



UFRJ

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO  
ESCOLA DE BELAS ARTES  
DEPARTAMENTO DE DESENHO INDUSTRIAL

RAPHAEL CRESPO  
TIAGO DUARTE

## **Bicicleta Solar-E**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Rio de Janeiro  
2016

RAPHAEL CRESPO  
TIAGO DUARTE

## **Bicicleta Solar-E**

Resumo de projeto apresentado ao Departamento de Desenho Industrial da EBA/UFRJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Bacharel em Desenho Industrial.

Orientador: Valdir Soares

Rio de Janeiro  
2016

Raphael Crespo

Tiago Duarte

Bicicleta Solar-E / Raphael Crespo

Tiago Duarte

. – Rio de Janeiro , 2016 -

76 p. : il. (algumas color.) ; 30 cm.

Orientador: Valdir Soares

Trabalho de Conclusão de Curso – UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE  
JANEIRO

ESCOLA DE BELAS ARTES

DEPARTAMENTO DE DESENHO INDUSTRIAL

, 2016 .

**IMPORTANTE:** ESSE É APENAS UM TEXTO DE EXEMPLO DE FICHA CATALOGRÁFICA. VOCÊ DEVERÁ SOLICITAR UMA FICHA CATALOGRÁFICA PARA SEU TRABALHO NA BIBLIOTECA DA SUA INSTITUIÇÃO (OU DEPARTAMENTO).

Raphael Crespo  
Tiago Duarte

## **Bicicleta Solar-E**

**IMPORTANTE:** ESSE É APENAS UM TEXTO DE EXEMPLO DE FOLHA DE APROVAÇÃO. VOCÊ DEVERÁ SOLICITAR UMA FOLHA DE APROVAÇÃO PARA SEU TRABALHO NA SECRETARIA DO SEU CURSO (OU DEPARTAMENTO).

Trabalho aprovado. Rio de Janeiro , DATA DA APROVAÇÃO:

---

**Valdir Soares**  
Orientador

---

**Professor**  
Convidado 1

---

**Professor**  
Convidado 2

Rio de Janeiro  
2016

*Dedicamos este projeto às nossas famílias e amigos que sempre nos apoiaram e nos estimularam a perseguir nossos sonhos. Sem o apoio deles este projeto não seria possível e seremos eternamente gratos pelo carinho, conselhos, amparos e pelos bons momentos.*

## Agradecimentos

Agradecemos ao nosso professor orientador Valdir Soares, e aos professores Pedro Zohrer e Ana Beatriz Affalo pela ajuda e apoio no projeto e a todos os professores do curso de Desenho Industrial que fizeram parte de nossa jornada até o momento.

## Resumo

O tema para o projeto surgiu da preocupação consciente de ambos para com o crescente problema da mobilidade urbana. Tráfego cada vez mais caótico nas grandes cidades, a crescente falta de espaço nas ruas além dos próprios males causados como a poluição.

Observada a tendência e a popularidade da bicicleta como meio alternativo de transporte, buscamos unir esta tendência com a problemática observada, além de propor melhorias ao conceito atual de bicicleta para promover e contribuir com pesquisas da área.

Buscamos a melhor união entre as tecnologias disponíveis e que fossem factíveis para uma real fabricação do produto. Considerando desde os materiais utilizados para sua confecção, passando pelos meios de produção, chegando até a forma de descarte desses materiais da forma mais sustentável possível.

## Abstract

The theme for the project came from conscious concern both to the growing problem of urban mobility. Traffic increasingly chaotic in large cities, the increasing lack of space in the streets beyond the actual harm caused as pollution.

Observed the trend and popularity of the bicycle as an alternative means of transport, we seek to join this trend with the observed problem, and propose improvements to the current concept bike to promote and contribute to research in the area.

We seek the best union between the available technologies and to be feasible for a real product manufacturing. Whereas since the materials used for their manufacture, through the means of production, reaching the form of disposal of these materials in the most sustainable way possible.

## Lista de ilustrações

Figura 1 – Cronograma do Projeto . . . . .	19
Figura 2 – Exemplo de motor alocado na pedivela. . . . .	22
Figura 3 – Exemplo de motor alocado na roda traseira. . . . .	22
Figura 4 – Exemplo de acelerador localizado no punho esquerdo do guidão. . . . .	23
Figura 5 – Modelos comparados. . . . .	24
Figura 6 – Exemplo de pack de bateria (desmontado). . . . .	25
Figura 7 – Exemplos de alocação de bateria. . . . .	25
Figura 8 – Exemplo de controlador. . . . .	26
Figura 9 – Exemplo de motor de cubo de roda. . . . .	27
Figura 10 – Exemplo de acelerador de punho direito. . . . .	28
Figura 11 – Exemplo de display de E-Bike. . . . .	28
Figura 12 – Exemplo de carregador de E-Bike. . . . .	29
Figura 13 – Painel solar híbrido. . . . .	29
Figura 14 – Dínamo de bicicleta. . . . .	31
Figura 15 – Exemplo de perfil de aro. . . . .	32
Figura 16 – Exemplos de tipos de pneu. . . . .	32
Figura 17 – Exemplo de suspensão dianteira. . . . .	33
Figura 18 – Tipo de mesa ajustável. . . . .	34
Figura 19 – Exemplos de guidão Up Sweep e Back Sweep. . . . .	34
Figura 20 – Selim de bico rebaixado. . . . .	35
Figura 21 – Exemplo de canote ajustável. . . . .	35
Figura 22 – Exemplo de farol com bateria acoplada. . . . .	36
Figura 23 – Exemplo de lanterna traseira. . . . .	36
Figura 24 – Dados ergonômicos 1. . . . .	38
Figura 25 – Dados ergonômicos 2. . . . .	39
Figura 26 – Esquema ilustrativo das proporções de uma bicicleta. . . . .	40
Figura 27 – Padrões ergonômicos 1. . . . .	40
Figura 28 – Padrões ergonômicos 2. . . . .	41
Figura 29 – Padrões ergonômicos 3. . . . .	41
Figura 30 – Padrões ergonômicos 4. . . . .	42
Figura 31 – Consequências de maus ajustes. . . . .	43
Figura 32 – Exemplo de variados tipos de postura na bicicleta. . . . .	44
Figura 33 – Análise de selim 1. . . . .	44
Figura 34 – Análise de selim 2. . . . .	45
Figura 35 – Análise de selim 3. . . . .	46
Figura 36 – Percentis analisados. . . . .	50

Figura 37 – Dimensões definidas através do estudo ergonômico. . . . .	51
Figura 38 – Diagrama de funcionamento do sistema. . . . .	55
Figura 39 – Alocação do motor elétrico. . . . .	56
Figura 40 – Alocação do painel solar. . . . .	56
Figura 41 – Alocação de bateria. . . . .	56
Figura 42 – Alocação do controlador. . . . .	57
Figura 43 – Alocação do dínamo. . . . .	57
Figura 44 – Alocação do acelerador. . . . .	57
Figura 45 – Sketches de conceituação da bicicleta 1. . . . .	58
Figura 46 – Sketches de conceituação da bicicleta 2. . . . .	58
Figura 47 – Smartphone - Apple. . . . .	59
Figura 48 – Detalhe do acesso aos plugues de recarga de energia elétrica 1. . .	62
Figura 49 – Detalhe do acesso aos plugues de recarga de energia elétrica 2. . .	62
Figura 50 – Detalhe do acesso aos plugues de recarga de energia elétrica 3. . .	63
Figura 51 – Retirada da Bateria junto com o controlador 1. . . . .	63
Figura 52 – Retirada da Bateria junto com o controlador 2. . . . .	64
Figura 53 – Separação entre a bateria(em cima) e o controlador (embaixo) 1. . .	64
Figura 54 – Separação entre a bateria(em cima) e o controlador (embaixo) 2. . .	65
Figura 55 – Detalhamento da roda 1. . . . .	66
Figura 56 – Detalhamento da roda 2. . . . .	66
Figura 57 – Porta-luvas. . . . .	67
Figura 58 – Porta-copos. . . . .	67
Figura 59 – Detalhamento e vista explodida. . . . .	68
Figura 60 – Imagem final da bicicleta elétrica de perfil. . . . .	69
Figura 61 – Bicicleta elétrica em perspectiva 1. . . . .	69
Figura 62 – Bicicleta elétrica em perspectiva 2. . . . .	70
Figura 63 – Perfil de 50% utilizando o produto. . . . .	70
Figura 64 – Humanização do produto final. . . . .	71
Figura 65 – Versão alternativa com estética de rodas de configuração modular 1.	71
Figura 66 – Versão alternativa com estética de rodas de configuração modular 2.	72
Figura 67 – Ambientação 1. . . . .	72
Figura 68 – Ambientação 2. . . . .	73
Figura 69 – Ambientação 3. . . . .	73

## Lista de tabelas

Tabela 1 – Tabela comparativa de modelos. . . . .	24
Tabela 2 – Componentes de mercado da bicicleta. . . . .	53

## Sumário

<b>1</b>	<b>O PROJETO</b>	<b>13</b>
<b>1.1</b>	<b>Introdução</b>	<b>13</b>
<b>1.2</b>	<b>Problematização</b>	<b>14</b>
<b>1.3</b>	<b>Justificativa</b>	<b>15</b>
<b>1.4</b>	<b>Objetivos</b>	<b>16</b>
1.4.1	Objetivos gerais	16
1.4.2	Objetivos específicos	16
<b>1.5</b>	<b>Metodologia e cronograma</b>	<b>17</b>
<b>2</b>	<b>LEVANTAMENTO DE DADOS</b>	<b>20</b>
<b>2.1</b>	<b>Pesquisa sobre usuários</b>	<b>20</b>
2.1.1	Roteiro de uso do produto pelo usuário	20
<b>2.2</b>	<b>Bicicletas elétricas</b>	<b>22</b>
2.2.1	Tabela comparativa	23
<b>2.3</b>	<b>Componentes tecnológicos e seus funcionamentos</b>	<b>24</b>
2.3.1	Bateria	25
2.3.2	Controlador	26
2.3.3	Motor	27
2.3.4	Acelerador	28
2.3.5	Display	28
2.3.6	Recarga e abastecimento	29
2.3.7	Painel fotovoltaico	29
2.3.8	Dínamo	31
<b>2.4</b>	<b>Componentes de mercado</b>	<b>31</b>
2.4.1	Rodas	31
2.4.1.1	Aro	31
2.4.1.2	Pneu	32
2.4.2	Garfo/suspensão dianteira	33
2.4.3	Mesa	33
2.4.4	Guidão	34
2.4.5	Selim	35
2.4.6	Canote do Selim	35
2.4.7	Farol dianteiro e lanterna traseira	36
<b>2.5</b>	<b>Dados ergonômicos</b>	<b>37</b>
2.5.1	Dados antropométricos	37
2.5.2	Proporções entre medidas	39

2.5.3	Considerações sobre a postura . . . . .	43
2.5.4	Pontos de pressão no selim . . . . .	44
<b>2.6</b>	<b>Materiais . . . . .</b>	<b>46</b>
2.6.1	Quadro . . . . .	46
2.6.1.1	Aço . . . . .	46
2.6.1.2	Alumínio . . . . .	47
2.6.1.3	Fibra de carbono . . . . .	47
2.6.1.4	Titânio . . . . .	47
<b>3</b>	<b>CONCEITOS E CRITÉRIOS . . . . .</b>	<b>48</b>
<b>3.1</b>	<b>Conceitos . . . . .</b>	<b>48</b>
3.1.1	Sustentabilidade . . . . .	48
3.1.2	Mobilidade . . . . .	49
3.1.3	Cenário urbano . . . . .	49
<b>3.2</b>	<b>CrITÉRIOS . . . . .</b>	<b>50</b>
3.2.1	Design . . . . .	50
3.2.2	Ergonomia . . . . .	50
3.2.3	Insumos de produção . . . . .	51
3.2.3.1	Componentes tecnológicos . . . . .	51
3.2.3.2	Componentes de mercado . . . . .	53
3.2.3.3	Materiais e processos . . . . .	54
<b>4</b>	<b>CONCEITUAÇÃO FORMAL E DESENVOLVIMENTO . . . . .</b>	<b>55</b>
<b>4.1</b>	<b>Desenvolvimento . . . . .</b>	<b>55</b>
4.1.1	Alocação dos componentes tecnológicos . . . . .	55
4.1.2	Processo de geração de alternativas . . . . .	58
4.1.3	Usabilidade e detalhamento . . . . .	59
4.1.3.1	Interface . . . . .	59
4.1.3.2	Abastecimento . . . . .	61
4.1.3.3	Manutenção . . . . .	65
4.1.3.4	Detalhamento da roda . . . . .	65
4.1.3.5	Detalhamento dos acessórios . . . . .	66
4.1.3.6	Detalhamento geral e vista explodida . . . . .	68
<b>4.2</b>	<b>Imagens finais do produto . . . . .</b>	<b>69</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO . . . . .</b>	<b>74</b>

# 1 O projeto

## 1.1 Introdução

A mobilidade urbana é uma das preocupações mais recorrentes da sociedade moderna. Com centros urbanos cada vez mais populosos e a dificuldade de gerir e organizar a mobilização das pessoas. Como tais dilemas são questões legislativas de trânsito e gestão, então, estão prioritariamente sob responsabilidade governamental.

Mas como reflexo dessa realidade, que convivemos diariamente, o público usuário de bicicletas tem encontrado neste produto uma forma de evitar tais problemas.

Apesar deste produto não fornecer todo o conforto dos veículos automotores tradicionais, a bicicleta tem encontrado seu espaço para um público que está crescendo cada vez mais, um público que busca um meio de vida mais saudável, não só para si, mas também para o meio ambiente.

Por conta disso, muitas pessoas consideram a bicicleta como um válido meio de transporte alternativo, e sua demanda tem sido cada vez maior nos últimos anos.

Como os veículos automotores são os mais usados, devido ao conforto que fornecem ao usuário, toda a indústria tecnológica se volta para este produto, por ser imensamente mais lucrativo, deixando a bicicleta em segundo plano.

Esta encontra pouquíssima inovação tecnológica implementada em suas funcionalidades se comparada com a inovação do setor automotivo.

Por isso, foi idealizado um projeto conceitual de bicicleta elétrica, que reunisse as tecnologias mais recentes, com o intuito de promover e contribuir com as pesquisas realizadas na área.

Especificamente uma bicicleta elétrica, pois esta pode oferecer uma gama muito grande de possibilidades de inovação em suas funções e por ser o produto mais desejado pelo seu público se comparado com a bicicleta tradicional.

## 1.2 Problematização

Atualmente convivemos com o caos urbano e muitos transtornos voltados para o tráfego e a mobilização das pessoas nas cidades. Tendência de espaços cada vez menores e tráfegos cada vez mais congestionados. Tornou-se grande o transtorno vivido pela população, que carrega este fardo, todos os dias, consigo para o trabalho. O que conseqüentemente pode afetar sua saúde, sua produtividade e suas relações pessoais e profissionais.

Assim, muitas pessoas, em busca de meios alternativos de locomoção, acabam tendo que se contentar com produtos de qualidade mediana ou pouco satisfatória, produtos estes, como a bicicleta, que recebem menos atenção da indústria em relação aos carros convencionais, em se tratando de implementação de novas tecnologias.

### 1.3 Justificativa

Considerando a situação e os problemas explicados anteriormente, buscamos contribuir e mobilizar a área de pesquisa sobre bicicletas elétricas, devido à grande ascensão, pelo público, que este meio de transporte sofreu nos últimos anos e assim acreditamos ser uma área com grande potencial de crescimento e desenvolvimento.

A ideia de um forma alternativa de transporte, mais sustentável e versátil que sirva tanto para a jornada de trabalho quanto para o lazer.

## 1.4 Objetivos

### 1.4.1 Objetivos gerais

- Propor melhorias na relação produto-usuário de bicicleta elétrica.
- Buscar a expansão do mercado de bicicletas elétricas.

### 1.4.2 Objetivos específicos

- Propor alternativas de inovação e componentes para bicicletas elétricas de uso diário.
- Contribuir para o estudo de novas diretrizes de projeto para usuários de bicicleta em ambiente urbano.
- Tornar a bicicleta elétrica um produto mais atrativo para o consumidor.
- Com o produto finalizado, tentar implementá-lo no mercado e ampliar o público e a procura por este tipo de produto.

## 1.5 Metodologia e cronograma

Metodologia utilizada de acordo com a desenvolvida por Mike R. Baxter.

### **Fase 1:** Levantamento de dados

- Pesquisas sobre informações e coleta de dados relevantes ao projeto.
- Pesquisas sobre usuários de bicicleta.
- Pesquisas relativas a materiais e tecnologias:
  - Sobre bicicletas elétricas;
  - Sobre mecanismos elétricos;
  - Funcionamento de componentes.

### **Fase 2:** Conceitos e requisitos

- Definição dos requisitos e conceitos que guiarão o projeto.
- Definição das tecnologias e sua atuação.

### **Fase 3:** Geração de alternativas

- Aplicação de conhecimentos de padrões ergonômicos.
- Definição e estruturação de componentes.
- Alternativas idealizadas.
- Definição da alternativa mais promissora.

### **Fase 4:** Desenvolvimento do projeto

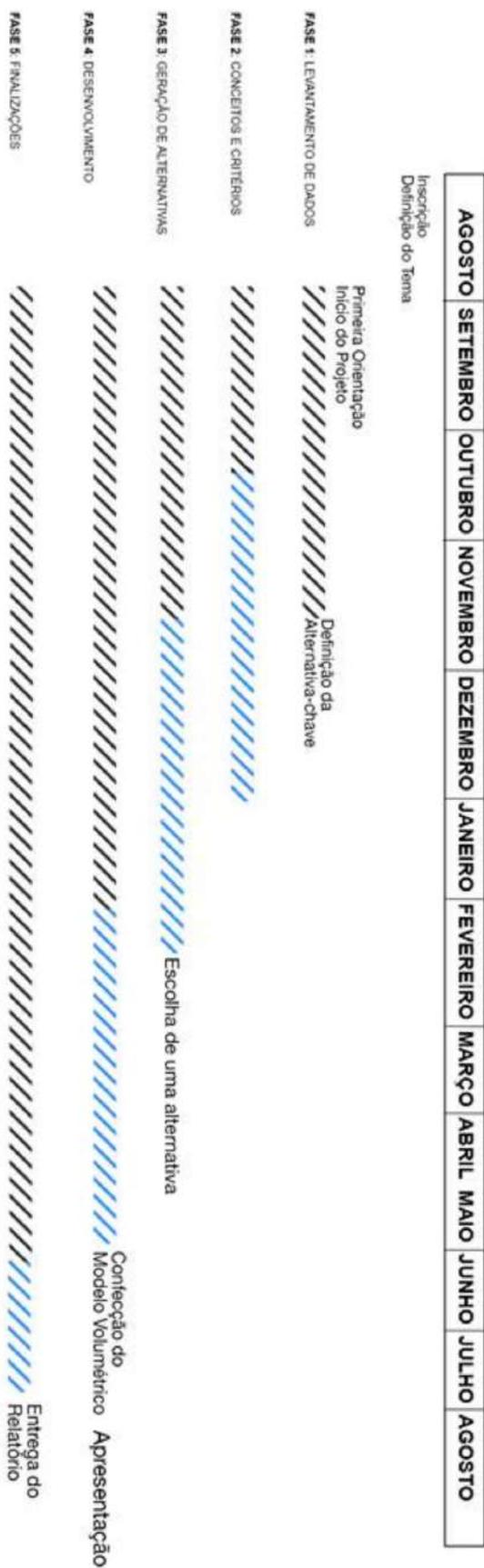
- Desenvolvimento da alternativa selecionada.
- Especificação de materiais e componentes.
- Desenvolvimento do sistema estrutural.
- Preparação de arquivos 3D específicos para prototipagem.

### **Fase 5:** Finalizações

- Elaboração do Modelo em escala reduzida.

- Confeção de ilustrações 3D e desenhos técnicos.
- Criação da apresentação.
- Criação e montagem das pranchas para a apresentação.
- Finalização do relatório e impressão.

Figura 1 – Cronograma do Projeto



## 2 Levantamento de dados

Neste capítulo foram listadas as informações referentes a usuários, modelos similares encontrados no mercado e tecnologias interessantes ao projeto.

### 2.1 Pesquisa sobre usuários

Para o início da pesquisa foi feito um questionário com perguntas para que pudesse ser definido um público e, assim, os critérios do projeto, baseando-se nas opiniões e experiências relatadas por estes diante das perguntas. O seguinte questionário foi respondido por 62 entrevistados.

- 1- Você tem bike? Gostaria de ter?
- 2 - Você usa/usaria bike comum ou bike elétrica?
- 3 - Está contente com a que tem ou preferiria ter a outra? Por quê?
- 4 - Você usa sua bike para trabalho, lazer ou ambos?
- 5 - Consideraria a bike como meio de transporte alternativo ao carro? Por quê?
- 6 - Quais suas principais preocupações de manutenção quanto a bike comum ou elétrica?
- 7 - O que mudou na sua rotina quanto à manutenção da bike comum ou elétrica?
- 8 - Com que frequência você faz a manutenção, incluindo limpeza?
- 9 - Houve alguma decepção ao adquirir uma bike comum ou elétrica? qual/quais?
- 10 - Você consideraria pagar um valor mais caro por uma bike de qualidade? Por quê?
- 11 - Como você descreveria sua rotina utilizando a bike, desde o momento que acorda até o momento que vai dormir?

#### 2.1.1 Roteiro de uso do produto pelo usuário

A partir das respostas relatadas no questionário anterior, foi possível o entendimento do uso do produto e sua interação pelo usuário durante o dia-a-dia deste.

De acordo com o relatado:

- 1- O usuário de bike elétrica acorda;
- 2- Desconecta a bateria da tomada;
- 3 - Acopla-a na bicicleta;

- 4 - Sai de casa para seu lugar de destino;
- 5 - Tenta recarregá-la, se necessário, onde puder durante seu trajeto;
- 6 - Estaciona quando chega no seu lugar de destino, tentando recarregá-la no local, se possível;
- 7 - Sai do local onde se encontra em direção à sua casa;
- 8 - Tenta recarregá-la novamente durante seu trajeto, se houver necessidade;
- 9 - Em casa, remove a bateria da bicicleta;
- 10 - Liga na tomada para recarregar;
- 11- O usuário dorme, completando, assim, seu ciclo.

Algumas observações:

1 - Alguns usuários relataram a dificuldade e o transtorno para a retirada da bateria, que em alguns casos se encontra parafusada e envolta de um emaranhado de fios.

2 - A manutenção pelo usuário restringe-se, em sua maioria, a troca de bateria, limpeza da bicicleta e uma vistoria geral do produto, deixando os demais casos para a assistência técnica. Sendo sua frequência mensalmente, bimestralmente ou quando julgarem necessário.

3 - A maioria dos entrevistados que possuíam bicicletas elétricas, relataram sua insatisfação com o desempenho do motor, desejando um motor elétrico mais potente; em alguns casos, por conta de que possuíam alguma forma de limitação física ou de movimento, o que os impede de pedalar constantemente, por exemplo.

4 - A maioria relatou que o custo-benefício de uma bicicleta elétrica era extensivamente mais vantajosa se comparada com a de um carro convencional, devido a não precisarem pagar IPVA, gastos constantes com combustível, gastos com estacionamento, alto custo de manutenção, entre outros, porém o carro se tornaria indispensável para distâncias exorbitantemente grandes e em casos de fenômenos naturais extremos como chuvas torrenciais, por exemplo.

5 - Por fim, muitos relataram que pagariam mais caro por um produto de qualidade, alegando que desejavam um maior desempenho do motor.

Nos tópicos a seguir serão levantadas informações quanto a bicicleta elétrica e seus componentes.

## 2.2 Bicicletas elétricas

São bicicletas acrescidas de uma bateria recarregável que alimenta o motor para sua locomoção, que por sua vez é controlado por um regulador de potência. O motor pode ser alocado na roda dianteira, na roda traseira ou na pedivela.

**Figura 2 – Exemplo de motor alocado na pedivela.**



Fonte: <http://idadeeesporte.blogspot.com.br/2014/09/bike-eletrica-e-uma-boa.html>

**Figura 3 – Exemplo de motor alocado na roda traseira.**



Fonte: <http://www.portrilhas.com.br/2012/04/specialized-anuncia-o-lancamento-do.html>

A maioria das bicicletas elétricas tem capacidade para percorrer de 25 a 60 km, distância mais que suficiente em se tratando do cotidiano de uma pessoa comum, variando de acordo com a qualidade e o estado da bateria, do terreno, do peso do

ciclista e da velocidade. De acordo com ADAMI (2015), uma pessoa de 75 kg numa bicicleta com um motor de 250 Watts rodando a uma velocidade de 18 a 20 km/h em terreno plano terá um desempenho médio de 30 a 40 km aproximadamente.

Observando os diferentes modelos encontrados no mercado, podemos classificá-los como **E-Bikes** ou **Pedelecs**.

E-Bikes são mais versáteis e populares, pois permite o ciclista escolher a melhor forma para utilizar sua tecnologia de pedalada. Tem-se pedalada sem ajuda do motor, pedalada com ajuda do motor e apenas o motor agindo.

Estas se locomovem através do sistema **Twist And Go**, que consiste em girar o acelerador localizado no guidão, acompanhado também do controlador que tem a função de gerir todas as funções do sistema elétrico. Nestas, a velocidade chega, sem dificuldades, aos 40km/h e assim, a bicicleta se torna, perante a lei, um ciclomotor elétrico, pela definição de bicicleta como meio de transporte de propulsão humana. Fazendo com que haja muitos empecilhos em relação às legislações de trânsitos de muitos países pelo mundo, inclusive no Brasil.

Figura 4 – Exemplo de acelerador localizado no punho esquerdo do guidão.



Fonte: <http://www.bikemagazine.com.br/2012/12/guia-das-bicicletas-eletricas/>

O Pedelec como utiliza o **Pedal Assisted System**, ativado apenas com o auxílio do pedalar do ciclista, encontra muito mais aceitação e simpatia aos olhos dos órgãos de trânsito internacionais. Nas Pedelecs, o auxílio elétrico só é liberado, através de um sensor, depois de detectado que o ciclista já está pedalando. O sensor libera a potência do motor de acordo com o esforço que o ciclista estiver aplicando, sendo que após certa velocidade o sensor detecta que o auxílio elétrico já não se faz mais necessário, por volta de aproximadamente 20 km/h de velocidade.

### 2.2.1 Tabela comparativa

Foi criada uma tabela com os veículos, encontrados no mercado, que mais se aproximam, em relação à potência, autonomia e tecnologia.

Figura 5 – Modelos comparados.



Fonte: <http://www.portorentabike.com/>

Tabela 1 – Tabela comparativa de modelos.

<b>Nome</b>	Walk	Daytona	Nova Ipanema	EB-01	E-V S.Bicycle
<b>Fabricante</b>	GTS M1	Scooter Brasil	Biobike	Biobike	Therapy Products
<b>Tipo</b>	Pedelec	E-Bike	Pedelec	Pedelec	E-Bike
<b>Motor</b>	250 Watts	800 Watts	250 Watts	220 Watts	500 Watts
<b>Vel. Máx.</b>	25 Km/h	55 Km/h	25 Km/h	25 Km/h	35 Km/h
<b>Autonomia</b>	40 Km	35 Km	40 Km	35 Km	40 Km
<b>Peso</b>	32 Kg	38 Kg	43 Kg	35 Kg	34 Kg
<b>Rodas</b>	26"	26"	24"	18"	26"

De acordo com a tabela, pode ser observado que as Pedelecs, de modo geral, possuem capacidade inferior às E-Bikes, em relação à velocidade máxima alcançada e à potência do motor. Mas as Pedelecs, por outro lado, apresentam maior autonomia de distância percorrida. Atributos como peso e tamanhos das rodas variam de acordo com o modelo da bicicleta, não necessariamente com o tipo desta.

### 2.3 Componentes tecnológicos e seus funcionamentos

Este tópico visa fazer uma listagem e uma breve explicação sobre os componentes tecnológicos estudados para esse projeto e suas inter-relações.

### 2.3.1 Bateria

**Figura 6 – Exemplo de pack de bateria (desmontado).**



Fonte: <http://www.massacriticapt.net/?q=node/1213>

Assim como o motor pode ser alocado em diferentes partes da bicicleta, dependendo do modelo, a bateria também pode ter diferentes posicionamentos.

**Figura 7 – Exemplos de alocação de bateria.**



Baterias alojadas no rack traseiro



Baterias alojadas no quadro



Baterias alojadas, no tubo inferior

Fonte: [http://revistabicicleta.com.br/bicicleta.php?bicicletas\\_eletricas&id=2331](http://revistabicicleta.com.br/bicicleta.php?bicicletas_eletricas&id=2331)

A alocação das baterias pouco afeta a locomoção da bicicleta, variando apenas por se tratar de kit ou bicicleta elétrica montada.

A bateria acaba sendo a peça de maior custo na bicicleta e no mercado podem ser encontradas baterias de chumbo ou de lítio. Abaixo seguem aspectos que diferem os dois tipos de bateria.

**Autonomia:** Quanto maior a amperagem da bateria maior será sua autonomia. No mercado, podem ser encontradas baterias de 5 AH a 12 AH, sendo a de 5 AH a de menor autonomia e a de 12 AH a de maior autonomia.

**Peso:** A bateria de chumbo pesa geralmente mais de 10 kg, podendo ser até 6 vezes mais pesada que bateria de lítio que pesa geralmente pouco mais de 1 kg.

**Auto descarga:** Mesmo perdendo parte de sua carga, ainda quando em repouso, a bateria de chumbo apresenta a maior resistência, podendo durar até o dobro do que dura a de lítio.

**Longevidade:** A bateria de chumbo apresenta uma vida útil de aproximadamente 500 recargas, enquanto que a de lítio apresenta uma vida útil de aproximadamente 1200 recargas, mas ambas, independentemente de uso, após um ano, apresentam declínio em sua capacidade de armazenar energia.

**Preço:** A bateria de chumbo é mais barata e mais fácil de se encontrar no mercado que a de lítio, devido á sua tecnologia já estabelecida no mercado. A bateria de lítio por possuir uma tecnologia relativamente nova, encontra um maior custo de produção e conseqüentemente um maior valor no mercado, cerca de 45% a mais que a de chumbo.

**Tempo de recarga:** A bateria de chumbo leva cerca de 6 a 9 horas para uma recarga completa e deve sempre ser recarregada após o uso, independentemente do nível de energia, já a de lítio leva cerca de 2 a 5 horas para uma recarga completa.

**Portabilidade:** A bateria de chumbo, geralmente é fixa, por ser maior e mais pesada, já a de lítio pode ser desmontada do conjunto para ser recarregada.

### 2.3.2 Controlador

Figura 8 – Exemplo de controlador.



O controlador é a central de gerenciamento eletroeletrônica da bicicleta. Podendo estar acoplado ao pack de baterias ou em local específico, no caso de tratar-se de bicicleta montada.

### 2.3.3 Motor

**Figura 9 – Exemplo de motor de cubo de roda.**



Fonte: <https://gearjunkie.com/electric-bike-2015>

O motor pode ser dividido em dois tipos:

**Brush:** É o motor com escovas.

**Brushless:** É o motor sem escovas.

O Brushless é o tipo mais comum, eficiente e silencioso, não necessitando de manutenção. Já o Brush precisa ter as escovas trocadas de tempo em tempos.

O fator mais importante a ser considerado destes é a potência. Em uma situação cotidiana de um indivíduo se locomovendo a uma velocidade constante, sem sobrecarregar a bicicleta, em superfície plana, este necessitaria de um motor de 180 W a 250 W. Para indivíduos com alguma deficiência para pedalar ou que encarem superfícies de maior relevo, o ideal seria um motor em torno de 350 W de potência. E para indivíduos com limitação de mobilidade física, sobrepeso ou que enfrentem superfícies de altíssimo relevo, os mais indicados seriam os de 600 W para cima.

Quanto maior a potência, maior a velocidade e a capacidade de aceleração.

### 2.3.4 Acelerador

**Figura 10 – Exemplo de acelerador de punho direito.**



Fonte: <http://www.e-bike.com.pt/?mod=configurador-kit-ebike>

Inexistente no caso das Pedelecs, já que estas utilizam o sistema de pedal assistido. Seu sistema consiste de um sensor de velocidade ou torque que ativa o motor automaticamente para gerar propulsão, auxiliando o indivíduo enquanto pedala. Sendo mais comum se encontrar no mercado o sensor de velocidade, já que o de torque é consideravelmente mais caro.

Presente nas E-Bikes, que utilizando o sistema Twist And Go, funcionam como aceleradores idênticos aos de motocicletas e veículos do tipo. Ideais para indivíduos com limitações físicas que os impossibilitem de pedalar, fazendo-se utilizar apenas da força do motor.

### 2.3.5 Display

**Figura 11 – Exemplo de display de E-Bike.**



Fonte: [http://www.aliexpress.com/price/throttle-key\\_price.html](http://www.aliexpress.com/price/throttle-key_price.html)

Tela de informação e de interação que indica níveis de energia da bateria, velocidade do veículo, informações relativas ao motor e que o usuário pode acionar lanternas, níveis de potência do veículo e outras funcionalidades como ligar e desligar o motor.

Tecnologia muito utilizada em carros atualmente que podem incorporar ainda mais funcionalidades para o condutor do veículo.

### 2.3.6 Recarga e abastecimento

**Figura 12 – Exemplo de carregador de E-Bike.**



Fonte: <https://www.amazon.ca/Electric-Scooter-Battery-Charger-Adapter/dp/B00RAFQKLQ>

Os carregadores de bicicleta funcionam identicamente a outros carregadores de qualquer dispositivo elétrico, sendo em grande maioria, do tipo multi voltagem, significando que podem ser conectados em tomadas de 100 V, assim como de 220 V.

Possuem dois sinais de LED, uma significando que o carregador está conectado e outra alertando quando a carga estiver completa.

### 2.3.7 Painel fotovoltaico

**Figura 13 – Painel solar híbrido.**



Fonte: <http://energiatecsolar.com.br/painel-solar-fotovoltaico-energia/orcamento-e-tipos-de-painel-solar/>

A energia solar é a atual tendência em energia limpa, sendo ainda uma tecnologia que está longe de ter alcançado seu verdadeiro potencial. Através de sua captação por painéis fotovoltaicos, é muito estudada e experimentada hoje em veículos como carros e casas com sistema autônomo de fornecimento elétrico, prometendo ser a fonte energética das futuras gerações.

Na bicicleta, esta pode ser instalada em diversas localidades como no bagageiro, quando tiver, ou nas próprias rodas dianteira e traseira, entre outras.

Atualmente encontram-se diversos tipos de painéis, mas para o projeto serão destacados os quatro principais.

**Painel solar monocristalino** – Sua produção é mais complexa que outras e mais cara, mas é a que apresenta a maior eficiência: cerca de 21% da energia solar captada é convertida em energia elétrica além de possuir uma vida útil longa de cerca de 30 anos.

**Painel solar policristalino** – Sua produção é mais simples e consequentemente mais barata que a do monocristalino, mas sua eficiência se encontra entre os 13% a 16%. Também possui a vida útil longa de aproximadamente 30 anos.

**Painel solar de filme fino** – São materiais, que podem ser formados por diversos componentes, em forma de película, que são colocados sobre uma superfície como metal ou vidro. Possui a eficiência mais baixa de todas, em torno de 7% a 13%, alguns mais específicos podendo chegar aos 16%. A vida útil deste tipo de painel é média de 10 a 15 anos, mas possuem maior flexibilidade de instalação e menor custo de fabricação.

**Painel solar híbrido** – Sua fabricação é similar ao dos painéis monocristalinos, com algumas diferenças, mas que não alteram os custos finais de produção. Possui cerca de 20% de eficiência energética. Produz mais energia por metro quadrado que o monocristalino e opera melhor também em temperaturas mais altas.

### 2.3.8 Dínamo

**Figura 14 – Dínamo de bicicleta.**



Fonte: [http://www.pedal.com.br/forum/farol-de-bicicleta-com-dinamo\\_topic19114.html](http://www.pedal.com.br/forum/farol-de-bicicleta-com-dinamo_topic19114.html)

Com a rotação de sua bobina, o dínamo produz energia elétrica através da energia mecânica usada. Geralmente fixo no garfo ou quadro da bicicleta e estendido até a roda, é muito utilizado para fornecer energia a faróis e lanternas.

## 2.4 Componentes de mercado

Nesta etapa serão abordados os componentes básicos de uma bicicleta, seus atributos e sua importância no contexto da estrutura, como um todo.

### 2.4.1 Rodas

Composta por aro, hastes, pneu e cubo de roda, a roda de uma bicicleta apresenta como seu principal atributo o seu diâmetro. Quanto maior o diâmetro da roda maior a facilidade para se passar de sobre um obstáculo, na superfície em que se percorre, e maior será o amortecimento sobre a estrutura da bicicleta. Em contra partida, quanto menor for o seu diâmetro, menos esforço terá de ser feito ao pedalar para gerar a aceleração e mais facilmente executará curvas.

#### 2.4.1.1 Aro

É o anel metálico da roda onde são fixas as hastes que estruturam o conjunto aro – hastes – cubo de roda. Nele também são fixados os pneus e é o elemento que define o tamanho da roda.

Sendo um perfil extrusado, geralmente feito de ligas de aço ou alumínio, pode ser fabricado possuindo diferentes formas, dependendo do uso destinado para o veículo,

como: muito ou pouco impactado, para desempenho em corridas ou uso de lazer pessoal, para determinados usos de pneu, entre outros.

Os tamanhos mais comuns no mercado são de 20", 24", 26" e atualmente podem-se encontrar muitos modelos de 29" também.

**Figura 15 – Exemplo de perfil de aro.**



Fonte: <http://www.pedaleria.com.br/por-dentro-dos-aros/>

#### 2.4.1.2 Pneu

Produzido a partir de compostos de borracha, de que também é feita sua câmara interna de ar, é responsável pelo amortecimento de impactos e de trepidações durante a sua locomoção além de proporcionar adesão ao solo para uma maior segurança e estabilidade do veículo.

A banda de rodagem que é a parte que entra em contato com o solo pode possuir diversos tipos de ranhura que servem para diferentes tipos de solo. Existe o **slick** que é pneu para estradas e pistas de asfalto, o **cross-country** para trilhas com obstáculos, o **semi-slick** para trilhas de terra batida e com boa aderência, o **mud** para trilhas com barro, o **misto** tanto para terra quanto para asfalto e outros com funcionalidades mais específicas.

**Figura 16 – Exemplos de tipos de pneu.**



Fonte: <https://www.carrodegareagem.com/tipos-rodas-bicicletas-diferencas-entre-elas/>

### 2.4.2 Garfo/suspensão dianteira

Garfo é a parte composta por duas hastes e um tubo central que une o pneu dianteiro ao quadro e é onde também se encontra conectada a mesa e o guidão. Podem ser de dois tipos: os fixos e os que possuem suspensão dianteira.

A suspensão dianteira pode ter sistema de amortecimento com ar comprimido, mola ou elastômero. As com elastômero, que são em geral mais simples, são mais adequadas para terrenos urbanos ou terrenos que causem menos impacto. As com mola duram mais e são mais robustas que as de ar comprimido e de elastômero. Por suportarem mais impacto, são mais indicadas para terrenos com mais obstáculos. Os de ar comprimido, que são mais leves e sofisticados, possuem um sistema de travamento da suspensão que pode ser acionado pelo guidão, sendo útil para subidas por exemplo.

**Figura 17 – Exemplo de suspensão dianteira.**



Fonte: <http://www.monsterbike.com.br/pecas/suspensoes-dianteiras>

### 2.4.3 Mesa

Conecta o guidão ao tubo central do garfo. Quando ajustável, pode ser regulado para estabelecer o melhor ângulo e distância para o guidão.

Figura 18 – Tipo de mesa ajustável.



Fonte: <http://www.pedaleria.com.br/guidoes-e-avanco/>

#### 2.4.4 Guidão

O guidão pode ter diferentes alturas e curvaturas, o que permite uma série de diferentes posturas a serem adotadas pelos usuários, dependendo da modalidade de ciclismo desejada. Dependendo de sua angulação, pode ser categorizado em dois tipos: o **Up Sweep**, angulação para cima e o **Back Sweep**, angulação para trás, sendo esta última a que possibilita maior conforto, devido à sua angulação favorecer a movimentação suave do pulso. O guidão também pode possuir variadas angulações de curvatura dentro dessas duas categorias e diferentes espessuras que atendem a diversas funcionalidades.

Figura 19 – Exemplos de guidão Up Sweep e Back Sweep.



Fonte: <http://www.pedaleria.com.br/guidoes-e-avanco/>

#### 2.4.5 Selim

É o assento da bicicleta. Pode ter diferentes formatos e variações dependendo tanto das características físicas do ciclista quanto da movimentação por ele exercida de acordo com a modalidade de ciclismo exercida, sendo esta última a mais decisiva para a escolha ideal do selim. Geralmente divide-se em dois tipos: com bico e sem bico ou bico rebaixado.

**Figura 20 – Selim de bico rebaixado.**



Fonte: [http://xiclista.blogspot.com.br/2006\\_11\\_01\\_archive.html](http://xiclista.blogspot.com.br/2006_11_01_archive.html)

#### 2.4.6 Canote do Selim

Tubo conector do selim com o quadro da bicicleta. Peça de ajuste da altura e da inclinação do selim. Em modelos específicos pode possuir tecnologia anti-vibração para ciclistas expostos a muitas horas de atividade e de suspensão para proporcionar um maior conforto para o usuário. Este último não substitui a suspensão traseira, sendo usada apenas para aumentar o conforto.

**Figura 21 – Exemplo de canote ajustável.**



Fonte: <http://www.revistabicicleta.com.br/bicicleta.php?&id=3131>

### 2.4.7 Farol dianteiro e lanterna traseira

Peças fundamentais para qualquer veículo viário, portanto para a bicicleta não seria diferente. Existem diferentes tipos de modelo que podem ser encaixados no garfo, no quadro, no guidão, mas em geral nenhum apresenta uma notável singularidade.

Em sua maioria são de LED, podem ser faróis de feixe alto ou feixe baixo, dependendo da necessidade do usuário. Existem as alimentadas por pilhas comuns AA, as por bateria recarregável acoplada, as por bateria externa por cabos e as conectadas a bateria da bicicleta, no caso das bicicletas elétricas.

**Figura 22 – Exemplo de farol com bateria acoplada.**



Fonte: <http://www.biketown.com.br/produto/acessorios-farol-lanterna/farol-dianteiro-cateye-hl-el530-cateye-570.mstp>

Semelhante aos faróis, anteriormente descritos, as lanternas traseiras também não apresentam uma notável singularidade entre os modelos no mercado. Em sua maioria são de LED e podem ser encaixadas nas mais diversas superfícies da bicicleta, apresentando as mesmas fontes de energia anteriormente descritas.

**Figura 23 – Exemplo de lanterna traseira.**



Fonte: <http://www.biketown.com.br/categoria/acessorios-farol-lanterna-3.mstp>

## 2.5 Dados ergonômicos

A pesquisa sobre dados ergonômicos para bicicletas pode ser bem complexa e extensa, pois muitas são as variáveis a se considerar, como as características físicas singulares de cada usuário; a finalidade específica da atividade do ciclismo como em profissional ou amadora, por exemplo; a quantidade de movimentação exercida em relação ao tempo de permanência na atividade; entre outros. Portanto, será apresentada uma breve análise sobre os aspectos mais pertinentes ao projeto.

Segundo Suzi Mariño Pequini e Paolo Cinque Pequini, em sua pesquisa, **Estudo comparativo entre bicicletas tradicionais e aerodinâmicas utilizando escalas de avaliação de níveis de desconforto corporal – EANDC**, de Janeiro de 2009: “Produtos mal projetados sem considerar os valores dimensionais dos extremos da população, assim como os ângulos posturais de conforto biomecânicos incorretos podem causar desconforto, dores e propiciar o surgimento de fisiopatologias. A utilização de escalas de níveis de desconforto/dor podem contribuir no processo de desenvolvimento de um produto apontando quais os subsistemas que poderão causar problemas aos usuários e necessitam, portanto, serem ajustados.”

### 2.5.1 Dados antropométricos

Para a coleta de dados das proporções corporais, no Brasil, tem-se basicamente duas tabelas de medidas antropométricas de trabalhadores. A primeira é o estudo do Instituto Nacional de Tecnologia (INT), que analisou as medidas de 3100 homens trabalhadores homens de 26 empresas industriais em 1988. A segunda é sobre O estudo de Couto, 1995, que foi realizado com 400 trabalhadores do sexo masculino e 100 trabalhadoras de escritórios de uma fábrica na região paulista do ABC.

Figura 24 – Dados ergonômicos 1.

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

Fonte: <http://medidasuteis.blogspot.com.br/2014/03/antropometria-e-ergonomia.html>

Figura 25 – Dados ergonômicos 2.

Medidas antropométricas estática (cm)	Mulheres					Homens				
	5%	50%	95%	Média	D.P.	5%	50%	95%	Média	D.P.
1.1 Estatura	149	159	169	158,8	6,13	160	171,5	183,5	171,5	6,79
1.2 Altura dos olhos	138,5	147,5	157,5	147,6	5,98	149	159,5	172	160	6,61
1.3 Altura dos ombros	122	131	139,5	131	5,45	133	143	154,5	143,2	6,46
1.4 Altura dos cotovelos	92,5	99,5	107	99,5	4,29	100,5	109	118	109,1	5,31
1.5 Altura das mãos	56,5	61,5	67	61,8	3,31	59,5	66	73	66,1	4,31
1.9 Largura do tronco	34	38	44	38,9	3,27	36	43	49	42,8	4,70
1.10 Largura do quadril	33	39	45	39,1	4,03	29	36	42	35,5	3,63
2.6 Altura poplíteia.	36,5	40,5	45,5	40,9	2,56	44	48,5	53	48,8	2,75
2.9 Compr. poplíteia-nádegas	41,6	45,5	49	45,3	2,62	42,5	47	51	46,9	2,67
4.1 Tamanho da mão	15	16,5	17,5	16,6	1,06	16	18	20	18,2	1,17

Fonte: <http://www.efdeportes.com/efd149/antropometria-contribuicao-na-area-da-ergonomia.htm>

Essas pesquisas foram consideradas, apesar dos muitos anos desde a sua realização, devido à escassez de dados disponíveis sobre este assunto.

### 2.5.2 Proporções entre medidas

Segundo João Gomes Filho em seu livro, **Ergonomia do Objeto**, de 2003: “Parece óbvio que quanto melhor for o preparo físico e a juventude do usuário, melhores serão as condições deste suportar os eventuais desconfortos que poderão, em muitos casos, até passar despercebidos. Esses desconfortos são traduzidos quase sempre pelas inadequações de postura corporal, alcance e percepção dos instrumentos de ação, controle e de leitura, associados também à percepção do entorno.”

Como cada indivíduo é fisicamente único em relação a outro, fazer padrões universais de bicicleta torna-se uma tarefa árdua, sendo imprescindível que a mesma possua mecanismos de ajustes para poder tornar a interação usuário-produto a mais harmoniosa possível. As proporções das partes da bicicleta devem atender às proporções de seu usuário.

Abaixo segue um exemplo de medidas importantes da bicicleta que devem ser tiradas.

**Figura 26 – Esquema ilustrativo das proporções de uma bicicleta.**



altura média do ciclista metros	tamanho do quadro Mountain Bike em polegadas	tamanho do quadro Bicicleta de Estrada em centímetros
1,50	14	48
1,60	16	50, 52, 54
1,70	17 ou 18	54, 55, 56
1,80	19 ou 20	57, 58
1,90	21 ou 22	60, 62

Fonte: <http://www.jacotei.com.br/guia/como-comprar-uma-bicicleta/>

A partir do exposto anteriormente, seguem quadros comparativos elaborados por Tiago Cassiano, um entusiasta da área, que através de sua pesquisa mostram uma relação aproximadamente correta entre a altura média do ciclista e conseqüentemente os ajustes a serem feitos na bicicleta.

Obs: as seguintes medidas encontram-se em centímetros.

**Figura 27 – Padrões ergonômicos 1.**

Estatura do ciclista	Tamanho do Quadro (aproximado)
160/165.....	50
165/170.....	52
170/175.....	54
175/180.....	56
180/185.....	58
185/190.....	60

Fonte: <http://tiagocassiano.blogspot.com.br/2010/10/bike-fit-ergonomia-do-ciclista.html>

Como visto diferentes alturas do ciclista requerem diferentes proporções de

tamanho do quadro.

Na tabela abaixo é mostrada a tabela de associação para avanço ou atraso do selim. Medida que é feita da ponta do selim até o centro do eixo do movimento da pedalada.

Obs 2: “Cavalo” é a distância entre a sola dos pés da pessoa até a região que fica apoiada no selim.

**Figura 28 – Padrões ergonômicos 2.**

Cavalo	Mínimo	Máximo
74/77.....	4,5 .....	5,5
78/81.....	5,5 .....	6,5
82/85.....	6,5 .....	7,5
86/89.....	7,0 .....	8
90/92.....	8,0 .....	8,5

Fonte: <http://tiagocassiano.blogspot.com.br/2010/10/bike-fit-ergonomia-do-ciclista.html>

**Figura 29 – Padrões ergonômicos 3.**

Altura do Selim	Distancia do Guidão
65/68.....	47/49
69/72.....	50/53
73/76.....	54/56
77/79.....	57/59
80/82.....	60/62

Fonte: <http://tiagocassiano.blogspot.com.br/2010/10/bike-fit-ergonomia-do-ciclista.html>

Obs 3: A distância selim x guidão é medida da ponta do selim até o centro do guidão.

Figura 30 – Padrões ergonômicos 4.

Altura do Selim	Diferença de altura com o guidão
65/68.....	5/6
69/72.....	6/7
73/76.....	7/8
77/79.....	8/9
80/82.....	9/10

tiagocassiano.blogspot.com

Fonte: <http://tiagocassiano.blogspot.com.br/2010/10/bike-fit-ergonomia-do-ciclista.html>

E por fim uma tabela correlacionando a ajuste errôneo da bicicleta com sua consequência para o usuário.

Figura 31 – Consequências de maus ajustes.

Componente	Conflito	Resultado
Pedais	Taquinho muito atrasado	Baixa potencia de pedalada. Sobrecarga dos músculos motores
Pedais	Taquinho muito avançado	Dormencia dos pés e formigamento nas plantas. Dor nos dedos
Pedais	Calcanhares separados	Dor no joelho (patela)
Pedais	Calcanhares juntos	Dor no joelho (patela). Sobrecarga dos quadríceps e panturrilhas
Selim	Muito alto	Tensão em excesso dos tendões posteriores do joelho. Dor lombar.
Selim	Muito baixo	Fadiga dos músculos motores. Dor na coluna.
Selim	Ponta elevada	Prostatite e dificuldade em urinar.
Selim	Ponta caída	Dor nos ossos pélvicos de apoio.
Selim	Muito para trás	Prejudica a agilidade na pedalada.
Selim	Muito para frente	Prejudica a escalada nas montanhas.
Guidão	Muito baixo	Sobrecarga dos trapézios e coluna. Dor e dormencia nas mãos.
Guidão	Muito alto	Sobrecarga da região lombar. Dor nos cotovelos e antebraços.
Atraso do selim	Longa distancia entre o guidão e o selim	Sobrecarga em toda a coluna. Dor nos cotovelos e antebraços.
Avanço do selim	Curta distancia entre o guidão e o selim	Pouca biomecanica na pedalada. Baixa potencia.

Fonte: <http://tiagocassiano.blogspot.com.br/2010/10/bike-fit-ergonomia-do-ciclista.html>

### 2.5.3 Considerações sobre a postura

O ciclista pode assumir diferentes posturas dependendo da modalidade esportiva que desejar praticar, não possibilitando que se estabeleça uma postura fixa certa, mas há considerações que podem ser feitas para que se evitem problemas posteriores à sua saúde.

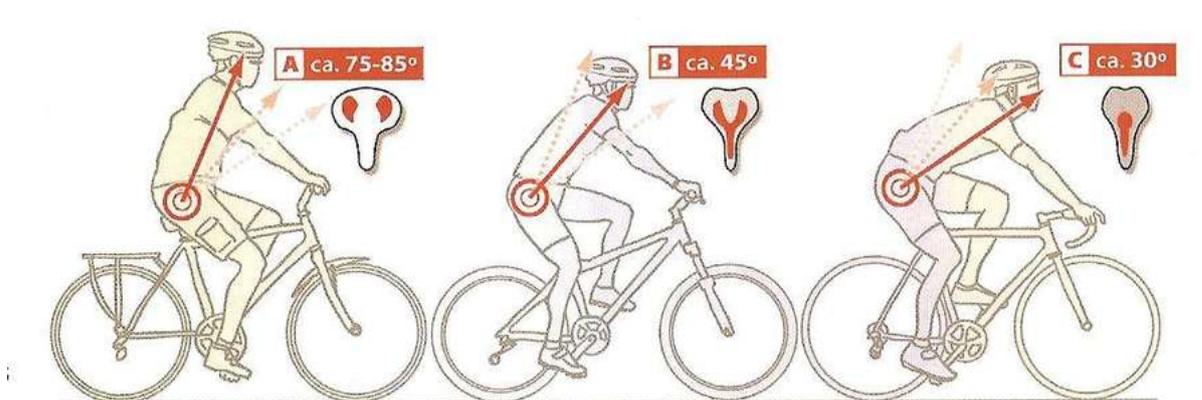
As pernas não podem estar amplamente estendidas, sendo, o ideal, estarem flexionadas em torno dos 15° entre a coxa e a perna.

A coluna precisa estar reta e relaxada sem projetar o peito excessivamente para frente.

Os braços também precisam estar flexionados, evitando-se que fiquem muito estendidos, o que causaria uma sobrecarga nas articulações dos cotovelos.

A imagem abaixo mostra exemplos de variadas posturas e os pontos de pressão obtidos no selim, que será avaliado do próximo tópic.

**Figura 32 – Exemplo de variados tipos de postura na bicicleta.**

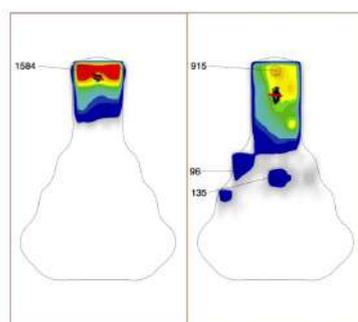


Fonte: <http://biciplan.com/blog/consejos-para-ciclistas/consejos-utiles-para-tus-rutas-en-bicicleta/>

#### 2.5.4 Pontos de pressão no selim

Um aspecto muito importante, e que é alvo de muitas queixas pelos ciclistas, é o conforto do selim. Dependendo do tempo de uso da bicicleta, da postura adotada e da intensidade da atividade, pode-se tirar uma análise dos pontos de maior pressão. Os testes a seguir foram feitos pelo Estúdio de Bike Fit e consistem em colocar um sensor no ciclista que, através de seu desempenho na atividade, determina possíveis irregularidades.

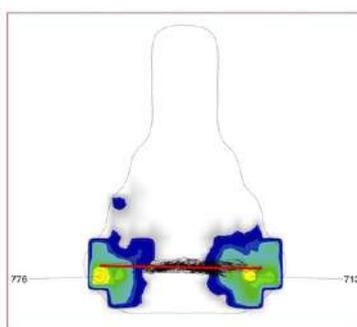
**Figura 33 – Análise de selim 1.**



Fonte: [http://www.marcelorocha.com/1935/Noticias/OsSelinsUmCapituloAParteNasBicicletas\\_200836/](http://www.marcelorocha.com/1935/Noticias/OsSelinsUmCapituloAParteNasBicicletas_200836/)

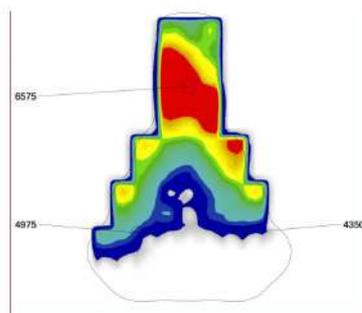
Nesta primeira imagem tem-se um selim tradicional com bico sendo utilizado por um ciclista em atividade de baixa flexibilidade. Devido a esta intensidade da atividade proporcionar uma maior inércia de sua pelve, pontos de pressão se intensificam. Sendo recomendada, neste caso, a troca por um selim sem bico e mudança da flexibilidade da atividade, de baixa para média, distribuindo melhor, assim, os pontos de pressão.

**Figura 34 – Análise de selim 2.**



Fonte: [http://www.marcelorochoa.com/1935/Noticias/OsSelinsUmCapituloAParteNasBicicletas\\_200836/](http://www.marcelorochoa.com/1935/Noticias/OsSelinsUmCapituloAParteNasBicicletas_200836/)

Nesta, tem-se um selim de formato anatômico e sem bico sendo utilizado por um ciclista com flexibilidade média da atividade. Pode-se notar a mudança das áreas de pressão, claro que também varia de acordo com o peso da pessoa e seu ponto de equilíbrio, que determina como ela distribui seu peso enquanto sentada.

**Figura 35 – Análise de selim 3.**

Fonte: [http://www.marcelorochoa.com/1935/Noticias/OsSelinsUmCapituloAParteNasBicicletas\\_200836/](http://www.marcelorochoa.com/1935/Noticias/OsSelinsUmCapituloAParteNasBicicletas_200836/)

E por último tem-se um selim tradicional com bico, como na primeira análise, sendo utilizado por um ciclista com boa flexibilidade durante a atividade. Pode ser observada uma maior área de contato no selim. Pelos experimentos demonstrados, é possível afirmar que o conforto do selim depende muito de diversos fatores, que vão de encontro especificamente com a particularidade de cada usuário. Por exemplo, mesmo apresentando pontos de alta pressão em algumas áreas, o ciclista pode se sentir confortável ou simplesmente não apresentar nenhuma queixa.

## 2.6 Materiais

### 2.6.1 Quadro

Geralmente os quadros de bicicleta são feitos de alumínio, aço ou fibra de carbono, havendo alguns variantes de material mais específico como o titânio e são feitos em forma de perfis tubulares inteiriços que então são curvados ou quando não inteiriços, são soldados além de peças adicionais usinadas ou fundidas que podem ser acrescentadas na estrutura.

#### 2.6.1.1 Aço

Sendo basicamente uma liga de ferro e carbono, o aço possui diferentes variações dependendo da finalidade desejada através da adição de outros elementos químicos, como aços com diferentes graus de resistência mecânica, soldabilidade, ductilidade, resistência à corrosão, entre outros. O aço, de forma geral possui ótimas

propriedades mecânicas como, boa resistência à tração, à compressão, à flexão, pode ser laminado, forjado, estampado, estriado e suas propriedades podem sofrer modificações por tratamentos térmicos ou químicos além de ser infinitamente reciclável, sem perder suas características, mas em comparação com outros materiais, ele é muito pesado.

O aço inoxidável é uma liga que apresenta propriedades físico-químicas superiores a dos aços comuns como a alta resistência à corrosão e à oxidação.

#### 2.6.1.2 Alumínio

Por ser um metal com o custo menor que o do aço, ser relativamente macio, com boa condutividade térmica e elétrica e uma grande resistência à corrosão é o mais utilizado na indústria para a confecção de quadros.

O alumínio puro quase não é utilizado pela indústria, é mais complexo de se manipular que o aço, mas adicionando outros elementos apresenta uma enorme gama de ligas diferentes para os mais variados propósitos podendo chegar a ser tão resistente quanto o aço. Também pode ser infinitamente reciclado sem perder suas características e atualmente as ligas mais utilizadas em quadros de alumínio são as 6061 e 7005.

#### 2.6.1.3 Fibra de carbono

Entre os materiais comparados aqui, a fibra de carbono é o mais vantajoso por possuir o menor peso, a maior resistência, a maior rigidez e o maior limite de fadiga além de também ser anticorrosivo.

É o material que mais reúne motivos para ser o material ideal para a fabricação do quadro excetuando-se o fato de seu alto valor de custo, o que conseqüentemente resultaria em um preço de venda elevadíssimo para o consumidor.

#### 2.6.1.4 Titânio

O titânio, assim como a fibra de carbono, também poderia ser o material ideal para a fabricação de quadros se não fosse pelo seu alto preço de custo. Entre suas qualidades também destacam-se, em relação ao aço, seu baixo peso, uma maior resistência a fadiga, um maior índice de dureza e sua propriedade anticorrosiva.

Uma notória vantagem em relação a outros materiais é em relação à solda, pois o calor produzido não altera sua estrutura molecular, o que poderia causar trincas no caso do aço e do alumínio, porém este material é mais complexo de moldar devido ao seu alto grau de dureza.

### 3 Conceitos e critérios

A partir da análise dos dados levantados foram estabelecidos os seguintes conceitos e critérios que viabilizam a realização deste projeto.

#### 3.1 Conceitos

##### 3.1.1 Sustentabilidade



<http://pt.123rf.com/stock-photo/floresta.html>

Alcançar os melhores resultados possíveis de manuseio das técnicas de produção e de energia:

- Utilizar fontes tecnológicas e de energia que causem o menor impacto possível na natureza.
- Materiais e processos que evitem o desperdício e o lançamento de resíduos na natureza, levando em consideração as formas de desuso do produto.

### 3.1.2 Mobilidade

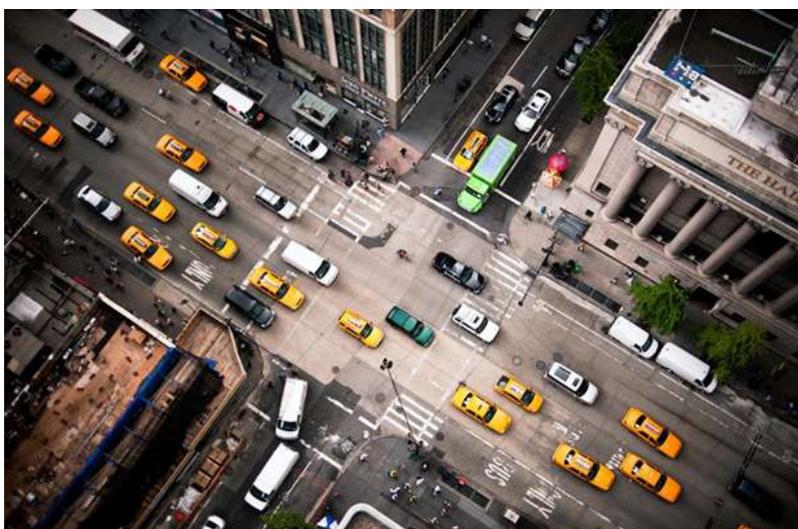


<http://www.gettyimages.pt/detail/v%C3%ADdeo/expressway-and-highway-top-view-filmes-de-arquivo/175712514>

Tornar o produto o mais eficiente e abrangível possível para atender a diversas demandas.

- Propor uma alternativa eficiente com benefícios a mais que estimulem a escolha deste, pelo consumidor, em relação aos meios convencionais de transporte.
- Adequação a diferentes tipos de solo ou locais de difícil acesso para os meios convencionais de transporte.

### 3.1.3 Cenário urbano



Fonte: <https://lekandthecity.wordpress.com/2012/04/14/a-cidade-vista-de-cima/>

Oferecer alternativas para locomoção:

- Utilizar infraestrutura existente para abastecimentos de energia elétrica.
- Proporcionar uma adequação para situações de escassez de espaço, alto custo de combustíveis e estacionamento.

### 3.2 Critérios

Através desta análise, podemos estabelecer os critérios que guiarão as decisões para a realização deste projeto.

#### 3.2.1 Design

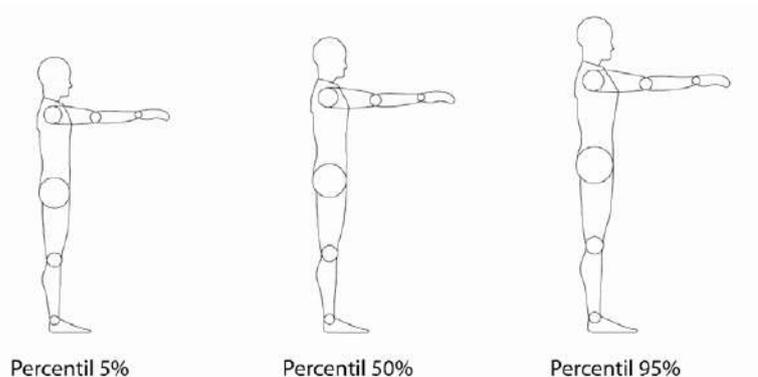
Projetar levando em consideração o usuário, eficiência e estética desejável.

- Tornar o produto fácil de utilizar, concertar e descartar.
- Estudos de ergonomia para garantir conforto e uma melhor experiência para o usuário.
- Componentes tecnológicos utilizados de forma sustentável e com produtos já existentes e disponíveis no mercado.
- Estética acompanhada de elementos que busquem o interesse pelo produto.

#### 3.2.2 Ergonomia

Com base nos dados ergonômicos coletados anteriormente na seção 2.4, no levantamento de dados, pode-se estabelecer 3 perfis principais das medidas antropométricas: 5%, 50% e 95%.

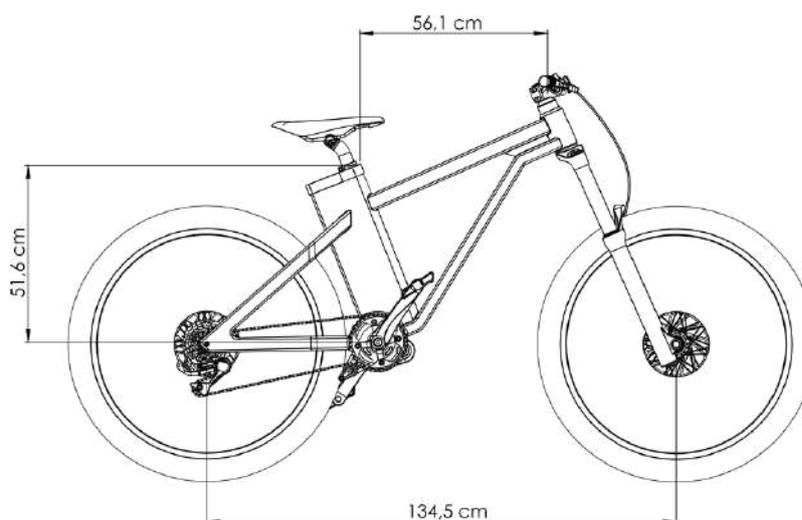
**Figura 36 – Percentis analisados.**



A partir desses percentis e das tabelas antropométricas analisadas, contando homens e mulheres, pode-se concluir que a estatura média das pessoas que se encontram nos 5% é de 1,50m a 1,60m; das que se encontram nos 50% é de 1,60m a 1,70m e das que se encontram nos 95% é de 1,70m a 1,85m. Buscando abranger o maior número possível de consumidores, foi escolhido como percentil padrão para o produto, o de 50%, ou seja, pessoas entre 1,60m a 1,70m.

Algumas dimensões foram definidas para o desenvolvimento do projeto:

**Figura 37 – Dimensões definidas através do estudo ergonômico.**



Fonte: Acervo de imagens do projeto

### 3.2.3 Insumos de produção

Foi estabelecido que serão utilizados processos de fabricação que tornem o preço final do produto o mais acessível possível para o consumidor e seus materiais e componentes serão os já inseridos no mercado a fim de tornar a manutenção mais viável.

#### 3.2.3.1 Componentes tecnológicos

De acordo com o orientador do projeto, não serão apresentadas as configurações e especificações tecnológicas e dos sistemas eletrônicos, pois ambos não constam no escopo do projeto de graduação de design.

Mas serão apresentados critérios funcionais dos componentes, suas alocações e alguns pontos específicos destes que condizem com a realização do projeto.

- **Baterias:** Foi escolhida a bateria de lítio para o projeto, por ser mais leve, ter maior vida útil além de ter maior eficiência de recarga e por ser geralmente removível

da bicicleta, apesar de ser mais cara e de ser um pouco menos disponível no mercado que a bateria de chumbo.

A bateria se conecta ao controlador do sistema elétrico e ao carregador, na hora do abastecimento.

Pode ser alocada em diversos pontos da bicicleta, sem comprometer qualquer funcionalidade desta, mas neste projeto foi idealizada a alocação desta no interior do tubo do quadro, logo abaixo do assento.

- **Controlador do sistema elétrico:** Controlador responsável por conectar a energia fornecida pela bateria às funcionalidades da bicicleta, como motor, lanterna, display, entre outros.

Seu posicionamento deve ser bem elaborado devido à sua importância e será alocado próximo à bateria.

- **Display:** Como o usuário ativa as funcionalidades da bicicleta através do display e devido ao grande avanço tecnológico na área de celulares e tablets, foi pensado em utilizar um celular como display para essas funcionalidades.

Através de um aplicativo que simularia uma interface na qual administraria todas essas informações, sendo esta uma parte bem específica e que precisa ser muito bem executada, pois é responsável pela eficiência dessas funções.

- **Painel solar:** Para o projeto foi planejado utilizar o painel solar diretamente alocado no aro da bicicleta. Muitas são as novas bicicletas deste tipo que vêm surgindo e por ser uma ideia relativamente nova, pouca informação pública se tem sobre, especificamente, esta tecnologia.

Foram levadas em consideração apenas as informações coletadas anteriormente sobre painéis fotovoltaicos convencionais.

- **Dínamo:** Originalmente o dínamo é alocado no garfo ou quadro da bicicleta e produz energia elétrica através da energia mecânica usada para girar a roda, mas para o projeto foi idealizado a utilização deste sistema no aro do pedal, estando próximo ou acoplado ao motor.

Utilizando o aro do pedal que possui uma circunferência menor, geraria mais energia do que se estivesse alocado perto da roda, utilizando a mesma quantidade de energia mecânica.

Como atualmente não foi possível encontrar exemplos deste equipamento, especificamente para o aro do pedal, no mercado, esta parte será tratada mais conceitualmente.

### 3.2.3.2 Componentes de mercado

Abaixo segue uma lista dos componentes encontrados no mercado que serão levados em consideração para o desenvolvimento do projeto.

**Tabela 2 – Componentes de mercado da bicicleta.**

<b>Componentes</b>	<b>Característica</b>	<b>Justificativa</b>
<b>Aros:</b>	26" Alumínio, parede dupla.	Maior disponibilidade no mercado, ocasionando uma facilidade de reposição da peça e maior resistência para terrenos acidentados.
<b>Pneus:</b>	26" Tipo misto.	Maior disponibilidade no mercado, ocasionando facilidade de reposição da peça e maior versatilidade quanto aos tipos de terreno que pode percorrer.
<b>Garfo/suspensão dianteira:</b>	Curso 100mm, freio a disco.	Mais adequado para percursos mais suaves como em terrenos urbanos que é o principal ambiente para o qual o produto é voltado.
<b>Mesa:</b>	Com regulagem de altura. Tipo de	Para uma melhor adaptação do usuário.
<b>Guidão:</b>	Mountain Bike, comprimento 600mm.	Maior resistência a impactos. Critérios estéticos.
<b>Selim:</b>	Optou-se por utilizar o selim encontrado no mercado.	Devido à complexidade e estudo do selim, que mostrou que o correto seria um selim personalizado para um usuário específico, este item foi posto em aberto.

Componentes	Característica	Justificativa
<b>Farol e lanterna:</b>	Componentes próprios para bicicletas elétricas (sem bateria acoplada).	Componentes alimentados diretamente pela bateria da bicicleta. Serão acionados através do display.

### 3.2.3.3 Materiais e processos

Os materiais e processos dos componentes da bicicleta serão explicados abaixo e seguem critérios que foram estabelecidos de acordo com a análise de dados anteriormente levantados.

- **Quadro:** Para a confecção do quadro foi escolhido o alumínio 7005, por ser uma liga que exige menos processos de tratamento que o 6061, por ser mais leve que este e por ser mais fácil de ser produzida pela indústria. O quadro será feito com tubos de perfis industriais de alumínio curvados e soldados, através de solda TIG.

O alumínio foi escolhido por causa de suas propriedades físicas e químicas, superiores ao aço. Um quadro de alumínio pode ser tão resistente quanto o aço, mecanicamente, porém é mais leve e muito mais resistente à oxidação, embora seja um pouco mais caro e possua processos mais complicados que o aço, como o tipo de soldagem.

- **Assento:** O assento possuirá uma estrutura tubular de alumínio curvado e soldado, como o quadro, e uma parte estofada, como em selins convencionais.

## 4 Conceituação formal e desenvolvimento

Começando pela alocação dos componentes e definindo uma estruturação dos elementos é que posteriormente poderá ser elaborada a parte estética.

A partir da estruturação feita, começará a geração de alternativas baseadas em critérios estéticos.

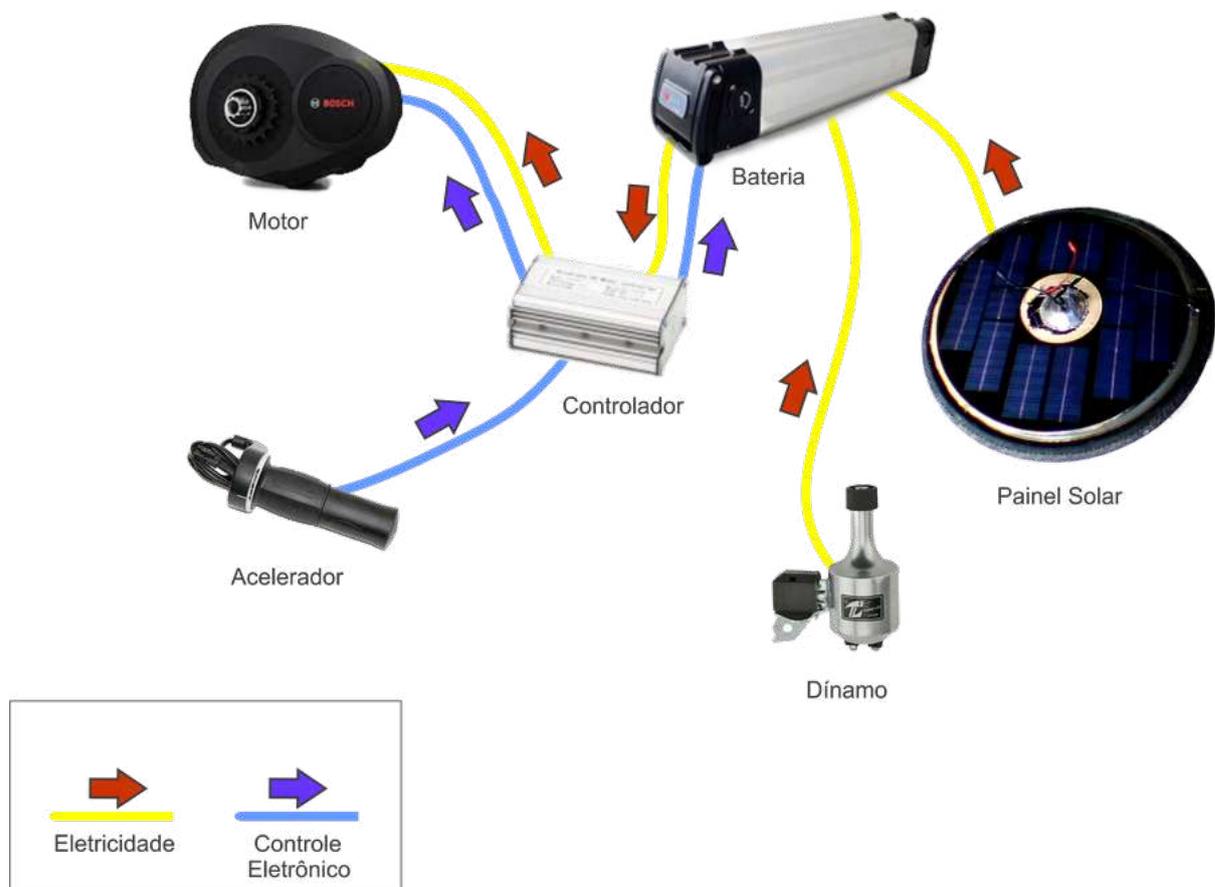
### 4.1 Desenvolvimento

#### 4.1.1 Alocação dos componentes tecnológicos

Tendo esta parte prioridade devido a sua alta complexidade tecnológica, a parte estética torna-se mais flexível a mudanças e será abordada posteriormente.

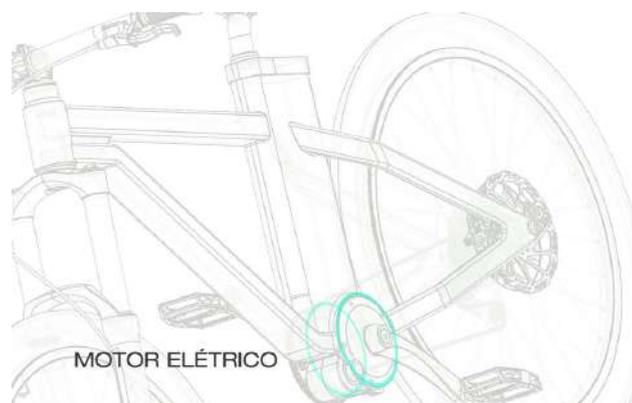
O diagrama abaixo exemplifica a coordenação dos elementos funcionais principais da bicicleta.

**Figura 38 – Diagrama de funcionamento do sistema.**



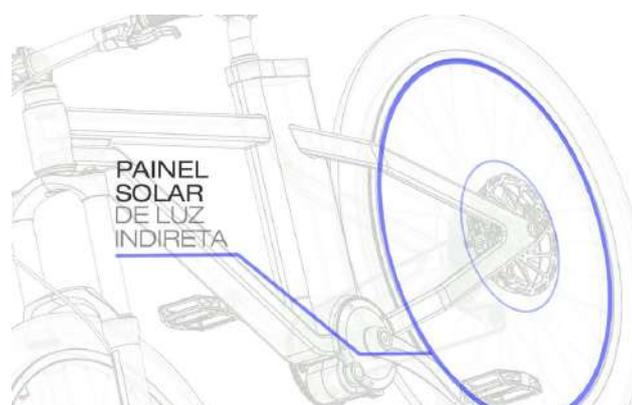
Fonte: Acervo de imagens do projeto

**Figura 39 – Alocação do motor elétrico.**



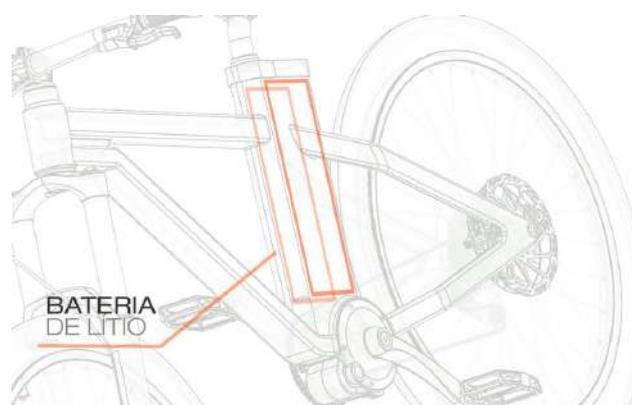
Fonte: Acervo de imagens do projeto

**Figura 40 – Alocação do painel solar.**



Fonte: Acervo de imagens do projeto

**Figura 41 – Alocação de bateria.**



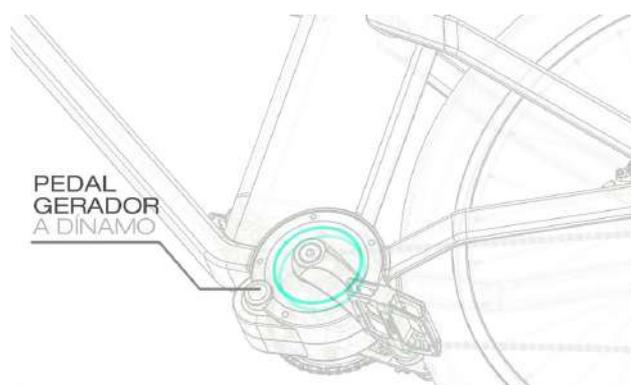
Fonte: Acervo de imagens do projeto

**Figura 42 – Alocação do controlador.**



Fonte: Acervo de imagens do projeto

**Figura 43 – Alocação do dínamo.**



Fonte: Acervo de imagens do projeto

**Figura 44 – Alocação do acelerador.**

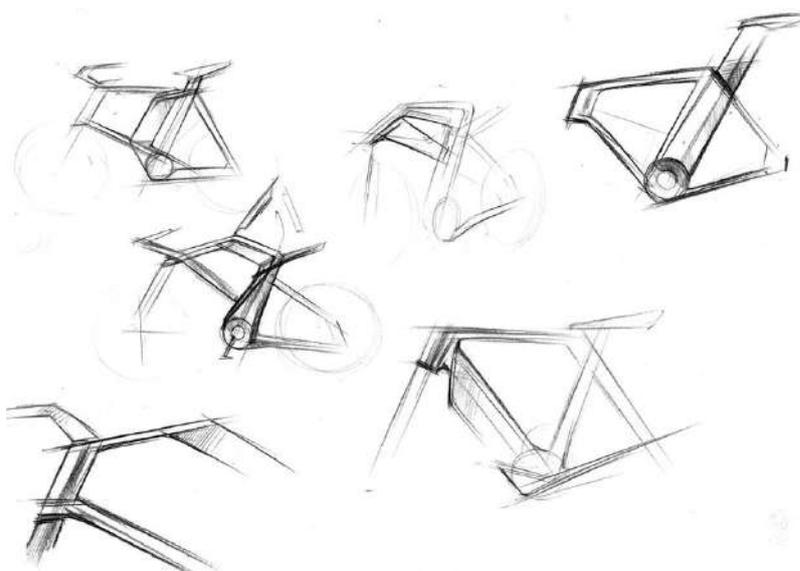


Fonte: Acervo de imagens do projeto

#### 4.1.2 Processo de geração de alternativas

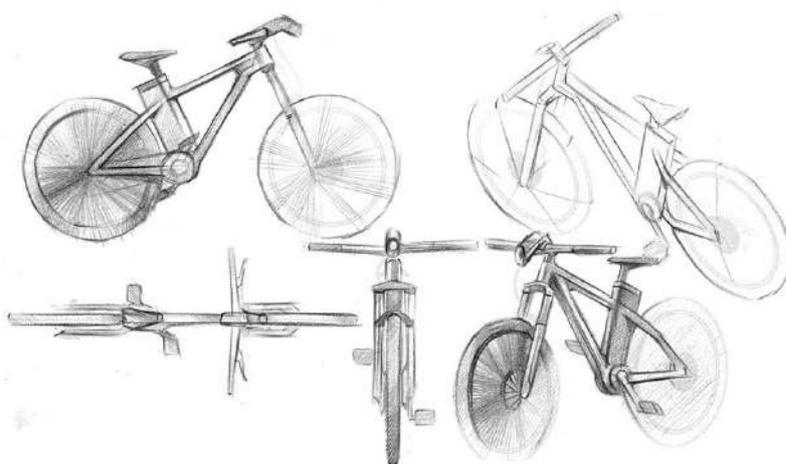
Após as análises feitas, critérios estabelecidos e elaborada a alocação dos componentes foi abordada a fase de geração de alternativas, assegurando uma melhor eficiência dos elementos e seu desempenho.

**Figura 45 – Sketches de conceituação da bicicleta 1.**



Fonte: Acervo de imagens do projeto

**Figura 46 – Sketches de conceituação da bicicleta 2.**



Fonte: Acervo de imagens do projeto

### 4.1.3 Usabilidade e detalhamento

#### 4.1.3.1 Interface

Foi pensado para o projeto, abordando a ideia de integração de funções, que o display utilizado, não só fizesse a comunicação necessária entre o motor e demais componentes eletrônicos, e seu devido acionamento pelo usuário, como oferecesse também funcionalidades extras que tornem o uso do produto final a experiência mais completa possível.

**Figura 47 – Smartphone - Apple.**



Fonte: <https://www.zoom.com.br/celular/apple>

Então foi escolhido como display, um celular smartphone com sensibilidade ao toque, devido à sua grande popularização e por ser o principal dispositivo de comunicação móvel atualmente. Além das inúmeras funções como de comunicação, geolocalização, acesso a informações por meio da internet entre outras já integradas no smartphone, seria elaborada uma interface, na forma de um aplicativo, para a utilização pelo usuário como em acionamento do motor e checagem dos níveis de energia da bateria, por exemplo.

A escolha deste dispositivo foi devido às seguintes ferramentas nele contidas:

- GPS e Navegação.
- Comunicação (Telefonia/Internet 3G).
- Plataforma para uso de Aplicativos.
- Armazenagem de dados.
- Captura de Imagens e Vídeos (Possível transmissão em tempo real).
- Portabilidade.

- Conexão com dispositivos (Porta miniUSB universal).
- Acessórios complementares (De suporte e proteção, neste caso).
- Tecnologia dominada pelos usuários e cada vez mais acessível.

O que será mostrado:

#### **Restrição de acesso:**

- Logo de início, o usuário deverá acionar o veículo entrando com sua chave, popularmente conhecida como “*Login*”. O que impedirá o acesso de estranhos ao produto, travando todo o sistema e o tornando inoperante, até que seja inserida a chave correta.

#### **Configurações de modo de condução do veículo:**

- Econômico (Prioriza a autonomia).
- Ladeira (Prioriza a potência).
- Emergência (Velocidade máxima liberada).
- Zona de pedestres ou ciclovias (Velocidade fixa, que poderá ser definida pelo condutor entre 10 e 30Km/h).

#### **Informações essenciais:**

- Velocidade.
- Percentagem de carga da bateria.
- Autonomia restante prevista.
- Hodômetro total e parcial.

#### **O que está acontecendo com o veículo:**

- Gráficos de consumo total e/ou parcial, erros e alertas.

**Mapas, Rotas e Pontos de interesse (Centrais, Pontos de recarga, entre outros).**

**Mecanismo de comunicação e acionamento imediato de órgãos públicos Hospitais, Corpo de Bombeiros, Polícias Militar e Civil, Comlurb, Cedae, Ceg e Concessionárias de energia, etc.**

**Mecanismo de comunicação e acionamento imediato de órgãos fiscalizadores – INEA, ICMBIO (Divisão do IBAMA).**

**Mecanismo de Chamadas:**

- A central poderá enviar uma solicitação ao agente, enviando para o aparelho informações da tarefa a ser cumprida, localização e urgência da situação.

Por razões de normas internas das corporações, esse aplicativo não tem como objetivo substituir os mecanismos tradicionais de comunicação via rádio. A ideia é servir de complemento para aprimorar a qualidade da informação transmitida, inserindo na mensagem dados complementares que são complicados de verbalizar. Assim, o agente fica mais livre para dar mais atenção ao atendimento da ocorrência.

Obs.: Os mecanismos de comunicação do aplicativo estão sujeitos ao alcance de sinal das operadoras de telefonia móvel. Existem alguns locais onde o sinal é muito escasso, como em florestas e parques mais isolados. Nesse caso, o contato deverá ser feito somente via rádio.

#### 4.1.3.2 Abastecimento

A bicicleta elétrica é abastecida conectando a entrada de energia da bateria com a saída de energia de qualquer tomada residencial, por exemplo, através de um cabo externo que se conecta nessas duas extremidades.

Para ter acesso à bateria para sua recarga é preciso levantar o tampo que se encontra logo abaixo do selim.

Neste compartimento fica alojado não só a bateria como o controlador de aceleração, que se encontra logo abaixo daquele como mostrado na figura 41 da seção 4.1.1.

**Figura 48 – Detalhe do acesso aos plugues de recarga de energia elétrica 1.**



Fonte: Acervo de imagens do projeto

**Figura 49 – Detalhe do acesso aos plugues de recarga de energia elétrica 2.**



Fonte: Acervo de imagens do projeto

**Figura 50 – Detalhe do acesso aos plugues de recarga de energia elétrica 3.**



Fonte: Acervo de imagens do projeto

A bateria, juntamente com o controlador, que se encontra embaixo desta, também pode ser retirada apenas puxando pela alça e no final desplugando os cabos conectores do controlador.

**Figura 51 – Retirada da Bateria junto com o controlador 1.**



Fonte: Acervo de imagens do projeto

**Figura 52 – Retirada da Bateria junto com o controlador 2.**



Fonte: Acervo de imagens do projeto

Apenas acionando o botão, pode-se separar os dois componentes, para, por exemplo, no caso de se trocar efetivamente uma bateria antiga por uma nova.

**Figura 53 – Separação entre a bateria(em cima) e o controlador (embaixo) 1.**



Fonte: Acervo de imagens do projeto

**Figura 54 – Separação entre a bateria(em cima) e o controlador (embaixo) 2.**

Fonte: Acervo de imagens do projeto

#### 4.1.3.3 Manutenção

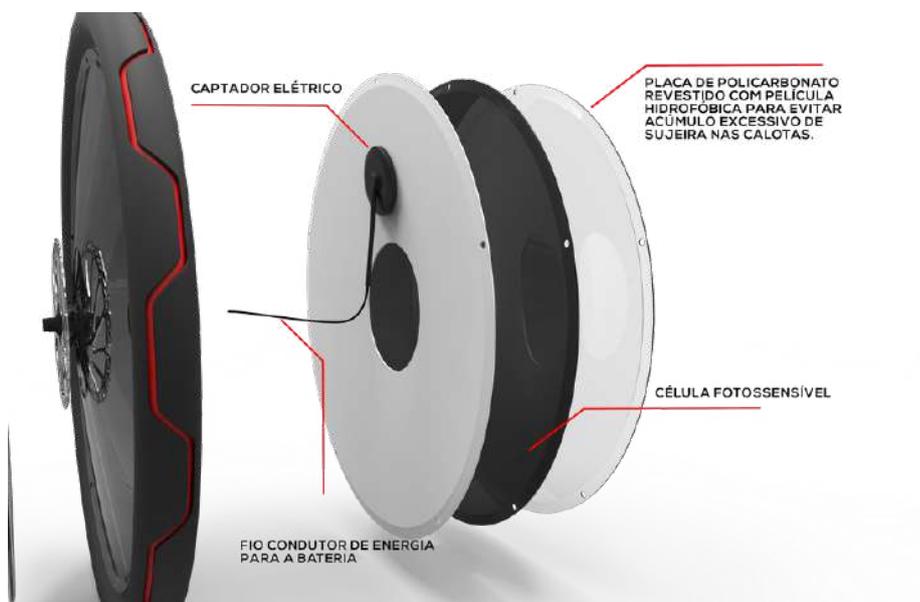
O produto não requer manutenção frequente por parte do usuário, os itens que devem ser de maior atenção deste são a bateria e os pneus em caso de troca, se necessário.

Para outros componentes eletrônicos é recomendada uma assistência técnica profissional.

#### 4.1.3.4 Detalhamento da roda

Para a captação de energia solar, utilizando placas fotovoltaicas nas rodas, foi estabelecido um sistema composto de 3 camadas: a camada central é a calota, onde comportará o captador elétrico, que faz a transmissão da energia coletada do painel fotossensível ao sistema de armazenamento da bateria; a camada secundária é o painel fotossensível; e a terceira camada, que é a externa, é uma placa hidrofóbica protetora para evitar acúmulo de sujeira nos painéis, prolongando sua vida útil e facilitando a limpeza das rodas.

**Figura 55 – Detalhamento da roda 1.**



Fonte: Acervo de imagens do projeto

**Figura 56 – Detalhamento da roda 2.**



Fonte: Acervo de imagens do projeto

#### 4.1.3.5 Detalhamento dos acessórios

Foi pensado na incorporação de um porta-luvas para o usuário poder carregar alguns pertences consigo, durante suas viagens e um porta-copos para o usuário apoiar bebidas.

**Figura 57 – Porta-luvas.**



Fonte: Acervo de imagens do projeto

**Figura 58 – Porta-copos.**

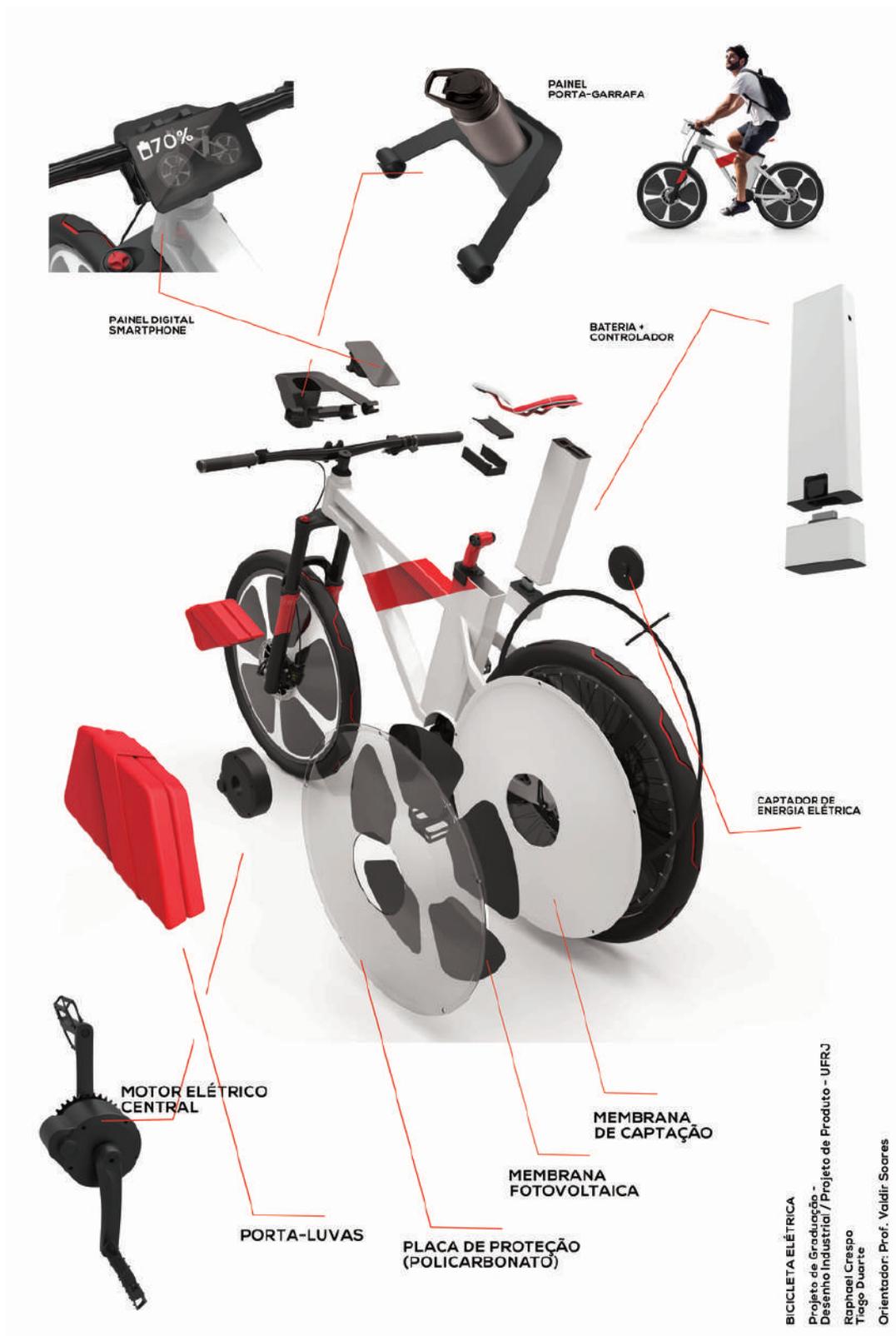


Fonte: Acervo de imagens do projeto

O porta-luvas se encontra na parte central do quadro, enquanto que o porta-copos se encontra acoplado no guidão.

### 4.1.3.6 Detalhamento geral e vista explodida

Figura 59 – Detalhamento e vista explodida.



Fonte: Acervo de imagens do projeto

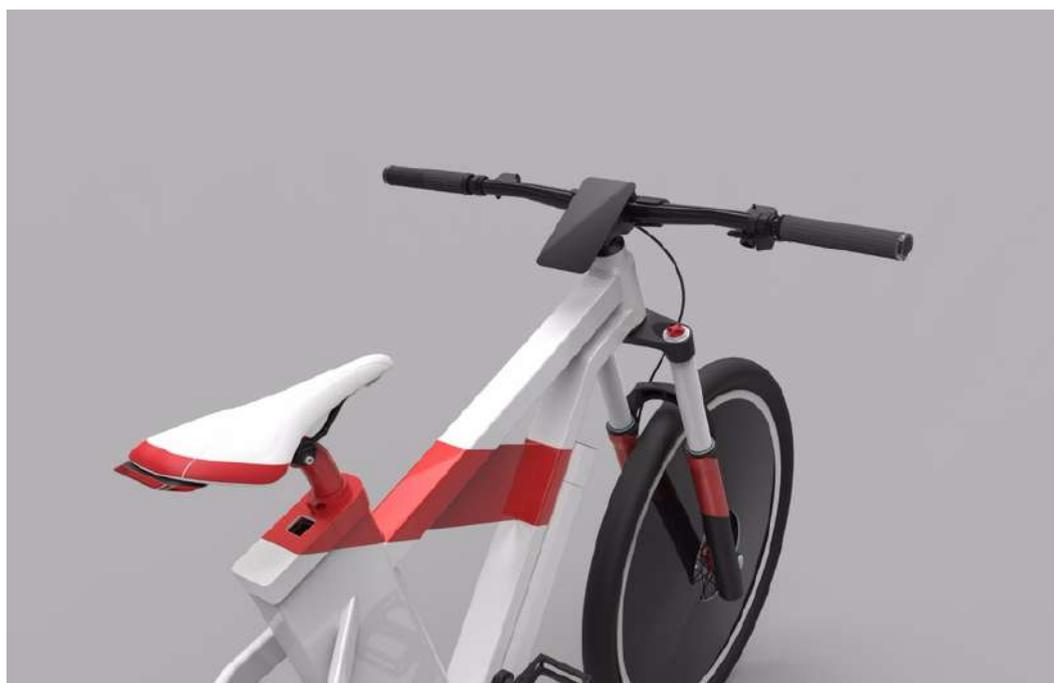
## 4.2 Imagens finais do produto

**Figura 60 – Imagem final da bicicleta elétrica de perfil.**



Fonte: Acervo de imagens do projeto

**Figura 61 – Bicicleta elétrica em perspectiva 1.**



Fonte: Acervo de imagens do projeto

**Figura 62 – Bicicleta elétrica em perspectiva 2.**



Fonte: Acervo de imagens do projeto

**Figura 63 – Perfil de 50% utilizando o produto.**



Fonte: Acervo de imagens do projeto

**Figura 64 – Humanização do produto final.**



Fonte: Acervo de imagens do projeto

**Figura 65 – Versão alternativa com estética de rodas de configuração modular 1.**



Fonte: Acervo de imagens do projeto

**Figura 66 – Versão alternativa com estética de rodas de configuração modular 2.**



Fonte: Acervo de imagens do projeto

**Figura 67 – Ambientação 1.**



Fonte: Acervo de imagens do projeto

**Figura 68 – Ambientação 2.**



Fonte: Acervo de imagens do projeto

**Figura 69 – Ambientação 3.**



Fonte: Acervo de imagens do projeto

## 5 Conclusão

Os objetivos para o projeto foram cumpridos, criando uma bicicleta elétrica que pudesse reunir as tecnologias mais recentes, a favor do desenvolvimento dos produtos desta área. Apesar de não cobrir todas as situações adversas que um carro convencional conseguiria, como proteger o usuário de chuvas fortes, e percorrer distâncias muito grandes, como transitar entre Estados brasileiros, por exemplo, a bicicleta desenvolvida neste projeto mostrou-se um veículo alternativo para o carro na maioria das situações previstas, buscando amenizar os intensos congestionamentos das vias públicas atualmente, buscando uma solução que pudesse proporcionar resultados duradouros para o futuro.

Devido ao quadro da bicicleta ser a espinha dorsal desta e, assim, um componente fixo, o perfil de público traçado neste projeto foi o de 50%, por ser o perfil que alcança um maior número de pessoas, mas foi idealizado a confecção de mais dois tamanhos de quadro para alcançarem ambos os extremos dos perfis, 5% e 95%.

O projeto ainda conta com uma tecnologia que não se encontra amplamente difundida no mercado, como os painéis solares nas rodas, mas serviu para unir e catalogar o que há de mais eficiente e sustentável até o momento. Sendo este um projeto que ainda deve continuar sendo desenvolvido.

Para o prosseguimento do projeto seria necessária a confecção de protótipos e a devida atualização quanto às tecnologias sustentáveis que surgirem eventualmente.

### Referências bibliográficas

- BAXTER, Mike R. *Projeto de Produto: guia prático para o design de novos produtos*. 3 ed. São Paulo: Blucher, 2011.
- PEQUINI, Suzi M.; PEQUINI, Paolo C. Estudo comparativo entre bicicletas tradicionais e aerodinâmicas utilizando escalas de avaliação de níveis de desconforto corporal – EANDC. São Paulo, 2009.
- FILHO, João Gomes. *Ergonomia do Objeto: sistema técnico de leitura ergonômica*. 2 ed. São Paulo: Escrituras, 2010.
- LÖBACH, Bernd. *Design Industrial: bases para a configuração dos produtos industriais*. 1 ed. São Paulo: Blucher, 2001.
- IIDA, Itiro; BUARQUE, Lia. *Ergonomia: projeto e produção*. 3 ed. São Paulo: Blucher, 2016.
- ADAMI, Marcos; *Bicicleta Elétrica para Donas de Casa, ac. 23 Out. 2015. disp. <http://www.bikemagazine.com.br/categorias/bicicleta-eletrica/>*
- COELHO, Roberto; *Material Quadro Bicicleta, ac. 03 Jan. 2012. disp. <http://www.ciclofepat.com.br/material-bicicleta.html>*
- CURY, Pedro; *Suspensão Dianteira, ac. 09 Set. 2013. disp. [http://www.revistabicicleta.com.br/bicicleta.php?suspensao\\_dianteira&id=3701](http://www.revistabicicleta.com.br/bicicleta.php?suspensao_dianteira&id=3701)*
- CURY, Pedro; *Entendendo Rodas, ac. 23 Jul. 2008. disp. [http://www.pedal.com.br/entendendo-rodas\\_texto2309.html](http://www.pedal.com.br/entendendo-rodas_texto2309.html)*
- MENEZES, Arthur; *Escolhendo os Painéis Solares, ac. 17 Ago. 2014. disp. <http://www.portalsolar.com.br/tipos-de-painel-solar-fotovoltaico.html>*
- CAPIVARA, Eduardo; *Entenda as medidas dos pneus, ac. 24 Mai. 2014. disp. <http://www.pedaleria.com.br/entenda-medidas-pneus/>*
- SIMÕES, Victor; *Emergências do Ciclista e da Bicicleta, ac. 12 Jun. 2011. disp. <http://www.escoladebicicleta.com.br/emergencia.html>*
- ARTELLI, David; *Bicicleta - Técnicas Básicas e Ergonomia, ac. 25 Mar. 2009. disp. <http://www.ortoclinicabauru.com.br/artigos/bicicleta-%E2%80%93-tecnica-basica-e-ergonomia>*
- MACHADO, Gustavo; *Noções de Ergonomia para a Compra da Bike, ac. 16 Jan. 2015. disp. <http://www.euvoudebike.com/tag/ergonomia/>*

- CASSIANO, Tiago; *Bike Fit*, ac. 22 Out. 2010. *disp.* <http://tiagocassiano.blogspot.com.br/2010/10/bike-fit-ergonomia-do-ciclista.html>
- SANTOS, Jaime; *Pensando em Ergonomia*, ac. 04 Mar. 2015. *disp.* <http://pedaladasaudavel.com.br/vai-comprar-uma-bike-pense-em-ergonomia/>
- ANDRADE, Henrique; *Tecnologia e o Ciclista*, ac. 08 Jul. 2013. *disp.* <http://www.praquempedala.com.br/blog/tecnologia-de-bike-fit-analisa-o-contato-do-ciclista-no-selim-para-deixar-a-bike-mais-confortavel/>
- ROCHA, Marcelo; *Os Selins - Um Capítulo a parte nas Bicicletas*, ac. 02 Abr. 2012. *disp.* [http://www.marcelorocha.com/1935/Noticias/OsSelinsUmCapituloAParteNasBicicletas\\_200836/](http://www.marcelorocha.com/1935/Noticias/OsSelinsUmCapituloAParteNasBicicletas_200836/)
- MARTINS, Rodrigo; *Inovação e Tecnologia*, ac. 21 Nov. 2009. *disp.* <http://www.apaixoadoporbike.com.br/category/inovacao-e-tecnologia/>
- MAGNANI, Fábio; *Tecnologia da Bicicleta*, ac. 13 Jun. 2014. *disp.* [http://blog.fabio magnani.com/?page\\_id=14841](http://blog.fabio magnani.com/?page_id=14841)
- PEREIRA, Maurício; *Como Funcionam as Bicicletas Elétricas*, ac. 06 Mai. 2015. *disp.* <http://www.bicimoto.com.br/blog/bicicleta-eletrica/quer-saber-como-funcionam-as-bicicletas-eletricas/>
- NUNES, Guilherme; *Como Funciona uma Bicicleta Elétrica*, ac. 19 Ago. 2015. *disp.* <http://www.eleeze.com.br/pedale/como-funciona-uma-bicicleta-eletrica/>
- PFUNDNER, Romeu; *Acelerador Atuando por Rotação*, ac. 07 Dez. 2010. *disp.* <http://labdegaragem.com/m/blogpost?id=6223006%3ABlogPost%3A6943&maxDate=2011-01-08T15%3A55%3A13.000Z>

4 3 2 1

F

F

E

E

D

D

C

C

B

B



A

A

Descrição: Perspectiva do Sistema Completo

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

CLA - Escola de Belas Artes

Depto. de Desenho Industrial

Curso de Desenho Industrial

Habilitação em Projeto de Produto

Título do Projeto: Bicicleta Elétrica

Sistema: Bicicleta Elétrica-Solar

Sub-sistema: -

Peça: -

Autores: Raphael Crespo e Tiago Duarte

Escala: 1/10

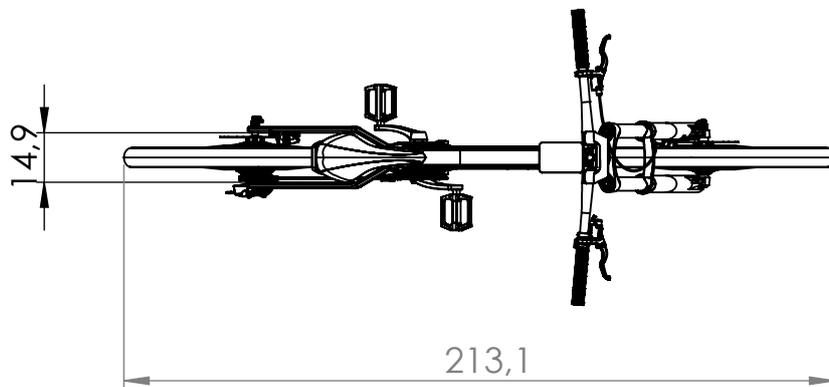
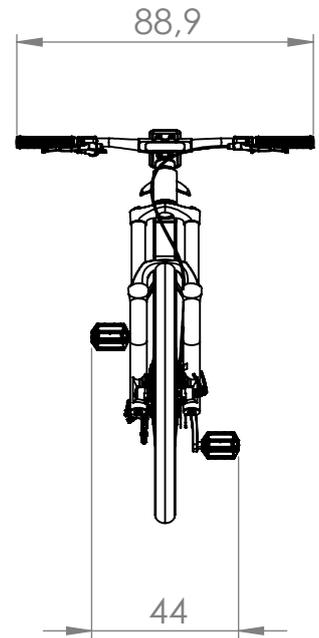
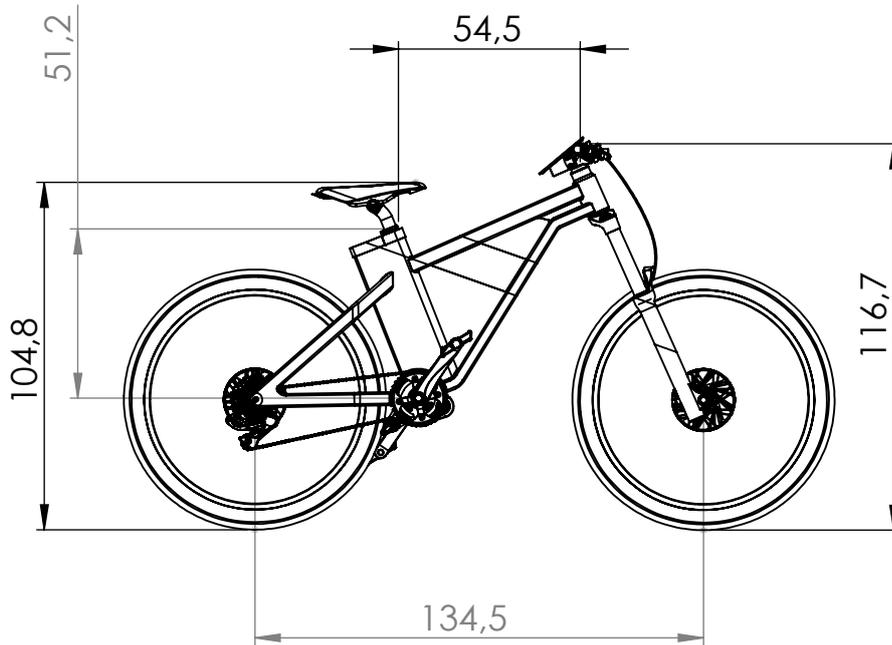
Número da Prancha:

01

Orientador: Valdir Soares

Cotas: -

4 3 2 1



Descrição: Vistas Ortográficas do Sistema

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

CLA - Escola de Belas Artes

Depto. de Desenho Industrial

Curso de Desenho Industrial

Habilitação em Projeto de Produto

Título do Projeto:

Bicicleta Elétrica

Sistema:

Bicicleta Elétrica-Solar

Sub-sistema:

-

Peça:

-

Autores:

Raphael Crespo e Tiago Duarte

Escala:

1/20

Orientador:

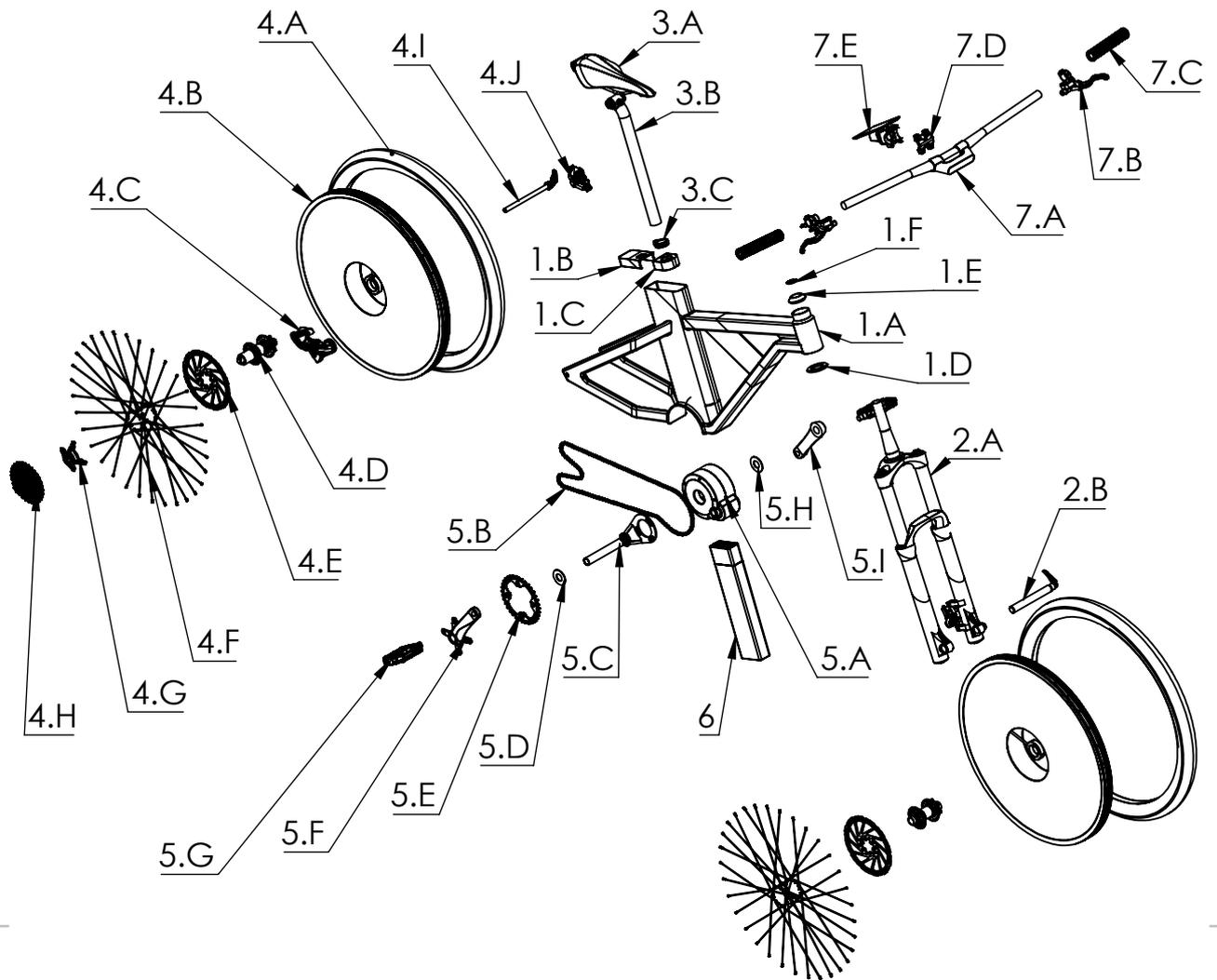
Valdir Soares

Cotas:

cm

Número da Prancha:

02



Nº	Componente / Subsistema				
1.A	Quadro	4.B	Aro + Painel Solar	5.D	Arruela de Pressão
1.B	Porta de Acesso da Bateria 1	4.C	Pinça para Freio a Disco	5.E	Anel da Corrente
1.C	Porta de Acesso da Bateria 2	4.D	Cubo Roda	5.F	Haste do Pedal
1.D	Arruela de Pressão 1	4.E	Rotor (Freio a Disco)	5.G	Pedal
1.E	Arruela de Pressão 2	4.F	Conjunto de Raios	5.H	Arruela de Pressão
1.F	Arruela de Pressão 3	4.G	Fixação dos Anéis da Corrente	5.I	Haste do Pedal
2.A	Garfo Dianteiro	4.H	Anéis da Corrente	6	Controlador + Bateria
2.B	Peça de Fixação da Roda	4.I	Peça de Fixação da Roda 1	7.A	Guidão + Farol Dianteiro
3.A	Selim + Lanterna Traseira	4.J	Peça de Fixação da Roda 2	7.B	Manete de Freio
3.B	Canote do Selim	5.A	Motor Elétrico	7.C	Punho + Acelerador
3.C	Peça de Fixação do Canote	5.B	Corrente	7.D	Encaixe do Apoio para Celular
4.A	Pneu	5.C	Estrutura do Anel da Corrente	7.E	Apoio para Celular Smartphone

Descrição: Perspectiva Explodida do Sistema

## UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

CLA - Escola de Belas Artes

Depto. de Desenho Industrial

Curso de Desenho Industrial

Habilitação em Projeto de Produto

Título do Projeto:

**Bicicleta Elétrica**

Sistema:

Bicicleta Elétrica-Solar

Sub-sistema:

-

Peça:

-

Autores:

Raphael Crespo e Tiago Duarte

Escala:

1/20

Número da Prancha:

**03**

Orientador:

Valdir Soares

Cotas:

-

Nº	Componentes	Especificação	QTD.
4.A	Pneus	Tamanho 26". Tipo Misto.	2
4.B	Aros	Tamanho 26". Alumínio.	2
4.B	Painel Solar	A Definir.	2
4.C	Pinça para Freio a Disco	Hidráulico. C/ Pastilha e Adaptador.	2
4.D	Cubo Roda	Alumínio. P/ Freio a Disco.	1
4.E	Rotor (Freio a Disco)	-	2
4.F	Conjunto de Raios	Jogo de Aço Inox. P/ Aro 26".	2
4.G	Fixação dos anéis da Corrente	Alumínio.	1
4.H	Anéis da Corrente	-	9
4.I/4.J	Peça de fixação da Roda 1 e 2	Alumínio.	2
5.A	Motor Elétrico	A Definir.	1
5.B	Corrente	-	1
5.C	Estrutura do Anel da Corrente	-	1
5.D	Arruela de Pressão	Alumínio.	2
5.E	Anel da Corrente	-	1
5.F	Haste do Pedal	-	2
5.G	Pedal	-	2
6	Controlador	-	1
6	Bateria	Lítio.	1
7.A	Guidão	Alumínio.	1
7.A	Farol Dianteiro	Punho P/ Bicicleta Elétrica.	1
7.B	Manete de Freio	Específico para Freio a Disco Hidráulico.	2
7.C	Punho	Punho P/ Bicicleta Elétrica.	1
7.C	Acelerador	Punho P/ Bicicleta Elétrica C/ Acelerador.	
7.E	Encaixe para Smartphone	Alumínio.	

Descrição: Especificação dos Componentes de Mercado

## UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

CLA - Escola de Belas Artes

Depto. de Desenho Industrial

Curso de Desenho Industrial

Habilitação em Projeto de Produto

Título do Projeto:

**Bicicleta Elétrica**

Sistema:

Bicicleta Elétrica-Solar

Sub-sistema:

-

Peça:

-

Autores:

Raphael Crespo e Tiago Duarte

Escala:

-

Número da Prancha:

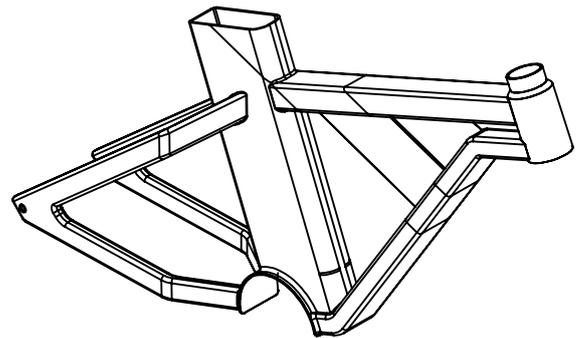
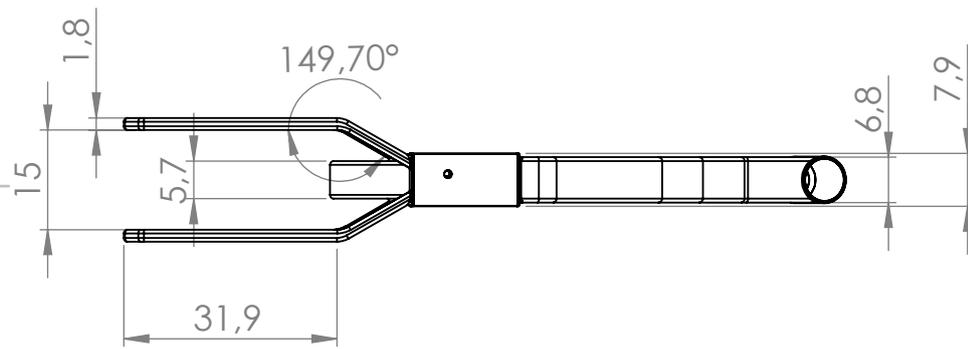
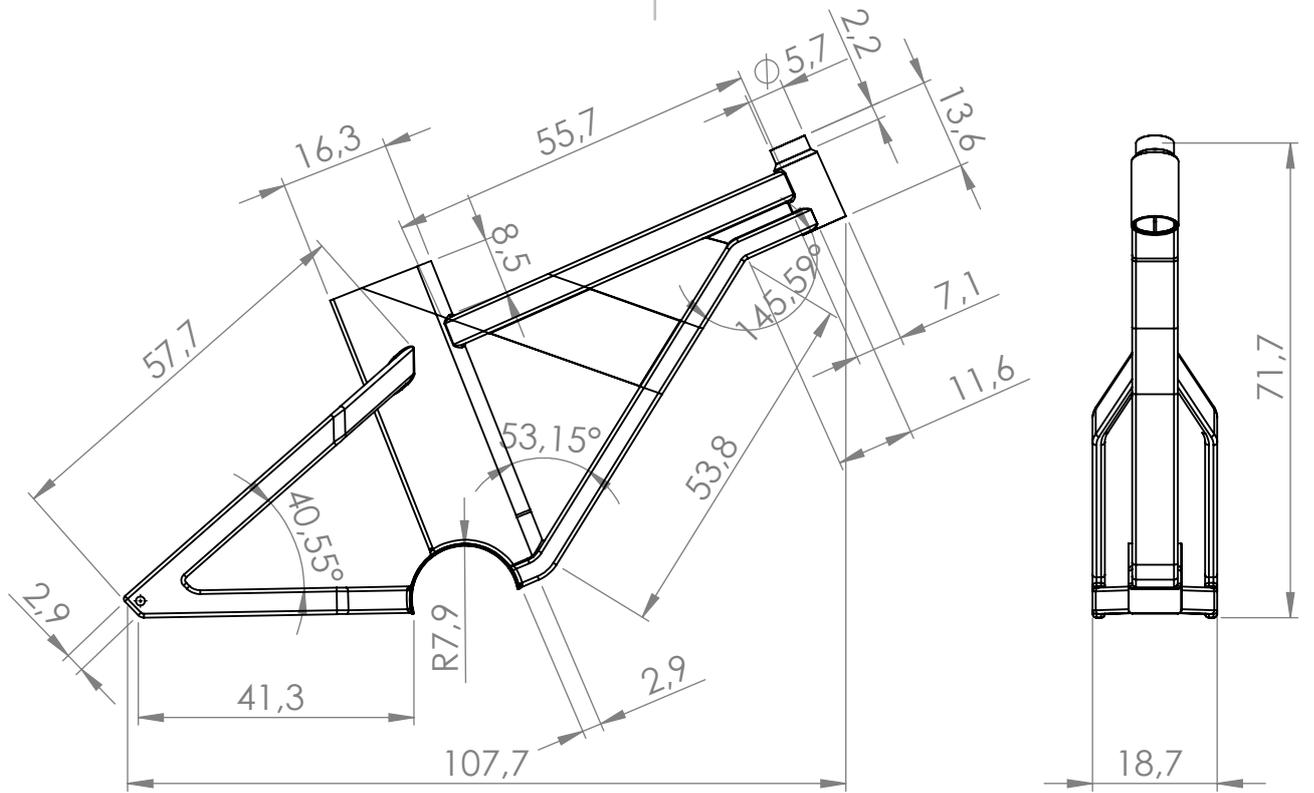
**04**

Orientador:

Valdir Soares

Cotas:

-



Descrição: Vistas Ortográficas do Quadro

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

CLA - Escola de Belas Artes

Depto. de Desenho Industrial

Curso de Desenho Industrial

Habilitação em Projeto de Produto

Título do Projeto:

Bicicleta Elétrica

Sistema:

Bicicleta Elétrica-Solar

Sub-sistema:

Quadro

Peça:

1.A

Autores:

Raphael Crespo e Tiago Duarte

Escala:

1/10

Orientador:

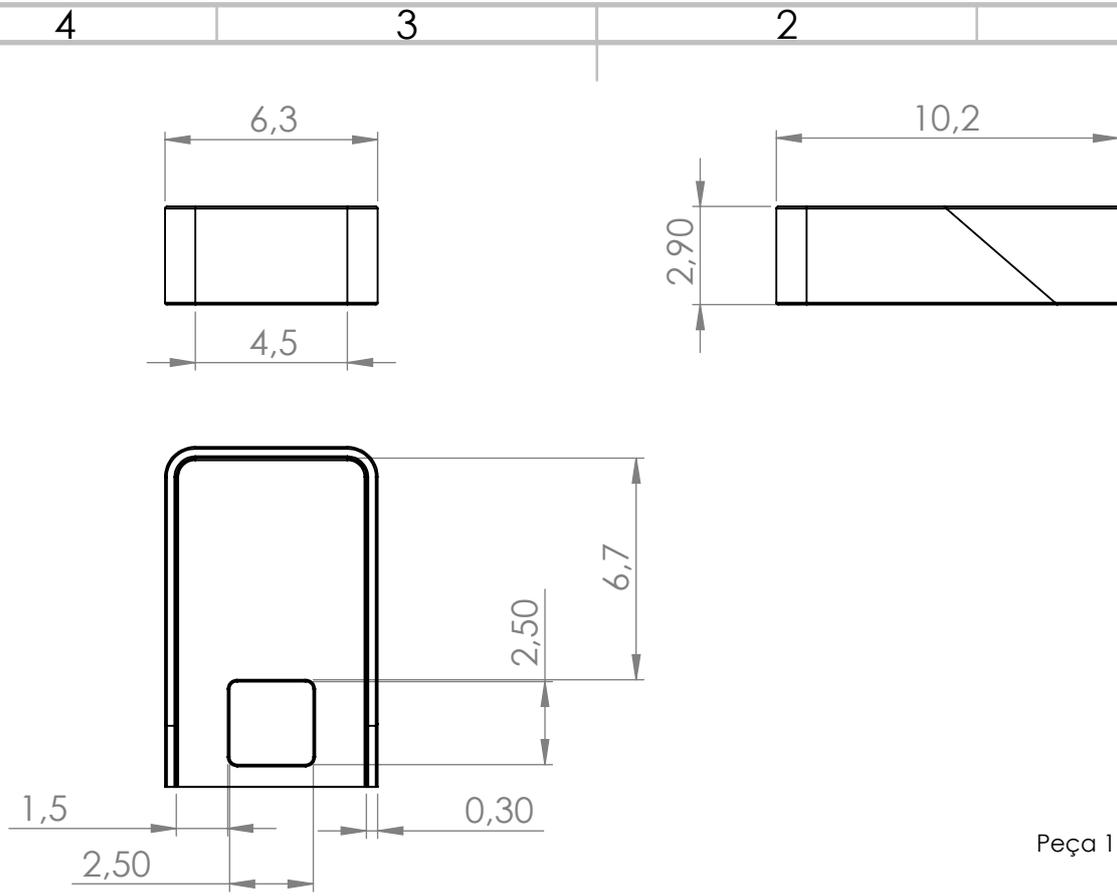
Valdir Soares

Cotas:

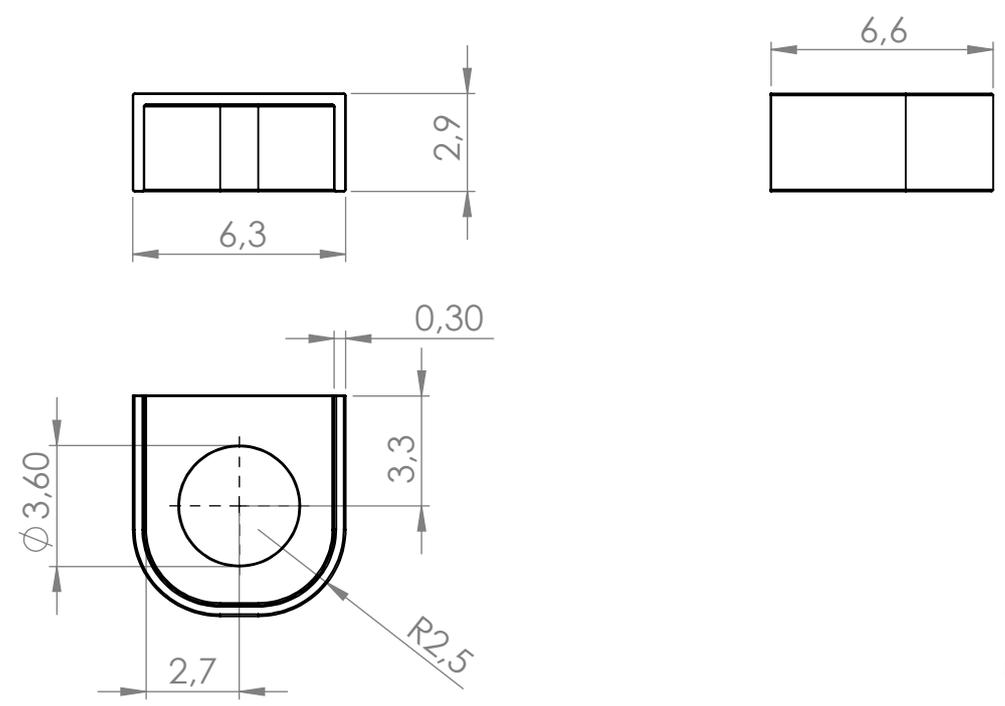
cm

Número da Prancha:

05

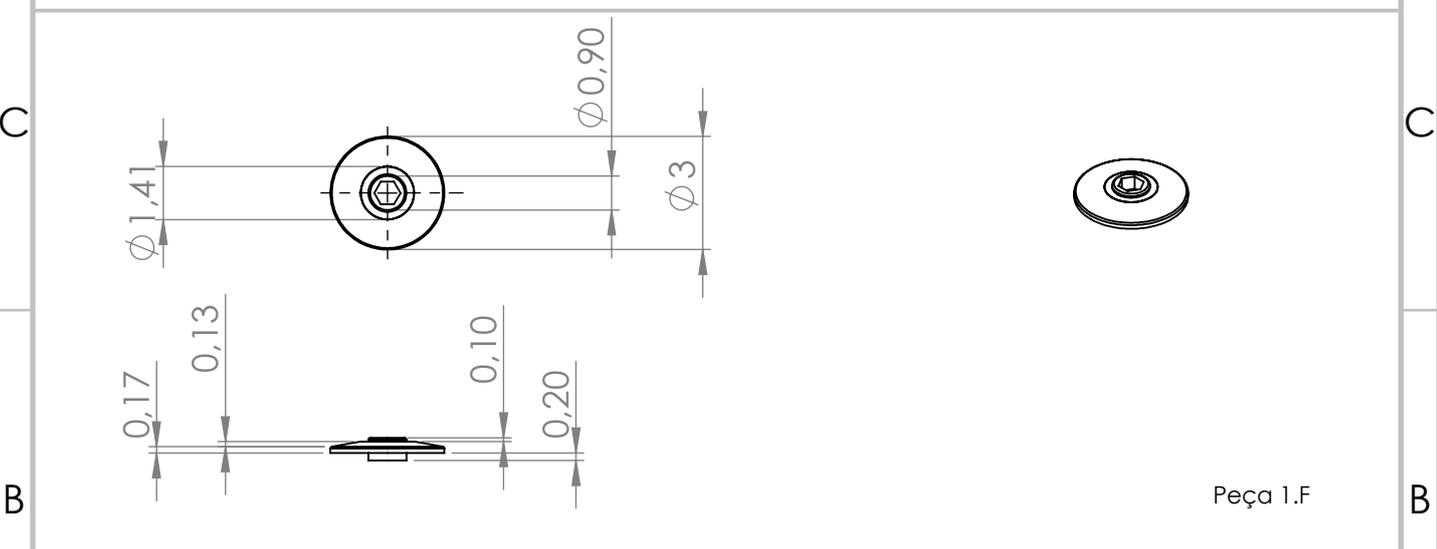
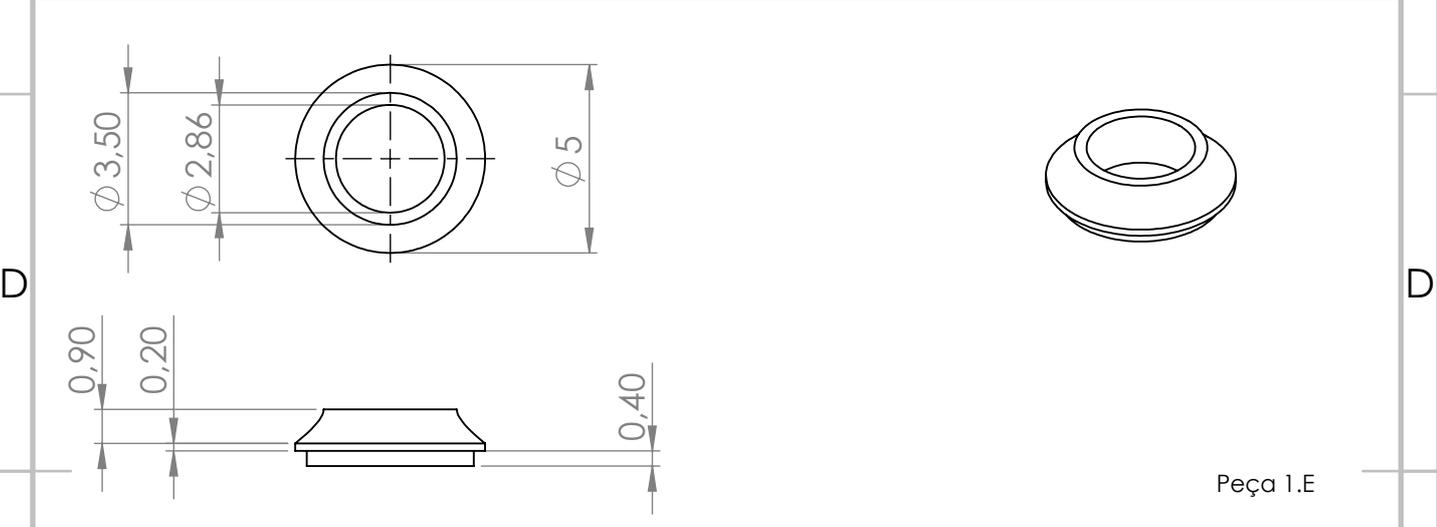
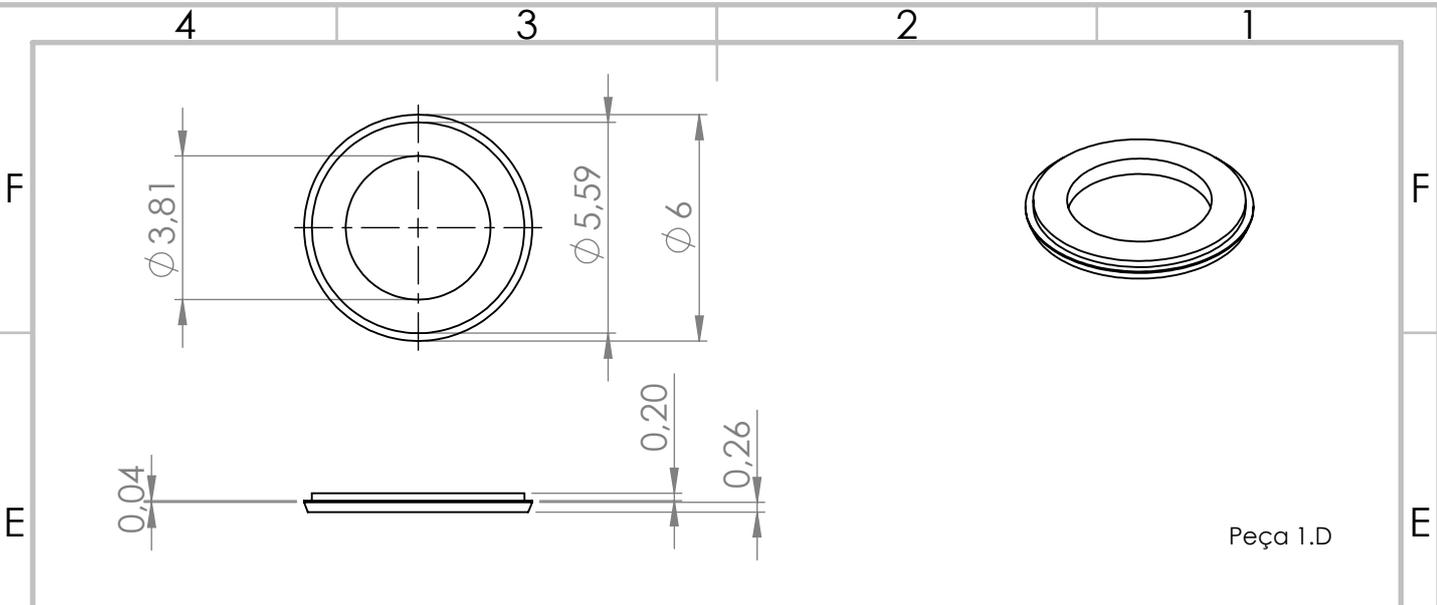


Peça 1B

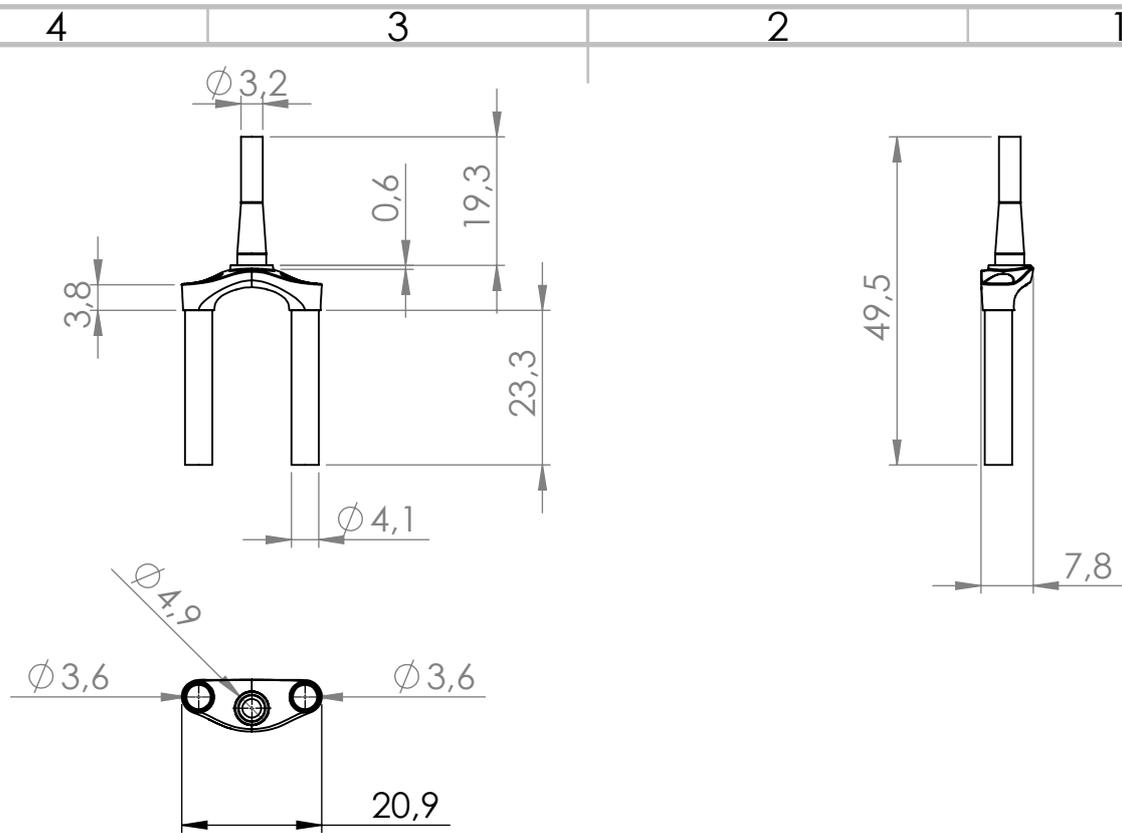


Peça 1C

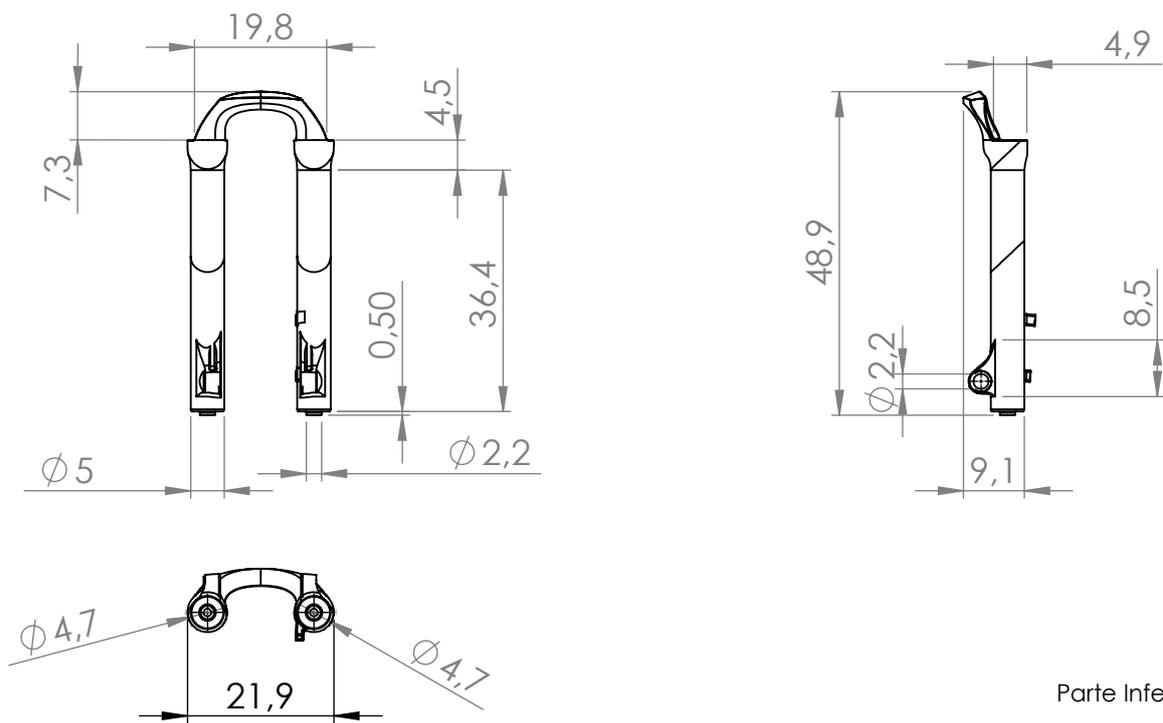
Descrição: Vistas Ortográficas da Porta de Acesso da Bateria			
<b>UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO</b>			
CLA - Escola de Belas Artes		Depto. de Desenho Industrial	
Curso de Desenho Industrial		Habilitação em Projeto de Produto	
Título do Projeto: <b>Bicicleta Elétrica</b>		Sistema: Bicicleta Elétrica-Solar	
		Sub-sistema: Porta de Acesso da Bateria 1 e 2	
		Peça: 1.B / 1.C	
Autores: Raphael Crespo e Tiago Duarte		Escala: 1/2	Número da Prancha: <b>06</b>
Orientador: Valdir Soares		Cotas: cm	



Descrição: Vistas Ortográficas das Arruelas de Pressão		
<b>UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO</b>		
CLA - Escola de Belas Artes	Depto. de Desenho Industrial	
Curso de Desenho Industrial	Habilitação em Projeto de Produto	
Título do Projeto: <b>Bicicleta Elétrica</b>	Sistema: Bicicleta Elétrica-Solar	
	Sub-sistema: Arruela de Pressão 1, 2 e 3	
	Peça: 1.D / 1.E / 1.F	
Autores: Raphael Crespo e Tiago Duarte		Escala: 1/2
Orientador: Valdir Soares		Cotas: cm
		Número da Prancha: <b>07</b>



Parte Superior



Parte Inferior

Descrição: Vistas Ortográficas do Garfo Dianteiro

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

CLA - Escola de Belas Artes

Depto. de Desenho Industrial

Curso de Desenho Industrial

Habilitação em Projeto de Produto

Título do Projeto:

Bicicleta Elétrica

Sistema:

Bicicleta Elétrica-Solar

Sub-sistema:

Garfo Dianteiro

Peça:

2.A

Autores:

Raphael Crespo e Tiago Duarte

Escala:

1/10

Orientador:

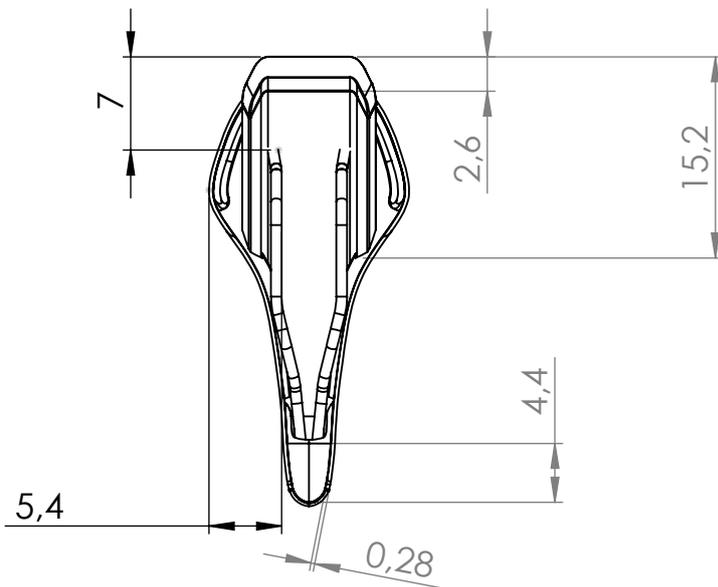
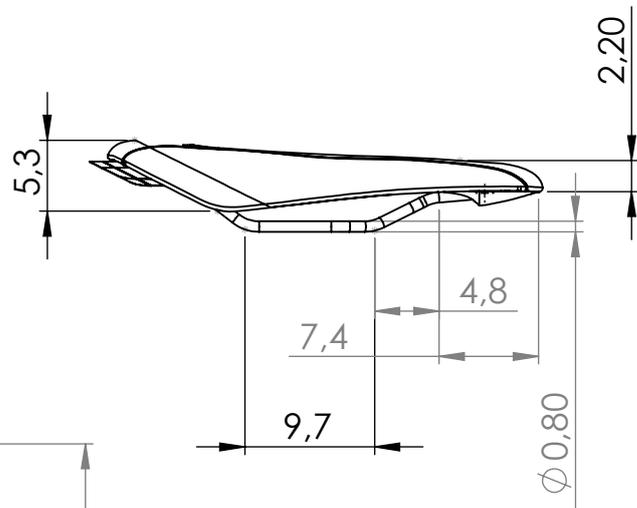
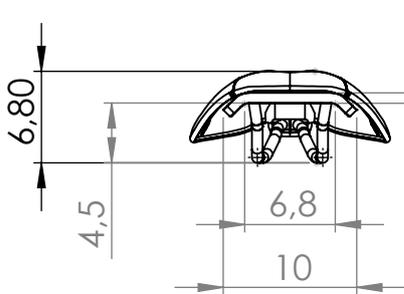
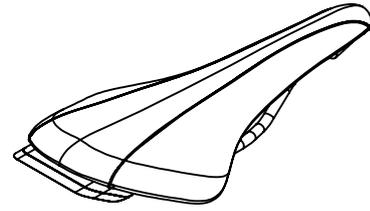
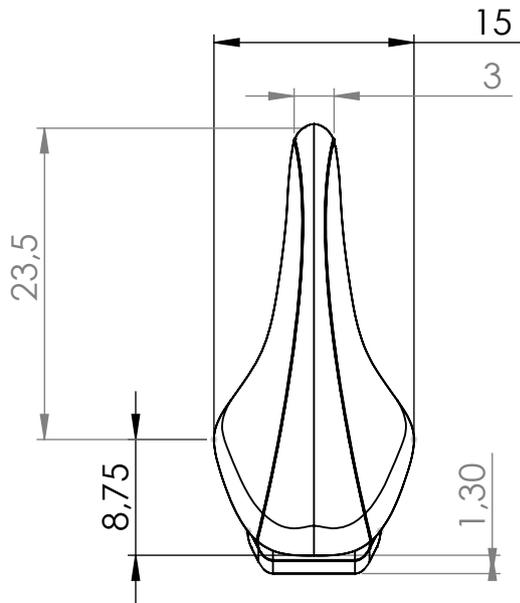
Valdir Soares

Cotas:

cm

Número da Prancha:

08



Descrição: Vistas Ortográficas do Selim com Lanterna Traseira Acoplada

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

CLA - Escola de Belas Artes

Depto. de Desenho Industrial

Curso de Desenho Industrial

Habilitação em Projeto de Produto

Título do Projeto:

Bicicleta Elétrica

Sistema:

Bicicleta Elétrica-Solar

Sub-sistema:

Selim + Lanterna Traseira

Peça:

3.A

Autores:

Raphael Crespo e Tiago Duarte

Escala:

1/5

Número da Prancha:

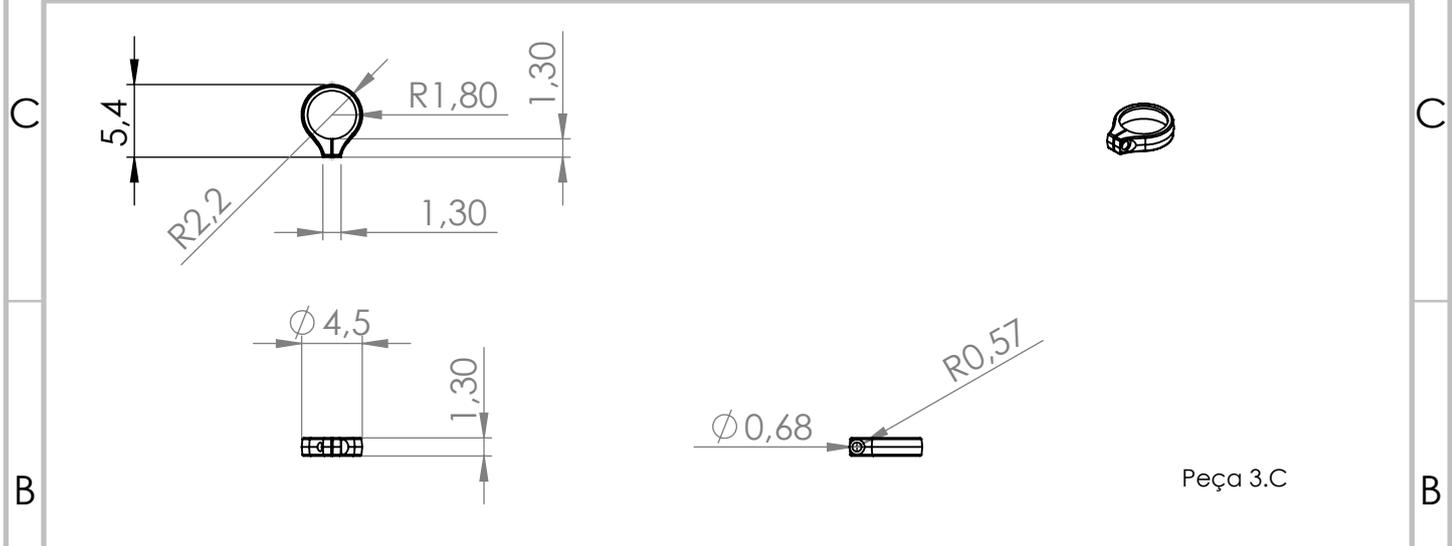
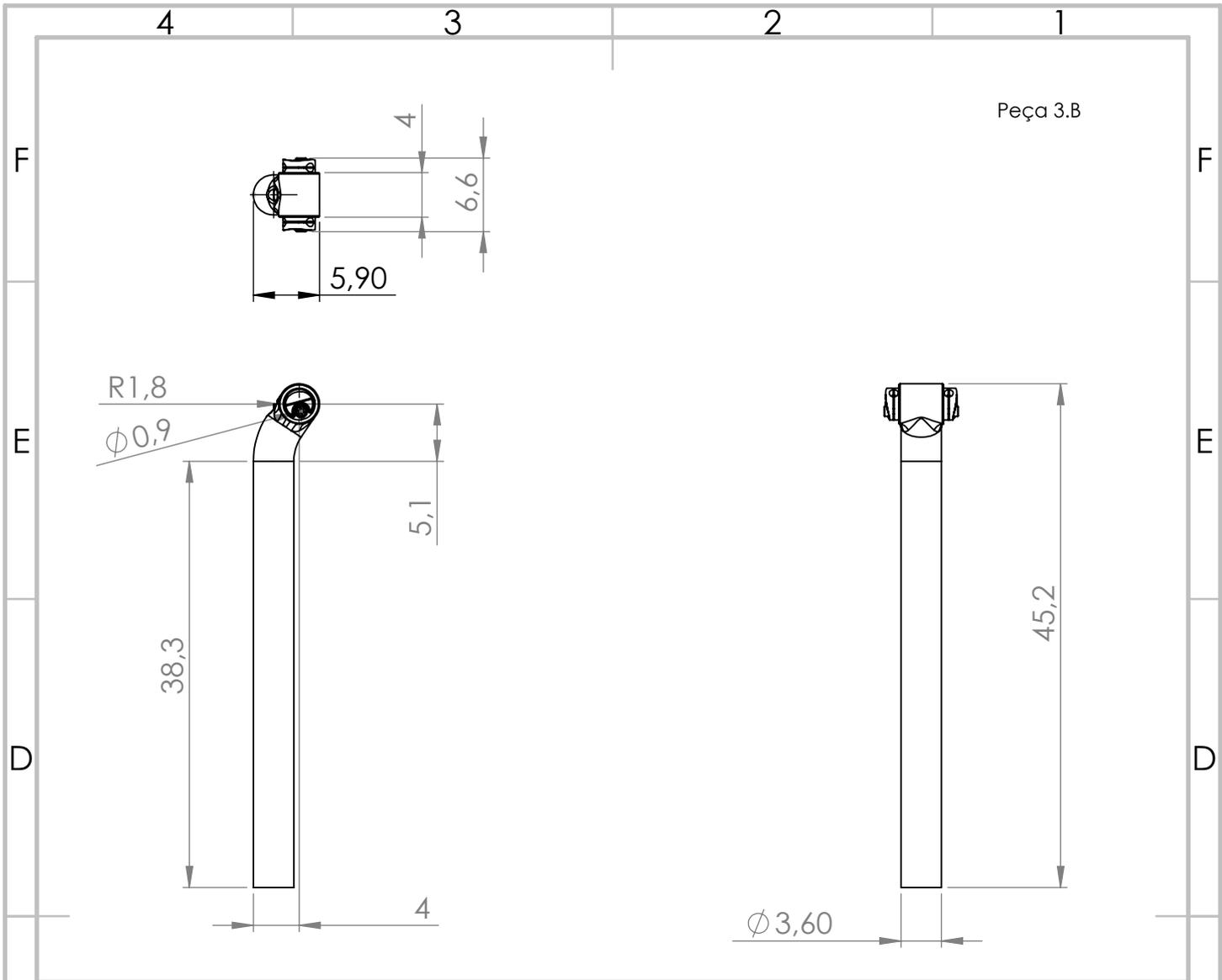
09

Orientador:

Valdir Soares

Cotas:

cm



Descrição:			Vistas Ortográficas do Canote do Selim e Peça de Fixação do Canote		
<b>UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO</b>					
CLA - Escola de Belas Artes			Depto. de Desenho Industrial		
Curso de Desenho Industrial			Habilitação em Projeto de Produto		
Título do Projeto:			Sistema:		
<b>Bicicleta Elétrica</b>			Bicicleta Elétrica-Solar		
			Sub-sistema: Canote do Selim + Peça de Fixação do Canote		
			Peça: 3.B / 3.C		
Autores:			Escala:		Número da Prancha:
Raphael Crespo e Tiago Duarte			1/5		
Orientador:			Cotas:		<b>10</b>
Valdir Soares			cm		

4 3 2 1

F

F

E

E

D

D

C

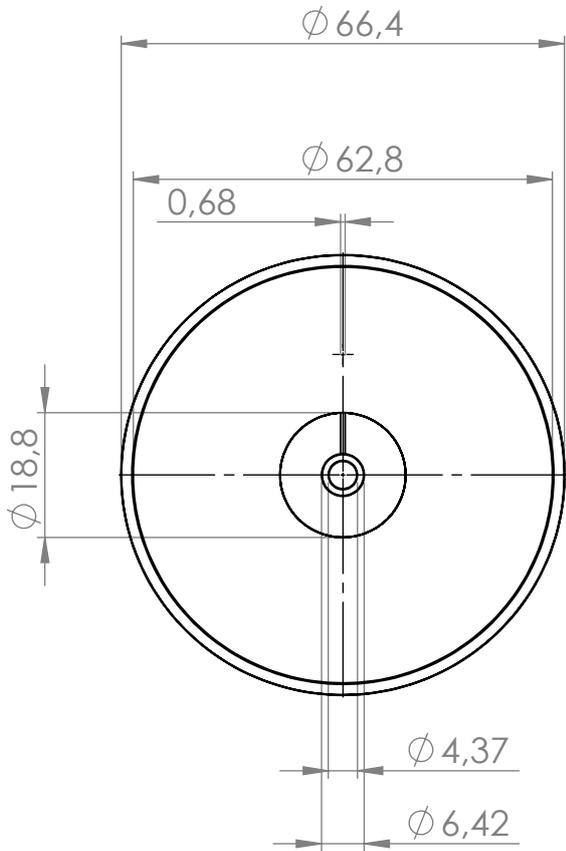
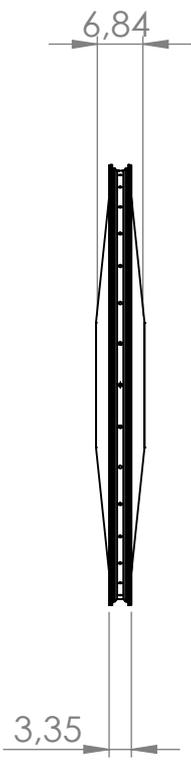
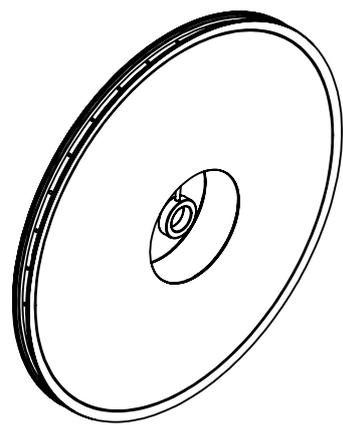
C

B

B

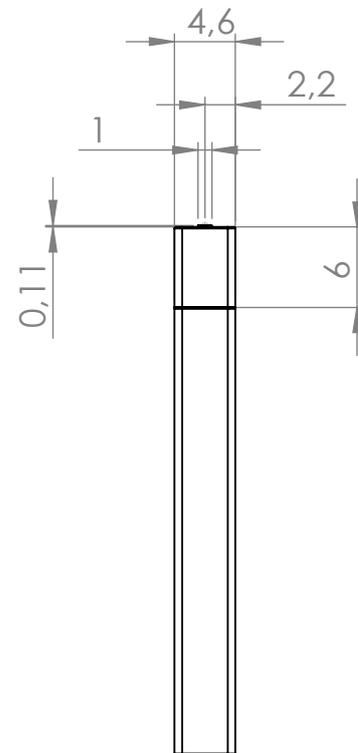
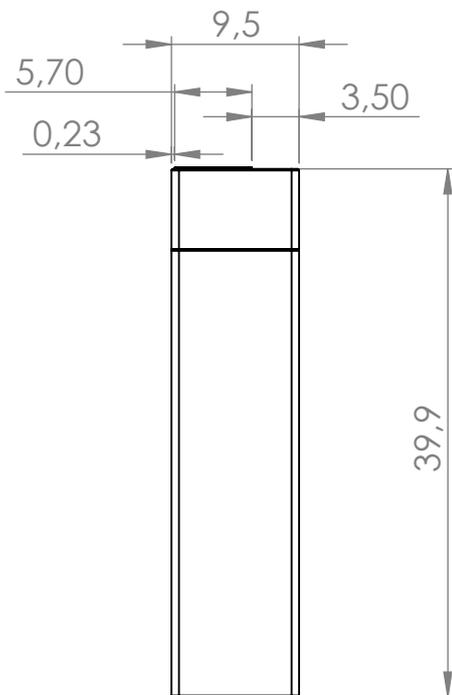
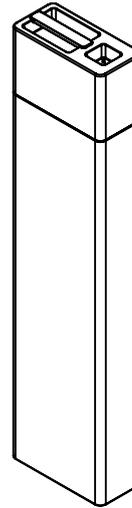
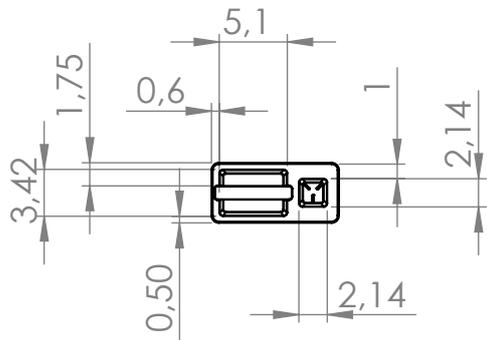
A

A



Descrição: Vistas Ortográficas do Aro com Painel Solar Acoplado			
<b>UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO</b>			
CLA - Escola de Belas Artes		Depto. de Desenho Industrial	
Curso de Desenho Industrial		Habilitação em Projeto de Produto	
Título do Projeto: <b>Bicicleta Elétrica</b>		Sistema: Bicicleta Elétrica-Solar	
		Sub-sistema: Aro + Painel Solar	
		Peça: 4.B	
Autores: Raphael Crespo e Tiago Duarte		Escala: 1/10	Número da Prancha: <b>11</b>
Orientador: Valdir Soares		Cotas: cm	

4 3 2 1



Descrição: Vistas Ortográficas do Controlador e da Bateria

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

CLA - Escola de Belas Artes

Depto. de Desenho Industrial

Curso de Desenho Industrial

Habilitação em Projeto de Produto

Título do Projeto:

Bicicleta Elétrica

Sistema:

Bicicleta Elétrica-Solar

Sub-sistema:

Controlador + Bateria

Peça:

6

Autores:

Raphael Crespo e Tiago Duarte

Escala:

1/5

Número da Prancha:

12

Orientador:

Valdir Soares

Cotas:

cm

4 3 2 1

F

F

E

E

D

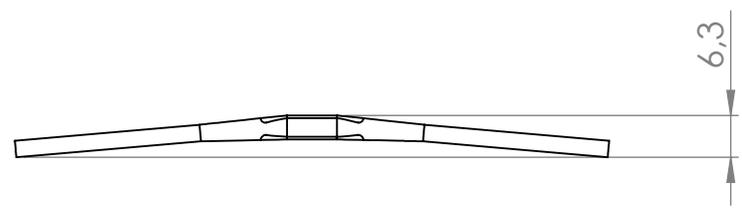
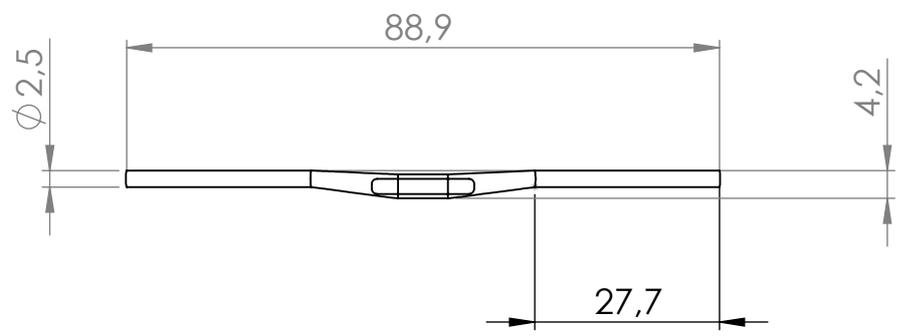
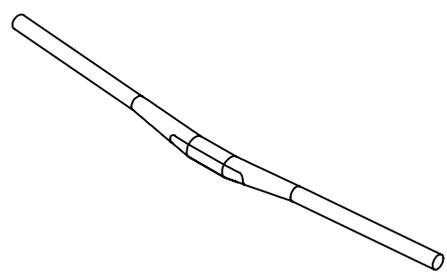
D

C

C

B

B



Descrição: Vistas Ortográficas do Guidão			
<b>UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO</b>			
CLA - Escola de Belas Artes		Depto. de Desenho Industrial	
Curso de Desenho Industrial		Habilitação em Projeto de Produto	
Título do Projeto: <b>Bicicleta Elétrica</b>		Sistema: Bicicleta Elétrica-Solar	
		Sub-sistema: Guidão	
		Peça: 7.A	
Autores: Raphael Crespo e Tiago Duarte		Escala: 1/10	Número da Prancha: <b>13</b>
Orientador: Valdir Soares		Cotas: cm	

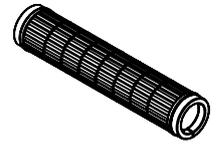
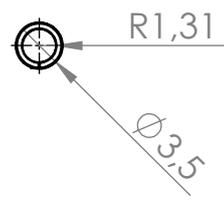
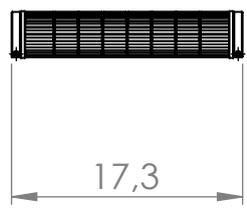
A

A

4 3 2 1

4 3 2 1

Peça 7.C



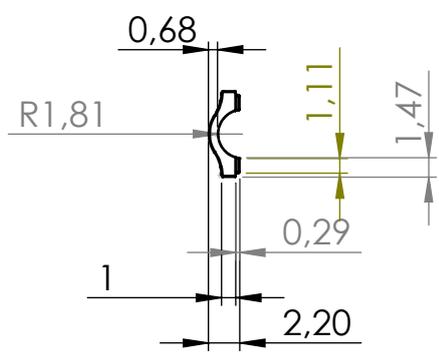
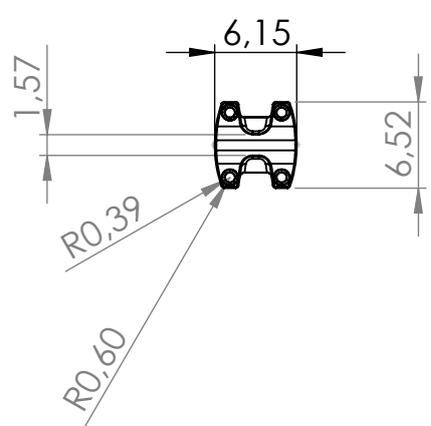
F

F

E

E

Peça 7.D



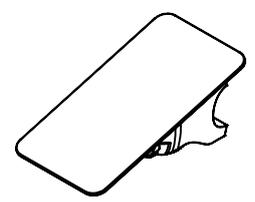
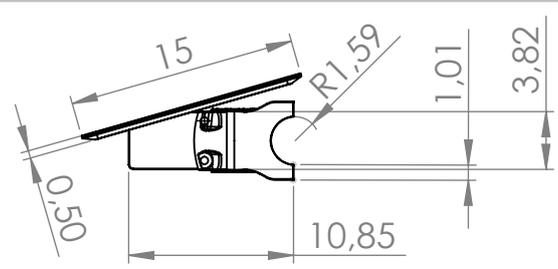
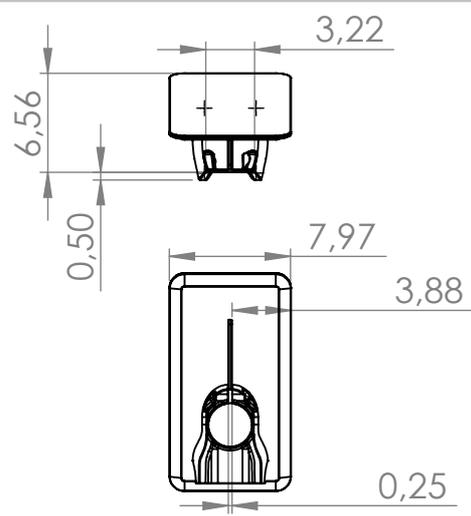
D

D

C

C

Peça 7.E



B

B

Descrição: Vistas Ortográficas do Punho, do Encaixe e do Apoio para Smartphone

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

CLA - Escola de Belas Artes

Depto. de Desenho Industrial

Curso de Desenho Industrial

Habilitação em Projeto de Produto

Título do Projeto:

Bicicleta Elétrica

Sistema: Bicicleta Elétrica-Solar

Sub-sistema: Punho + Encaixe + Apoio para Smartphone

Peça: 7.C / 7.D / 7.E

A

A

Autores: Raphael Crespo e Tiago Duarte

Escala: 1/10

Número da Prancha:

Orientador: Valdir Soares

Cotas: cm

14

4 3 2 1