

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA  
SOUZA**

**ETEC PROFESSOR BASILIDES DE GODOY**  
**Ensino Técnico Integrado ao Médio Mecatrônica**

**Luís Henrique Ferreira Gomes** MB

**Mateus Barduchi Ferreira** MB

**Pedro Henrique Pereira Valadão** MB

**Richard Celestino Dos Santos** MB

**Thiago Alves Cardoso** MB

**BICICLETA ELÉTRICA: Bike Wazowski**

**São Paulo**

**2023**

**FICHA CATALOGRÁFICA – Biblioteca Etec Professor Basilides de Godoy -CEETEPS Dados Internacionais de Catalogação na fonte**

GOMES, Luís Henrique Ferreira

Bicicleta elétrica: Bike Wazowski / Luís Henrique Ferreira GOMES, Mateus Barduchi FERREIRA, Pedro Henrique Pereira VALADÃO, Richard Celestino dos SANTOS, Thiago Alves CARDOSO. – São Paulo, 2023.

28f.

Monografia. Trabalho de Conclusão do Curso Técnico em Mecatrônica. -- Etec Professor Basilides de Godoy – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza.

Orientador: Prof. Esp. Ivan Vieira Gama

1. Autossustentável. 2. Recarga. 3. Bicicleta elétrica. 4. Energia renovável. 5. Mobilidade urbana. I. GOMES, Luís Henrique Ferreira, II. FERREIRA, Mateus Barduchi, III. VALADÃO, Pedro Henrique Pereira, IV. SANTOS, Richard Celestino dos, V. CARDOSO, Thiago Alves, VI. GAMA, Ivan Vieira, VII. Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza – Etec Professor Basilides de Godoy.

CDD 004 G633bi

Elaborada por Rogéria Maura Schimojo – Bibliotecária – CRB-8/10368

**Luís Henrique Ferreira Gomes**  
**Mateus Barduchi Ferreira**  
**Pedro Henrique Pereira Valadão**  
**Richard Celestino Dos Santos**  
**Thiago Alves Cardoso**

**BICICLETA ELÉTRICA: Bike Wazowski**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Técnico em Mecatrônica da ETEC Professor Basilides de Godoy, orientado pelo Prof. Ivan Vieira Gama, como requisito parcial para obtenção do título de Técnico em Mecatrônica.

**São Paulo**

**2023**

**Luís Henrique Ferreira Gomes**  
**Mateus Barduchi Ferreira**  
**Pedro Henrique Pereira Valadão**  
**Richard Celestino Dos Santos**  
**Thiago Alves Cardoso**

**BICICLETA ELÉTRICA: Bike Wazowski**

Trabalho De Conclusão de Curso apresentado ao Curso Técnico em Mecatrônica da ETEC Professor Basílides de Godoy, orientado pelo Prof. Ivan Vieira Gama, como requisito parcial para obtenção do título de Técnico em Mecatrônica.

São Paulo, 08 de Dezembro de 2023.

Banca Examinadora:

---

Orientador Ivan Vieira Gama, ETEC Professor Basílides de Godoy.

---

Membro 1, ETEC Professor Basílides de Godoy.

---

Membro 2, ETEC Professor Basílides de Godoy.

## DEDICATÓRIA

Dedicamos este trabalho aos nossos familiares, e a todos os amigos que nos incentivaram e apoiaram para a realização deste projeto.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a Deus, por nos dar força e coragem de passar por todos os obstáculos das nossas vidas.

Agradecemos as nossas famílias por serem sempre nossos alicerces, apoiando-nos nos momentos difíceis, e compartilhando conosco as alegrias dos bons momentos. Pelos esforços imensuráveis em nos ajudar sempre, por nos impedir de desistir mesmo perante as maiores dificuldades, sempre nos motivando a alcançar algo maior. Por tolerar e conviver com nossas ausências, fraquezas e defeitos, sem nos julgar ou abandonar.

Ao nosso orientador, Ivan Vieira Gama, pela dedicação e paciência nos atendimentos. A todos os professores pelas dicas e orientações prestadas ao grupo, que mesmo não sendo nossos orientadores, disponibilizaram um pouco de seu tempo para nos atender, o que nos levou ao desenvolvimento de muitas ideias.

“Que os vossos esforços desafiem as impossibilidades,  
lembrai-vos de que as grandes coisas do homem foram  
conquistadas do que parecia impossível.”

***Charles Chaplin***

## RESUMO

O presente trabalho propõe a concepção e a implementação de uma bicicleta elétrica autossustentável, baseada na integração de tecnologias inovadoras para a geração de energia e seu armazenamento. O foco central é a criação de um sistema de recarga integrado que aproveita a energia cinética gerada durante o movimento da bicicleta quanto a energia mecânica, produzida inicialmente pelo trabalho do corpo.

A pesquisa abrange o projeto e a montagem de um sistema de recarga eficiente, que envolve a aplicação de componentes e dispositivos específicos para a conversão e armazenamento de energia elétrica. Serão exploradas soluções técnicas para maximizar a eficiência na captação, conversão e armazenamento de energia, levando em consideração fatores como peso, espaço e viabilidade técnica.

Além disso, o estudo contempla a análise de materiais e tecnologias de baterias sustentáveis e de alta performance, visando garantir a otimização do armazenamento de energia elétrica gerada durante o percurso.

A proposta final é uma bicicleta elétrica que, por meio de um sistema de recarga autossustentável, possa proporcionar maior autonomia ao usuário, reduzindo a dependência de fontes externas de energia e contribuindo para a mobilidade urbana sustentável.

Palavras-chave: Autossustentável; recarga; bicicleta elétrica; energia renovável; mobilidade urbana.

## **ABSTRACT**

The present work proposes the conception and implementation of a self-sustainable electric bicycle, based on the integration of innovative technologies for energy generation and storage. The central focus is on creating an integrated recharging system that harnesses the kinetic energy generated during the bicycle's movement as well as the mechanical energy initially produced by the body's work.

The research encompasses the design and assembly of an efficient recharging system, involving the application of specific components and devices for the conversion and storage of electrical energy. Technical solutions will be explored to maximize efficiency in energy capture, conversion, and storage, considering factors such as weight, space, and technical feasibility.

Furthermore, the study includes the analysis of materials and technologies for sustainable, high-performance batteries, aiming to ensure the optimization of storing electrical energy generated during the journey.

The ultimate proposal is an electric bicycle that, through a self-sustainable recharging system, can provide greater autonomy to the user, reducing dependence on external energy sources and contributing to sustainable urban mobility.

Keywords: Self-sustainable; recharging; electric bicycle; renewable energy; urban mobility.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 – Bateria utilizada no projeto.....	17
FIGURA 2 – Motor utilizado no projeto.....	18
FIGURA 3 – Componentes mecânicos.....	18
FIGURA 4 – Componentes elétricos.....	19
FIGURA 5 – Circuito Elétrico.....	21

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Volts – Unidade de Medida da Tensão (V).....	17
Corrente Contínua (DC/CC).....	18
Rotações por minuto (RPM).....	18
Quilograma-força (Kgf).....	18
Amper – Unidade de Medida da Corrente Elétrica (A).....	18
Corrente Alternada (AC).....	19
Modulação por largura de pulsos (PWM).....	22
Força eletromotriz (f.e.m.).....	23

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
1.1 TEMA E DELIMITAÇÃO.....	12
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>14</b>
2.1 OBJETIVOS GERAIS.....	14
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
<b>3. JUSTIFICATIVA.....</b>	<b>15</b>
<b>4. METODOLOGIA.....</b>	<b>16</b>
<b>5. COMPONENTES.....</b>	<b>17</b>
5.1 BATERIA.....	17
5.1.1 MOTOR.....	17
5.1.2 KIT MECÂNICO.....	18
5.1.3 KIT ELÉTRICO.....	19
5.1.4 PUSH BUTTON.....	19
<b>6. ESTRUTURA.....</b>	<b>20</b>
6.1 BICICLETA.....	20
6.1.2 DESCANSO CENTRAL.....	20
<b>7. DESENVOLVIMENTO.....</b>	<b>21</b>
7.1 MONTAGENS.....	21
7.1.2 MONTAGEM MECÂNICA.....	21
7.1.3 MONTAGEM ELÉTRICA.....	21
7.2 MOTOR DE CORRENTE CONTÍNUA.....	22
7.3 GERAÇÃO DE ENERGIA.....	22
7.3.1 LEI DE LENZ.....	23
<b>8. RESULTADOS.....</b>	<b>24</b>
<b>9. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>25</b>
<b>10. REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>26</b>
<b>11. APÊNDICES.....</b>	<b>27</b>
<b>12. BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>28</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Uma bicicleta elétrica, também conhecida como e-bike, é uma versão moderna da bicicleta convencional equipada com um motor elétrico para auxiliar o ciclista durante o pedal. Este tipo de bicicleta combina a pedalada tradicional com a assistência elétrica, proporcionando uma experiência de ciclismo mais eficiente, confortável e acessível.

O funcionamento básico de uma bicicleta elétrica envolve o uso de um motor elétrico acoplado ao sistema de transmissão da bicicleta. Esse motor é alimentado por uma bateria recarregável, geralmente localizada na estrutura da bicicleta. Ao pedalar, o ciclista pode optar por ativar ou desativar a assistência do motor elétrico através de um painel de controle.

Quando a assistência elétrica está ativada, o motor entra em ação, fornecendo impulso adicional conforme o ciclista pedala. Existem diferentes níveis de assistência que podem ser ajustados, variando a quantidade de energia fornecida pelo motor. Em muitos modelos, sensores detectam a força aplicada nos pedais, permitindo que o motor forneça assistência proporcional ao esforço do ciclista.

A energia necessária para o funcionamento do motor é armazenada na bateria, que pode ter diferentes capacidades dependendo do modelo da bicicleta. Geralmente, as baterias são recarregáveis por meio de uma tomada elétrica convencional e podem proporcionar autonomia para percorrer distâncias variadas, dependendo do terreno, da potência do motor e do nível de assistência selecionado.

Em resumo, as bicicletas elétricas oferecem uma forma mais versátil e eficiente de locomoção, combinando os benefícios do exercício físico com a comodidade da assistência elétrica, o que as torna uma opção atrativa para diversas necessidades de deslocamento urbano ou lazer.

### 1.1 Tema e Delimitação

Uma bicicleta com assistência elétrica autossustentável é uma evolução tecnológica inovadora no mundo das e-bikes. Esse tipo específico de bicicleta elétrica

é projetado para gerar sua própria energia, aumentando sua autonomia e reduzindo a dependência da recarga externa.

O funcionamento dessas bicicletas envolve a integração de sistemas que captam energia durante o próprio movimento da pedalada, convertendo-a em eletricidade para alimentar o motor elétrico e a bateria. Esses sistemas normalmente incluem tecnologias como a regeneração de energia cinética durante a frenagem e o aproveitamento da energia gerada pelos movimentos do ciclista.

A regeneração de energia cinética acontece quando o ciclista freia, transformando parte da energia cinética do movimento em energia elétrica. Isso é possível por meio de sistemas de freios regenerativos que convertem a energia cinética em eletricidade, armazenando-a na bateria para uso posterior na assistência ao pedalar.

Além disso, algumas bicicletas autossustentáveis podem incluir tecnologias que captam a energia gerada pelos movimentos do ciclista, como a oscilação do guidão, a flexão do quadro da bicicleta ou outros movimentos mecânicos durante o pedal. Esses mecanismos transformam esses movimentos em energia elétrica, contribuindo para a recarga da bateria e a sustentabilidade do sistema elétrico da bicicleta.

Esse tipo de bicicleta com assistência elétrica autossustentável oferece uma maior independência em relação à necessidade de recargas externas, tornando-se uma opção mais sustentável e conveniente para o ciclista urbano ou aventureiro. Com a capacidade de gerar e armazenar energia durante o uso, essas bicicletas representam um avanço significativo no desenvolvimento de soluções de mobilidade ecológicas e eficientes.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivos Gerais**

Investigar e desenvolver uma bicicleta com assistência elétrica autossustentável, integrando conceitos de mecatrônica, visando aprimorar a mobilidade urbana de forma sustentável e eficiente.

### **2.2 Objetivos Específicos**

Promover uma alternativa viável, acessível e sustentável para a mobilidade urbana, reduzindo a dependência de combustíveis fósseis e incentivando o uso de meios de transporte limpos e eficientes.

Este estudo visa não apenas concretizar a construção de uma bicicleta elétrica autossustentável, mas também contribuir para o avanço tecnológico na área da mobilidade urbana, oferecendo uma alternativa sustentável e eficiente para o transporte pessoal.

### 3. JUSTIFICATIVA

A proposta de desenvolvimento de uma bicicleta com assistência elétrica autossustentável revela-se como uma escolha fundamentada e relevante. O projeto não apenas integra conhecimentos multidisciplinares, mas também atende a demandas sociais e ambientais contemporâneas, destacando-se como uma contribuição significativa para a área de mobilidade sustentável e para a formação de profissionais capacitados e inovadores.

Por conseguinte, o estudo e desenvolvimento desta bicicleta são fundamentais não apenas para a conclusão do curso, mas também para a disseminação de soluções tecnológicas que promovam um futuro mais sustentável e resiliente.

#### 4. METODOLOGIA

As pesquisas realizadas para o projeto, sobre os componentes, estrutura do veículo e afins, foram feitas em artigos técnicos, livros e sites da Engenharia. Por meio das pesquisas desenvolveram-se a monografia e o projeto prático. As montagens foram feitas seguindo as especificações de cada componente eletrônico.

## 5. COMPONENTES

### 5.1 Bateria

Bateria de íon de lítio recarregável comumente usada em dispositivos eletrônicos portáteis, veículos elétricos e sistemas de armazenamento e energia.

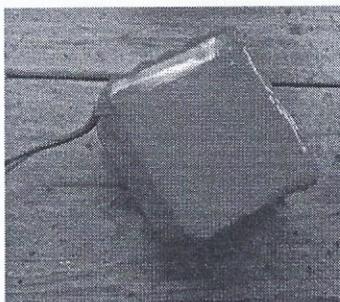


FIGURA 1: Imagem representativa da Bateria utilizada no projeto.

- Bateria de lítio 24V 10Ah.

#### 5.1.2 Motor

Um motor redutor DC (corrente contínua) tem como principal função converter energia elétrica em energia mecânica com um alto torque de saída e uma velocidade reduzida. Esse tipo de motor é frequentemente utilizado em uma variedade de aplicações industriais, comerciais e domésticas onde é necessário controlar a velocidade e/ou fornecer um alto torque de saída.

A função principal do motor redutor DC é a de reduzir a velocidade de rotação do eixo de saída enquanto aumenta o torque. Isso é alcançado através da combinação de um motor DC com um mecanismo de redução de engrenagens (reductor), que reduz a velocidade de rotação do eixo de saída enquanto aumenta a força que ele pode aplicar.

Esses motores são úteis em diversas aplicações, como em esteiras transportadoras, sistemas de automação industrial, robótica, portões automáticos,

sistemas de elevação, entre outros, onde é necessária uma alta força de tração (torque) e/ou uma velocidade controlada de saída.

A função principal de um motor redutor DC é fornecer um torque elevado e reduzir a velocidade de saída para atender às necessidades específicas de uma aplicação, proporcionando um controle preciso e eficiente do movimento.

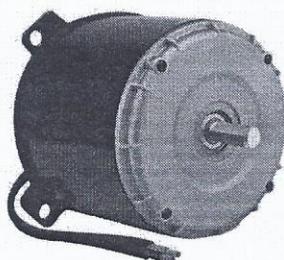


FIGURA 2: Imagem representativa do Motor utilizado no projeto.

- Motor Redutor 24v DC, 300w, 3700 Rpm, Torque 8Kgf.cm, Corrente 3-10A.

### 5.1.3 Kit Mecânico

Foram utilizados Pinhão, Coroa e Corrente de moto para melhor relação, aproveitamento e eficácia da energia cinética ocorrida no momento de movimento mecânico inicial.

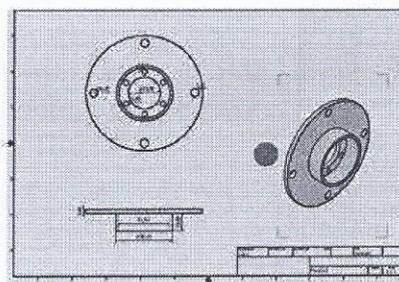


FIGURA 3: Representações dos componentes mecânicos do projeto.

- Pinhão (14 dentes), Corrente e Coroa (35 dentes) de moto.

### 5.1.4 Kit Elétrico

O Kit Elétrico serviu para aprimorar a praticidade e eficiência do circuito, como também adicionar meios de comunicação em meio à mobilização urbana.

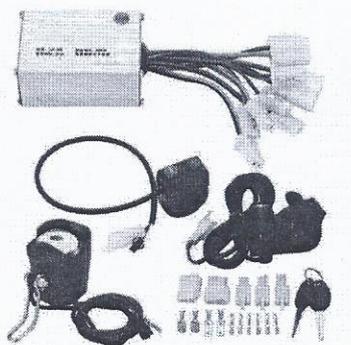


FIGURA 4: Imagem demonstrativa dos componentes elétricos utilizados no projeto.

#### **Kit bicicleta elétrica – Controlador escovado:**

- 1 x controlador
- 1 x acelerador de polegar
- 2 x chave
- 1 x lâmpada frontal
- 1 x interruptor
- 5 x fiação plug

### 5.1.5 Push Button

Utilizado para filtrar a passagem da corrente elétrica, não permitindo a sobrecarga sobre o conversor AC/DC, prevenindo danos ao projeto.

## **6. ESTRUTURA**

### **6.1 Bicicleta**

Foi utilizada de modelo uma bicicleta aro 26, de cor predominantemente verde.

#### **6.1.2 Freios V-Brake**

Esta foi equipada com Freios V-Brake.

Esse tipo de freio funciona através do acionamento no guidão, especificamente nos manetes. Ao acionar, os cabos que saem dos manetes realizam a frenagem puxando lateralmente as sapatas de freios que encostam no aro e acontece a frenagem. Seu funcionamento é como uma alavanca.

São peças essenciais para garantir a segurança e o desempenho das bicicletas.

#### **6.1.3 Descanso Central**

Foi adicionado um descanso central, peça útil para estacionar a bicicleta com mais facilidade e estabilidade quando não está em movimento.

## 7. DESENVOLVIMENTO

### 7.1 Montagens

As montagens do projeto e/ou circuito foram fatores cruciais para o desenvolvimento e geração de um melhor desempenho quanto ao objetivo inicial do grupo.

#### 7.1.2 Montagem Mecânica

Foi necessário utilizar de componentes mecânicos de moto para aprimoramento, aproveitamento e otimização da energia cinética e geração de energia elétrica, vinda do movimento mecânico.

Para isto, foram feitas algumas adaptações, como utilização de uma chapa de ferro para fixar as peças, soldagem e usinagem da bucha utilizada na relação da Lei de Coulomb, onde a força elétrica é proporcional ao produto das cargas e é inversamente proporcional ao quadrado da distância entre elas.

#### 7.1.3 Montagem Elétrica

Consoante com a montagem mecânica, não houve grandes desafios para a montagem e instalação da parte elétrica, responsável por gerar e direcionar a tensão e corrente elétrica corretamente sob os devidos componentes.

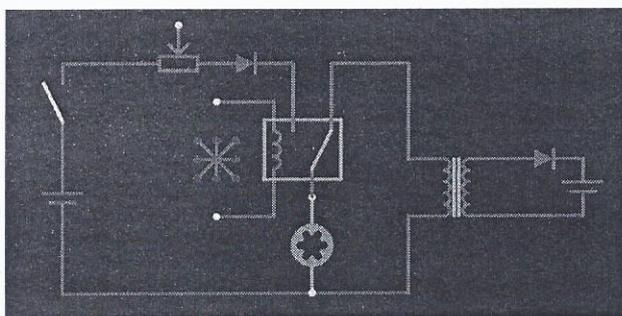


FIGURA 5: Representação do circuito acoplado no corpo/quadro da bicicleta.

## 7.2 Motor de Corrente Contínua

Um motor de corrente contínua (CC) converte energia elétrica em energia mecânica, produzindo movimento rotativo. Seu objetivo é gerar torque (força rotacional) a partir da interação entre um campo magnético fixo e um campo magnético rotativo criado pela corrente elétrica que flui através das bobinas do motor.

O funcionamento básico se dá por meio de um comutador e escovas que permitem a mudança do sentido da corrente elétrica nas bobinas do motor, criando um campo magnético rotativo que interage com o campo magnético fixo do estator. Esse processo produz a rotação do rotor, que está conectado ao eixo do motor, gerando movimento mecânico. A velocidade do motor pode ser controlada variando a corrente elétrica fornecida ou por meio de sistemas de controle mais complexos, como controladores de pulso em largura (PWM) ou circuitos de controle de realimentação.

Em resumo, um motor de corrente contínua opera convertendo energia elétrica em movimento mecânico por meio da interação entre campos magnéticos gerados pelo estator e pelo rotor.

## 7.3 Geração de Energia

A geração de energia elétrica em um motor de corrente contínua ocorre através do princípio da indução eletromagnética. Esse tipo de motor converte energia mecânica em energia elétrica.

Quando o motor está em operação, a corrente elétrica é aplicada à bobina. Isso gera um campo magnético ao redor dela de acordo com a direção da corrente. Este campo magnético interage com o campo magnético dos ímãs presentes no motor, resultando na criação de forças que fazem a bobina girar.

Enquanto a bobina gira, ela corta as linhas de fluxo magnético dos ímãs (ou do campo magnético gerado pelos enrolamentos do eletroímã, se for o caso). Esse movimento relativo entre a bobina e os ímãs induz uma corrente elétrica na bobina, de acordo com a Lei de Faraday da indução eletromagnética. Essa corrente gerada é uma corrente elétrica de saída que pode ser usada como energia elétrica.

Portanto, no motor de corrente contínua, a energia mecânica é convertida em energia elétrica por meio do movimento relativo entre a bobina e os ímãs, usando o princípio da indução eletromagnética. Esse tipo de motor é comumente encontrado em muitas aplicações, desde pequenos motores em dispositivos eletrônicos até grandes motores usados em indústrias e veículos elétricos.

### 7.3.1 Lei de Lenz

A Lei de Lenz é uma lei da física formulada pelo físico russo Heinrich Lenz em 1834 como parte da Lei de Faraday da indução eletromagnética. Ela descreve o fenômeno da indução eletromagnética, que é a produção de uma força eletromotriz (f.e.m.), ou corrente elétrica, em um circuito fechado quando o fluxo magnético através desse circuito muda.

A Lei de Lenz pode ser enunciada da seguinte maneira:

"O sentido da corrente induzida ou da força eletromotriz (f.e.m.) induzida em um circuito fechado é tal que ela se opõe à variação do fluxo magnético que a induziu."

Em termos simples, isso significa que quando há uma mudança no fluxo magnético que atravessa um circuito, surge uma corrente elétrica nesse circuito. No entanto, essa corrente induzida terá uma direção tal que seu campo magnético se oporá à mudança do campo magnético original que a induziu.

Por exemplo, se um ímã se aproxima de uma bobina condutora, a corrente induzida na bobina criará um campo magnético que se opõe ao campo magnético do ímã que se aproxima. Isso resulta em uma força que age para desacelerar ou opor-se ao movimento do ímã.

A Lei de Lenz é uma aplicação importante na compreensão de motores elétricos, transformadores e muitos outros dispositivos eletromagnéticos. Ela é uma das bases fundamentais da teoria eletromagnética e tem diversas aplicações práticas na engenharia e na tecnologia moderna.

## 8. RESULTADOS

Durante a fase inicial, foi realizada uma revisão abrangente da literatura para entender as tecnologias existentes no campo de bicicletas elétricas, baterias recarregáveis, motores e sistemas de controle. Com base nesse conhecimento, uma estratégia de design foi formulada, levando em consideração critérios como autonomia, potência, segurança e praticidade.

O protótipo foi construído integrando um motor elétrico de alto desempenho ao quadro da bicicleta, acompanhado por uma bateria recarregável de íons de lítio de capacidade otimizada. Um sistema de controle inteligente foi implementado para garantir uma distribuição eficiente de energia e uma experiência de condução suave.

Os testes foram conduzidos em diferentes condições de terreno e carga para avaliar o desempenho da bicicleta elétrica. Foram medidas a velocidade máxima, a distância percorrida com uma única carga, o tempo de recarga da bateria e a durabilidade do sistema.

Os resultados preliminares demonstram que a bicicleta elétrica atingiu os objetivos estabelecidos para autonomia e desempenho. Ela foi capaz de percorrer uma distância considerável com uma única carga, atendendo às expectativas de uso diário. Além disso, o sistema de recarga se mostrou eficiente e viável para uso prático.

## 9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A bicicleta elétrica autossustentável representa um avanço notável na integração de tecnologias sustentáveis no campo da mecatrônica. Este trabalho explorou os princípios da eficiência energética, engenharia de sistemas e inovação tecnológica para criar um veículo versátil, capaz de se alimentar de fontes renováveis e reduzir significativamente sua pegada ambiental.

Ao longo deste estudo, identificamos e analisamos os componentes essenciais para o desenvolvimento da bicicleta elétrica autossustentável. O aproveitamento inteligente da energia cinética durante o percurso foi essencial para maximizar a autonomia e a eficiência energética do veículo.

Além disso, consideramos os desafios técnicos e práticos enfrentados durante o processo de desenvolvimento, desde a seleção de materiais até a otimização dos sistemas de armazenamento e distribuição de energia. A interdisciplinaridade foi fundamental, unindo conhecimentos de engenharia elétrica, mecânica e computação para alcançar um produto final funcional, seguro e sustentável.

A bicicleta elétrica autossustentável não apenas representa um avanço tecnológico, mas também um passo em direção a um futuro mais consciente e ecologicamente equilibrado. Sua relevância vai além do contexto acadêmico, podendo influenciar positivamente a indústria, a mobilidade urbana e a preservação do meio ambiente.

Este estudo oferece uma base sólida para futuras pesquisas e desenvolvimentos na área, incentivando a busca por soluções ainda mais eficientes e acessíveis. O potencial da mecatrônica aliado à sustentabilidade abre caminho para a criação de veículos e sistemas inovadores que possam transformar a maneira como nos locomovemos, reduzindo nossa dependência de fontes não renováveis e contribuindo para um mundo mais sustentável para as gerações futuras.

## REFERENCIAL TEÓRICO

ARAÚJO, Rui J.F. Desenvolvimento de uma Bicicleta Elétrica. Portugal: Escola de Engenharia, Universidade do Minho, 2012.

MOÇO, Anderson. Troque o carro pela bicicleta. Disponível em: . Acesso em: 22 dez. 2023.

OLIVEIRA, João G. S. M. Materiais usados na construção de motores elétricos. Porto Alegre: Departamento de Engenharia Elétrica, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 2009.

REVISTA BICICLETA. Especial Bicicleta Elétrica. Disponível em: . Acesso em: 15 jun. 2023.

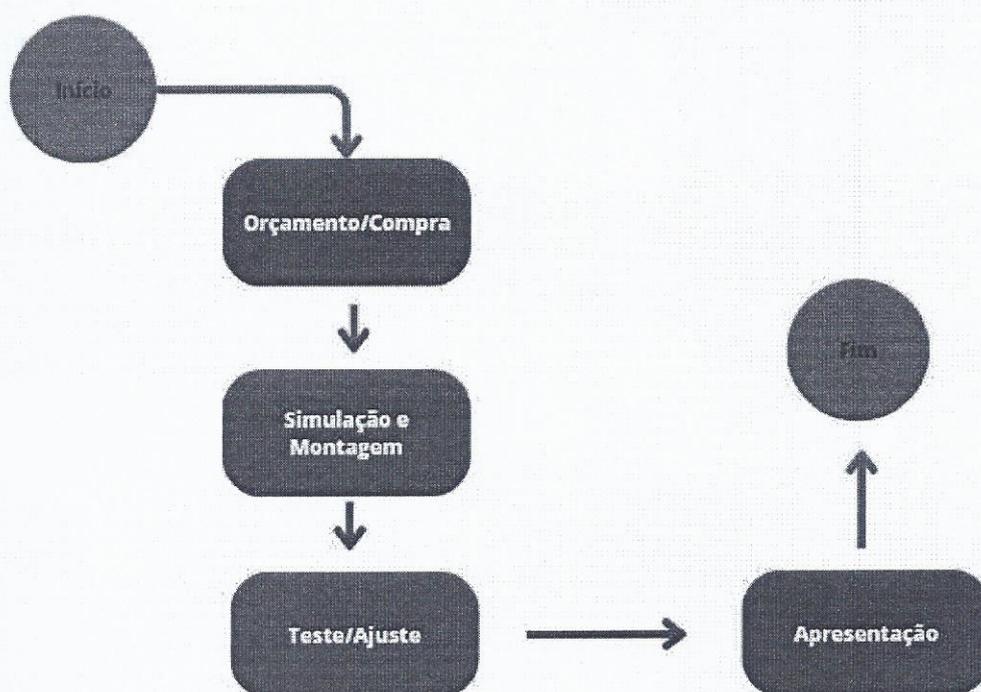
DC Series Motors. <http://www.ni.com/white-paper/14928/en> - Acesso em jul/2023

DC Shunt Motors. <http://zone.ni.com/devzone/cda/ph/p/id/54> - Acesso em jul/2023

## APÊNDICES

## APÊNDICE A

- Fluxograma



## BIBLIOGRAFIA

<https://www.ecycle.com.br/bicicleta-eletrica/>

<https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/a-lei-lenz.htm#:~:text=A%20lei%20de%20Lenz%20enuncia,lei%20de%20indu%C3%A7%C3%A3o%20de%20Faraday.>

<https://www.mundodaeletrica.com.br/motor-de-corrente-continua-caracteristicas-e-aplicacoes/>

<https://www.robocore.net/tutoriais/modules.php?name=Forums&file=viewtopic&t=1913>

<https://insideevs.uol.com.br/news/596879/estudo-bicicletas-eletricas-mobilidade-sustentavel/>

<https://autossustentavel.com/2018/09/pedaladas-inovacao-e-mobilidade-urbana-alugando-e-bikes.html>