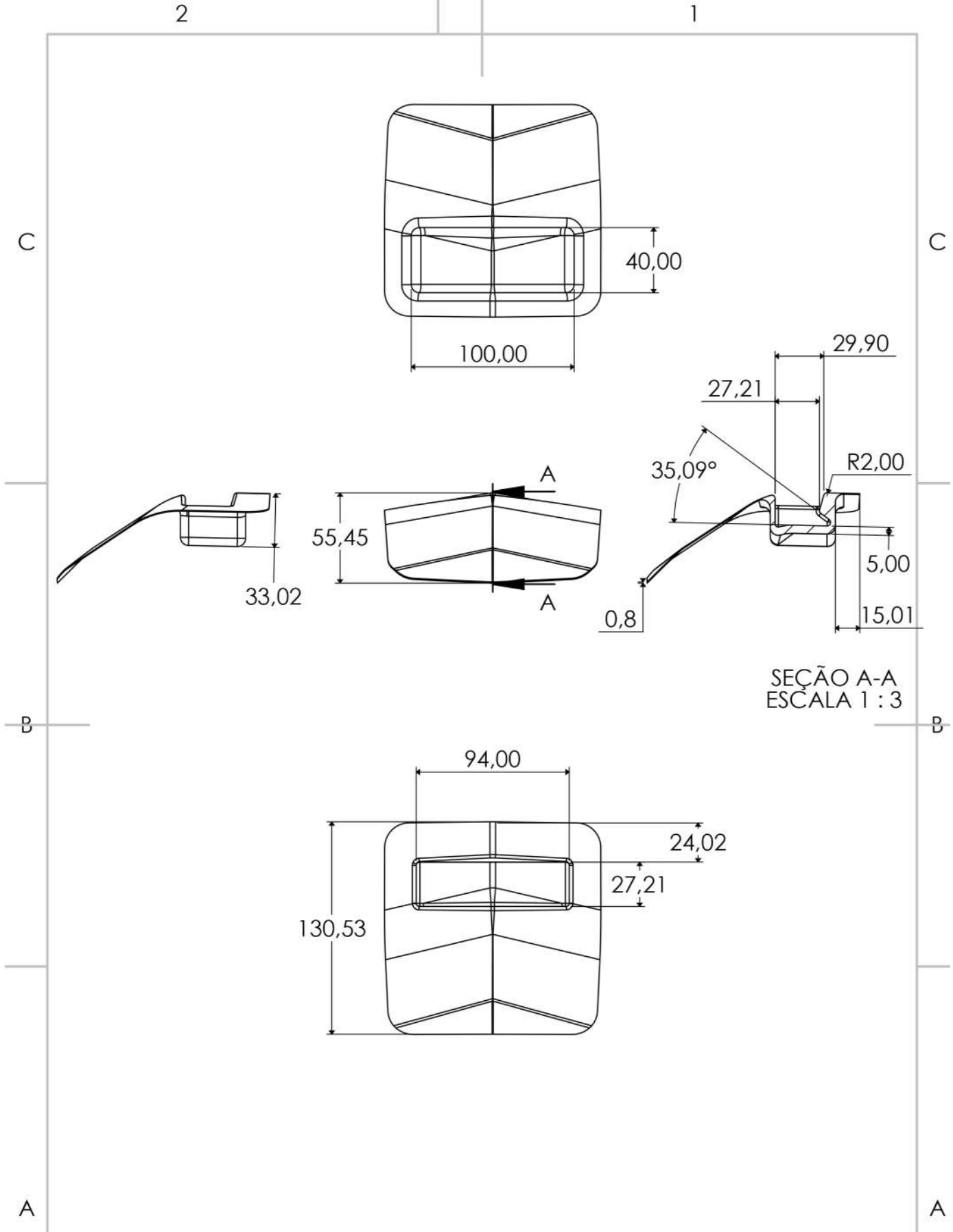
3

2

1



	Universidade Federal do Rio de Janeiro		CLA - Escola de Belas Artes	
	Departamento de Desenho Industrial		Título do projeto	
Autores: Ítalo Ramos Costa; Álvaro Mesquita			Motocicleta elétrica FOHAT	
Orientador: Valdir Soares		Escala: 1:7	Título do desenho	Data: 11/01/2020
Normas: NBR 10068/87 - 10582		Diedro: 	entrada de ar	Cotas em mm A4



Universidade Federal do Rio de Janeiro
 Departamento de Desenho Industrial

Autores: Ítalo Ramos Costa; Álvaro Mesquita

Orientador: Valdir Soares Escala: 1:3

Normas: NBR 10068/87 - 10582

Diedro:

CLA - Escola de Belas Artes

Título do projeto

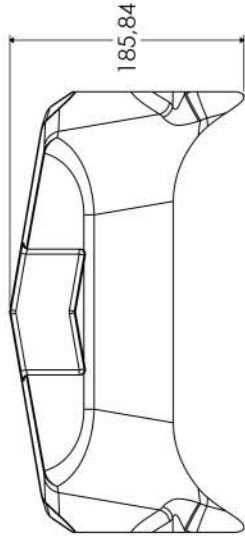
Motocicleta elétrica FOHAT

Título do desenho
 tampa do compartimento
 do plug

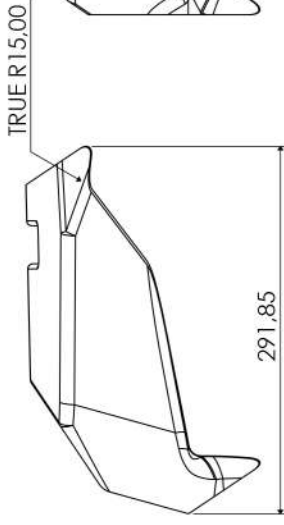
Data: 19/01/2020

Cotas em mm A4

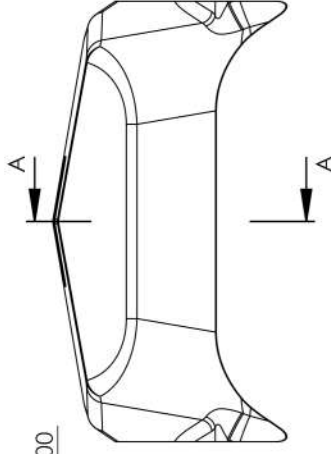
3



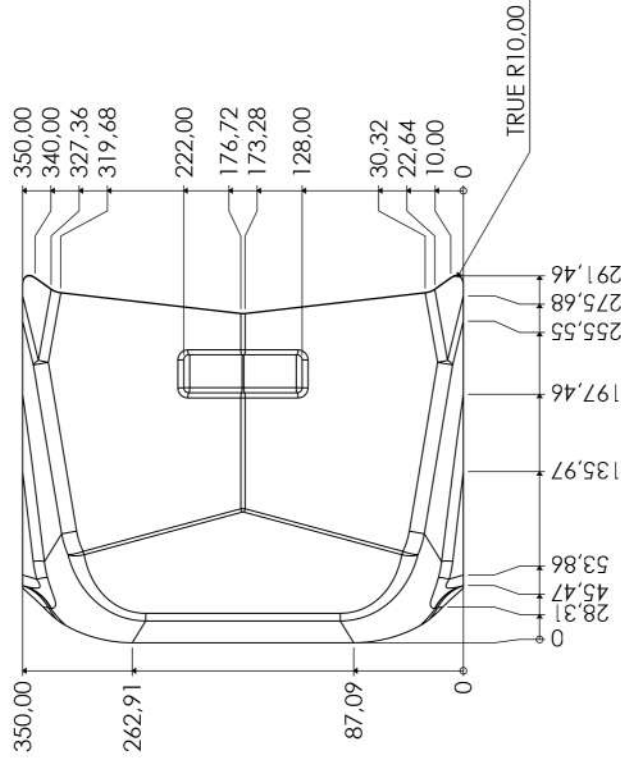
2



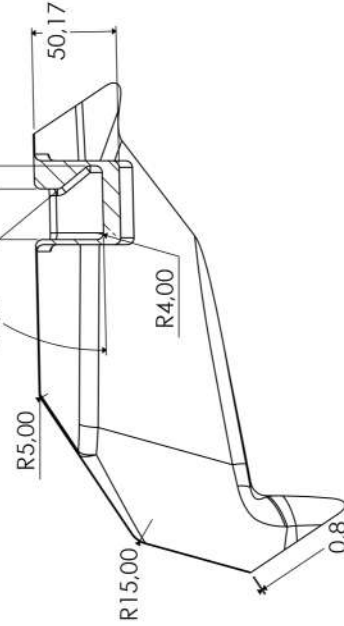
1



B



B



SEÇÃO A-A
ESCALA 1:3

A



Universidade Federal do Rio de Janeiro
Departamento de Desenho Industrial

CLA - Escola de Belas Artes
Título do projeto

Autores: Ítalo Ramos Costa; Alvaro Mesquita

Motocicleta elétrica FOHAT

Orientador: Valdir Soares

Data: 19/01/2020

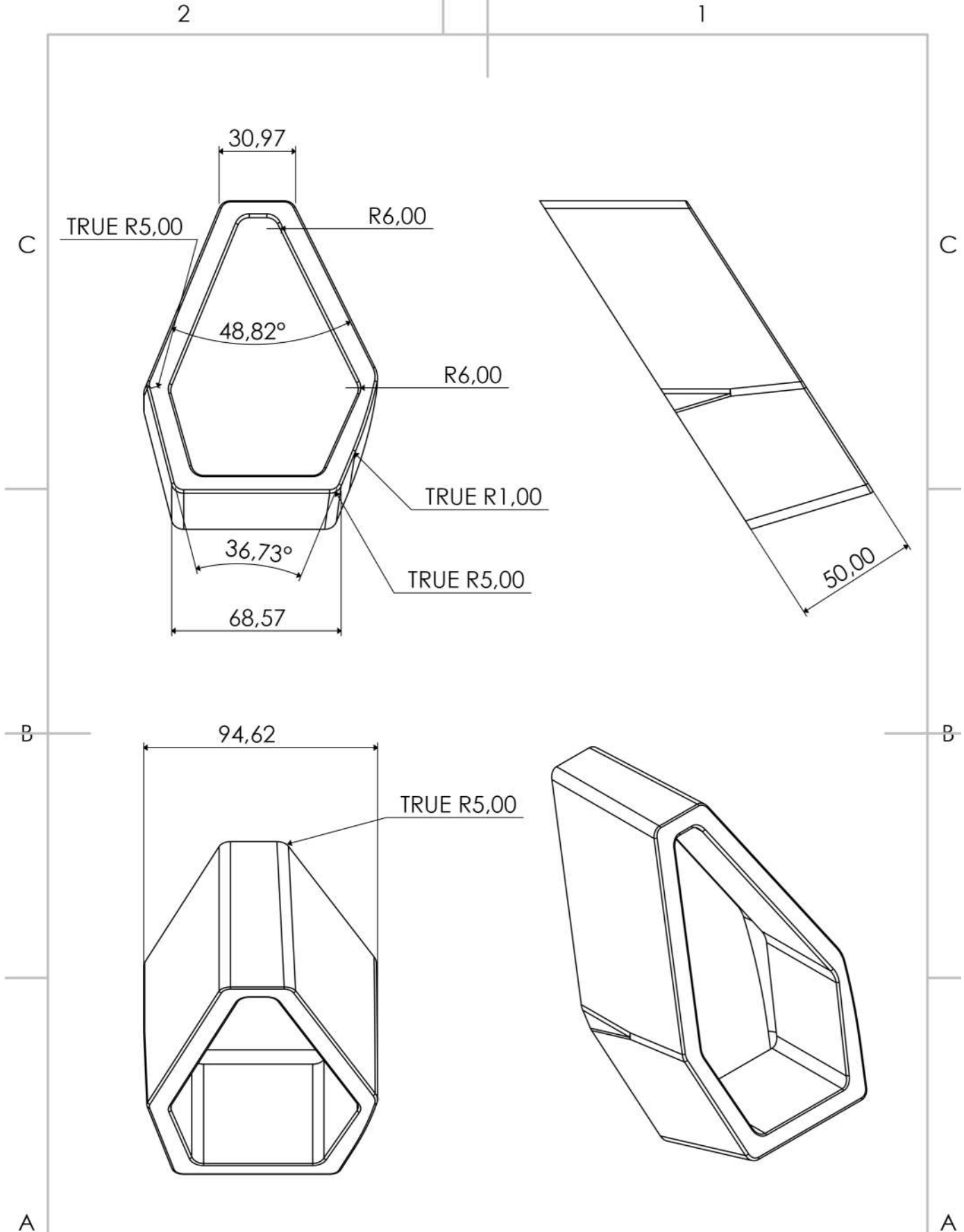
Normas: NBR 10068/87 - 10582

tampa do porta volume
Cotas em mm / A3

3

2

1



Universidade Federal do Rio de Janeiro
 Departamento de Desenho Industrial

Autores: Ítalo Ramos Costa; Álvaro Mesquita

Orientador: Valdir Soares Escala: 1:2

Normas: NBR 10068/87 - 10582

Diedro:

CLA - Escola de Belas Artes

Título do projeto

Motocicleta elétrica FOHAT

Título do desenho

Data: 11/01/2020

tampa entrada de ar

Cotas em mm A4

1

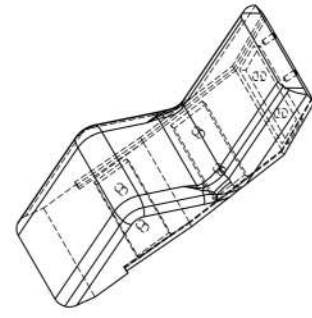
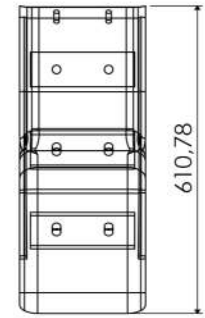
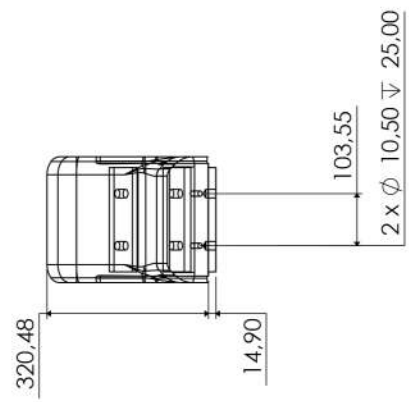
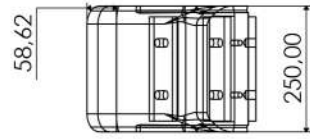
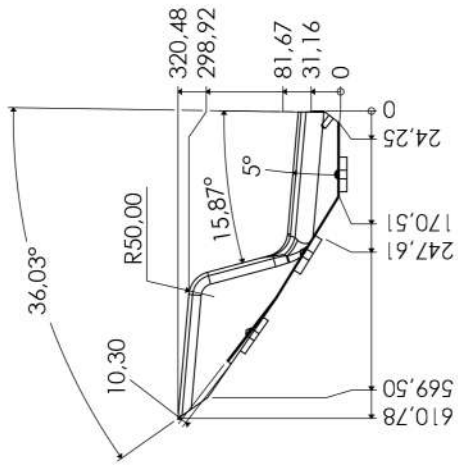
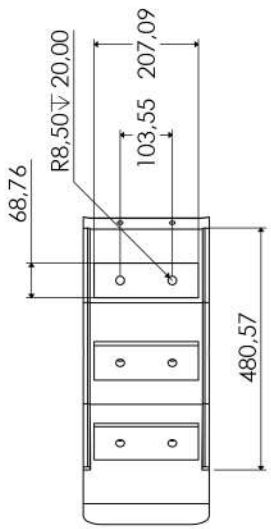
2

3

C

B

A

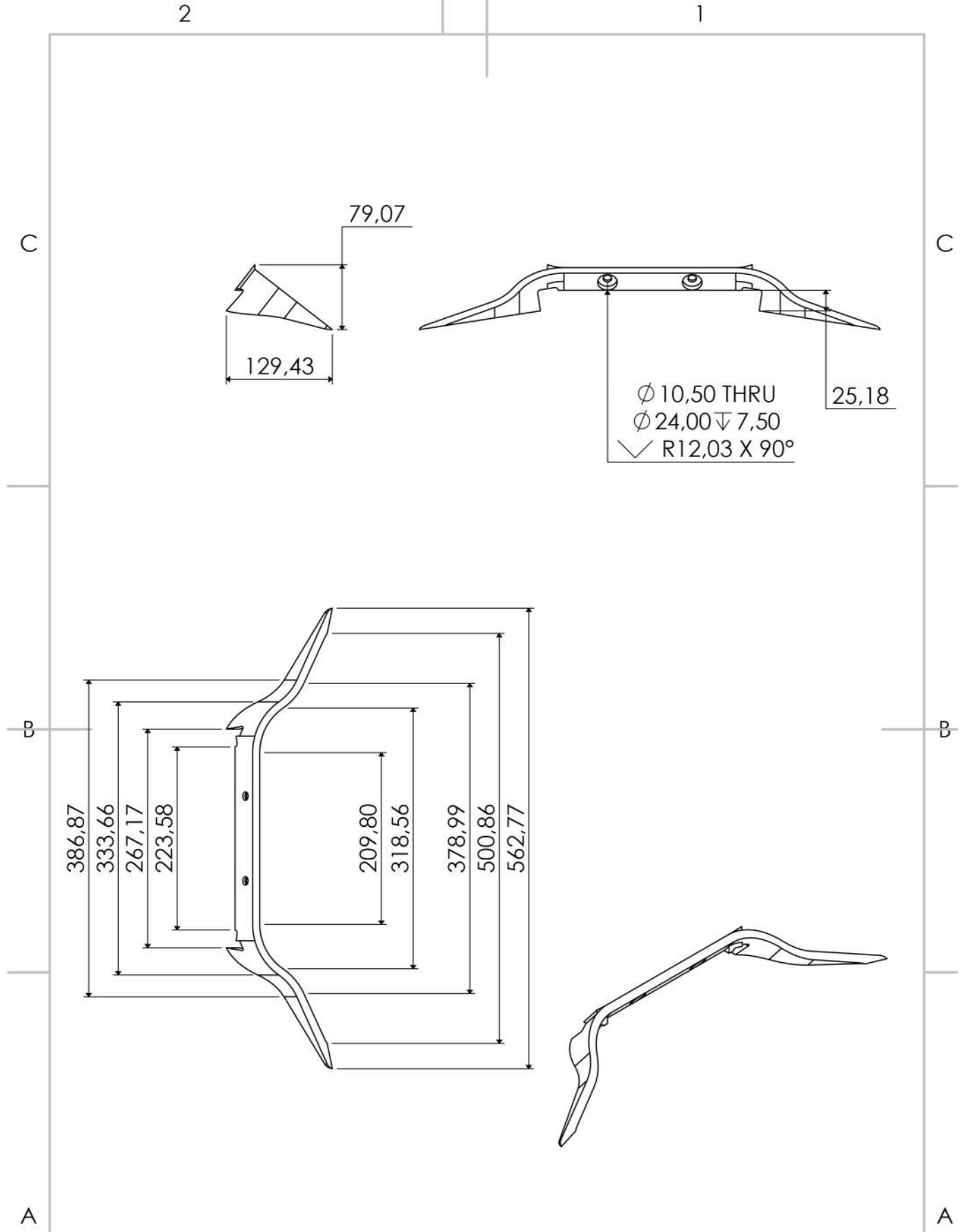



Universidade Federal do Rio de Janeiro	CLA - Escola de Belas Artes
Departamento de Desenho Industrial	Título do projeto
Autores: Ítalo Ramos Costa; Alvaro Mesquita	Motocicleta elétrica FOHAT
Orientador: Valdir Soares	Escala: 1:10
Normas: NBR 10068/87 - 10582	Díedro:
	Título do desenho
	banco
	Data: 11/01/2020
	Cotas em mm /A3

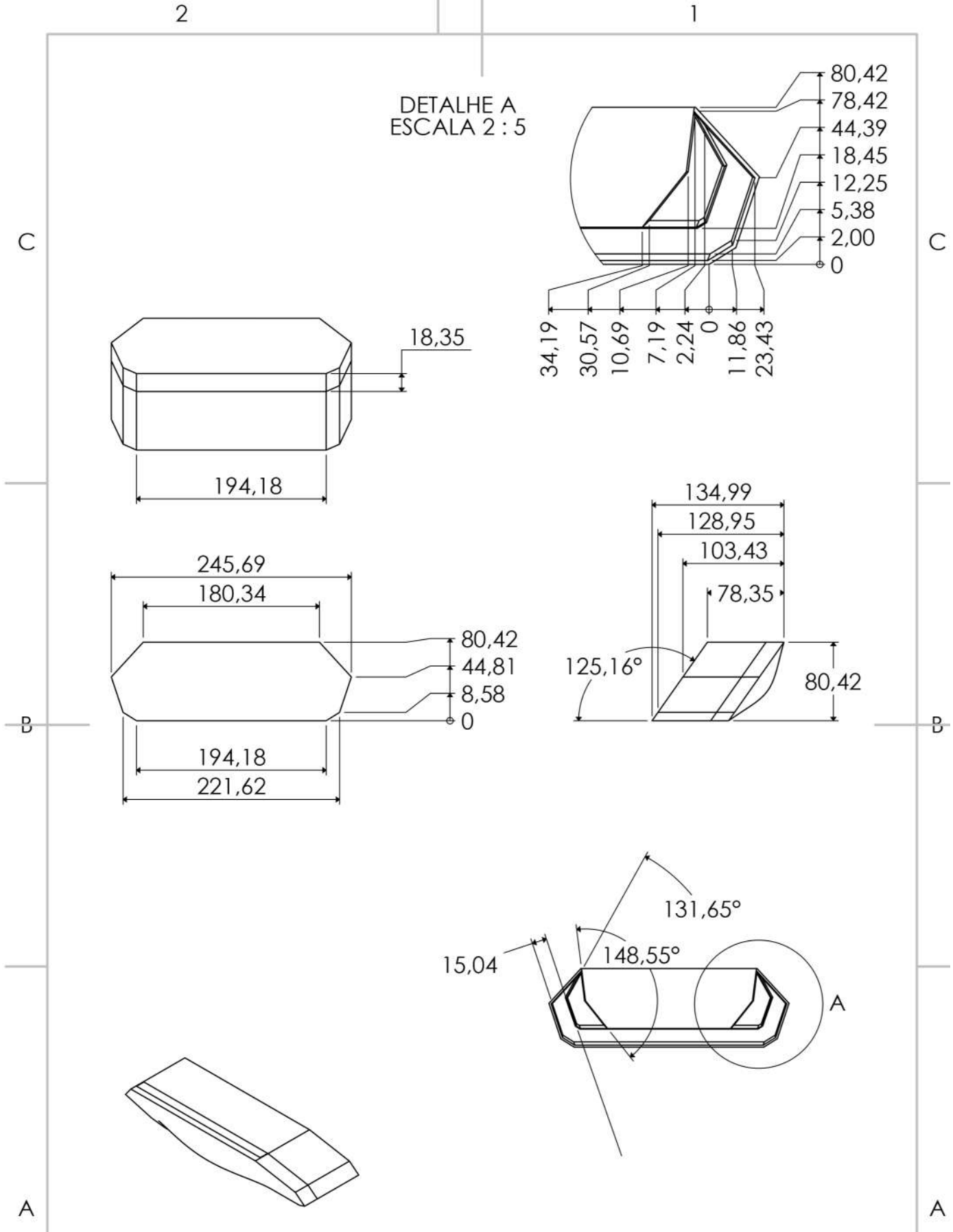
1

2

3



	Universidade Federal do Rio de Janeiro		CLA - Escola de Belas Artes	
	Departamento de Desenho Industrial		Título do projeto	
Autores: Ítalo Ramos Costa; Álvaro Mesquita			Motocicleta elétrica FOHAT	
Orientador: Valdir Soares		Escala: 1:6	Título do desenho	Data: 15/01/2020
Normas: NBR 10068/87 - 10582		Diedro: 	junção banco e quadro	Cotas em mm
			A4	

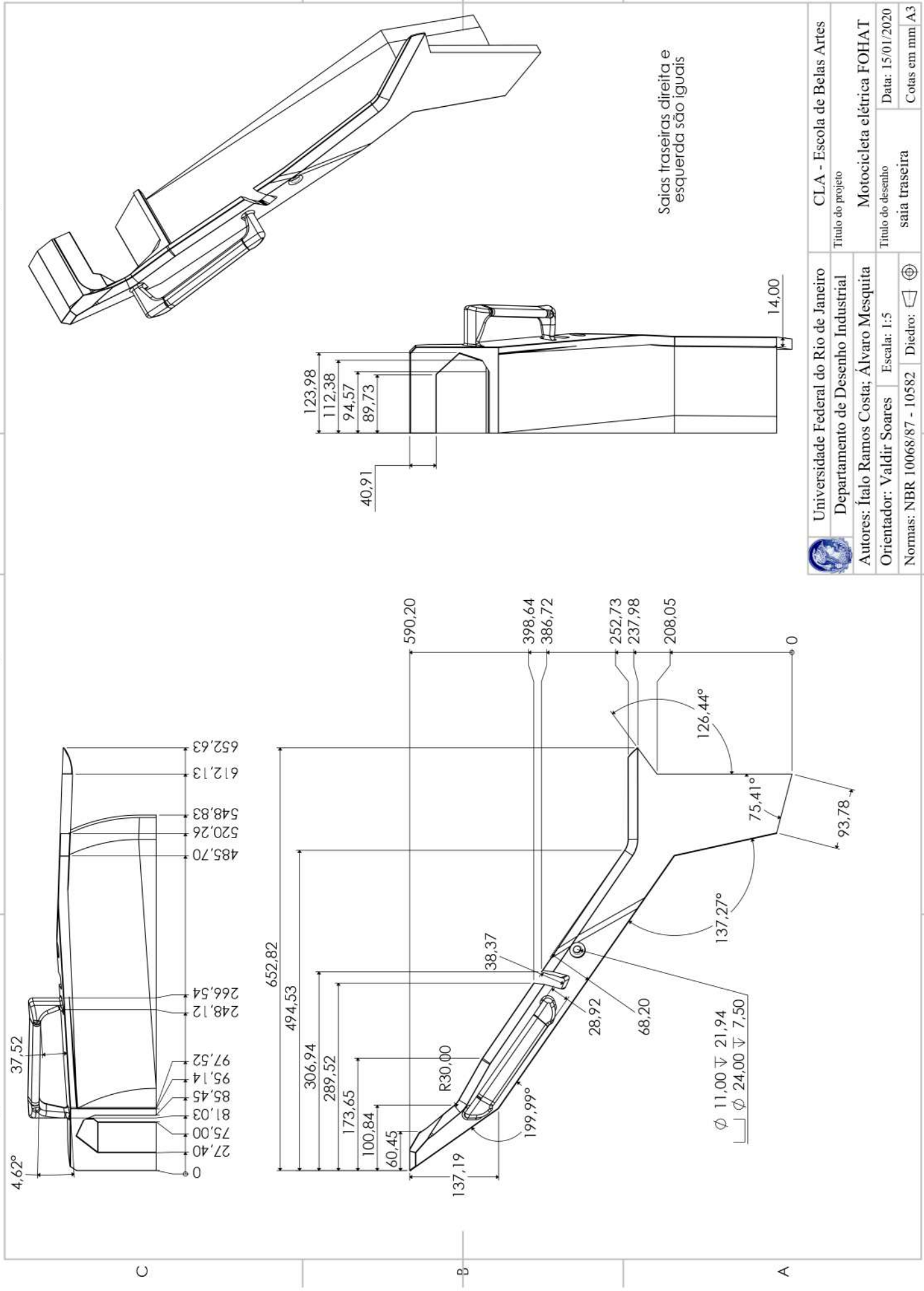




	Universidade Federal do Rio de Janeiro	CLA - Escola de Belas Artes	
	Departamento de Desenho Industrial	Título do projeto	
Autores: Ítalo Ramos Costa; Álvaro Mesquita		Motocicleta elétrica FOHAT	
Orientador: Valdir Soares	Escala: 1:5	Título do desenho	Data: 15/01/2020
Normas: NBR 10068/87 - 10582	Diedro:	lanterna traseira	Cotas em mm A4

1

2

3



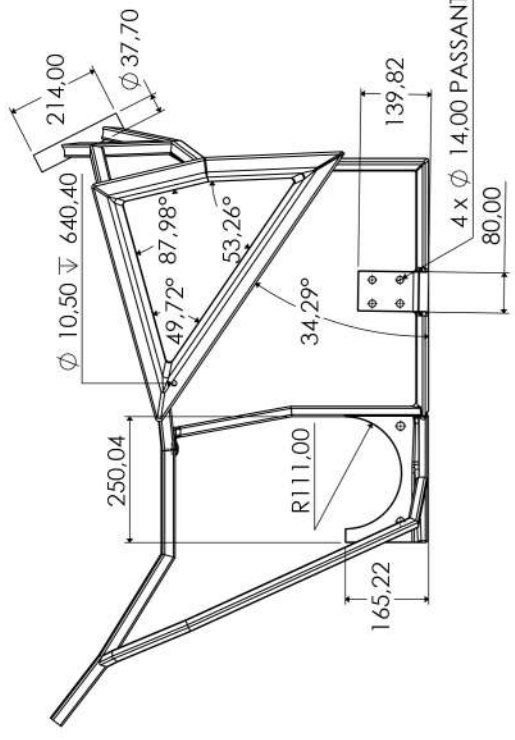
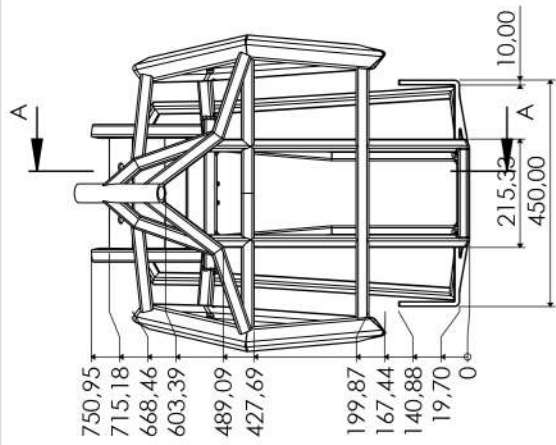
 Universidade Federal do Rio de Janeiro Departamento de Desenho Industrial	CLA - Escola de Belas Artes Título do projeto	
	Motocicleta elétrica FOHAT Título do desenho saia traseira	
Autores: Ítalo Ramos Costa; Alvaro Mesquita Orientador: Valdir Soares Normas: NBR 10068/87 - 10582	Escala: 1:5 Diedro: 	Data: 15/01/2020 Cotas em mm / A3

1

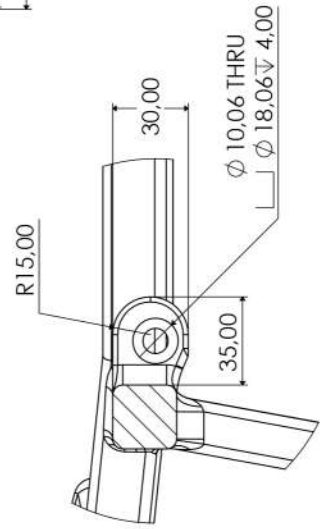
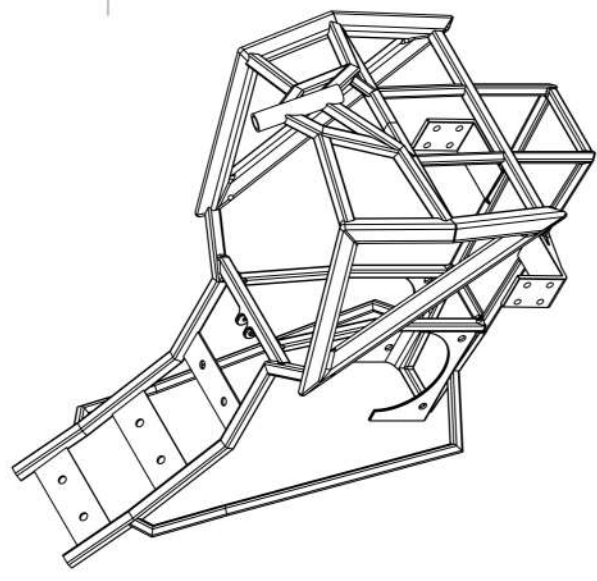
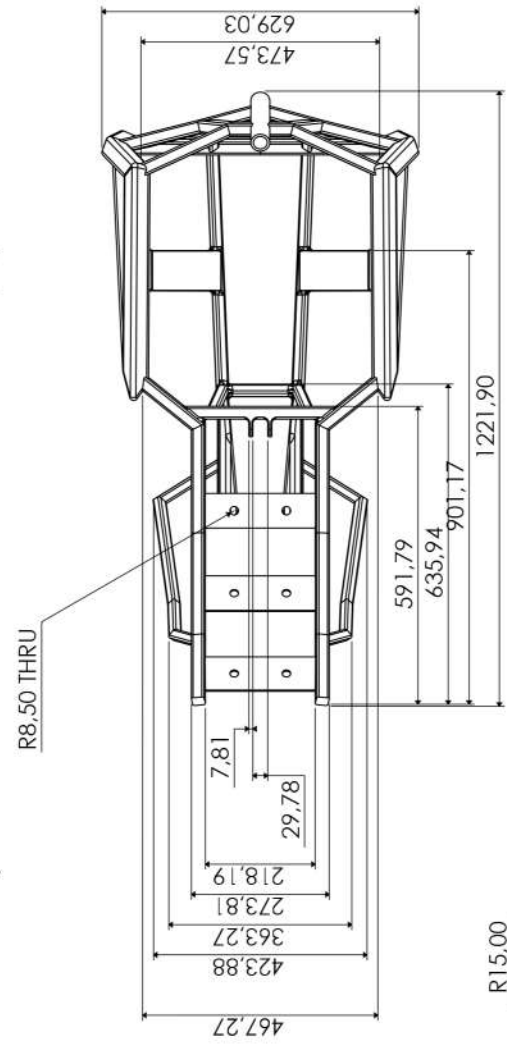
2

3



3 2 1



SEÇÃO A-A

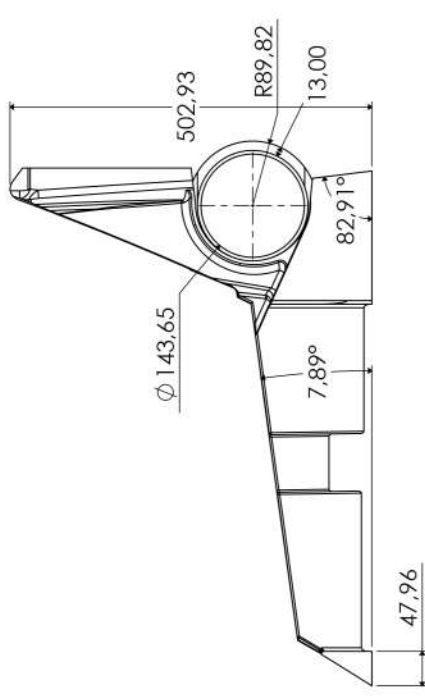
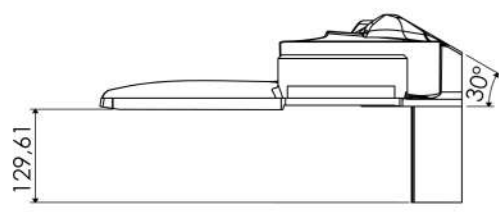
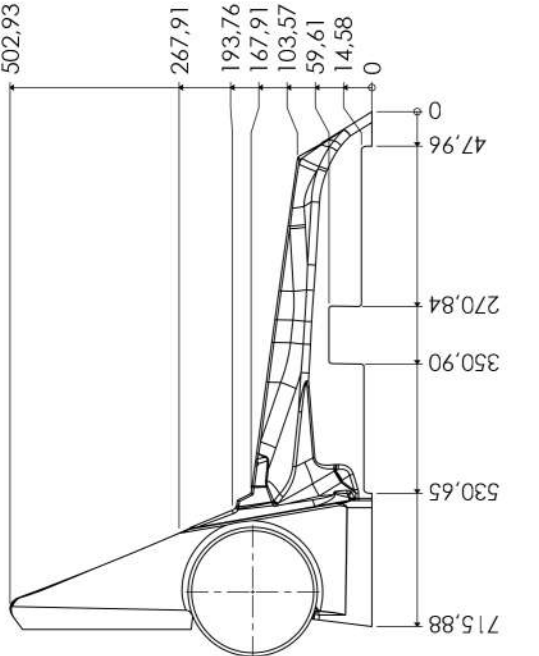
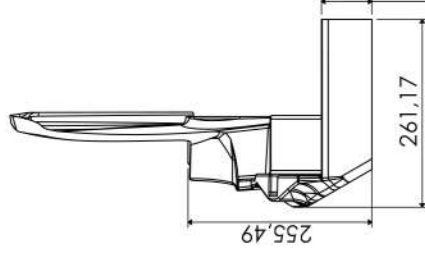


DETALHE B
ESCALA 1 : 2

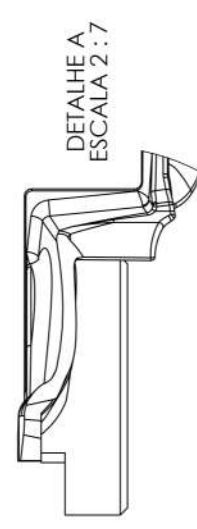
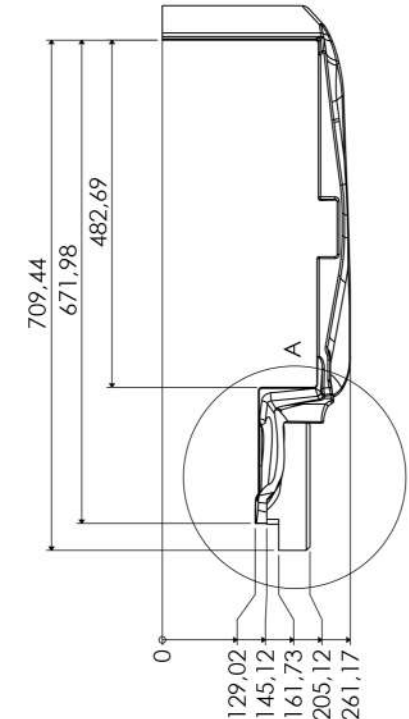
 Universidade Federal do Rio de Janeiro Departamento de Desenho Industrial	CLA - Escola de Belas Artes Título do projeto	
	Motocicleta elétrica FOHAT Título do desenho	
Autores: Ítalo Ramos Costa; Alvaro Mesquita Orientador: Valdir Soares	Escala: 1:10	Data: 19/01/2020 Cotas em mm / A3
Normas: NBR 10068/87 - 10582	Diedro: 	quadro

3 2 1

3 2 1



Saia dianteira esquerda, esta se diferencia da saia direita por não ter o alto relevo da polia do motor





Relevo da polia do motor presente na saia direita

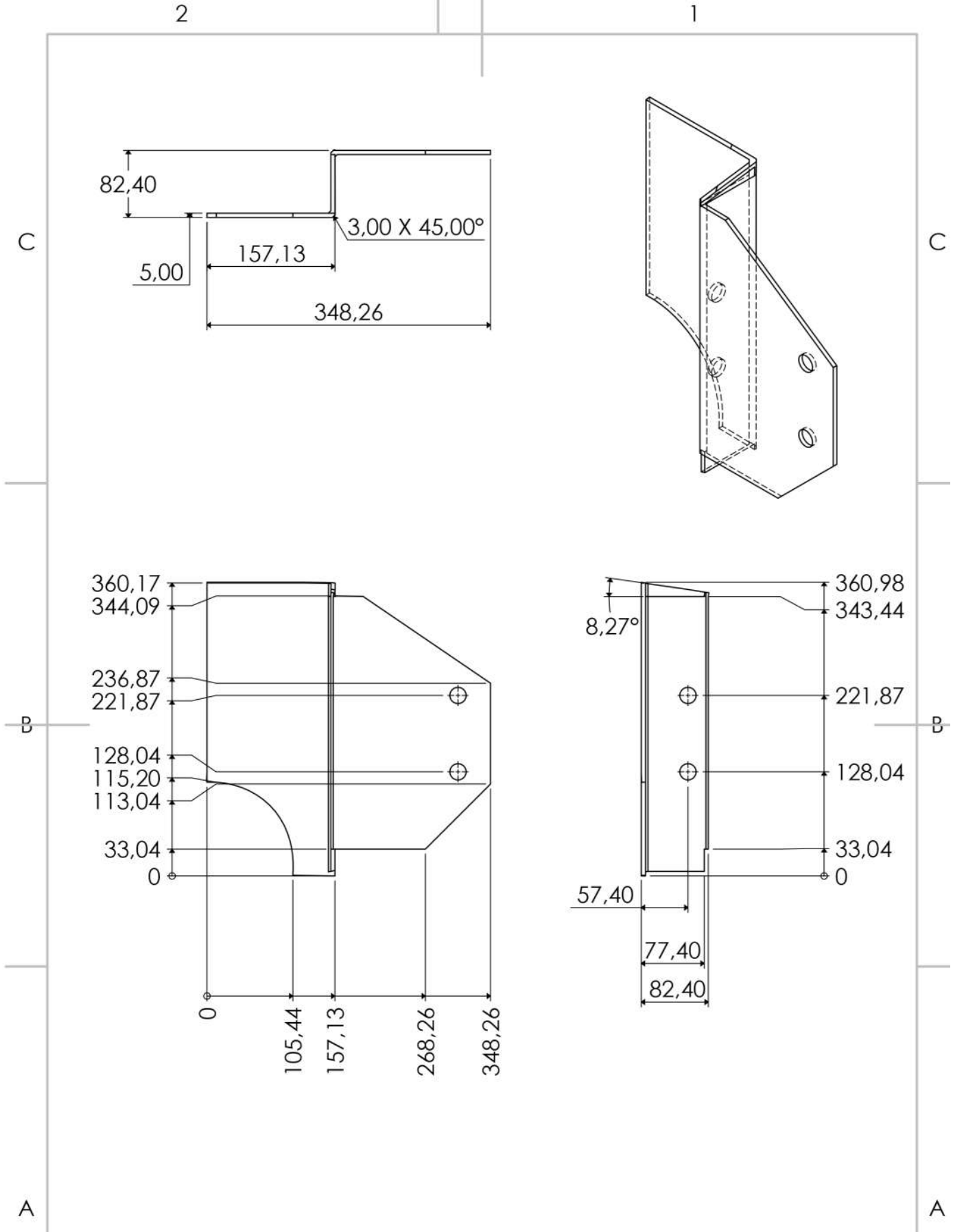
C

B

A

 Universidade Federal do Rio de Janeiro Departamento de Desenho Industrial	CLA - Escola de Belas Artes Título do projeto	
	Motocicleta elétrica FOHAT	
Autores: Ítalo Ramos Costa; Alvaro Mesquita Orientador: Valdir Soares	Escala: 1:7	Data: 16/01/2020 Título do desenho saia dianteira
Normas: NBR 10068/87 - 10582	Diedro: 	Cotas em mm / A3

3 2 1



Universidade Federal do Rio de Janeiro
 Departamento de Desenho Industrial

Autores: Ítalo Ramos Costa; Álvaro Mesquita

Orientador: Valdir Soares Escala: 1:6

Normas: NBR 10068/87 - 10582 Diedro:

CLA - Escola de Belas Artes

Título do projeto

Motocicleta elétrica FOHAT

Título do desenho

Data: 15/01/2020

chapa de isolamento

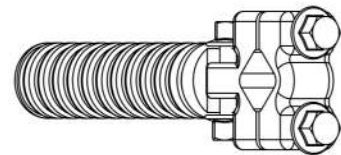
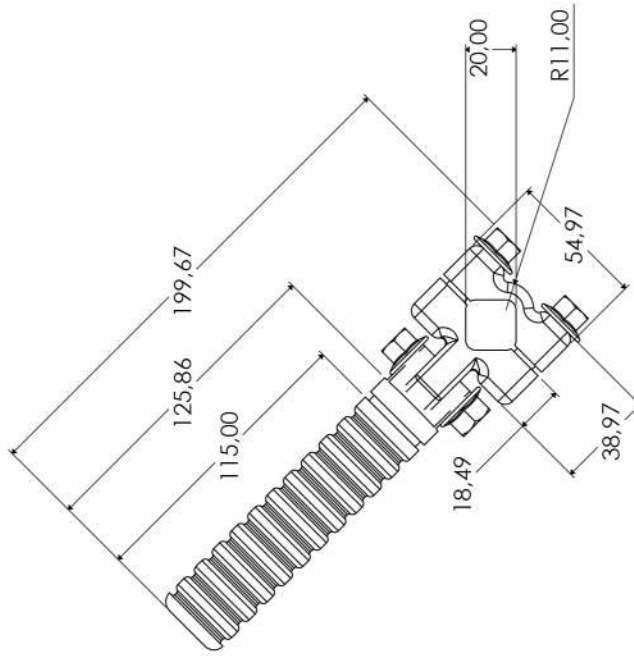
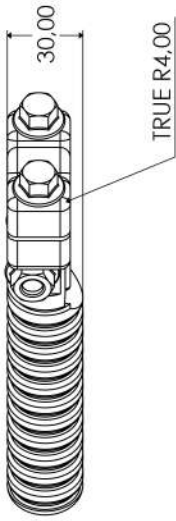
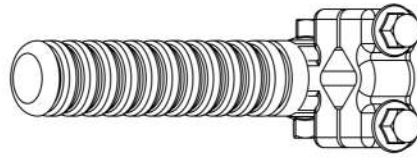
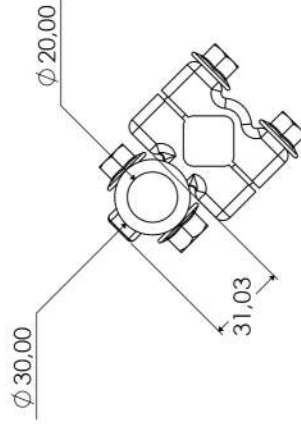
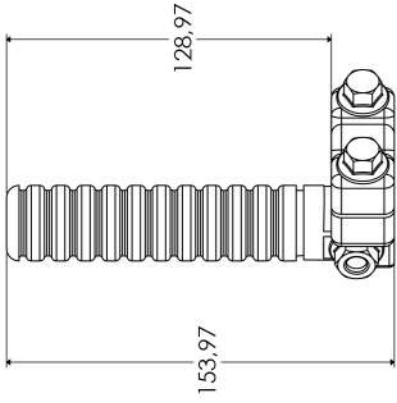
Cotas em mm A4

1

2

3

PEDALEIRA DOBRADA



C

B

A



Universidade Federal do Rio de Janeiro
Departamento de Desenho Industrial

Autores: Ítalo Ramos Costa; Alvaro Mesquita

Orientador: Valdir Soares Escala: 1:2

Normas: NBR 10068/87 - 10582 Diedro: ∇ \oplus

CLA - Escola de Belas Artes
Título do projeto

Motocicleta elétrica FOHAT

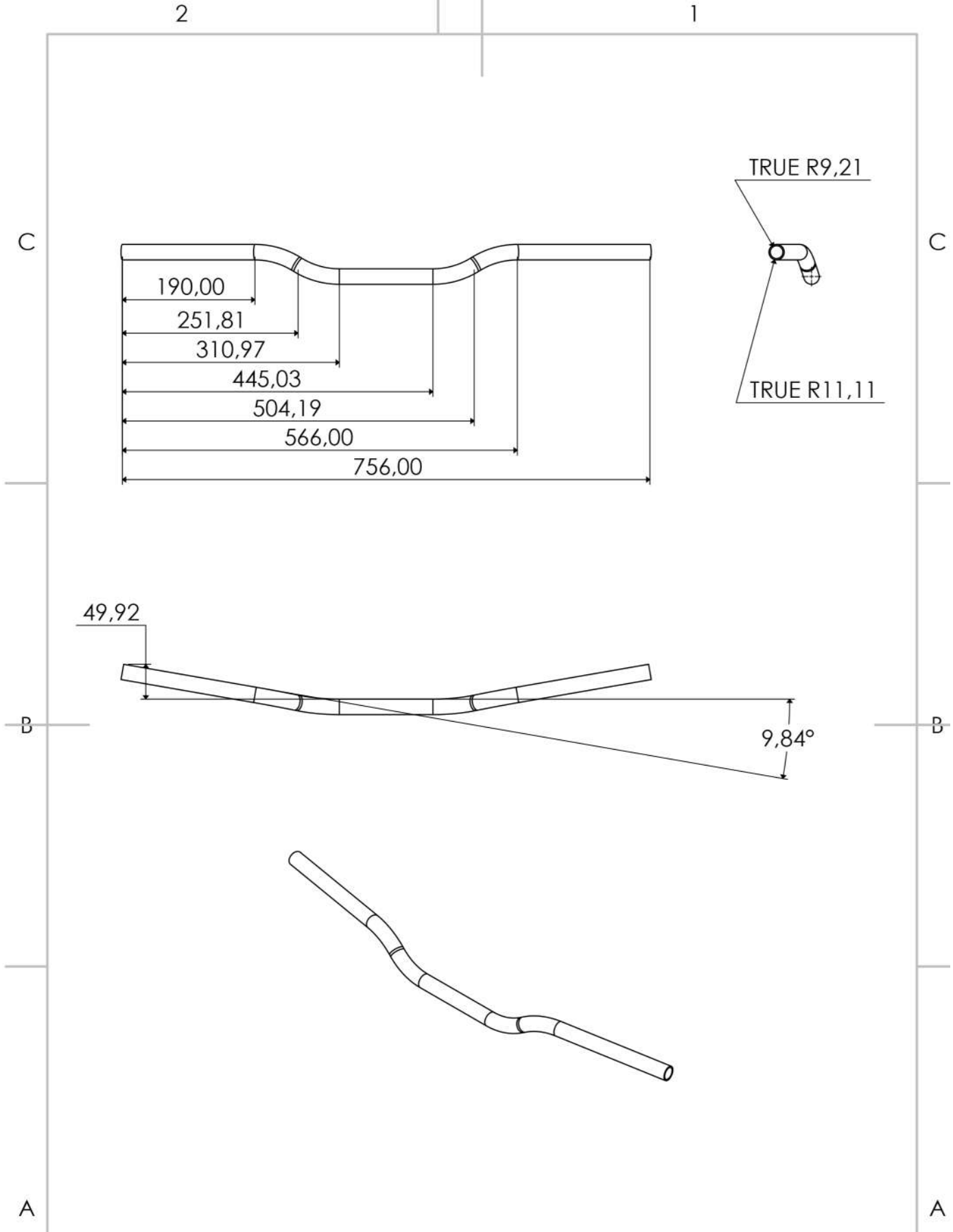
Título do desenho Data: 16/01/2020

pedaleira Cotas em mm /A3

1

2

3



Universidade Federal do Rio de Janeiro
 Departamento de Desenho Industrial

Autores: Ítalo Ramos Costa; Álvaro Mesquita

Orientador: Valdir Soares

Escala: 1:7

Normas: NBR 10068/87 - 10582

Diedro:

CLA - Escola de Belas Artes

Título do projeto

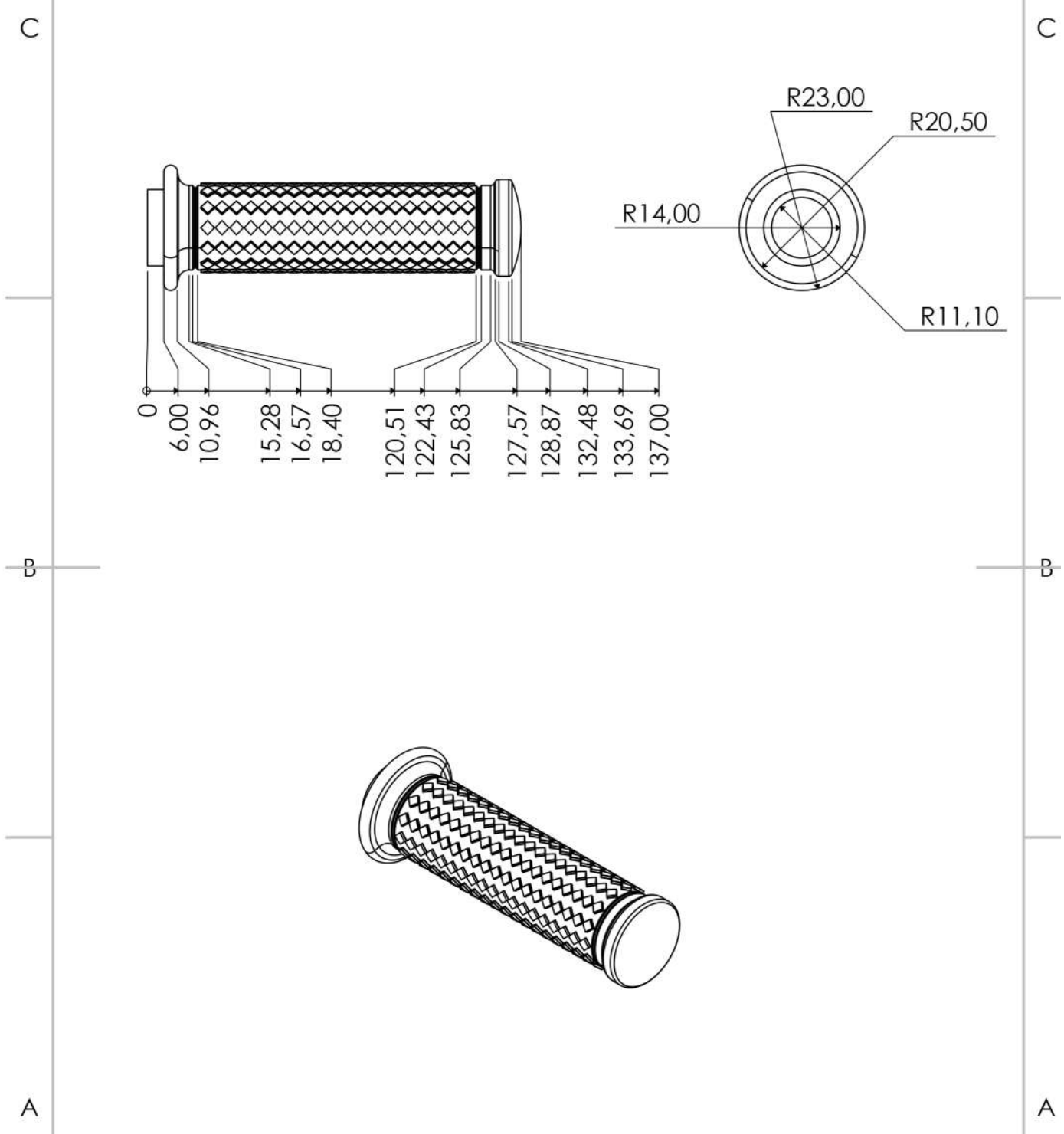
Motocicleta elétrica FOHAT

Título do desenho

guidão

Data: 16/01/2020

Cotas em mm A4



Universidade Federal do Rio de Janeiro
 Departamento de Desenho Industrial

Autores: Ítalo Ramos Costa; Álvaro Mesquita

Orientador: Valdir Soares

Escala: 1:2

Normas: NBR 10068/87 - 10582

Diedro:

CLA - Escola de Belas Artes

Título do projeto

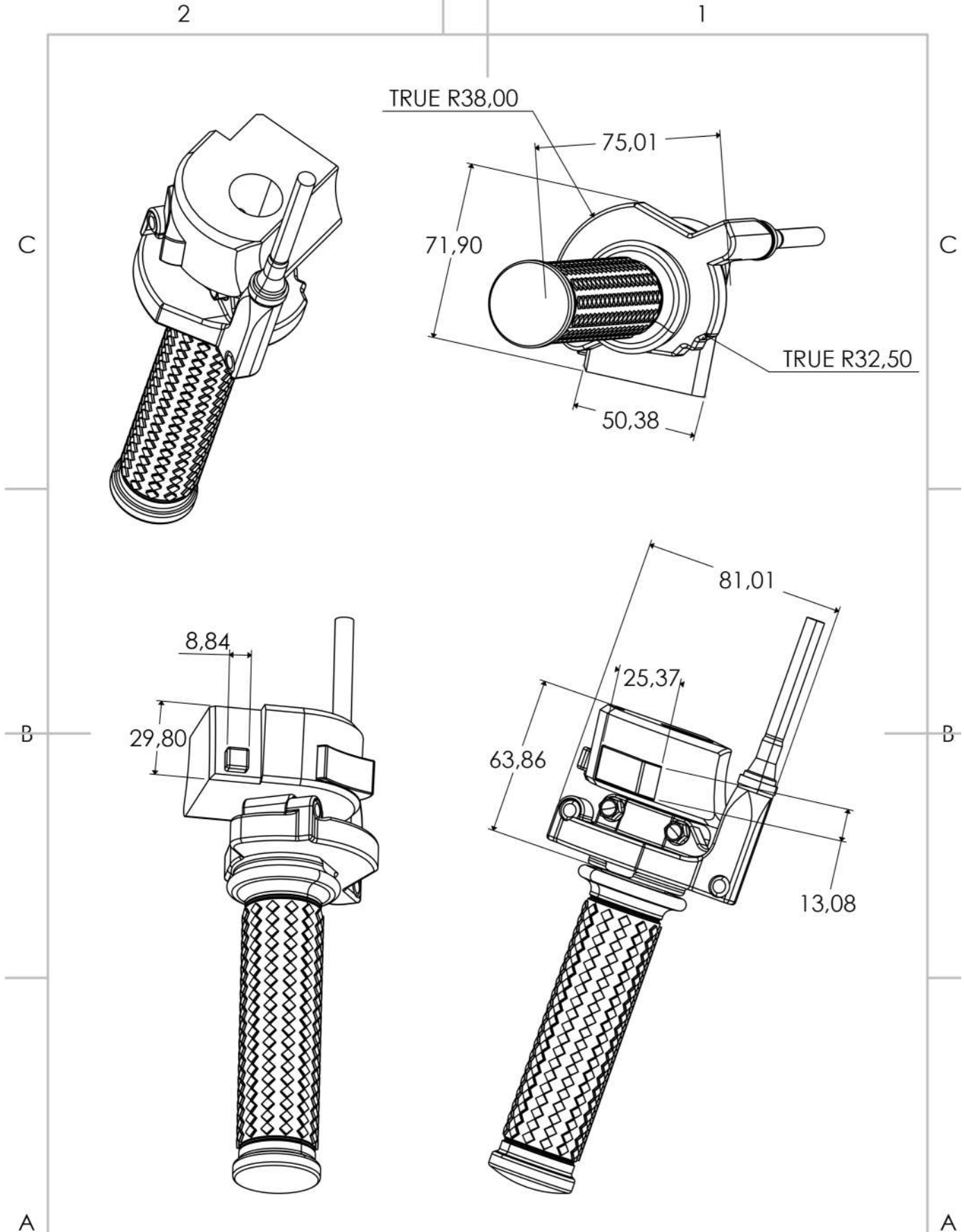
Motocicleta elétrica FOHAT

Título do desenho

manete

Data: 16/01/2020

Cotas em mm | A4



Universidade Federal do Rio de Janeiro
Departamento de Desenho Industrial

Autores: Ítalo Ramos Costa; Álvaro Mesquita

Orientador: Valdir Soares

Escala: 1:2

Normas: NBR 10068/87 - 10582

Diedro:

CLA - Escola de Belas Artes

Título do projeto

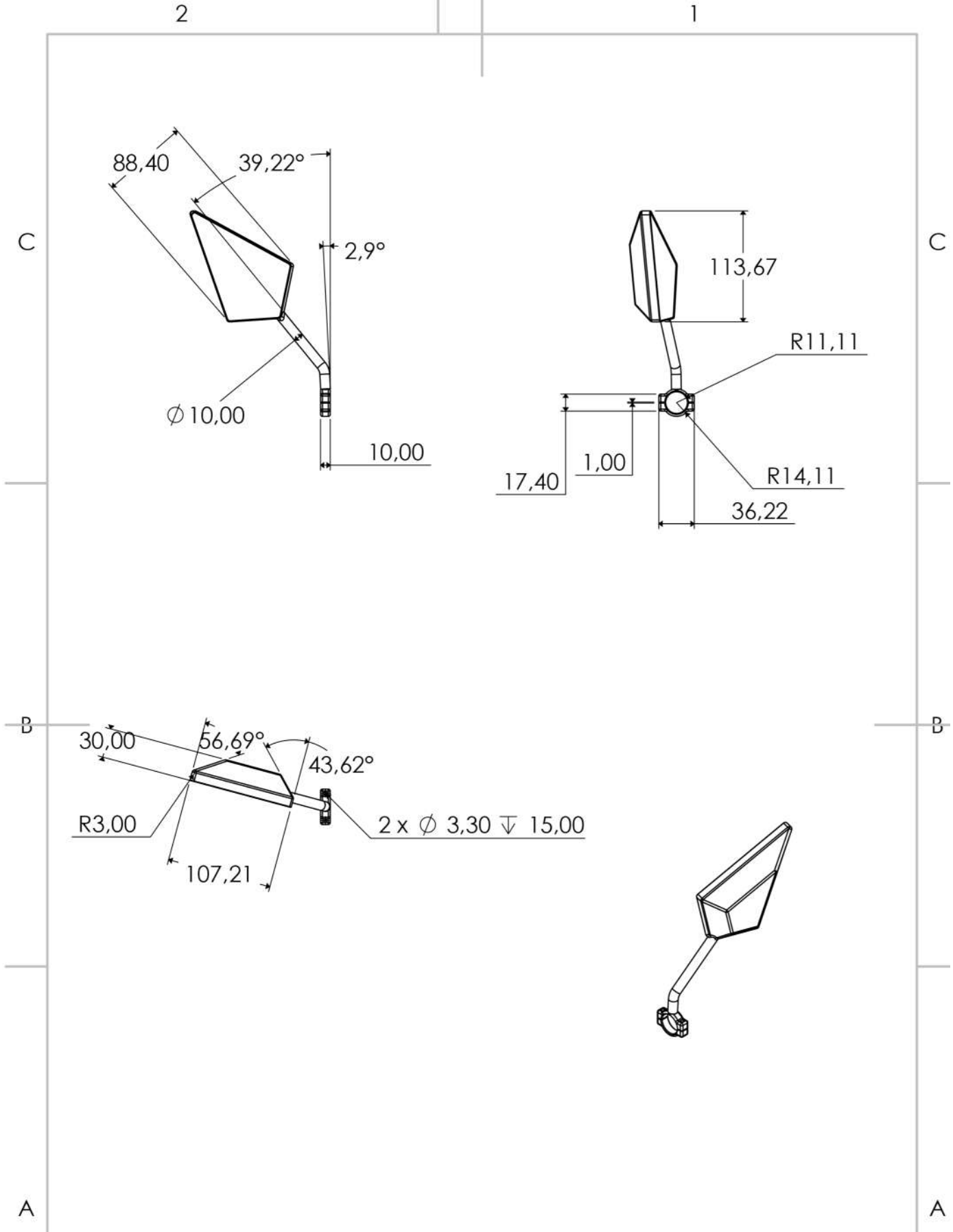
Motocicleta elétrica FOHAT

Título do desenho

manete de aceleração

Data: 16/01/2020

Cotas em mm A4



Universidade Federal do Rio de Janeiro
 Departamento de Desenho Industrial

Autores: Ítalo Ramos Costa; Álvaro Mesquita

Orientador: Valdir Soares Escala: 1:5

Normas: NBR 10068/87 - 10582 Diedro:

CLA - Escola de Belas Artes

Título do projeto

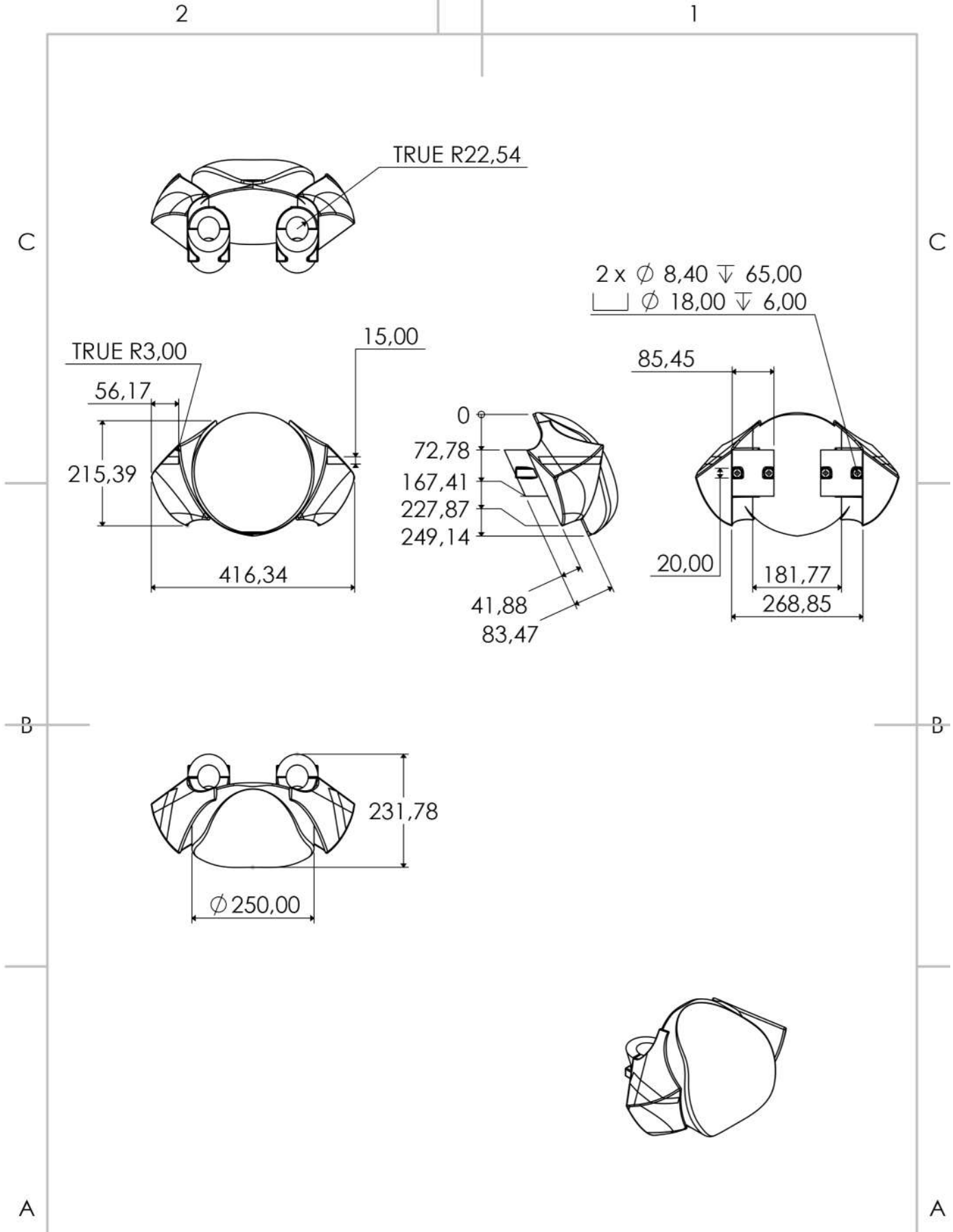
Motocicleta elétrica FOHAT

Título do desenho

retrovisor

Data: 16/01/2020

Cotas em mm A4



Universidade Federal do Rio de Janeiro
Departamento de Desenho Industrial

Autores: Ítalo Ramos Costa; Álvaro Mesquita

Orientador: Valdir Soares

Escala: 1:10

Normas: NBR 10068/87 - 10582

Diedro:

CLA - Escola de Belas Artes

Título do projeto

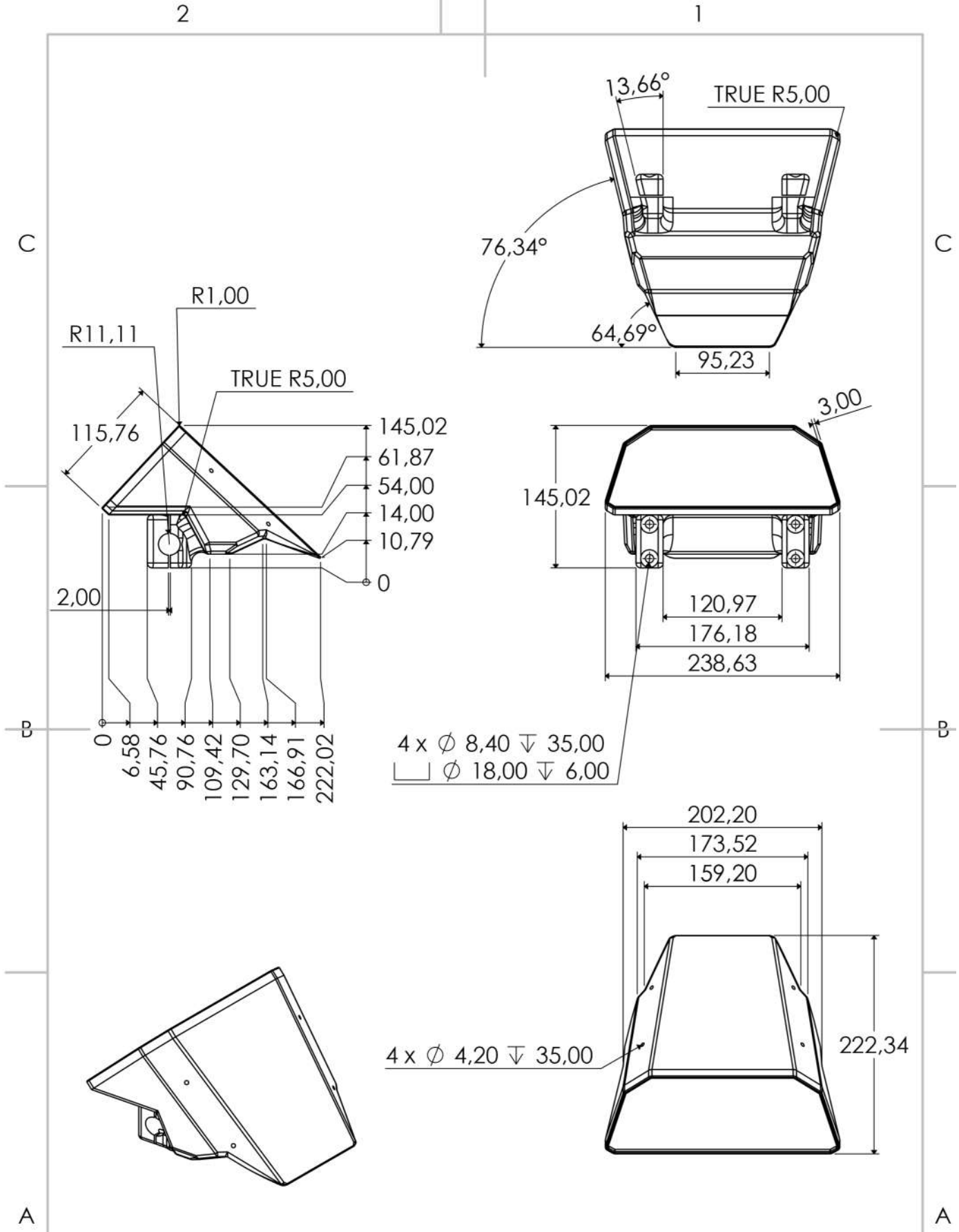
Motocicleta elétrica FOHAT

Título do desenho

farol

Data: 16/01/2020

Cotas em mm A4



Universidade Federal do Rio de Janeiro
Departamento de Desenho Industrial

Autores: Ítalo Ramos Costa; Álvaro Mesquita

Orientador: Valdir Soares

Escala: 1:5

Normas: NBR 10068/87 - 10582

Diedro:

CLA - Escola de Belas Artes

Título do projeto

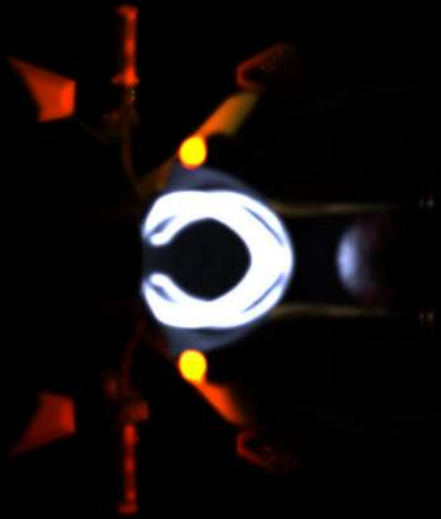
Motocicleta elétrica FOHAT

Título do desenho
painel

Data: 17/01/2020

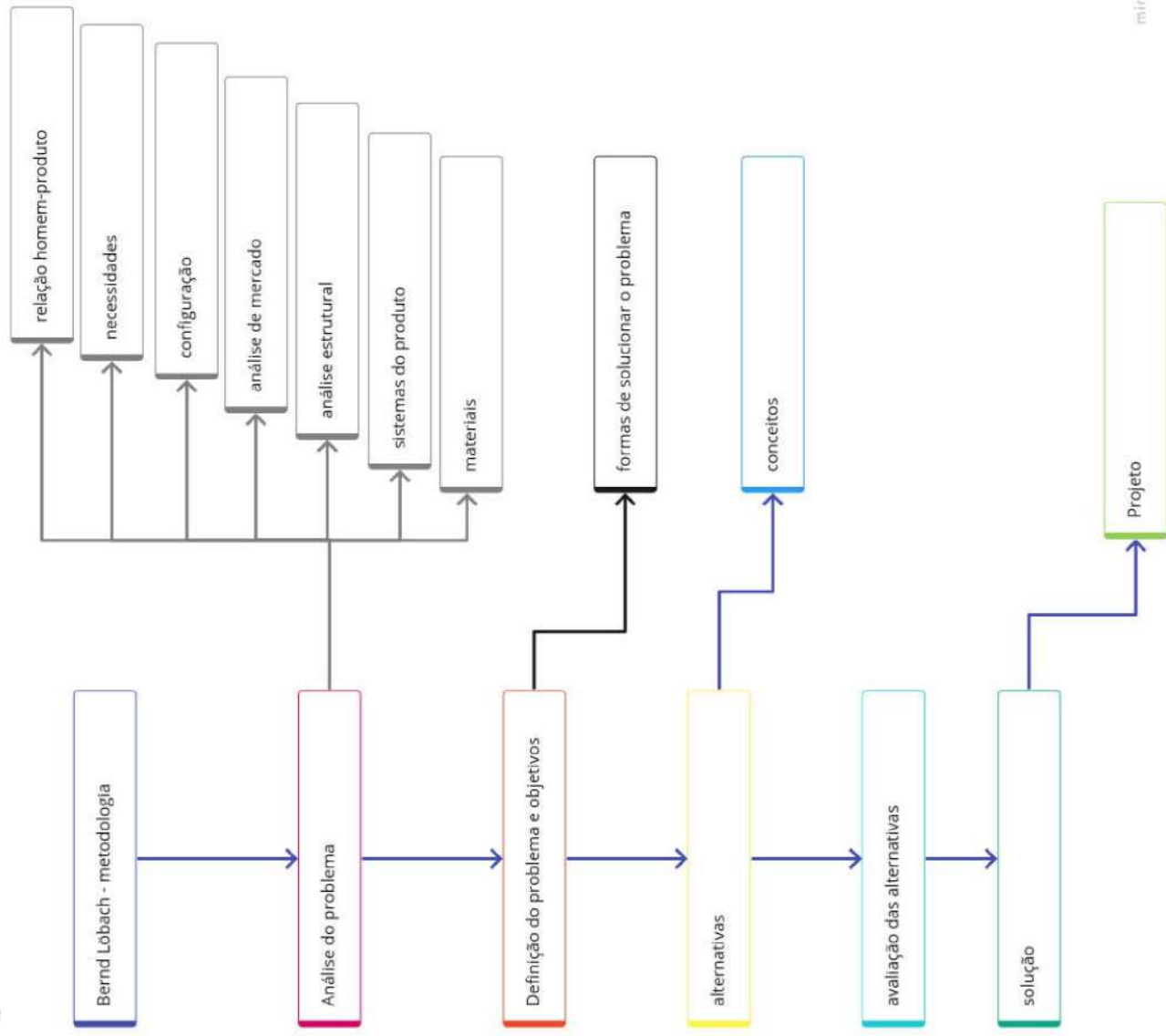
Cotas em mm A4

FOHAT
ELECTRIC MOTORCYCLE



FEOMAT

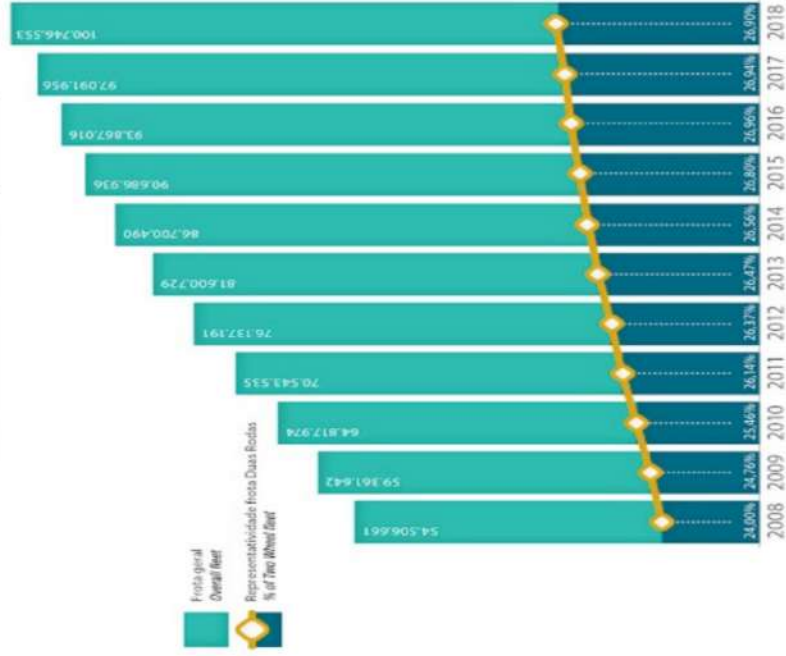
METODOLOGIA



FECHAT

JUSTIFICATIVA

Frota - representatividade de Motocicletas e Similares na frota geral (2008-2018)
Two Wheel share of overall fleet (2008-2018)



FEOHAT

JUSTIFICATIVA - RISCOS

Físico: ruídos elevados, variações térmicas, vibrações que levam a desgastes articulares em geral, incluindo na coluna vertebral, podendo causar hérnia de disco;

Químico: inalação de poeira, fuligem, gases e vapores;

Ergonômico: posturas sobre o veículo que podem levar a lesões por esforço repetitivo;

Biológico: contato principalmente de nariz, boca e olhos, com microrganismos presentes no ar e no solo.



FECHAAT

JUSTIFICATIVA - ECONOMICA

- Manutenção
- Combustível

Diferença no valor do abastecimento:

- Kwh = R\$0,569 (Junho de 2019)

- Gasolina/L = R\$4,378 (Julho de 2019)

- Elétrico Nissan Leaf faz 6.5Km/Kwh - $0,569/6,5 = 0,087$

- I30 faz 10.5Km/L - $4,378/10,5 = 0,416$

Logo, veículos elétricos são mais baratos.



FOHAT

MOTOS MAIS VENDIDAS

O mercado tem uma maior procura pelos seguintes modelos:

- city;
- cub;
- trail.

Valor de cilindradas:

51cm³ até 300cm³

Vendas no atacado por categoria (2013-2018)

Domestic wholesale trade by type (2013-2018)

Categoria / Type	2013		2014		2015		2016		2017		2018	
	Unidades Units	%	Unidades Units	%	Unidades Units	%	Unidades Units	%	Unidades Units	%	Unidades Units	%
Street	761.037	47,76%	643.147	44,96%	558.499	46,94%	470.414	54,82%	415.225	50,97%	484.182	50,56%
Trail / Fun	282.379	17,75%	272.142	19,03%	265.027	22,27%	172.951	20,15%	173.421	21,29%	201.145	21,00%
Motometa / Cub	406.227	25,51%	367.084	25,66%	242.626	20,39%	118.159	13,77%	111.511	13,69%	142.835	14,92%
Scooter	31.370	1,97%	42.491	2,97%	35.696	3,00%	37.293	4,35%	58.288	7,16%	67.183	7,02%
Naked	20.494	1,29%	17.409	1,22%	17.164	1,44%	17.468	2,04%	19.386	2,38%	22.670	2,37%
Bigtrail	12.898	0,81%	20.148	1,41%	18.706	1,57%	14.566	1,70%	14.751	1,81%	16.674	1,74%
Off-Road	11.106	0,70%	13.814	0,97%	13.579	1,14%	8.710	1,02%	8.297	1,02%	10.110	1,06%
Custom	14.339	0,90%	10.652	0,74%	8.964	0,75%	7.863	0,92%	6.845	0,84%	7.142	0,75%
Sport	12.506	0,79%	11.269	0,79%	10.834	0,91%	7.461	0,87%	5.387	0,66%	5.605	0,59%
Touring	2.080	0,13%	939	0,07%	651	0,05%	572	0,07%	177	0,02%	71	0,01%
Ciclomotor	38.241	2,40%	31.298	2,19%	18.187	1,53%	2.663	0,31%	1.285	0,16%	-	0,00%
Total / Total	1.592.677	100,00%	1.430.393	100,00%	1.189.933	100,00%	856.120	100,00%	814.573	100,00%	957.617	100,00%

Fonte / Source: Associações / Associations

Vendas no varejo por categoria - emplacamentos (2013-2018)

Retail sales by type - licensing (2013-2018)

Categoria / Type	2013		2014		2015		2016		2017		2018	
	Porcentagem/Percentage		Porcentagem/Percentage		Porcentagem/Percentage		Porcentagem/Percentage		Porcentagem/Percentage		Porcentagem/Percentage	
Street	50,6%		47,9%		41,1%		40,8%		41,4%		41,1%	
Motometa / Cub	27,4%		28,6%		31,8%		34,6%		31,8%		32,2%	
Trail / Fun	18,0%		19,4%		22,5%		19,6%		21,5%		21,7%	
Custom	0,8%		0,7%		0,8%		0,7%		0,8%		0,7%	
Bigtrail	0,9%		1,2%		1,3%		1,3%		1,5%		0,9%	
Naked	1,1%		1,3%		1,5%		1,9%		2,0%		2,5%	
Sport	1,0%		0,8%		0,8%		0,9%		0,8%		0,7%	
Touring	0,1%		0,1%		0,1%		0,1%		0,2%		0,2%	
Total de emplacamentos Total of licensing	100,00%		100,00%		100,00%		100,00%		100,00%		100,00%	

Fonte/Source: Renavam



FOHAT

VENDAS NAS REGIOES

Vendas no atacado | Distribuição geográfica (2008-2018)

Domestic wholesale trade | Geographical distribution (2008-2018)

Estados / States	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Norte / North	0,79	0,79	0,58	0,86	0,57	0,65	0,73	0,82	0,94	0,88	12,30
Nordeste / Northeast	1,21	1,15	1,33	1,41	1,58	1,69	1,74	1,79	1,89	1,90	32,38
Sudeste / Southeast	2,18	2,29	2,30	1,89	1,75	1,92	1,94	1,81	1,98	1,81	34,21
Sul / South	4,56	4,33	3,96	3,72	3,01	3,00	3,05	3,44	4,17	4,77	11,14
Centro-Oeste / Center West	0,92	0,86	0,82	0,83	0,92	1,04	1,08	1,03	1,13	1,21	9,96

Vendas no varejo | Distribuição geográfica (2013-2018)

Retail Sales | Geographical distribution (2013-2018)

Estados States	2013		2014		2015*		2016*		2017		2018	
	Unidades Units	%	Unidades Units	%	Unidades Units	%	Unidades Units	%	Unidades Units	%	Unidades Units	%
Norte / North	197.791	13,05	189.702	13,27	158.121	12,91	112.682	12,52	104.703	12,30	109.401	11,64
Nordeste / Northeast	562.551	37,12	519.312	36,32	465.026	37,97	357.460	39,73	291.885	34,30	302.325	32,16
Sudeste / Southeast	460.597	30,39	448.279	31,35	383.176	31,29	276.743	30,76	289.512	34,02	332.078	35,32
Sul / South	146.814	9,69	130.889	9,16	102.244	8,35	71.568	7,95	82.295	9,67	102.406	10,89
Centro-Oeste / Center West	147.818	9,75	141.510	9,90	116.030	9,47	81.340	9,04	82.618	9,71	93.898	9,99

DETRAN

VENDAS NAS CAPITAIS

Estados States	Capitais Capitals	2013		2014		2015*		2016*		2017		2018	
		Unidades Units	% no Estado % of the State	Unidades Units	% no Estado % of the State	Unidades Units	% no Estado % of the State	Unidades Units	% no Estado % of the State	Unidades Units	% no Estado % of the State	Unidades Units	% no Estado % of the State
AC	Rio Branco	4.877	54,96	4.914	52,59	4.372	52,49	3.615	55,91	4.279	59,30	4.913	59,51
AM	Manaus	15.916	59,68	17.577	65,89	11.971	61,74	8.344	63,48	9.000	64,02	10.537	63,59
AP	Macapá	3.133	68,09	3.385	69,69	2.830	67,79	1.948	68,07	2.065	68,56	2.364	70,04
PA	Belém	14.033	13,77	11.182	11,70	9.740	11,96	7.545	13,06	7.640	14,80	7.970	15,78
RO	Porto Velho	7.018	24,02	6.769	23,47	5.391	23,20	3.894	22,03	3.348	21,07	3.386	19,38
RR	Boa Vista	5.079	83,15	4.625	79,91	3.672	80,65	2.850	82,77	2.310	79,49	1.904	78,52
TO	Palmas	4.006	20,34	3.664	19,71	3.714	21,89	2.631	23,23	2.597	25,96	2.924	27,07
AL	Maceió	6.121	25,16	5.899	25,08	5.103	25,79	3.748	25,71	4.112	27,81	6.472	32,89
BA	Salvador	10.309	9,64	8.294	8,55	7.061	9,11	5.512	10,98	6.102	11,69	7.981	14,18
CE	Fortaleza	27.622	23,95	26.143	24,76	24.161	26,24	17.676	28,08	14.631	26,21	15.564	26,11
MA	São Luís	9.148	9,94	8.828	10,04	7.979	10,37	6.157	12,18	6.471	13,04	5.794	12,99
PB	João Pessoa	7.078	19,14	6.623	19,26	9.703	23,61	9.489	25,54	6.652	27,17	7.042	28,75
PE	Recife	13.528	16,27	13.163	17,49	13.050	16,98	9.290	18,35	7.757	19,96	9.134	20,37
PI	Teresina	18.306	33,70	15.311	31,39	12.447	32,66	9.294	36,06	8.570	36,44	8.502	37,34
RN	Natal	7.130	23,12	6.502	23,10	6.143	23,50	5.524	15,24	4.557	24,62	3.996	24,50
SE	Aracaju	5.173	27,83	4.939	26,35	4.870	29,54	7.134	24,27	3.482	24,67	3.643	26,51
ES	Vitoria	2.286	7,74	1.905	6,99	1.474	6,48	1.059	7,26	1.207	7,72	1.352	8,03
MG	Belo Horizonte	17.225	13,39	16.291	13,33	13.290	12,12	9.733	11,90	11.398	15,38	12.891	16,08
RJ	Rio de Janeiro	25.982	35,54	31.618	38,90	24.575	35,66	16.223	35,39	16.018	37,61	17.697	38,68
SP	São Paulo	43.447	18,95	42.218	19,41	36.116	19,86	28.543	21,22	34.439	21,91	42.909	22,67
PR	Curitiba	8.194	16,08	6.662	14,80	5.560	14,75	4.304	15,70	6.455	19,09	8.048	18,73
RS	Porto Alegre	5.404	11,74	4.838	12,21	3.765	12,34	2.858	13,40	3.106	13,92	3.607	13,27
SC	Florianópolis	3.666	7,36	3.694	7,99	3.109	9,13	2.151	9,43	2.490	9,51	2.853	8,84
DF	Brasília	14.462	100,00	14.514	100,00	12.939	100,00	8.698	100,00	9.712	100,00	11.292	100,00
GO	Goiania	14.250	23,38	12.762	23,45	9.709	21,83	6.537	22,07	6.568	22,41	6.675	21,67
MS	Campo Grande	8.008	34,67	8.118	37,19	6.442	36,98	5.052	39,19	5.804	44,81	7.068	47,70
MT	Cuiabá	7.515	15,24	7.606	14,99	6.382	15,50	5.048	16,75	5.439	17,75	6.535	17,67
Total Emplicado Total licensing		1.515.571		1.429.692		1.224.597		899.793		851.013		940.108	

Fonte/Source: Renavam

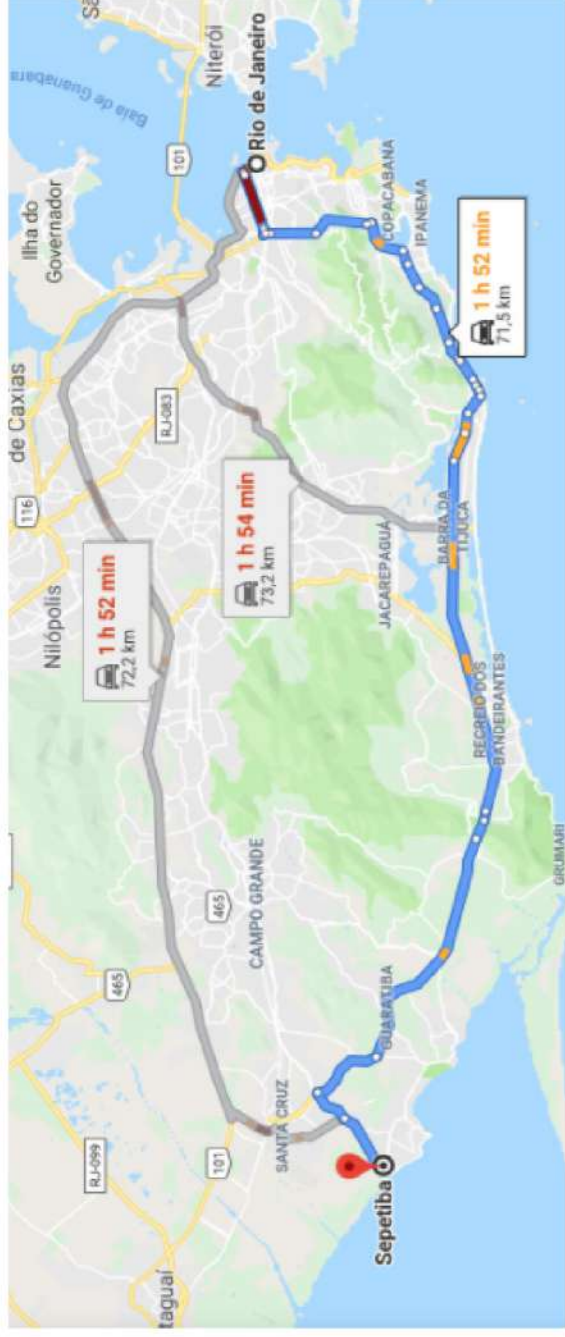
(*) Foram desconsiderados os ciclomotores usados, cujo licenciamento junto aos Detrans passou a ser obrigatório a partir da Lei nº 13.154, de 30/07/2015, e da Resolução Contran nº 555/15, de 17/09/2015.

Not including used mopeds, whose license at Detrans became mandatory with Law No. 13154, of 7/30/2015, and Resolution of Contran No. 555/15 from 9/17/2015.

FOHAT

PRINCIPAIS METROPOLES

Rio de Janeiro

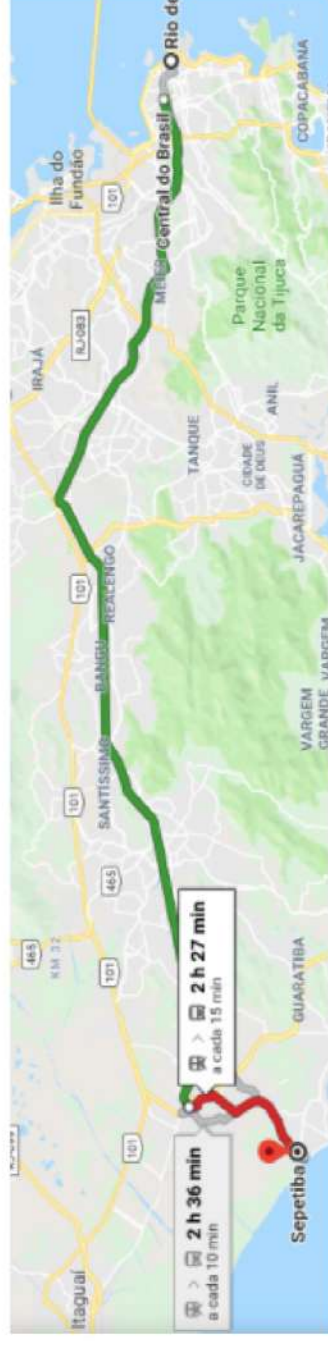


Deslocamento transporte particular:

- 72km de distância / 2h de viagem

Deslocamento transporte público:

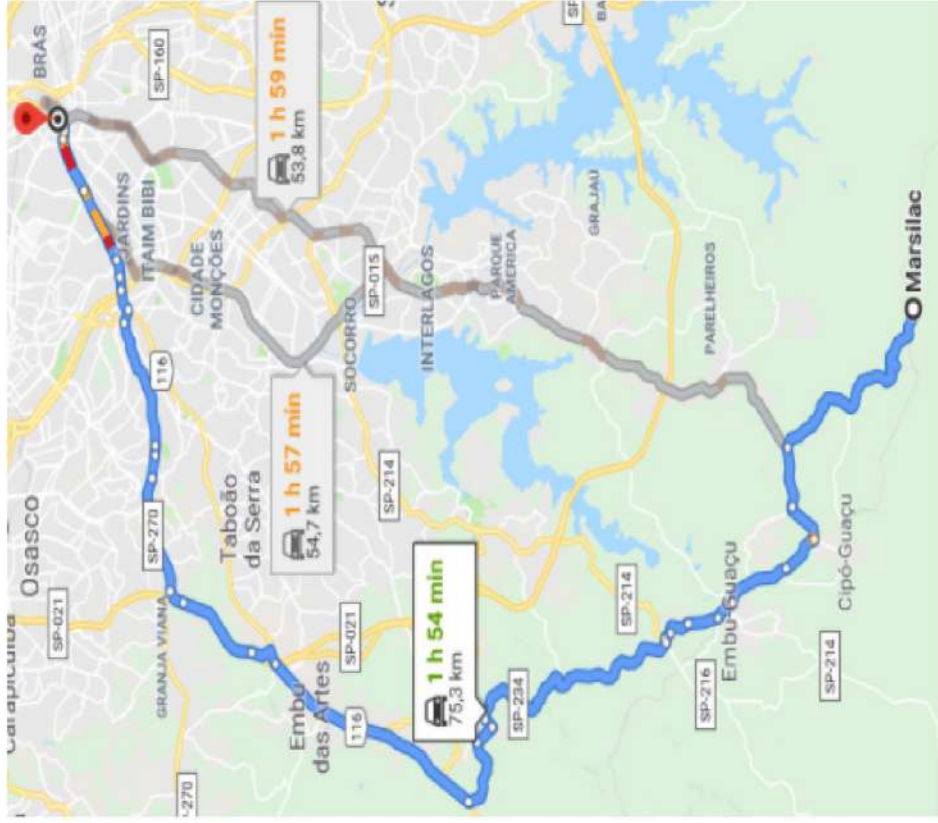
- 2h e 30min de viagem (sem considerar tempo de espera e baldeações)



FOHAT

PRINCIPAIS METROPOLES

São Paulo



Deslocamento transporte particular:

- 75km de distância / 2h de viagem

Deslocamento transporte público:

- 2h e 40min de viagem

FOHAT

OBJETIVO GERAL

Desenvolver uma moto elétrica que diminua os riscos físicos e ergonômicos.

Com os seguintes requisitos para o produto:

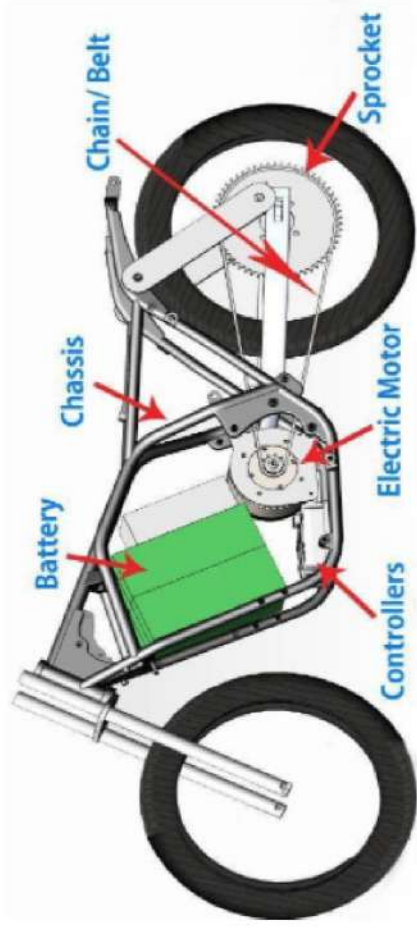
- que seja enquadrado dentre uma das três categorias de motos mais vendidas (Trial, Motoneta, Street);
- voltada para o ambiente urbano;
- sua aparência deve atrair o público jovem;
- autonomia de no mínimo 150 km;
- que tenha uma velocidade que permita o usuário trafegar por vias urbanas de grande movimento e velocidade;
- ergonômico;
- silencioso.

FOHAT

ELEMENTOS ELETRICOS

Os principais componentes que diferenciam uma moto elétrica são:

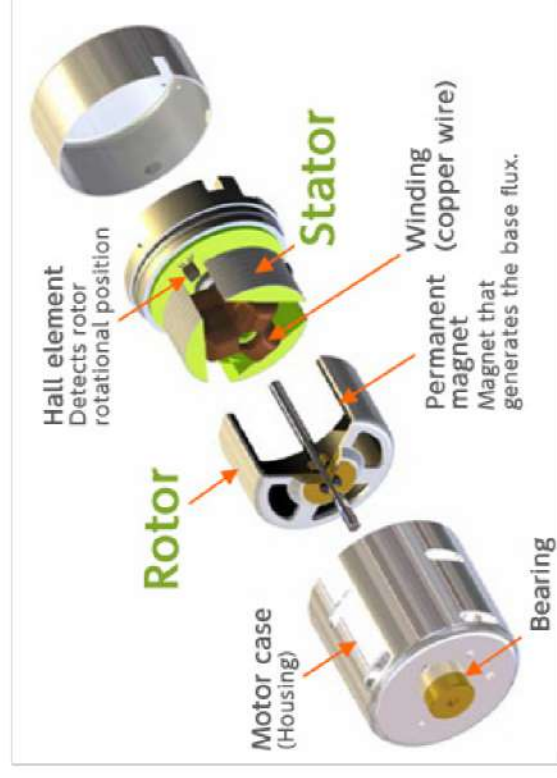
- motor;
- bateria;
- controlador



Características do motor *BLDC* (brushless direct current):

- alta eficiência;
- baixo ruído;
- menor e mais leve;
- boa resposta dinâmica;
- melhor relação velocidade e torque;
- alto alcance de velocidade;
- vida útil mais longa.





Rotor por fora do estator proporciona velocidade estável durante constante rotação além de possibilitar obter um elevado torque mais facilmente.



FOHAT

POTENCIA DO MOTOR

Para a definição da potência do motor, foram analisadas as seguintes motos:

Nome	Honda Cg 160 Titan	Honda CB 250F Twister	Honda NXR 160 Bros	Honda XRE 300
Imagem				
Categoria	City	City	Trial	Trial
Ranking mais vendidas em abril 2019	1° na categoria	2° na categoria	1° na categoria	2° na categoria
Potência	15,1 hp - 8000 RPM	22,6 - 7500 RPM	14,7 - 8500 RPM	25,6 - 7500 RPM

Para equivar a potência das motos analisadas, após realizações de alguns cálculos, determinou-se que a moto deveria possuir motor elétrico com potência entre 12,45 a 20,62 Kw.



FOHAT

BATERIA

Por se tratar de um projeto de um veículo, onde a relação peso e potência é super importante, foram escolhidas as baterias de LiFePo (Lítio Ferro Fosfato) devido suas características como:

1. **Peso:** possui aproximadamente $\frac{1}{3}$ a $\frac{1}{2}$ do peso quando comparadas a baterias de chumbo-ácido, são mais compactas;
2. **Segurança e estabilidade:** são incombustíveis e podem continuar funcionando em situações adversas como frio congelante, calor escaldante, ou terreno acidentado (vibrações não afetam);
3. **Longa vida útil:** baixa taxa de autodescarga, tempo de carregamento é reduzido, pode-se deixar em meia carga por longos períodos;
4. **Versatilidade:** não são de conteúdo aquoso e por serem estáveis quimicamente, podem ser instaladas em qualquer orientação;
5. **Impacto ambiental:** não são tóxicas, não contaminam e não possuem metais de terras raras.

Após alguns calculos, optou-se pela utilização de duas baterias de 48 v e 100 Ah ligadas em série.



FEOMAT

CONTROLADOR E PLUG

Para o projeto, o controlador utilizado é o Dragon8 da Sevcon versão de 96 V, devido sua compatibilidade com motores síncronos PMAC ou BLDC.



Existem várias normas e padrões que definem o plug para o carregamento de veículos elétricos seja para CA ou CC, como se não fosse o suficiente, cada país com seus respectivos mercados, optaram por desenvolver seus próprios padrões, cada um com suas características que possuem prós e contras.

	N. America	Japan	EU <i>and the rest of markets</i>	China	All Markets <i>except EU</i>
AC					
	J1772 (Type 1)	J1772 (Type 1)	Mennekes (Type 2)	GB/T	
DC					
	CCS1	CHAdeMO	CCS2	GB/T	Tesla

FOHAT

IEC 62169-2

Este padrão foi adotado pela ACEA (Associação de Fabricantes Europeus de Automóveis).
Permite a utilização de três modos de carregamento: normal, semi-rápido e rápido.



Características:

- monofásico/trifásico (sistema mais compacto quando comparado a outro sistema monofásico de mesma potência, o que deve ser levado em consideração caso alguém deseje possuir um posto de recarga rápida em casa);
- se comunica entre o veículo e o eletroposto;



FOHAT

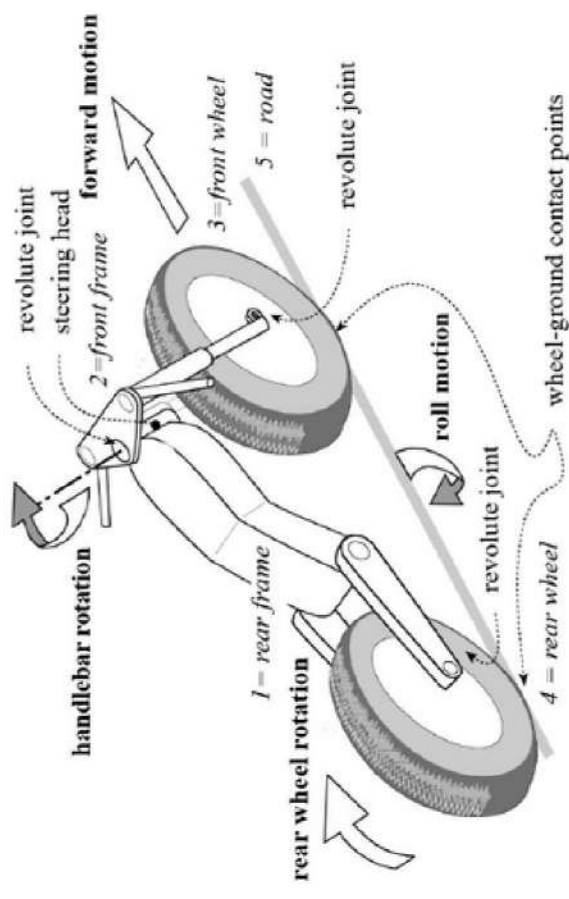
COMPOSICAO MECANICA E DINAMICA

A moto é basicamente formada pelos seguintes elementos:

- Montagem traseira: quadro, assento, tanque, motor e transmissão;
- Montagem dianteira: garfo, cabeça/mesa do garfo e guidão;
- Roda dianteira;
- Roda trazeira.

Os três movimentos principais de rotação que compõem a dinâmica da motocicleta:

- Movimento para frente, que se dá através da rotação das rodas, sendo geralmente impulsionada pela roda traseira que está ligada ao trem de força;
- Rotação do guidão, que indica o direcionamento do movimento;
- Inclinação, que se dá através da rotação dos pontos de contato das rodas com o solo.

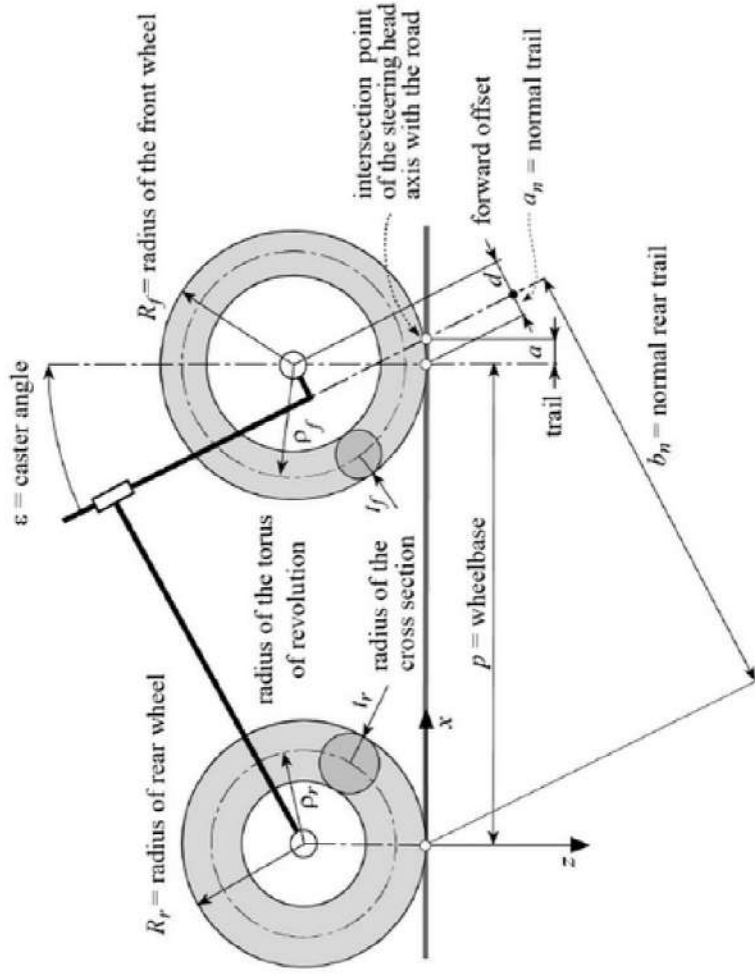


FEHAT

GEOMETRIA DA MOTOCICLETA

Os parâmetros geométricos mais básicos geralmente utilizados para descrever motocicletas são:

- Distância entre eixos p : distância de contato dos pneus no solo (1200mm: scooters; 1300mm: motocicletas leves (125cc de volume); 1350mm: motocicletas médias (250cc de volume); 1600mm para cima: motocicletas do tipo turismo e com grande capacidade volumétrica).
- Angulo de cáster ε : ângulo entre o eixo vertical e o eixo da cabeça do garfo (19° para speedway; $21^\circ - 24^\circ$ para esportivas ou de competição; $27^\circ - 34^\circ$ para turismo (touring));
- Trail α : distância entre o ponto de contato da roda dianteira no solo e o ponto de interseção do eixo da cabeça do garfo com o solo, medido no plano do solo ($75 - 90$ mm para motocicletas de competição; $90 - 100$ mm para touring e motocicletas esportivas; 120 mm para motos puramente de turismo).

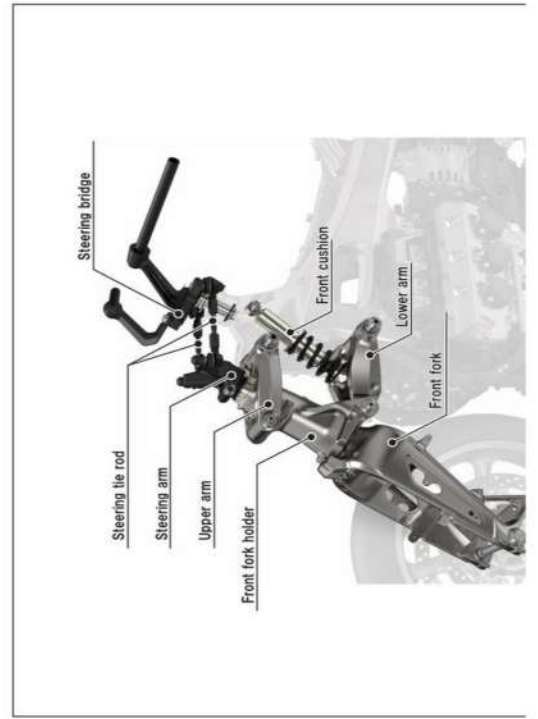


FOHAT

ELEMENTOS MECANICOS

Outros elementos que foram analisados:

- Chassi (treliça, berço duplo, perimetro, etc)
- Suspensão (telescópica, estilingue, telelever, duolever, etc)
- Transmissão (correia, corrente, eixo cardan, etc).



FOHAT

ERGONOMIA - POSTURAS DE PILOTAGEM

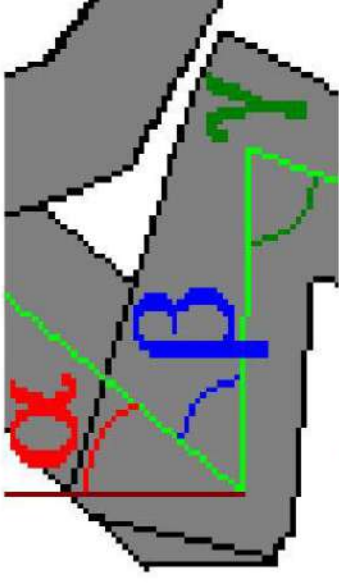
Esporte - ataque



Trail - neutra



Custom - relaxada



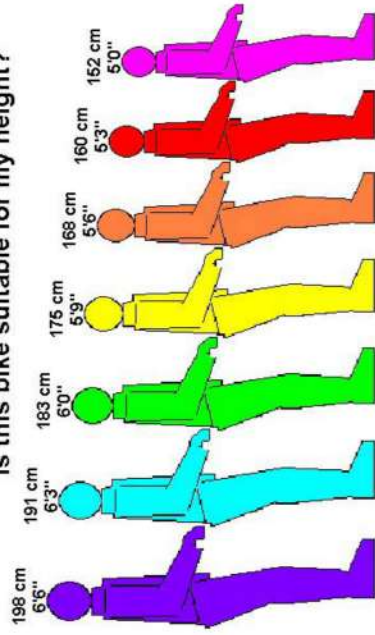
α = Ângulo de inclinação de la espalda
 β = Ângulo de torsión de la cadera
 γ = Ângulo de flexión de las rodillas

- α : indica o quanto a coluna estará inclinada, indicando ainda o quanto de peso o próprio piloto estará sustentando em seus braços, sendo o ideal, a mesma estar ereta;
- β : indica a forma como se está sentado na motocicleta, quanto maior esse ângulo, mais confortável será a postura, valores a partir de 75° são considerados bons para postura tipo neutra;
- γ : indica o quanto os joelhos estão dobrados ou esticados, quanto maior for esse ângulo, mais confortável será a postura.

FEOMAT

ERGONOMIA - POSICIONAMENTO DE PE

¿Es esta moto adecuada para mi estatura?
Is this bike suitable for my height?



- inclinação acima de 20°: é considerado desaconselhável o modelo da motocicleta;
- inclinação abaixo de 10°: considerada aceitável;
- inclinação entre 10° e 20°: depende da experiência do piloto.

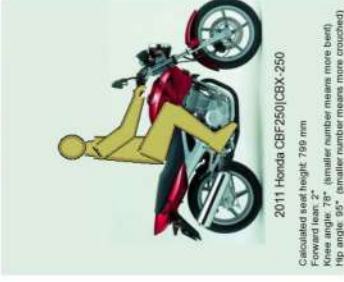
FOHAT

ERGONOMIA - PERCENTIS BRASILEIROS

Percentil 5% Feminino - 1,49m

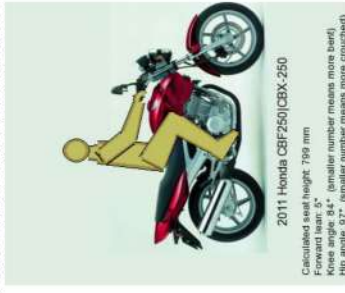


Percentil 50% Masculino - 1,70m



- Percentil 5% feminino tem dificuldade de apoiar os pés no chão (13°);
- Percentil 95% masculino já tem o joelho um pouco mais tensionado (75°).

Percentil 5% Masculino - 1,60m



Percentil 95% Masculino - 1,81m



Conclusão

Adequação do produto de maneira que proporcione uma postura de pilotagem neutra mais confortável possível, utilizando regulagens que não interfiram na geometria da motocicleta.

FOHAT

CONCEITO - SKETCHES PRELIMINARES



FEOHAT

CONCEITO - SKETCHES QUE DIALOGAM



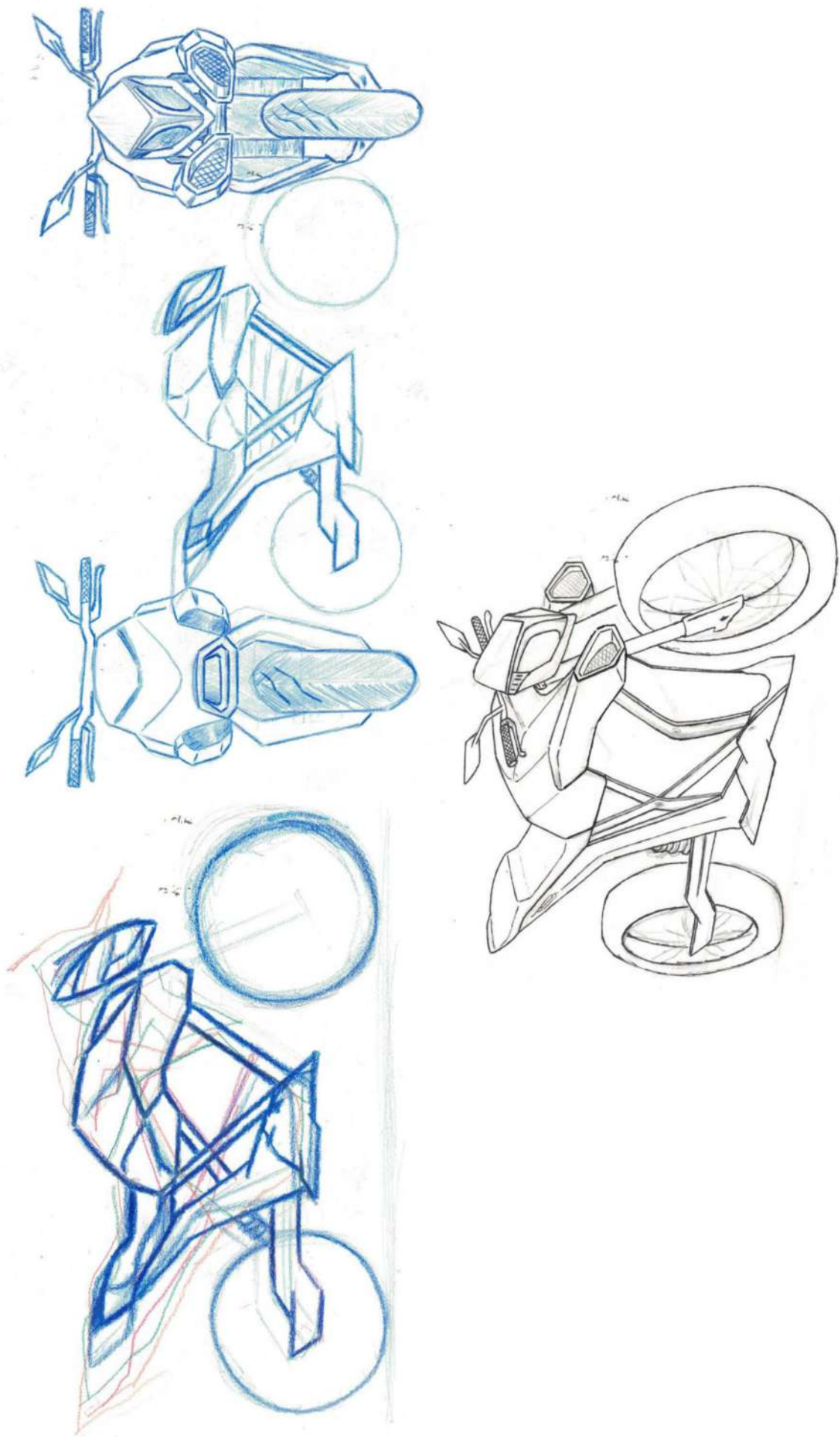
FEOHAT

CONCEITO - DESENVOLVIMENTO



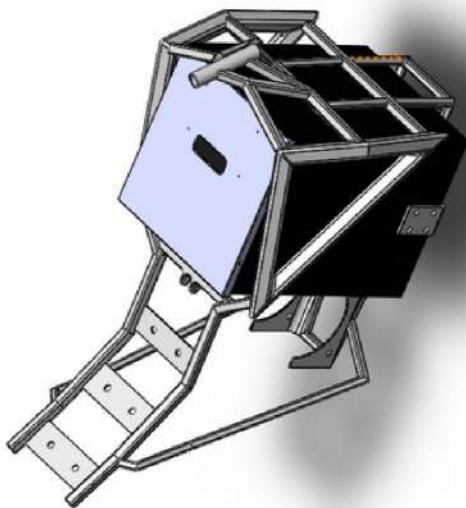
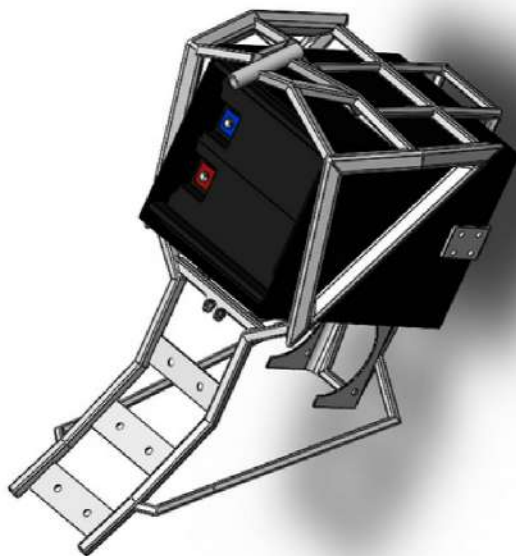
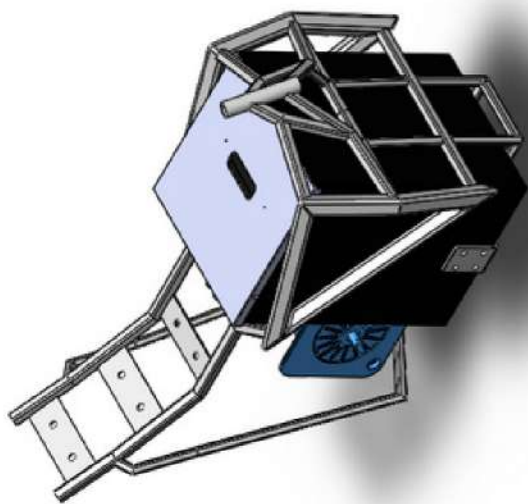
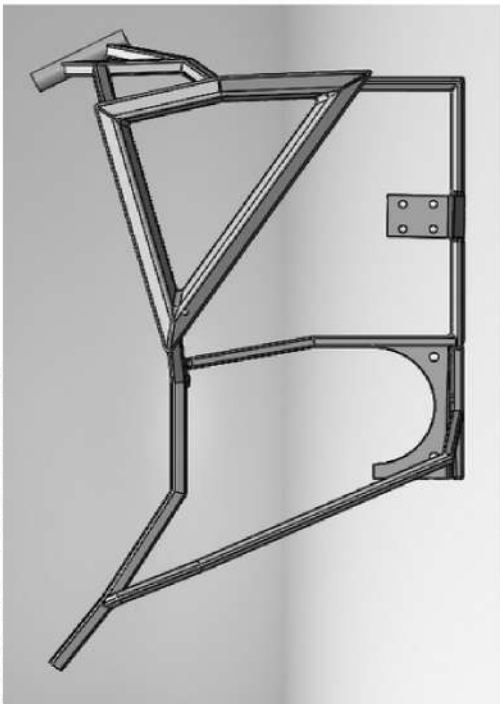
FOHAT

CONCEITO FINAL



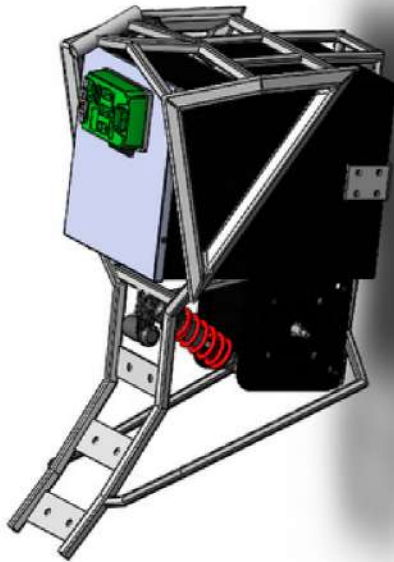
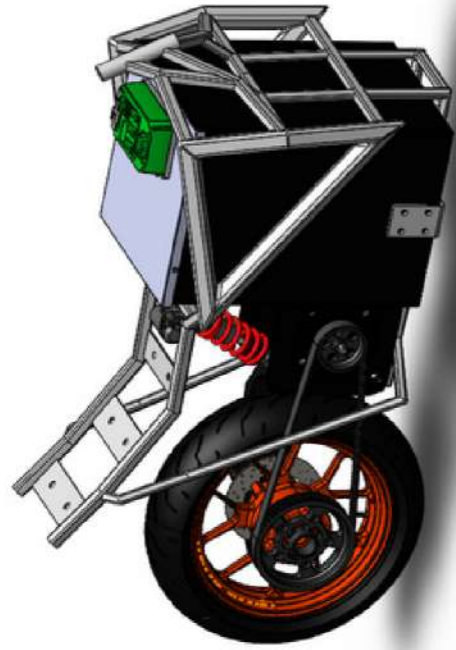
FECHAT

DESENVOLVIMENTO - QUADRO SAE1020



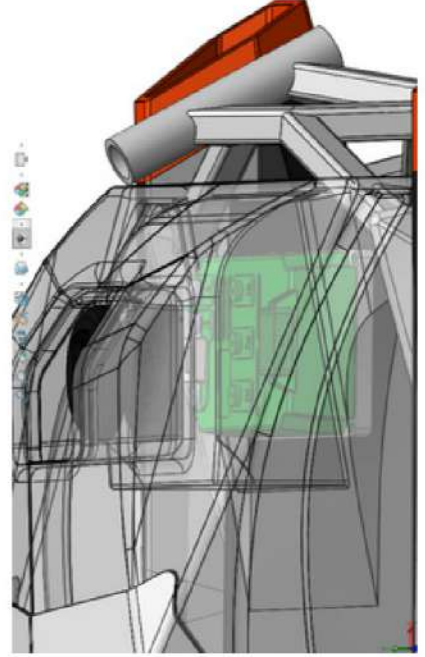
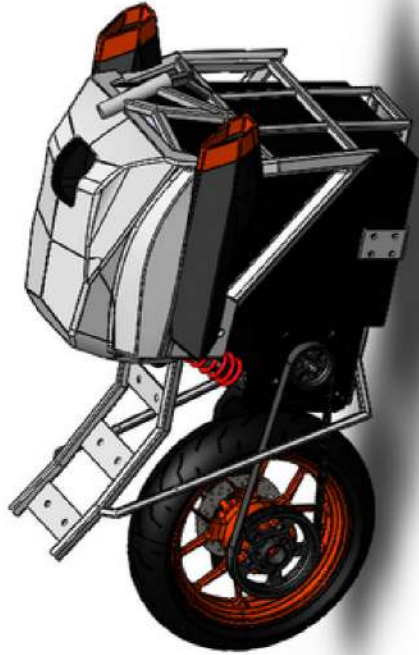
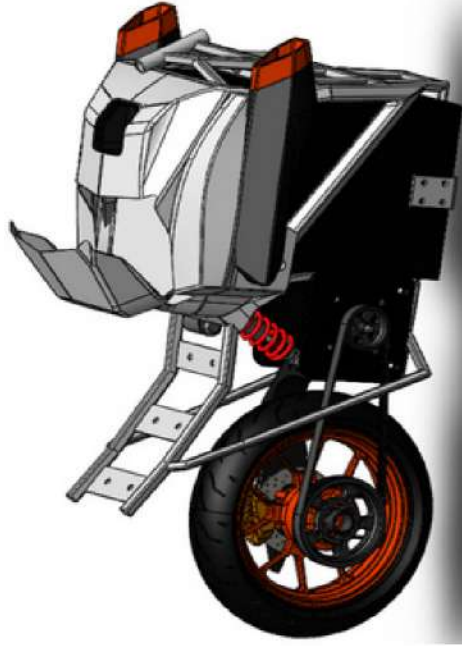
FOHAT

DESENVOLVIMENTO



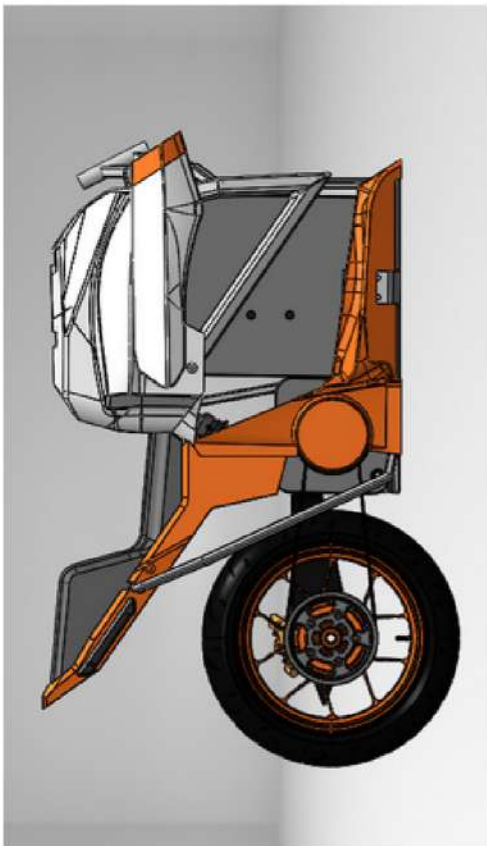
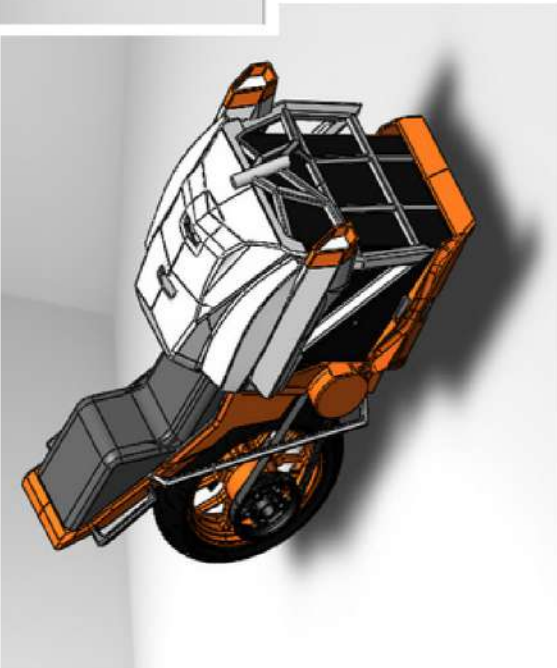
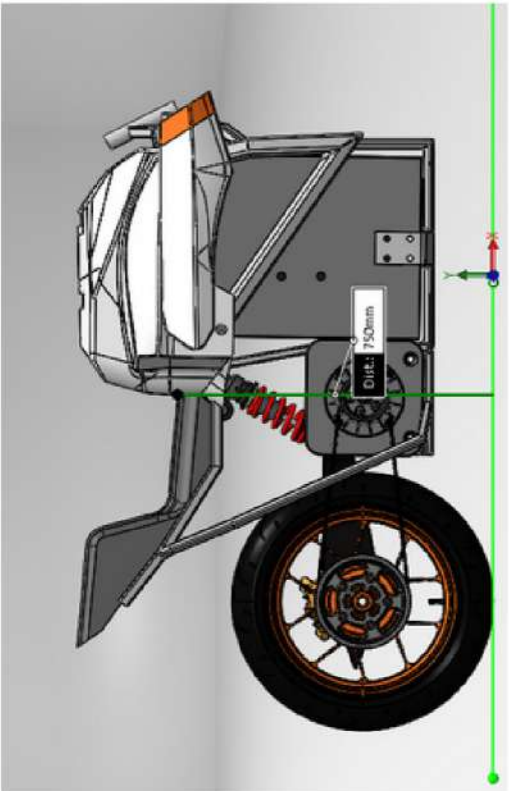
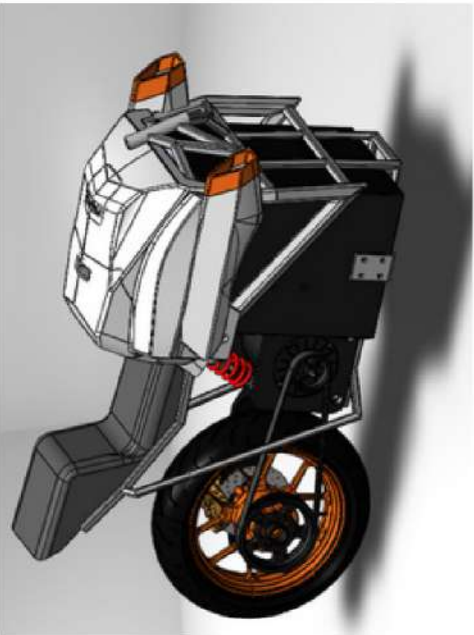
FEOHAT

DESENVOLVIMENTO



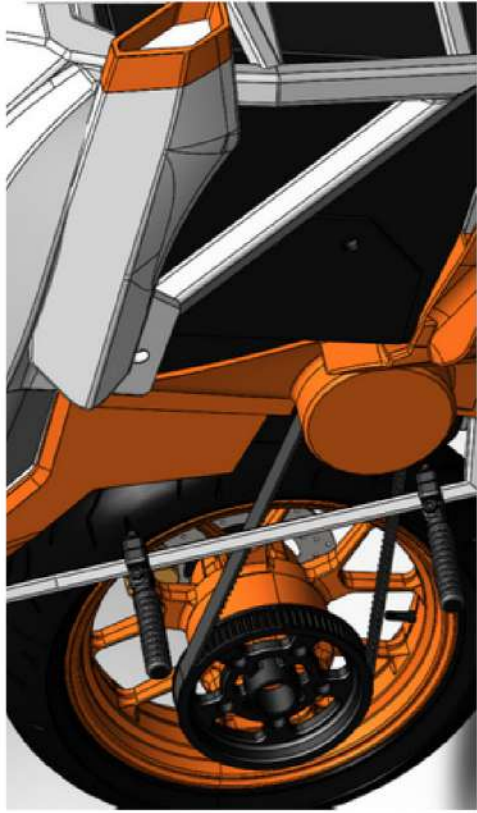
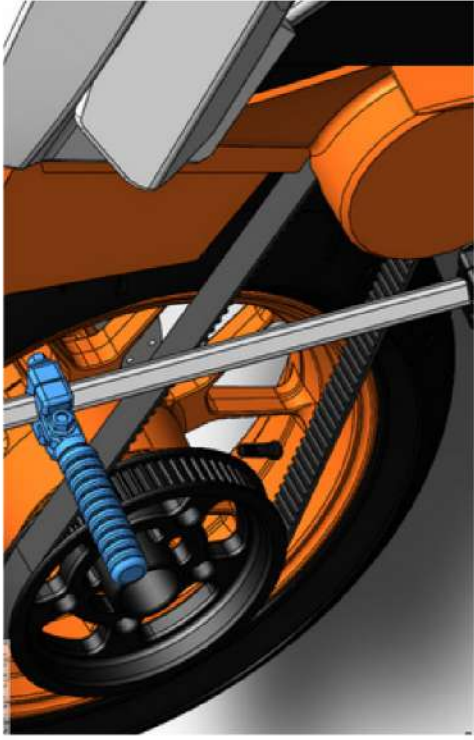
FOHAT

DESENVOLVIMENTO



FECHAT

DESENVOLVIMENTO



FECHAT

DESENVOLVIMENTO



FOHAT
ITENS DE SERIE



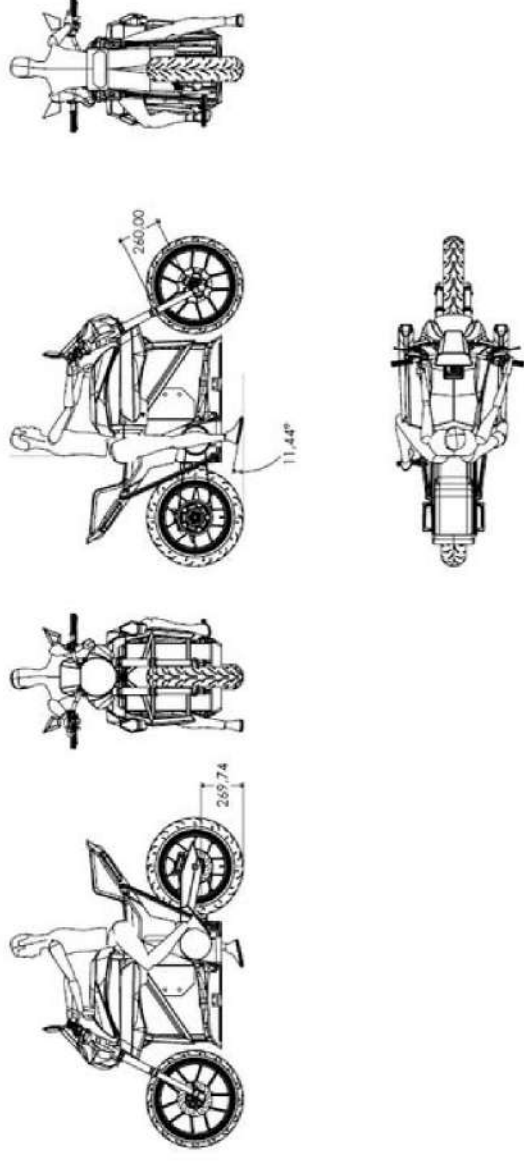


Figura 6.17: boneco de 1,50 m; desenho em solidworks

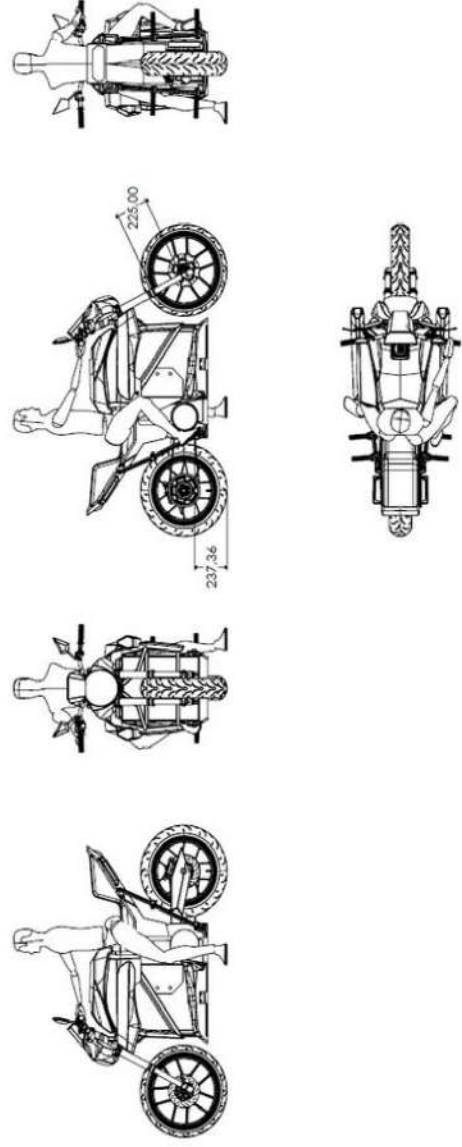


Figura 6.14: boneco de 1,60 m; desenho em solidworks

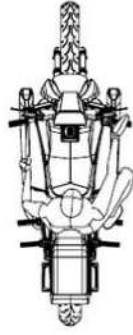
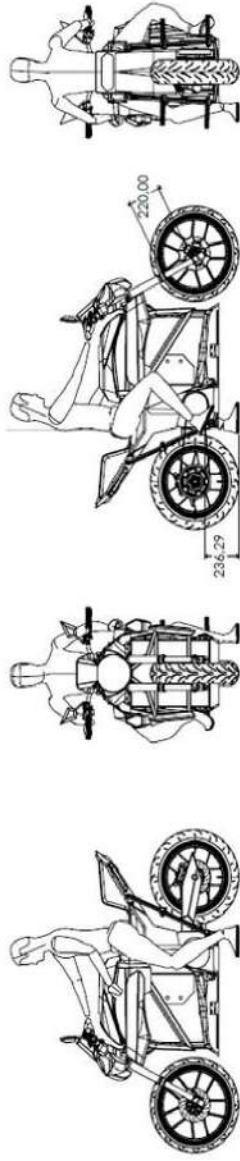


Figura 6.15: boneco de 1,75 m; desenho em solidworks

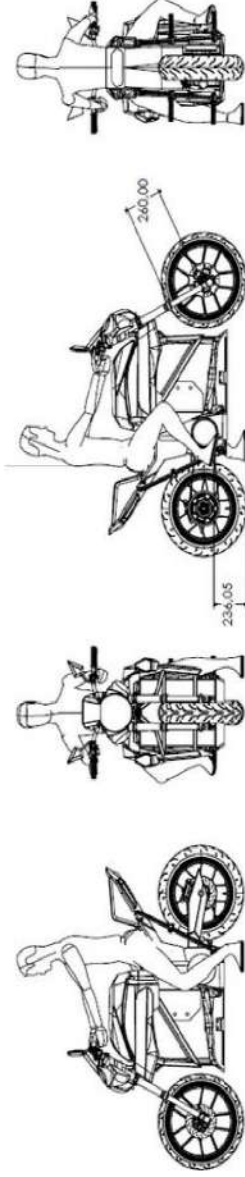
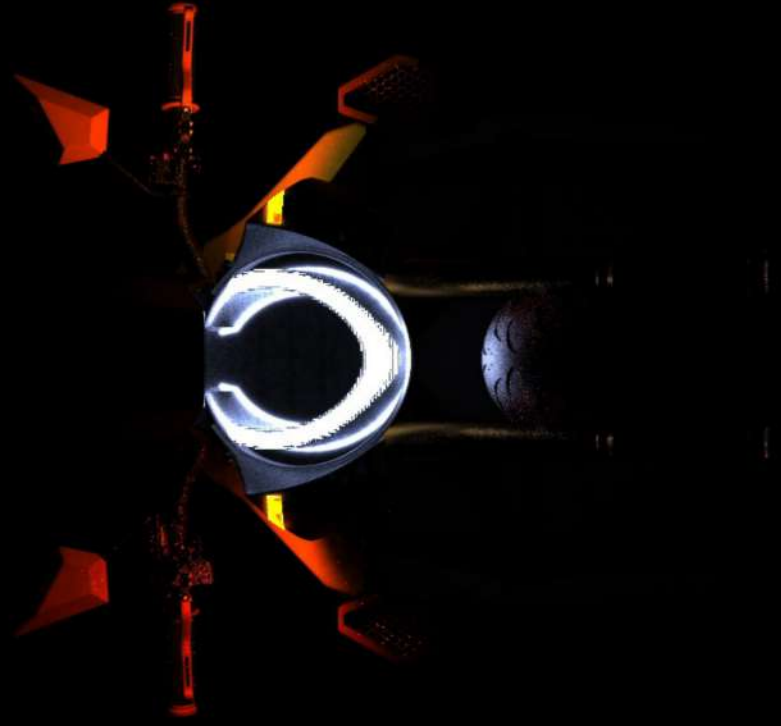


Figura 6.16: boneco de 1,83 m; desenho em solidworks

FOHAT

ELECTRIC MOTORCYCLE

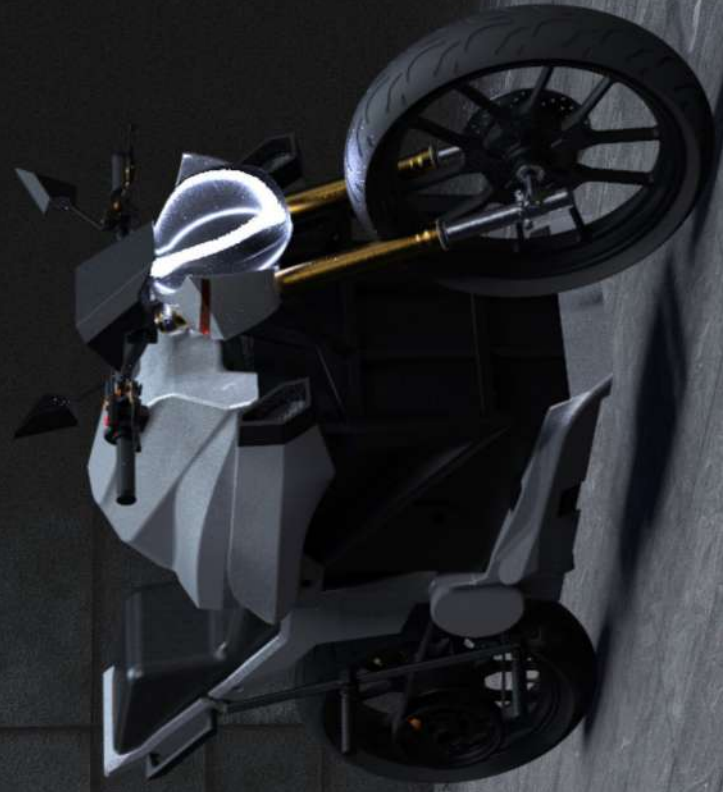






FOHAT

ELECTRIC MOTORCYCLE



FOMAT

ELECTRIC MOTORCYCLE

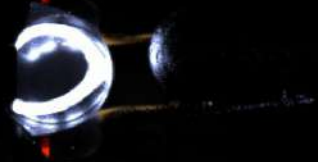
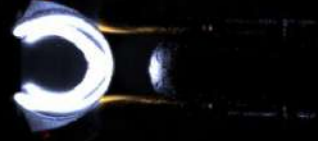
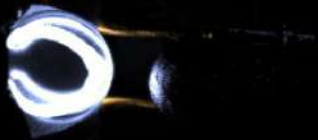


FOHAT

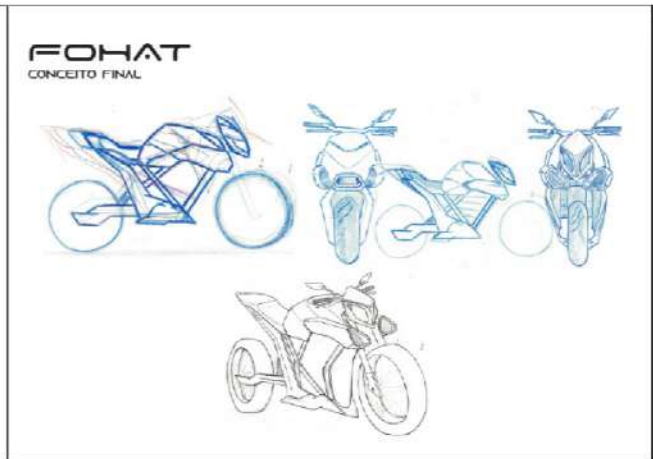
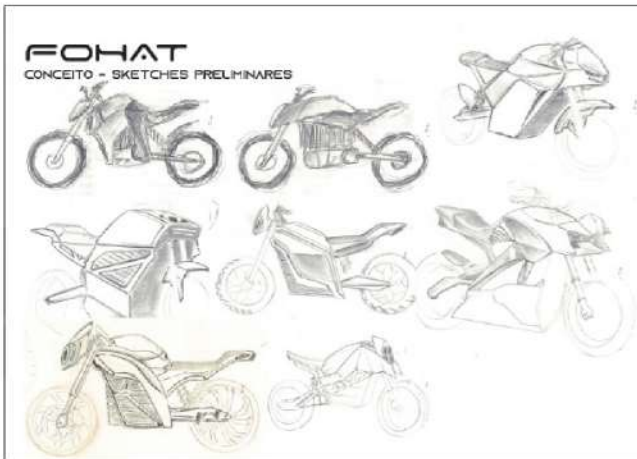
ACABAMENTOS SUGERIDOS



OBRIGADO!

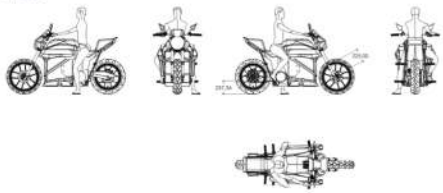


FOHAT ELECTRIC MOTORCYCLE

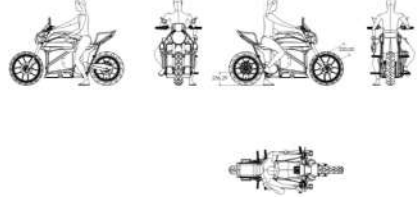


ESTUDO ERGONOMICO

1,60M



1,75M



1,83M

