

Projeto Integrador II

Projeto: Carroça Elétrica

Autor: André Lucas Ferreira Lemos de Sousa, Arthur Da Silva Alves, Bruno Paiva Alves, Bruno Pinheiro de Melo Lima, Felipe Nascimento Dias, Gabriel de Jesus Lourenço, Lucas Gomes de Oliveira, Lucas Pereira Gonçalves, Lucas Pires De Lima, Luiz Henrique Ferreira Alves, Matheus Pereira Morais, Miguel Henrique de Oliveira Alves, Raphael de Almeida Southall, Thiago Martins de Sousa, Victor Rodrigues Silva

Orientador: Alex Reis, José Felício da Silva, Rhander Viana, Ricardo Matos Chaim, Paolo Gessini

2021



Lista de ilustrações

Figura 1 – Transportes comumente utilizados pelos catadores de recicláveis. Fonte: (SOUZA et al., 2014)	10
Figura 2 – Coordenação geral . Fonte: Autores.	13
Figura 3 – Desenho Industrial Preliminar da Estrutura.	31
Figura 4 – Esp 32. Fonte: .(ESP32 _W ROOM, 2004)	34
Figura 5 – Itens para a composição do sistema de iluminação. (a) Interruptor Universal. (b) Sensor de Freio do manete. (c) Kit de Lanterna traseira de Reboque.	35
Figura 6 – Sensor de Velocidade. (a) Sensor Hall de Campo Magnético KY-024. (b) Ímã de roda	36
Figura 7 – Bateria íon Lítio. Fonte: (STREMA _B ATERIAS, 2012)	39
Figura 8 – Front Hub . Fonte: (I _P EDAL, 2019)	41
Figura 9 – Rear Hub . Fonte: (I _P EDAL, 2019)	41
Figura 10 – Rear Hub . Fonte: (I _P EDAL, 2019)	41
Figura 11 – Eixo e estator fixos localizados à direita. À esquerda, a parte giratória Lítio. Fonte: (IMANEODIDIMIO, 2019a)	43
Figura 12 – Motor de cubo com engrenagem Lítio. Fonte: (IMANEODIDIMIO, 2019a)	44
Figura 13 – Motor com escova . Fonte: (MOTOR, 2019)	44
Figura 14 – Brushless -Sem escovas para comutação de bobinas. Fonte: (IMANEO-DIDIMIO, 2019a)	45
Figura 15 – Motor com escova . Fonte: (MOTOR, 2019)	45
Figura 16 – Sistema Rubee 1 . Fonte: (BICICLE, 2019)	46
Figura 17 – Sistema Rubee 1 . Fonte: (BICICLE, 2019)	46
Figura 18 – Sistema Rubee 1 . Fonte: (MOTOR, 2019)	49
Figura 19 – Tela inicial do aplicativo	51
Figura 20 – Tela de cadastro	52
Figura 21 – Tela principal	52
Figura 22 – Tela do mapa	52
Figura 23 – Tela do relatório gerado	53
Figura 24 – Tela de nova coleta	53
Figura 25 – Tela do perfil da carroça	53
Figura 26 – Estrutura Analítica de Projeto - Ponto de Controle 1. Fonte: Autores.	58
Figura 27 – Estrutura Analítica de Projeto - Ponto de Controle 2. Fonte: Autores.	59
Figura 28 – Estrutura Analítica de Projeto - Ponto de Controle 3. Fonte: Autores.	59
Figura 29 – Estrutura Analítica de Projeto. Fonte: Autores.	60

Lista de tabelas

Tabela 1 – Vantagens e Desvantagens Fonte: Autores.	11
Tabela 2 – Alunos Fonte: Autores.	12
Tabela 3 – Alunos Fonte: Autores.	13
Tabela 4 – Professores Fonte: Autores.	14
Tabela 5 – "Riscos Gerais do Projeto."Fonte: Autores.	14
Tabela 6 – Riscos de Estrutura do Projeto.Fonte: Autores.	15
Tabela 7 – Análise de Risco e ações de Estrutura. Fonte: Autores.	16
Tabela 8 – Risco de Eletrônica. Fonte: Autores.	17
Tabela 9 – Análise de Risco e ações de Eletrônica .Fonte: Autores.	18
Tabela 10 – Risco de Energia. Fonte: Autores.	19
Tabela 11 – Análise de Risco e ações de Energia .Fonte: Autores.	20
Tabela 12 – Análise de Parâmetros Essenciais da Carroça Elétrica .Fonte: Autores.	21
Tabela 13 – Requisitos de Estruturas. Fonte: Autores.	22
Tabela 14 – Requisitos de Eletrônica. Fonte: Autores.	23
Tabela 15 – Requisitos de Energia Fonte: Autores.	24
Tabela 16 – Especificações Técnicas ESP32. Fonte: Autores.	35
Tabela 17 – Especificações Sensor de carga CDI. Fonte: Autores.	37
Tabela 18 – Reuniões Gerais Fonte: Autores.	61
Tabela 19 – Reuniões Gerais Fonte: Autores.	61

Lista de abreviaturas e siglas

Fig.	Area of the i^{th} component
art	artigo
CONTRAN	Conselho Nacional de Trânsito
UNB	Universidade de Brasília
Prof.	Professor
FGA	Faculdade do Gama
CTB	Código de Trânsito Brasileiro

Sumário

1	APRESENTAÇÃO	7
1.1	Introdução	7
1.2	Descrição do Produto	7
1.2.1	Diferenças pretendidas com a carroça elétrica	7
1.3	Lista é/Não é	7
1.3.1	É	7
1.3.2	Não é	8
1.4	Premissas e Restrições do Produto	8
1.4.1	Restrições do Produto	9
1.5	Termo de Abertura do Projeto (TAP)	9
1.5.1	Justificativa do Projeto	9
1.5.2	Objetivos do Projeto	11
1.5.2.1	Objetivo Geral	11
1.5.2.2	Objetivos Específicos	11
1.5.3	Vantagens e Desvantagens do Projeto	11
1.5.3.1	Produtos Concorrentes	12
1.6	Papéis e Responsabilidades	12
1.6.1	Equipe	13
1.6.2	Professores	14
1.6.3	Público Alvo	14
1.7	Riscos	14
1.7.1	Riscos Gerais	14
1.7.2	Riscos de Estruturas	15
1.7.2.1	Análise dos Riscos e Ações	16
1.7.3	Riscos de Eletrônica	17
1.7.3.1	Análise dos Riscos e Ações	18
1.7.4	Riscos de Energia	19
1.7.4.1	Análise dos Riscos e Ações	20
2	REQUISITOS	21
2.1	Requisitos Legais	21
2.2	Requisitos Gerais	21
2.3	Requisitos de Estruturas	22
2.4	Requisitos de Eletrônica	23
2.5	Requisitos de Energia	24

2.6	Requisitos de Software	26
2.6.1	Requisitos Funcionais	26
2.6.2	Requisitos Não Funcionais	29
3	SOLUÇÃO DE ESTRUTURAS	30
3.1	Componentes estruturais	30
3.1.1	Especificações principais	30
3.2	Peso estrutural	31
3.3	Esforços mecânicos	32
4	SOLUÇÃO DE ELETRÔNICA	33
4.1	Microcontrolador ESP32	33
4.2	Sistema de Iluminação e Sinalização Veicular	33
4.2.1	Solução	34
4.2.2	Funcionamento	36
4.3	Sensor de Velocidade	36
4.3.1	Solução	36
4.3.2	Especificações Técnicas	36
4.4	Sensor de Carga	37
5	SOLUÇÃO DE ENERGIA	38
5.1	Baterias	38
5.2	Motores - Tipos e suas características	39
5.2.1	Composição do motor	40
5.2.2	Tipos de motores	42
5.3	Exemplos de modelos inovadores e funcionais disponíveis no mercado de bicicletas elétricas	45
6	SOLUÇÃO DE SOFTWARE	50
6.1	Visão do Software	50
6.1.1	Escopo	50
6.2	Proposta de Inovação	50
6.3	Arquitetura da Informação	51
7	ANÁLISE DE CUSTO	54
7.1	Custos de Estruturas	54
7.2	Custos de Eletrônica	55
7.3	Custos de Energia	55
7.4	Análise de Viabilidade do Projeto	56
8	GERENCIAMENTO	57

8.1	Metodologia	57
8.2	Ferramentas de Gerenciamento	57
8.3	Gerenciamento da Qualidade	57
8.3.1	Ferramentas de Gerenciamento da Qualidade	58
8.4	Estrutura Analítica do Projeto (EAP)	58
8.4.1	EAP do Ponto de Controle 1	58
8.4.2	EAP do Ponto de Controle 2	59
8.4.3	EAP do Ponto de Controle 3	59
8.4.4	EAP do Projeto Todo	59
8.5	Cronograma do Projeto	61
8.6	Reuniões	61
8.6.0.1	Reuniões Gerais	61
8.6.0.2	Reuniões da Gerência	62
8.6.0.3	Reuniões de Estruturas	62
8.6.0.4	Reuniões de Eletrônica	62
8.6.0.5	Reuniões de Energia	62
8.6.0.6	Reuniões de Software	62
	REFERÊNCIAS	63

1 Apresentação

1.1 Introdução

Uma carroça é um tipo de carro (veículo de duas rodas, estrutura que suporta a carga e hastas que permitem engatar o cabeçalho). Elas também são chamadas de charretes. As carroças são veículos que se movem por tração animal ou pela própria pessoa. Muitas vezes o animal escolhido para puxar uma carroça é um cavalo, embora bois, mulas ou outras espécies também possam ser usadas. Por muitos anos, as carroças e outros tipos de carros foram os principais meios de deslocamento dos seres humanos. Elas não apenas permitiram o transporte de pessoas, mas também mercadorias e outros tipos de carga. A pessoa que conduz carroças ou lidera os animais que puxam esses veículos é conhecida como carroceiro. O Código de Trânsito Brasileiro, proíbe o uso de animais e a União criará programa de incentivo à substituição de veículo de tração animal, por veículo de propulsão humana ou tração elétrica. ([ART.105 CTB, 2008](#)).

1.2 Descrição do Produto

O produto será uma carroça elétrica, a qual, será de 3,5m de comprimento por 1,5m de largura, será de uma forma de um triciclo que terá pedais e motor elétrico para auxiliar o usuário durante sua operação, terá um guidom para manobrar, e um botão que acionará a parte elétrica do sistema. Este produto terá sinalização de setas, sinal sonoro e freio.

1.2.1 Diferenças pretendidas com a carroça elétrica

Pretende-se com esse produto facilitar a vida de catadores e também proporcionar uma forma para que eles trabalhem com mais segurança e consigam transportar maior carga. Adicionalmente, haverá um aplicativo que monitorará o peso, a velocidade e a localização do veículo.

1.3 Lista é/Não é

1.3.1 É

1. Um projeto social;
2. um triciclo com carga;

3. Tem motores elétricos;
4. Tem 2 rodas traseiras e 1 dianteira;
5. Destinado para as cooperativas de reciclagem;
6. É capaz de medir pelos sensores na sua interface,a porcentagem de bateria disponível,velocidade que a carroça anda e o peso que ela está sendo carregada
7. Tem uma tela perto do guidom que indica todos os dados da carroça;
8. Um aplicativo donde vê a localização e o como ela está sendo utilizada;

1.3.2 Não é

1. Um produto com custo baixo;
2. produto para os recicladores individualmente;
3. Não é capaz de separar os materiais recicláveis;
4. Não é capaz de processar plásticos, vidros, metais e papéis com tratamento químico elevado;
5. Não é capaz de classificar o lixo depositado na carroça;
6. Não é capaz de funcionar sem energia elétrica;
7. Não é um sistema inteiramente autônomo;
8. Não é capaz de reaproveitar pedaladas para carregar o equipamento;

1.4 Premissas e Restrições do Produto

Para desenvolver a solução proposta, foram feitas análises de aspectos técnicos restritivos para planejamento do projeto. São esses:

1. Local para equipamento:
 - A carroça pode ser fixada em locais fechados e abertos. Com a premissa de que, se colocada em ambiente aberto haja uma proteção sobre a mesma.
2. Estabilidade do equipamento:
 - Devido o volume de lixo orgânico (300Kg) manipulado por um eixo rotativo indica-se o posicionamento do equipamento em locais planos e a existência de apoios na parte inferior.

3. Estrutura resistente:

- A estrutura do produto deve ser resistente o suficiente para comportar o peso do composto, os módulos eletrônico e energético, sem danificar os aparelhos no decorrer do processo.

4. Acesso a ponto de energia:

- O local de instalação do maquinário deve possuir energia elétrica, especificamente, uma tomada para que carregue a bateria;

5. Armazenamento do composto orgânico:

- O usuário deve possuir meios de armazenar separadamente o composto após pronto em um local coberto para posterior coleta.

6. Uso de Smartphone ou computador com acesso à internet:

- A análise de dados é feita pelo aplicativo, contendo informações importantes para o uso correto da máquina. Assim, tanto o aplicativo de coleta quanto a carroça devem estar conectados na rede.

1.4.1 Restrições do Produto

As restrições para execução do projeto estão descritas a seguir:

- A execução do projeto deve respeitar às restrições de ensino remoto devido à pandemia de COVID-19;
- Os integrantes devem trabalhar 12 horas semanais;
- O projeto deve seguir às instruções estabelecidas no plano de ensino da disciplina;
- O tempo de execução do projeto se restringe ao semestre letivo;
- O projeto deve aplicar conhecimento de todas as Engenharias contempladas na Universidade de Brasília Campus Gama (UnB - FGA) (Engenharia de Energia, Software, Eletrônica, Aeroespacial e Automotiva).

1.5 Termo de Abertura do Projeto (TAP)

1.5.1 Justificativa do Projeto

Um estudo de 2020, do Anuário da Reciclagem, identificou que no Brasil existem mais de 1,8 mil cooperativas de reciclagem ativas no país, cujo trabalho não se restringe à limpeza e recolhimento de lixo propriamente dito, mas também atuam nos programas de logística reversa das grandes companhias de alimentos, bebidas e bens diversos que

geram embalagens de variados materiais e que, por lei, precisam ter destinação correta. ([GAMA, 2020](#)).

Quanto ao volume de material coletado, o Anuário identificou que foram recuperados quase 355 mil toneladas, mas os números podem ser bem maiores. Em valor, verificou-se que em 2019, 1841 organizações monitoradas faturaram R\$ 590,5 milhões com a atividade, sendo que a região Centro Oeste respondeu por 11,0% do montante, o terceiro maior, atrás apenas das regiões Sudeste e Sul. ([GAMA, 2020](#)).

E para o trabalho dessas cooperativas ser efetivo, os catadores são peça chave, estima-se que o seu número varie de 400 a 800 mil. ([GAMA, 2020](#)). Cabe destacar ainda que 11,0% desses trabalhadores atuam no Distrito Federal. ([ELEUTÉRIO, 2020](#)). O papel dos catadores está previsto na Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), destacando-se a sua atuação nos processos não só de coleta, mas também triagem, classificação, processamento e comercialização dos resíduos reutilizáveis. Sabe-se que a atuação desses profissionais se dá muitas vezes sob condições precárias de trabalho, individualmente, de forma autônoma e dispersa nas ruas e em lixões, como também, coletivamente, por meio da organização produtiva em cooperativas e associações, que conseguem dar mais dignidade ao trabalho desempenhado. ([AMBIENTE, 2015](#)).

Sabe-se ainda, que o trabalho do transporte dos materiais reciclados é um importante componente da atividade e que esse se dá ainda de uma forma muito arcaica e penosa, sob tração animal ou humana, ou seja, os próprios catadores, conforme evidenciado pela Figura 1. Esse tipo de transporte pode trazer graves consequências para a saúde humana, principalmente quanto a dores musculares, má postura, dentre outros.



Figura 1 – Transportes comumente utilizados pelos catadores de recicláveis. Fonte: ([SOUZA et al., 2014](#))

Quanto à tração animal, o Governo do Distrito Federal (GDF), ao regulamentar a lei distrital nº 5.756, que proibiu o tráfego de veículos de tração animal no DF, editou o Decreto nº 40.336, que criou o Programa de Transição da utilização de veículos de tração animal, demonstrando o interesse do GDF em acomodar em uma realidade mais digna os catadores que faziam uso dessa modalidade. ([CIDADES-DF, 2020](#)).

Diante da importância dos catadores para esse mercado e para a gestão de resíduos

recicláveis, conforme exposto anteriormente, além da necessidade de se reconhecer o seu trabalho, além de prover dignidade, o projeto Carroça Elétrica vem para atender essas necessidades dos catadores, das cooperativas e da sociedade como um todo.

1.5.2 Objetivos do Projeto

1.5.2.1 Objetivo Geral

Fazer uma carroça que auxilie as cooperativas de lixo reciclagem a recolher mais produtos, de forma mais eficiente e eficaz. e gerar mais renda para os catadores cooperados.

1.5.2.2 Objetivos Específicos

A máquina construída tem como objetivos específicos:

- Desenvolver veículo que não precise de emplacamento;
- Desenvolver veículo que possa andar em ciclovias e acostamentos;
- Desenvolver veículo que conte com aplicativo para monitoramento em tempo real;
- Fomentar o incentivo governamental por parte do GDF para reciclagem do lixo;
- Diminuir a quantidade de lixo reciclável descartada nos aterros sanitários e a poluição do solo ;

1.5.3 Vantagens e Desvantagens do Projeto

A partir dos parâmetros construídos acima, foram selecionadas algumas vantagens e desvantagens observadas na proposta desenvolvida, que se encontram na tabela .

Vantagens	Desvantagens
Será feito de materiais resistentes	Alto custo
Acionamento elétrico por botão	Usuário tem que ter habilidade para andar de bicicleta
Usuário não precisa ter conhecimento de tecnologia para utilizá-la	não haverá separação de material dentro da carroça
há um aplicativo para monitoramento da carroça	

Tabela 1 – Vantagens e Desvantagens Fonte: Autores.

1.5.3.1 Produtos Concorrentes

1.6 Papéis e Responsabilidades

Os papéis funcionais foram definidos seguindo os requisitos de quantidade e responsabilidades, apresentados no plano de ensino da disciplina de Projeto Integrador 2, exceto pelo papel de Representante Técnico, definido devido a necessidade de um representante específico para a área estrutural, o que facilitou a comunicação do entre papéis gerenciais e desenvolvedores. Segue um resumo das responsabilidades de cada papel funcional:

- Coordenador Geral: Atuar no planejamento das atividades da equipe, gerindo os requisitos, tempo, riscos, atividades, comunicação, custos e integração do projeto, e assegurando a entrega dos artefatos, documentos e produtos gerados no projeto;
- Diretor de Qualidade: Dar suporte ao Coordenador Geral, atuar na definição dos requisitos a serem atendidos nas entregas de artefatos, documentos e produtos do projeto, e verificar se tais requisitos de qualidade foram atendidos;
- Diretor Técnico: Gerenciar atividades, definir requisitos, validar qualidade interna dos artefatos, documentos e produtos gerados, e gerenciar o planejamento de suas respectivas áreas;
- Desenvolvedor: Executar atividades e tarefas planejadas, desenvolvendo artefatos, documentos e os produtos do projeto;
- Representante Técnico: Facilitador na comunicação entre membros de uma área técnica e o diretor técnico e dando suporte às atividades gerenciais do diretor técnico.

Segue abaixo a divisão das pessoas no projeto e suas respectivas funções :

Nome do aluno	Função
André Lucas Ferreira Lemos de Sousa	Desenvolvedor
Arthur Da Silva Alves	Coordenador do Subgrupo Energia/Eletrônica
Bruno Paiva Alves	Coordenador Geral
Bruno Pinheiro de Melo Lima	Diretor do Controle de Qualidade
Felipe Nascimento Dias	Desenvolvedor
Gabriel de Jesus Lourenço	Coordenador do Subgrupo Estrutura
Lucas Gomes de Oliveira	Coordenador do Subgrupo Software
Lucas Pereira Gonçalves	Desenvolvedor
Lucas Pires De Lima	Desenvolvedor
Luiz Henrique Ferreira Alves	Desenvolvedor
Matheus Pereira Morais	Desenvolvedor
Miguel Henrique de Oliveira Alves	Desenvolvedor
Raphael de Almeida Southall	Desenvolvedor
Thiago Martins De Sousa	Desenvolvedor
Victor Rodrigues Silva	Desenvolvedor

Tabela 2 – Alunos Fonte: Autores.

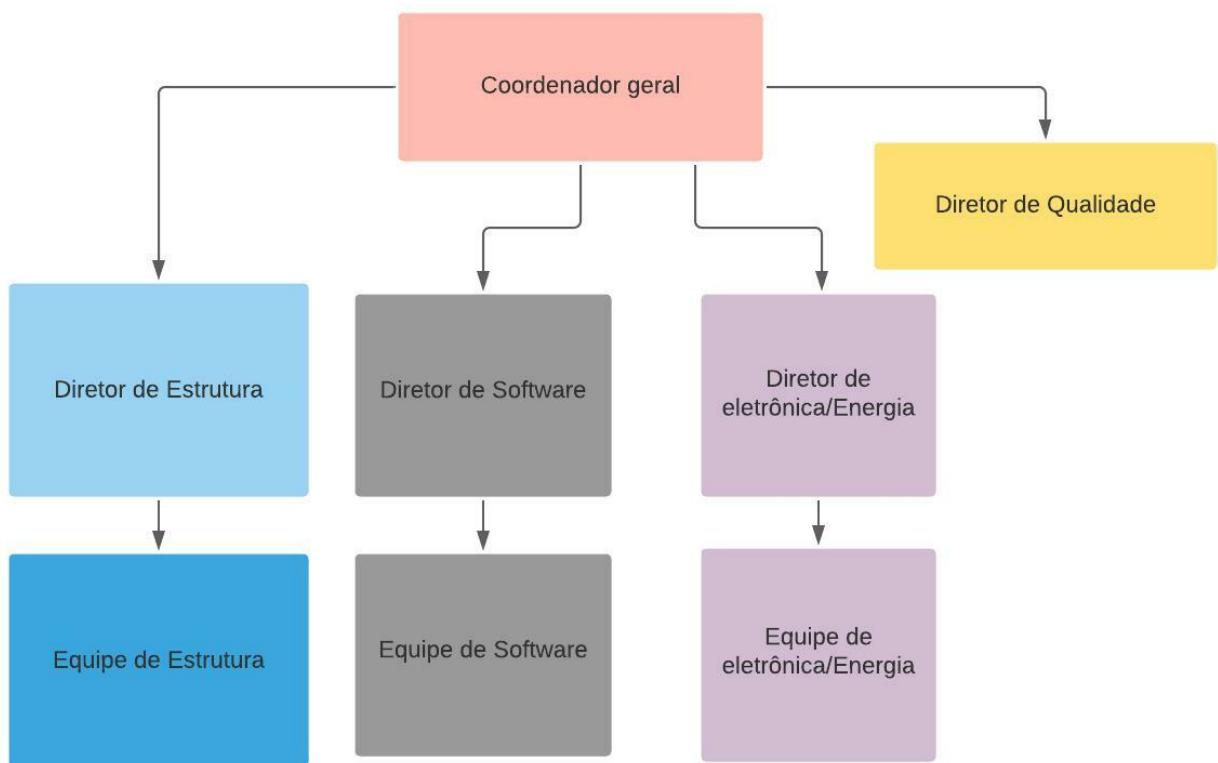


Figura 2 – Coordenação geral . Fonte: Autores.

1.6.1 Equipe

Segue abaixo a equipe do projeto e suas respectivas matrículas

Nome do aluno	Engenharia	Matrícula
André Lucas Ferreira Lemos de Sousa	Engenharia de Software	15/0005563
Arthur Da Silva Alves	Engenharia de Energia	14/0131035
Bruno Paiva Alves	Engenharia Eletrônica	15/0007191
Bruno Pinheiro de Melo Lima	Engenharia Aeroespacial	17/0030695
Felipe Nascimento Dias	Engenharia Automotiva	14/0188401
Gabriel de Jesus Lourenço	Engenharia Aeroespacial	17/0079503
Lucas Gomes de Oliveira	Engenharia de Software	15/0137184
Lucas Pereira Gonçalves	Engenharia de Energia	14/0151079
Lucas Pires De Lima	Engenharia de Energia	18/0125923
Luiz Henrique Ferreira Alves	Engenharia Aeroespacial	17/0163130
Matheus Pereira Morais	Engenharia de Energia	15/0018304
Miguel Henrique de Oliveira Alves	Engenharia de Software	15/0018304
Raphael de Almeida Southall	Engenharia Eletrônica	17/0080498
Thiago Martins De Sousa	Engenharia Eletrônica	15/0149999
Victor Rodrigues Silva	Engenharia de Software	16/0019516

Tabela 3 – Alunos Fonte: Autores.

1.6.2 Professores

Segue a a equipe de professores do projeto e suas respectivas áreas de atuação na tabela 4

Professores	Área de atuação
Alex Reis	Engenharia de Energia
José Felício da Silva	Engenharia Eletrônica
Rhander Viana	Engenharia Automotiva
Ricardo Matos Chaim	Engenharia de Software
Paolo Gessini	Engenharia Aeroespacial

Tabela 4 – Professores Fonte: Autores.

1.6.3 Público Alvo

Nosso público-alvo será o governo do distrito federal, pois, este que d  concessão para as empresas de coleta de lixo reciclável fazer o serviço e a tritura o e prensagem deste material.

1.7 Riscos

1.7.1 Riscos Gerais

A análise de riscos tem como objetivo identificar e mitigar riscos que possam prejudicar o andamento do projeto. Para essa análise, foi utilizada a matriz Gravidade, Urgência e Tendência (GUT), que ´ uma ferramenta de auxílio na prioriza o e tomada de decisões em um projeto . Cada setor possui uma análise específica de riscos, que são descritos nas tabelas 5 ,6 ,8,10

ID	Risco	Consequência
1	Desistência da disciplina	Sobrecarregar demais os membros .
2	Inexperiência da equipe	Atraso na implementa�o do projeto
3	Dificuldade na comunica�o e alinhamento entre estrutura, eletrônica e software.	Funcionamento incorreto da carroça
4	Não realiza�o das tarefas no tempo proposto	Atraso na soluço de problemas e possível reflexo em outras equipes

Tabela 5 – "Riscos Gerais do Projeto."Fonte: Autores.

1.7.2 Riscos de Estruturas

Segue abaixo os riscos de estrutura:

ID	Categoria	Risco	Consequência
1	Desempenho	Desbalanceamento estrutural	Esforços concentrados em determinados pontos da estrutura, podendo ocasionar fraturas.
2	Desempenho	Quebra ou funcionamento irregular do Diferencial	Rotação irregular das rodas traseiras, podendo ocasionar problemas de equilíbrio da carroça e tombamentos.
3	Desempenho	Quebra ou funcionamento irregular do Sistema de Transmissão	Falha na entrega da potência do motor às rodas.
4	Integração	Falhas na integração estrutura/eletrônica-energia	Ineficiência ou inabilitação de componentes.
5	Operador/Veículo	Acidentes e problemas ergonômicos	Problemas psicofisiológicos e físicos no operador.
6	Operação	Excesso de carga	Inabilitação do veículo; desgaste das estruturas; sobrecarga de componentes.
7	Operação	Ausência ou atraso de Manutenção	Inabilitação do veículo; quebra de componentes.

Tabela 6 – Riscos de Estrutura do Projeto. Fonte: Autores.

1.7.2.1 Análise dos Riscos e Ações

Segue abaixo a análise de riscos de estrutura:

ID	Ação	Ação Reativa	G	U	T	Grau Crítico
1	Prevenir	Fazer balanceamento regular do veículo para evitar o desbalanceamento estrutural	2	2	3	12
2	Prevenir	Inicialmente optar por não incluir diferencial no projeto	5	5	5	125
3	Mitigar	Manter boas condições para correto funcionamento do Sistema de Transmissão	3	3	5	45
4	Prevenir	Reuniões periódicas entre as áreas durante o projeto.	4	4	5	80
5	Mitigar	Treinamento dos operadores para a utilização correta do veículo bem como um sistema de gerenciamento de segurança.	4	4	2	32
6	Mitigar	Treinamento dos operadores para a utilização correta do veículo. Dimensionar corretamente o compartimento de cargas.	3	2	2	12
7	Mitigar	Treinamento do cliente para a aderência ao plano de manutenção.	4	3	3	36

Tabela 7 – Análise de Risco e ações de Estrutura. Fonte: Autores.

1.7.3 Riscos de Eletrônica

Segue abaixo os riscos de eletrônica:

ID	Categoria	Risco	Consequência
1	Operação	Falta de energia nos componentes eletrônicos causado pela bateria.	Interrompimento do funcionamento dos sensores de sinalização e controle de bateria e sistemas de controles gerais.
2	Operação	A queima de algum componente eletrônico devido a um curto-circuito, contato com líquido ou surto elétrico.	Mau funcionamento e possível pane dos controles de carga das baterias e do sistema de controle do veículo.
3	Desempenho	Má utilização dos componentes, sofrendo impactos e estresses variados como longas exposições a altas temperaturas.	Possíveis avarias no funcionamento correto dos componentes eletrônicos.
4	Desempenho	Má instalação dos componentes eletrônicos.	Ocorrência de erros de medição, podendo chegar a depender do componente instalado uma falha completa.
5	Operação	Erros de Firmware.	Possíveis falhas no sistema de sinalização e de controle do veículo.
6	Desempenho	Falha da comunicação do sistema ao GPS, Wifi ou Bluetooth.	Falta de Geolocalização do veículo.

Tabela 8 – Risco de Eletrônica. Fonte: Autores.

1.7.3.1 Análise dos Riscos e Ações

ID	Ação	Ação Reativa	G	U	T	Grau Crítico
1	Aceitar	Permitir que o sistema seja reini-ciado quando obter o retorno da energia.	2	2	2	8
2	Prevenir	Explorar possíveis falhas de distri-buição elétricas e locais de contato com líquidos, impermeabilizando-os.	5	3	4	32
3	Mitigar	Estruturar locais mais adequados para evitar possíveis impactos e má utilização dos componentes.	3	4	4	28
4	Evitar	Informar corretamente locais de possíveis trocas e manutenções de componentes, especificando-os cor-rectamente qual tipo, modelos e como realizar a correta instalação com os manuais do proprietário.	5	3	4	32
5	Explorar	Realizar variadas simulações e tes-tes para buscas de possíveis erros que possam comprometer o mau funcionamento do veículo.	4	4	3	24
6	Mitigar	Permitir com que o sistema se mantenha em um estado de esperar até que a reconexão seja esta-belecida. Com emissão de alerta no visor que o sistema está desconec-tado.	2	3	2	12

Tabela 9 – Análise de Risco e ações de Eletrônica .Fonte: Autores.

1.7.4 Riscos de Energia

ID	Categoria	Risco	Consequência
1	Desempenho	Vida útil da bateria	Influencia diretamente em sua eficiência e durabilidade, e alguns fatores como frequência de carga, profundidade e taxa de descarga, temperatura e condições de operação podem colaborar para que a bateria tenha sua vida útil diminuída
2	Operação	Risco de curto elétrico no motor	O curto-circuito normalmente ocorre devido a falta ou a queda de tensão gerando, assim, uma sobrecarga elétrica no motor, e criando um contato entre as fases do circuito.
3	Desempenho	Menor eficiência Energética	Perda na eficiência do motor, onde se não ocorrer uma manutenção preventiva pode afetar no desempenho ocorrendo grande consumo elétrico e perda de potência podendo gerar falhas.
4	Desempenho	Risco de explosão e incêndio	Falta de fase, rotor travado, pico de tensão sobreaquecimento

Tabela 10 – Risco de Energia. Fonte: Autores.

1.7.4.1 Análise dos Riscos e Ações

ID	Ação	Ação Reativa	G	U	T	Grau Crítico
1	Aceitar	Permitir que o sistema seja reini-ciado quando obter o retorno da energia.	2	2	2	8
2	Prevenir	Explorar possíveis falhas de distri-buição elétricas e locais de contato com líquidos, impermeabilizando-os.	5	3	4	60
3	Mitigar	Estruturar locais mais adequados para evitar possíveis impactos e má utilização dos componentes.	3	4	4	48
3	Evitar	Cabos de alimentação muito lon-gos ou muito finos, o excessivo nú-mero de partidas em tempo curto, a conexão incorreta dos cabos de ligação do motor e ainda a ventila-ção deficiente	3	3	2	18

Tabela 11 – Análise de Risco e ações de Energia .Fonte: Autores.

2 Requisitos

2.1 Requisitos Legais

De acordo com o projeto, deve-se seguir com algumas delimitações legislativas. E a primeira delas é de acordo com a Legislação da Lei Nº9503 e 23 de setembro de 1997, que instituiu o Código de Trânsito Brasileiro, proíbe o uso de animais e a União criará programa de incentivo à substituição de veículo de tração animal, por veículo de propulsão humana ou tração elétrica. Segunda, de acordo com o CONTRAM no art. 1º da Resolução nº 315, de 8 de maio de 2009, ficam restrita a nossa carroça ter caráter de uma bicicleta elétrica, no qual se restringe na área de pedestre a andar a 6km/h e na ciclovía a 20km/h.

2.2 Requisitos Gerais

Análise de Parâmetros Essenciais.

Parâmetro	Conceito	Porcentagem	Nível
Velocidade	Velocidades altas não condiz com nosso sistema	100 por cento até 20 por cento	indesejável
Velocidade	Velocidades altas não condiz com nosso sistema	20 por cento até 0 por cento	ótimo
Umidade	a umidade alta atrapalha o funcionamento dos equipamentos elétricos e eletrônicos	100 a 80 por cento	indesejável
Umidade	a umidade alta atrapalha o funcionamento dos equipamentos elétricos e eletrônicos	80 a 40 por cento	bom
Umidade	a umidade alta atrapalha o funcionamento dos equipamentos elétricos e eletrônicos	40 a 0 por cento	ótimo

Tabela 12 – Análise de Parâmetros Essenciais da Carroça Elétrica .Fonte: Autores.

2.3 Requisitos de Estruturas

Os requisitos levantados na primeira fase do projeto se desdobram em uma série de componentes que, a fim de atende-los, relacionam-se os componentes da estrutura bem como sua respectiva descrição e classificação, conforme a Tabela 13.

Parâmetro	Conceito	Porcentagem
Motor elétrico	Motor elétrico acoplado a roda para auxiliar o torque	Must have
Suporte Bateria	Espaço para alocar a bateria	Must have
Chassi	Estrutura rígida para compor a base da estrutura	Must have
GPS	Sistema de geolocalização	Must have
Controlador	Controle de potência oferecida da bateria ao motor	Must have
Suporte do eixo	suporte do eixo traseiro	Must have
Eixo	eixo das rodas traseiras	Must have
Garfo	suporte para acoplagem da roda dianteira	Must have
Suspensão	sistema de suspensão	Could have
Amortecedor	sistema de amortecimento	Could have
Roda traseira	roda traseira para acoplagem de motor	Must have
Roda dianteira	roda da parte frontal do veículo	Must have
Carroceria	compartimento para armazenar a carga	Must have
Triturador	unidade de Trituração de materiais	won't have
Freios	Sistema para frenagem do veículo	Must have

Tabela 13 – Requisitos de Estruturas. Fonte: Autores.

2.4 Requisitos de Eletrônica

Componente	Descrição	Classificação
Sensoriamento	Detectar velocidade da carroça	Must Have
Sensoriamento	Detectar as forças de aceleração causadas pela movimentação ou vibração da carroça	Could Have
Sensoriamento	Detectar peso máximo suportado pela carroça	Must Have
Sensoriamento	Sensor de proximidade para facilitar estacionamento	Must Have
Sinalização veicular	Acionamento da luz de freio e acionamento da luz pisca alerta	Must Have
Comunicação	Processamento de sinais enviados pelos sensores através de microcontroladores	Must Have
Comunicação	Manipulação dos dados recebidos pelos microcontroladores	Must Have
Comunicação	Comunicação entre microcontroladores e microprocessadores	Must Have

Tabela 14 – Requisitos de Eletrônica. Fonte: Autores.

2.5 Requisitos de Energia

Componente	Descrição	Classificação
Alimentação	Deve haver bateria para a alimentação do sistema da carroça	Must have
Alimentação	Deve haver uma fonte de alimentação responsável pela capacidade de carga das baterias que atenda ao tempo (autonomia) necessária de funcionamento da carroça	Must have
Carregar baterias	Deve possuir um sistema que permita a carga em uma tomada simples residencial	Must have
Autonomia	Deve ter autonomia de carga para um período mínimo de 6 horas de operação	Must have
Carregar baterias	Deve possuir carregador móvel de bateria que utilizará a rede elétrica	Could have
Motor elétrico	Deve ter um motor elétrico que tenha potência suficiente para atender as necessidades do condutor em se locomover com a carroça elétrica em sua capacidade de peso total.	Must have

Tabela 15 – Requisitos de Energia Fonte: Autores.

2.6 Requisitos de Software

2.6.1 Requisitos Funcionais

ID	Categoria	Requisito	Prioridade
RF1	Cadastro	O aplicativo deverá ter o cadastro em sua primeira tela	Must Have
RF2	Cadastro	O aplicativo deverá realizar o login perpétuo do veículo após o cadastro	Could Have
RF3	Cadastro	O aplicativo deverá permitir editar o perfil somente após inserção de senha	Must Have
RF4	Interface	O aplicativo deverá exibir a velocidade do veículo	Must Have
RF5	Interface	O aplicativo deverá exibir o peso aproximado da carga	Must Have
RF6	Interface	O aplicativo deverá exibir o nível de carga da bateria	Must Have
RF7	Interface	O aplicativo deverá exibir a autonomia da bateria	Must Have
RF8	Interface	O aplicativo deverá alertar na tela quando se aproximar da carga máxima	Must Have
RF9	Interface	O aplicativo deverá alertar na tela quando a bateria estiver baixa	Should Have
RF10	Geolocalização	O aplicativo deverá utilizar a geolocalização do veículo para registrar os pontos de coleta	Should Have
RF11	Geolocalização	O aplicativo promove integração com o Google Maps para indicar rotas	Should Have
RF12	Geolocalização + Email	O aplicativo deverá gerar um relatório diário dos dados coletados	Could Have
RF13	Interface	O aplicativo deverá ter uma tela "Dashboard" com as informações mais importantes sendo mostradas	Must Have

RF14	Embarcado	O aplicativo deverá coletar os dados providos pelo Microcontrolador	Must Have
RF15	Interface	O aplicativo deverá possuir um botão para iniciar a coleta	Could Have
RF16	Interface	O aplicativo deve possuir um botão para terminar a coleta	Could Have
RF17	Interface	O aplicativo deverá emitir alerta caso a coleta não tenha sido terminada e houver registro de movimento	Could Have

2.6.2 Requisitos Não Funcionais

ID	Categoria	Requisito	Prioridade
RNF1	E-mail	Criar uma conta do Gmail para cada veículo	Must Have
RNF2	Embarcado	O aplicativo deverá se comunicar com o Microcontrolador através de uma conexão Bluetooth	Must Have
RNF3	Segurança	O aplicativo deverá deixar clicável o botão de nova coleta somente quando estiver a 0 km/h	Should Have
RNF4	Segurança	O aplicativo deverá deixar clicável o botão de gerar relatório somente quando estiver a 0 km/h	Should Have
RNF5	Interface	Uso de design responsivo nas interfaces gráficas	Must Have
RNF6	Usabilidade	O aplicativo deverá possuir uma interface intuitiva de fácil utilização	Must Have
RNF7	Usuário	O usuário possuir conhecimentos mínimos acerca da aplicação	Could Have
RNF8	Manutenabilidade	O aplicativo deve ser reparado facilmente	Must Have
RNF9	Confiabilidade	O aplicativo deverá ter alta disponibilidade	Must Have
RNF10	Desempenho	Tempo de resposta abaixo de 1 segundo	Must Have
RNF11	Portabilidade	O sistema deve rodar em Sistemas Operacionais Android, a partir da versão 8.0	Must Have
RNF12	Reusabilidade	Facilmente replicável	Must Have
RNF13	Segurança	A comunicação externa será feita somente com as APIs e serviços do Google, além do email padrão definido pela cooperativa	Must Have
RNF14	Geolocalização	O aplicativo deve ter acesso constante à internet para funcionamento de funcionalidades específicas	Should Have

3 Solução de Estruturas

O projeto prévio da carroça elétrica, especificamente quanto à solução de estruturas, teve seu escopo definido juntamente com o cliente, através de reunião com representantes do público alvo e professores da UnB.

Diante das premissas obtidas, ficou definido que o pré-processamento do material catado pela Carroça não é uma prioridade, visto que seria um retrabalho, podendo mesmo atrapalhar o processo que é realizado em seguida, já no galpão da empresa. Sendo assim, a equipe resolveu acatar o feedback e optou por não incluir um triturador ou amassador na Carroça.

Outros pontos definidos foram quanto à utilização de diferencial na Carroça, tendo-se optado, inicialmente, por não adotá-lo, tendo em vista a complexidade da peça em questão e a possibilidade de contornar sua necessidade com a utilização dianteira.

As demais especificações estruturais seguem conforme o tópico seguinte e o que foi definido na Seção Requisitos de Estruturas.

3.1 Componentes estruturais

3.1.1 Especificações principais

- Chassi: Deve ser capaz de suportar uma carga de até 300kg. A área suportará a carroceria, que deverá ser fechada para evitar a perda dos materiais durante o movimento, com porta de fácil acesso para o usuário.
- Estrutura dianteira: Precisará suportar todo o peso do condutor, com guidão com botões convenientes de acionamento de motor, setas, freios e demais interfaces de usuário, e de fácil manobrabilidade. O banco deverá ser posicionado de forma ergonômica para operação por longos períodos de tempo pelo condutor e fabricado em material confortável e de fácil limpeza.
- Motor elétrico: Deverá ser acionado pelo usuário quando necessário. Será alimentado por baterias que serão recarregadas através de tomada. O motor deverá ser convenientemente acomodado na estrutura a fim de preservá-lo contra choques, intempéries ou mesmo contatos accidentais com o operador.
- Freios: Precisará ser capaz de parar totalmente o veículo durante sua operação com plena carga em um espaço de tempo que mantenha o conforto do usuário sem sacrificar a sua segurança ou de potenciais pedestres.

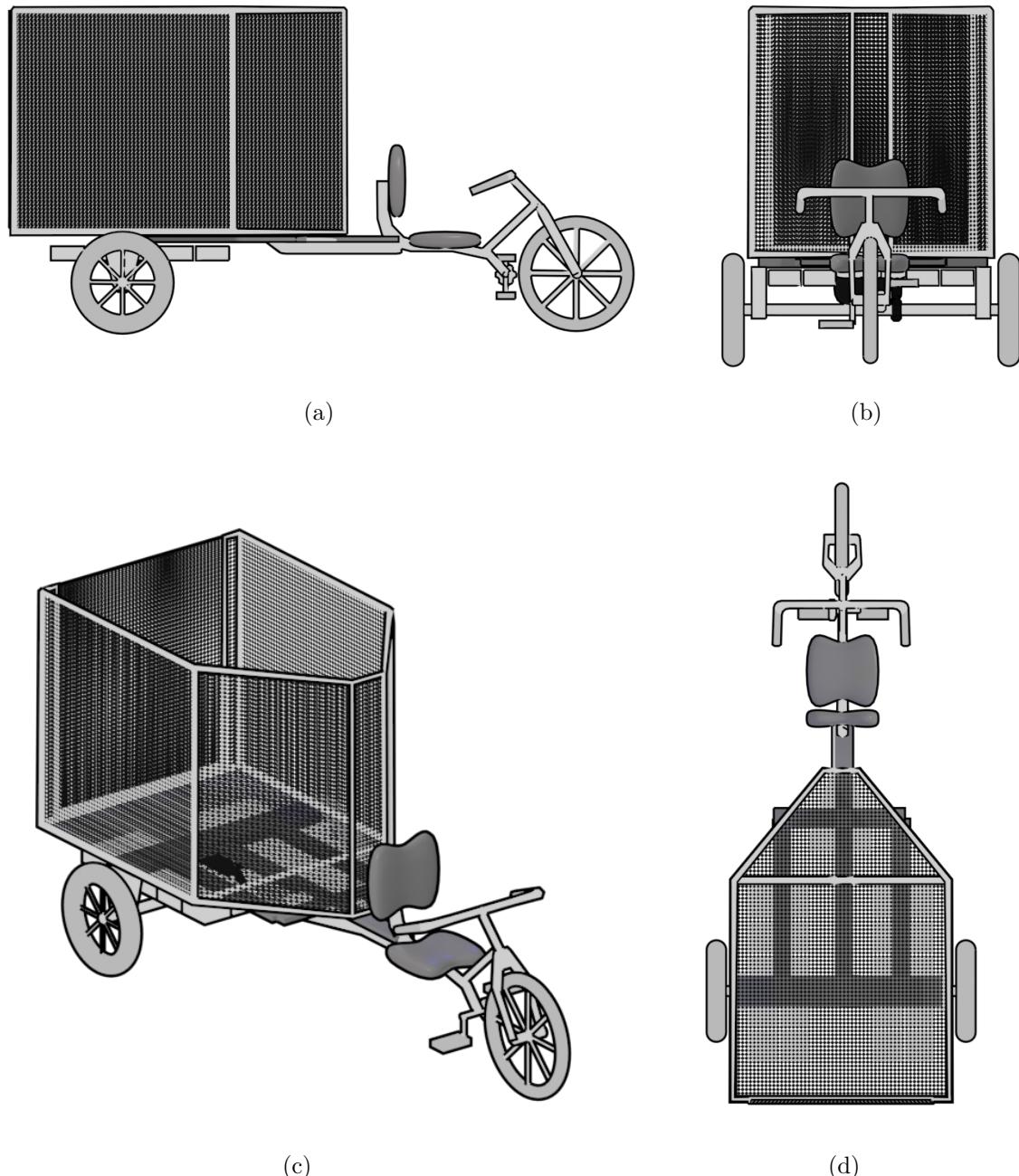


Figura 3 – Desenho Industrial Preliminar da Estrutura.

3.2 Peso estrutural

O peso próprio da estrutura deverá estar em torno de 60 Kg, sendo que essa medida deverá ser obtida com precisão para o PC-2.

3.3 Esforços mecânicos

Os esforços mecânicos sofridos pela estrutura são principalmente do tipo estático, já que as cargas dinâmicas, devido à baixa velocidade, podem ser consideradas desprezíveis.

4 Solução de Eletrônica

Este subsistema tem o objetivo de realizar o controle e a sinalização veicular com o intuito de se ter uma maior segurança e facilidade do condutor na usabilidade do veículo. Com isso temos que a solução proposta do subsistema é dividida em 2 módulos, o primeiro módulo de controle tem como função principal realizar a etapa de sensoriamento de velocidade, controle do peso carregado e por fim a quantidade de energia restante das baterias. O segundo módulo consiste no sistema de iluminação e sinalização veicular.

Os dados de controle e sinalização serão adquiridos e processados por uma unidade central de processamento. Foi escolhido então a utilização de um Microcontrolador ESP32 para realizar esta função.

4.1 Microcontrolador ESP32

A ESP32 é a solução mais integrada para aplicativos de Wi-Fi + Bluetooth da indústria com menos de 10 componentes. A ESP32 integra o interruptor da antena, RF balun, amplificador de potência, amplificador de recepção de baixo ruído, filtros, e módulos de gerenciamento de energia. Como tal, toda a solução ocupa uma área mínima de placa de circuito impresso (PCB). ESP32 é projetado para aplicativos móveis e Internet das Coisas (IoT) ([ESP32_WROOM, 2004](#)). Tem muitos recursos dos chips de baixo consumo de última geração, incluindo controle de clock de alta resolução, modos de energia e escalonamento de energia dinâmico. Apresenta um coprocessador de ultra-baixo consumo (ULP Coprocessor), que permite delegar algumas tarefas (simples) para execução enquanto os processadores principais estão desligados. Ele possui suporte a SPI, UART e I2C (protocolos relativamente comuns), como também suporte a Infravermelho (IR) e SDIO (para interface com cartão de memória), e começa a se diferenciar, tendo CAN, Ethernet, DAC, Sensor de Toque, e I2S, que é uma interface de comunicação útil para comunicar com dispositivos de áudio. Segue na figura 4 pinagem da Esp32. Segue o comparativo de microcontroladores que são utilizados normalmente em projetos e justifica porque será utilizado a Esp 32:

4.2 Sistema de Iluminação e Sinalização Veicular

A sinalização do veículo de suma importância para a melhora da comunicação no trânsito, aliada a um sistema de iluminação o veículo deve estar segundo as normas regulatórias vigentes. São equipamentos obrigatórios dos veículos, entre outros a serem estabelecidos pelo CONTRAN: para as bicicletas, a campainha, sinalização noturna di-

ESP32 ESP32S 30P

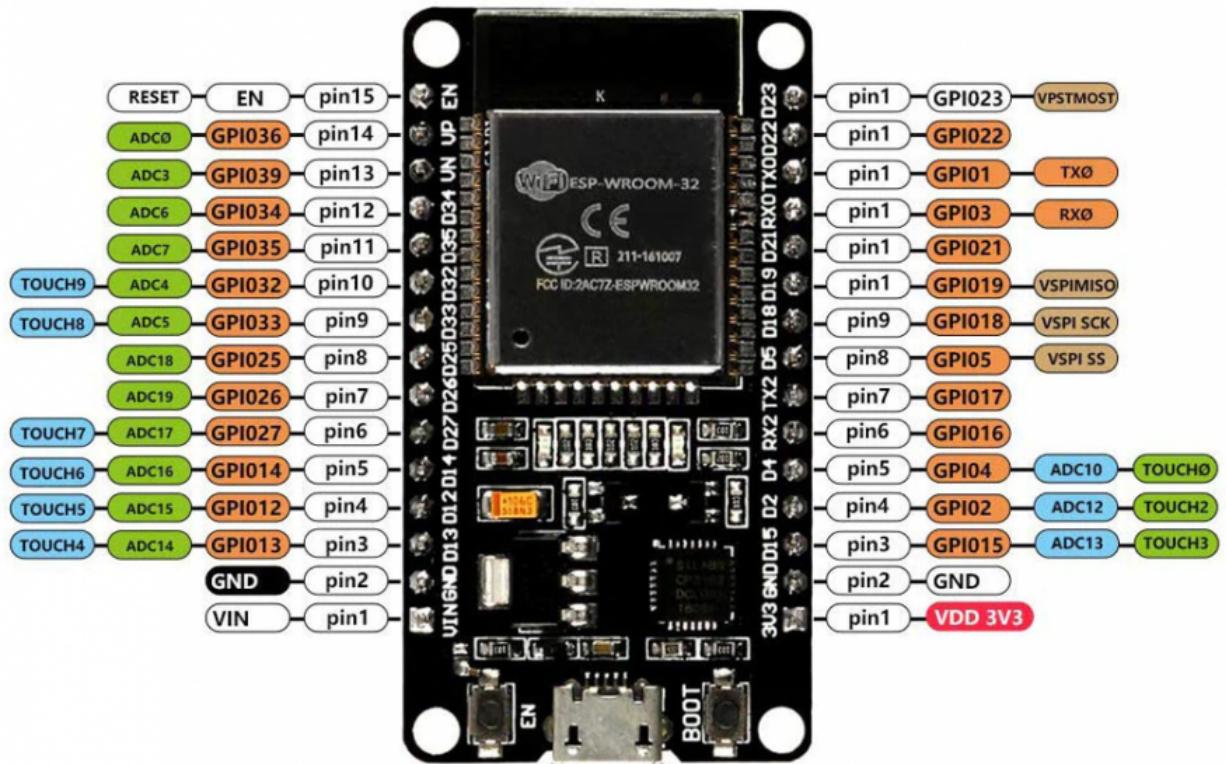


Figura 4 – Esp 32. Fonte: [\(ESP32_WROOM, 2004\)](#)

anteira, traseira, lateral e nos pedais, e espelho retrovisor do lado esquerdo. ([ART.105 CTB, 2008](#))

4.2.1 Solução

Para atender os requisitos e a própria legislação para a sinalização veicular será empregado a solução para a instalação de um ‘kit’ de lanterna traseira para reboque aliado com um sistema de freio empregado em motos. O motivo elétrico principal do sistema de freio é para a utilização do manete com sensor de freio, por fim a utilização de um interruptor universal para ativar as setas no veículo. Como podemos ver na Figura ??.

ESP32	Características
Alimentação	2,2V 3,3V DC
Corrente de Consumo	Média de 80mA
Conversores ADC (Analógico para Digital)	18 ADC com 12-bit de resolução (4096 bits)
Conversores DAC (Digital para Analógico)	2 DAC com 8-bit de resolução (256 bits)
Bluetooth	Bluetooth Low Energy v4.2 (BLE)
Frequência de Operação	80MHz 240MHz
Interfaces de Módulos	SPI, SDIO, LED PWM, Motor PWM, I2S e IR
Memória FLASH	4MB
Memória RAM/SRAM	520KB
Memória ROM/EEPROM	448KB
Pinos de I/O	34 pinos com 16 PWM
Processador	Xtensa® Dual-Core 32-bit LX6
Sensores Embutidos	temperatura, efeito Hall e Toque Capacitivo
Temperatura de Operação	Entre -40°C e +85°C
Temporizadores	4 Timers de 64-bit
Dimensões	52 x 25 x 6 mm
Preço Médio (Modelo Original)	14,95 Dólares (Exterior) ou 38,90 Reais (Brasil)

Tabela 16 – Especificações Técnicas ESP32. Fonte: Autores.

Figura 5 – Itens para a composição do sistema de iluminação. (a) Interruptor Universal.
(b) Sensor de Freio do manete. (c) Kit de Lanterna traseira de Reboque.

4.2.2 Funcionamento

A seta será ativada por meio do interruptor universal da figura ?? que será ligado a ESP 32 onde será empregado um temporizador para o período da intermitência da seta. A manete do freio operado com o sensor de frenagem quando ativado será aplicado uma maior tensão sobre as lâmpadas indicadoras fazendo com que a intensidade da luz seja maior.

4.3 Sensor de Velocidade

Como dito na Resolução CONTRAN nº 315, atendendo ao requisito legal sobre velocidade máxima de circulação, um sensor de velocidade será empregado para ser exibido a velocidade instantânea ao condutor, tudo isso procurando um maior controle sinalizando a máxima velocidade permitida.

4.3.1 Solução

O sensor de velocidade adotado sera o Sensor Hall de Campo Magnético KY-024, sendo instalado no garfo próximo a raiação do aro. Em um ponto do aro será colocado um ímã de roda para fazer a ativação do efeito de campo permitindo assim a cada ciclo contabilizar o cálculo para a velocidade.

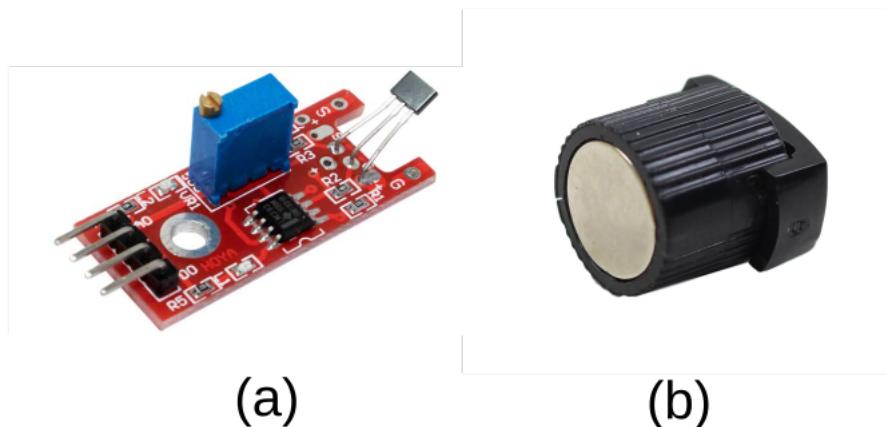


Figura 6 – Sensor de Velocidade. (a) Sensor Hall de Campo Magnético KY-024. (b) Ímã de roda

4.3.2 Especificações Técnicas

- **Tensão de Alimentação:** 2,7 - 6,5 Vdc;

- **Corrente de Alimentação:** 6 - 10 mA;
- **Tensão de Saída:** 1 - 1,75 mV;
- **Corrente de Saída:** 1 - 1,5 mA;
- **Faixa Magnética:** $\pm 650 \pm 1000$ Gauss
- **Sensibilidade (25°C):** 1 - 1,75 mV/Gauss
- **Temperatura de operação:** -40°C - 100°C;

4.4 Sensor de Carga

Célula de carga CDI capacidade 500 kg são dispositivos elaborados para converter força mecânicas em sinais elétricos sensíveis capazes de detectar micro deformações e converter estas micro deformações em grandezas físicas, sob a plataforma de uma balança o sinal pode ser convertido em medidas de massa, por exemplo, que respondem quando pressionados, informando o peso do material posicionado sob a plataforma. Este modelo em particular pode ser utilizado em banco de suspensão, plataformas agrícolas, máquinas especiais e outras aplicações com projetos especiais([LÍDER_BALANÇAS, 2016](#)). Segue abaixo os dados do sensor na tabela 17

Dados do Sensor	Valores
Capacidade Nominal	500 kg a 5.000 kg
Sensibilidade da Célula de Carga em mV/V	2mV / V +/- 0,2 por cento
Classe C3	3000 divisões
Creep à carga total aplicada	20 minutos: <0,03 6hs:<0,05
Zero inicial saída nominal	+/- 1 por cento
Temperatura de Trabalho	-10 °C à +60 °C
Temperatura de teste	-5 °C a +50 °C
Temperatura compensada	0 °C a + 50 °C
Sobrecarga de ruptura	300 por cento da capacidade
Deflexão máxima mm a capacidade nominal	<0.7mm
Excitação VCC ou VCA	Máxima: 15 – Recomendada: 10
Impedância de saída de ohms	350 +/-1
Impedância de entrada em ohms	350 +/-1
Impedância de entrada em ohms	400 +/-15
Resistência de isolamento	>5000 megaohms
Material da célula de carga	Aço Cr/Ni/Mo
Grau de proteção	IP67

Tabela 17 – Especificações Sensor de carga CDI. Fonte: Autores.

5 Solução de Energia

A solução de energia do projeto consiste no dimensionamento de baterias recarregáveis que atendam às especificações, um motor elétrico que correspondem aos requisitos do sistema. Nesse sentido, foi projetado um sistema de carregamento de bateria para que o equipamento seja acoplado e recarregado. Para dimensionar o consumo do sistema, foi observado o gasto energético dos componentes eletrônicos, o peso do sistema levando em conta que o projeto precisa de uma autonomia de, no mínimo, seis horas de uso sem a possibilidade de ter como fonte de energia a rede elétrica. Isto considerando que a carroça elétrica será utilizada para uso de coleta de recicláveis visto que a carroça visa ter um peso de aproximadamente 480 kg e necessita de um uso moderado de energia. Diante disso, a bateria da carroça deverá ser recarregada durante a noite e em alguns casos durante o dia para que esteja sempre com a maior autonomia. O motor elétrico vai ser capaz de auxiliar o condutor na locomoção da carroça elétrica, por meio do sistema de pedalada assistida, que percorrerá do seu local de partida até os pontos de coleta desejados.

5.1 Baterias

Os veículos elétricos a bateria tem um motor elétrico no lugar do motor de combustão interna e usam uma bateria tracionária (íons de lítio) para armazenar a eletricidade que será usada pelo motor para acionar as rodas do veículo. Quando o pedal do acelerador é pressionado, o carro instantaneamente fornece energia ao motor, que gradualmente consome a energia da bateria ([NEOCHARGE, 2010a](#)).

Quando descarregada, ela é recarregada utilizando a energia da rede elétrica, seja de uma tomada de parede ou por um carregador dedicado para isso([NEOCHARGE, 2010a](#)).

A bateria utilizada será do tipo íon de lítio,pois essas baterias não sofrem do famoso efeito de memória, o que significa que podem ser carregadas novamente - sem antes ter sido completamente descarregadas – não comprometendo seu desempenho. Por serem mais eficientes e consistentes, as baterias de íon de lítio não requerem manutenção.

Sua relação de peso/potência e eficiência energética são altas e possuem bom desempenho em altas temperaturas. Na prática, isso significa que as baterias retêm bastante energia para seu peso, o que é vital para carros elétricos - menos peso significa que o carro pode viajar mais com apenas uma única carga. Embora a bateria seja de íons de lítio, ela não contém nenhum metal lítio, apenas íons. Os íons são átomos ou moléculas com cargas elétricas causadas pela perda ou ganho de um ou mais elétrons. Além disso, estas baterias

são as mais seguras dentre as diversas opções e os fabricantes asseguram esta segurança a fim de proteger os consumidores de eventuais falhas.

A maioria das peças de baterias de íon de lítio são recicláveis, tornando essas baterias uma boa opção para os ambientalmente conscientes. E ,portanto,o carregamento da bateria será na tomada comum.

A bateria de íon de lítio

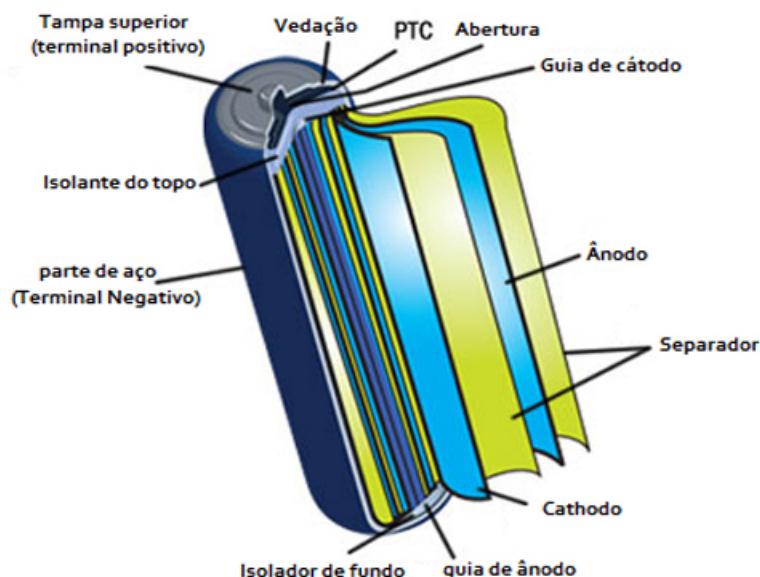


Figura 7 – Bateria íon Lítio. Fonte: ([STREMA_BATERIAS](#), 2012)

5.2 Motores - Tipos e suas características

O motor elétrico é utilizado para a conversão da energia elétrica em energia mecânica para produção de trabalho no sistema. Os motores podem ser de corrente alternada ou corrente contínua ([NEOCHARGE](#), 2010b).

Motor elétrico de corrente alternada (CA) - A velocidade é determinada pela frequência de corrente e tensão. Para o ajuste da velocidade é necessário um variador de frequência da potência de entrada([NEOCHARGE](#), 2010b).

- Menor custo;
- Velocidade fixa;

Motor elétrico de corrente contínua (CC) - A velocidade varia de acordo com a tensão aplicada. Velocidade variável;

5.2.1 Composição do motor

1-Imãs permanentes e eletroímãs - Ferric, Samarium-Cobalt e Neodymium (motores E-bike). Polos opostos são atraídos um para o outro e os mesmos pólos são repelidos um pelo outro ([IMANEODIDIMIO, 2019a](#))

- Motor Kollmorgen usava imãs “ferrite”, baratos e fracos.
- Ímãs Samarium-Cobalt são tolerantes ao calor e mais caros
 - Ímãs Neodímio*

2-Dínamo - gerador que faz corrente de energia contínua. Elétrons enviados em apenas uma direção([IMANEODIDIMIO, 2019a](#)).

3- Comutador - interruptor que permite a corrente fluir somente em uma direção. Contatos escovados ligados ao eixo do rotor .

Alternador usa comutador ([IMANEODIDIMIO, 2019a](#)) **4-** - Produz energia AC. Os elétrons fluem em ambas as direções. Usa anel deslizante com escovas para tocar a energia do rotor([IMANEODIDIMIO, 2019a](#))

5-Rotor - Elemento móvel do motor. Gera movimentos de rotação em torno do seu eixo e energia produzida pelas forças dos campos magnéticos (??)

6-Estator - Elemento fixo do motor. Conduz e transforma a energia elétrica em mecânica ([IMANEODIDIMIO, 2019a](#)).

7-Entreferro - Área de ar anular entre o rotor e o estator do motor de indução, onde ocorre a conversão eletromecânica.

8-Bobinas - Responsáveis pela criação dos campos magnéticos que fornecerão o giro do motor. São enroladas no estator.

9-Mancal - Conhecido como as juntas de vedação, são responsáveis pela fixação do eixo na carcaça com o uso de rolamentos que reduzirão o atrito permitindo o giro do eixo.

10-Anéis de cobre e enrolamentos - É uma bobina de um equipamento elétrico que produz campo magnético ou para criar indutância no circuito.

11-Carcaça - Estrutura que fixa o estator e os mancais. As bicicletas elétricas possuem três componentes principais: Motor, bateria e o conjunto de tração (conjunto coroa, corrente e cassette)([IPEDAL, 2019](#))

Os motores podem ser armazenados e o acoplado em três partes distintas: **Front Hub** - Na parte dianteira, encaixando no centro da roda. Promove a sensação de um automóvel com tração dianteira.(*IPEDAL*, 2019)



Figura 8 – Front Hub . Fonte: (*IPEDAL*, 2019)

Rear Hub - Na parte traseira, modelo mais sofisticado, pois há a necessidade de interação com as engrenagens e as outras partes traseiras da bicicleta e ou triciclo. Proporciona uma melhor tração e aderência nas superfícies da estrada. Promove a sensação de estar sendo empurrado(*IPEDAL*, 2019).



Figura 9 – Rear Hub . Fonte: (*IPEDAL*, 2019)

Mid-Drive - Na extremidade superior, com acionamento central. Movimentos através dos pedais, direcionando a energia através do sistema de acionamento, não afetam a estabilidade. As forças são enviadas para o conjunto (coroa, corrente e cassete) e permite a mudança de marchas de acordo com as necessidades para tornar a condução mais leve ou mais rápida (*IPEDAL*, 2019).



Figura 10 – Rear Hub . Fonte: (*IPEDAL*, 2019)

5.2.2 Tipos de motores

Motor de cubo de acionamento direto - É o modelo mais simples de propulsão elétrica, possui um casco externo com um anel de ímãs potentes acoplado. A roda é o motor com eixo fixo e gira ao invés do eixo. Quando em funcionamento o motor aciona diretamente a roda. Para a produção de energia suficiente necessária, esbarramos nos requisitos do motor serem grandes e pesados, pois precisa produzir torques em baixas velocidades. Prós:

- Baixo custo;
- Silencioso quando combinado com um controlador de onda senoidal;
- Maior potência;
- Fácil instalação (sem engrenagens ou peças internas).

Contras:

- Pesado, ocasionando rupturas dos raios da roda. E o tamanho do motor influência na estética;
- Baixo torque;
- Baixa eficiência;
- Arrasto magnético (conhecido como dente) dificulta a pedalada (quando o motor está desligado);
- Potência de 500w - esbarra nos requisitos legais da região de circulação

Motores de cubo com engrenagem - Possuem um conjunto interno de engrenagens que permitem a rotação do motor. Esse é mais leve e menor se comparado ao anterior e possui tanto torque quanto. Possui uma embreagem de roda livre interna, enquanto pedala, não há resistência, fazendo com que role facilmente. Ideais para níveis de potência baixa e média. Prós:

- Possibilidade de acionamento por correia;
- Baixa manutenção;



Figura 11 – Eixo e estator fixos localizados à direita. À esquerda, a parte giratória Lítio.
Fonte: ([IMANEODIDIMIO, 2019a](#))

- Facilidade na mudança de marchas e possibilita o alternamento com o protótipo parado;

Contras:

- Peso;
- A conversão de energia necessita de uma quantidade maior de pedaladas para aplicar energia, principalmente para iniciar;
- Não suporta motores forte, reguladas para um torque de 50 Nm;

O motor quando acoplado na roda traseira permitiria as engrenagens somente se o próprio motor possuir um cubo de 3 velocidades. Quando acoplado no quadro da bicicleta, sujeito a sobrecarga levando a ruptura pois a potência do motor se encontra na engrenagem e necessitaria de mais aceleração levando a perda da potência. [10]

Motor de indução - Opostos aos ímãs permanentes. Estator e rotor são feitos de grupos de eletroímãs e possuem um eixo comum. Quando em funcionamento o rotor gira e necessita de um método de energização e desenergização das bobinas. Prós:

- Ideal para operações unidirecional e bi-direcional;
- Podem ser conectados a capacitores e variadores de velocidade;
- Alta eficiência;
- Sem ruídos ;



Figura 12 – Motor de cubo com engrenagem Lítio. Fonte: ([IMANEODIDIMIO, 2019a](#))

- Baixa variação de velocidade;

Contras:

- Baixo torque de partida;
- Dificuldade no controle da velocidade (constante);

Para os motores escovados, é realizado através de um comutador que esfrega as peças giratórias uma contra a outra. O papel da escova é conduzir a energia para o funcionamento do motor. Podem causar interferências eletromagnéticas e produzir poeira, gerando ruídos por conta do atrito. Necessita de substituição das escovas em um intervalo de tempo específico.



Figura 13 – Motor com escova . Fonte: ([MOTOR, 2019](#))

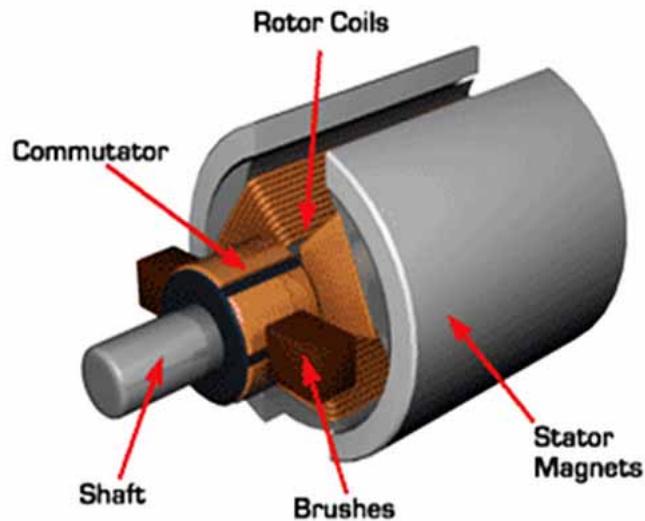


Figura 14 – Brushless -Sem escovas para comutação de bobinas. Fonte: ([IMANEODIDI-MIO, 2019a](#))

5.3 Exemplos de modelos inovadores e funcionais disponíveis no mercado de bicicletas elétricas

GeoOrbital - Uma roda que substitui a roda dianteira com o motor e bateria no local onde seriam os raios. Motor elétrico de 500w, bateria de lítio de 36v, conexão usb e autonomia de até 50 km, velocidade de até 32 km/h.



Figura 15 – Motor com escova . Fonte: ([MOTOR, 2019](#))

Rubee - É um dispositivo de acionamento elétrico acoplado à bicicleta, transferindo o movimento para a roda traseira através de uma roda de fricção, uma borracha que fornece máxima aderência reduzindo o desgaste do pneu da bicicleta. Autonomia de 24 km, potência máxima de 800 watts e velocidade de até 25 km/h.



Figura 16 – Sistema Rubee 1 . Fonte: ([BICICLE, 2019](#))



Figura 17 – Sistema Rubee 1 . Fonte: ([BICICLE, 2019](#))

Sensor de pedal assistido - Movimento da pedalada; Sensor de velocidade - Acelerador que proporciona maior conforto na pedalada; Sensor de freio - Quando acionado promove o desligamento automático do motor.

Modos de aceleração - tipos de propulsão elétrica:

Pedal assistido (PAS) ou pedelec - Acionado após a realização de giros no pedivela, através de sensor de toque que mede a quantidade de força exercida sobre o pedal, aumentando ou reduzindo a assistência ao condutor. E o sensor de cadênciça que fornece assistência elétrica ao condutor quando as manivelas estão girando, assistência constante que não varia entre a força exercida na pedalada. Pedaladas com auxílio do motor, proporcionam maior propulsão. A assistência de pedalada varia entre baixa, média e alta([IMANEODIDIMIO, 2019b](#)).

Acelerador - Acionamento da manopla como o exemplo de uma motocicleta, quando acionado fornece potência e impulsão necessárias para se locomover sem a necessidade de pedaladas para acionamento do sistema elétrico. É possível ajustar a potência([IMANEODIDIMIO, 2019b](#)). Acelerador de meia manopla: Acionado através do giro da manopla, semelhante às motocicletas; Acelerador de pressão: Funciona a partir do acionamento para frente com o polegar a pá do acelerador; Acelerador de polegar: Acionado quando pressionado com o polegar o botão para frente; Acelerador com botão liga-desliga: Não permite o ajuste da potência.

Na momento da escolha do motor, recomenda-se que seja levado em consideração os seguintes fatores: Dimensionamento do motor - Tensão da rede, tensão de alimentação do motor, se o motor ficará exposto a intempéries, torque, quantidade de fases, potência, frequência da rede, tipo de carga conectada; Temperatura do motor no local instalado.

E que conheça as definições básicas e saiba identificar as especificações técnicas, abaixo:

Frequência (Hz) - Ou ciclos por segundo, indica a frequência das oscilações, que no Brasil e América do Norte é de 60 Hz, enquanto que no mundo é de 50 Hz([DIMENSÃO MOTOR, 2019](#))

Tensão - Tensão insuficiente reduz o torque e em excesso aumenta o torque ocasionando danos durante a partida([DIMENSÃO MOTOR, 2019](#))

Corrente (A) - Descreve a corrente elétrica que circula pelo motor. Corrente de partida: É a quantidade de corrente existente quando o motor inicia o funcionamento. ([DIMENSÃO MOTOR, 2019](#)) Corrente de carga nominal: O consumo de corrente do motor na sua potência nominal máxima. ([DIMENSÃO MOTOR, 2019](#))

Fase - é o método de distribuição: Monofásica; Bifásica; Trifásica.

Velocidade (rpm) - Velocidade de rotação por minuto do eixo quando o motor é alimentado. A velocidade se relaciona com a quantidade de pólos do motor. ([DIMENSÃO MOTOR, 2019](#))

Torque - É a força de rotação gerada pelo eixo do motor. Torque de arranque: Superior ao torque nominal, pois é o torque necessário na partida. ([DIMENSÃO MOTOR, 2019](#))

2019) Torque nominal: Capacidade de torque da saída do motor em funcionamento. (DIMENSÃO_{MOTOR}, 2019)

Potência (Cv ou Hp) - É o produto da velocidade do eixo pelo torque, é a saída de trabalho do motor. (DIMENSÃO_{MOTOR}, 2019)

Eficiência - É a porcentagem de energia elétrica de entrada que é convertida em energia mecânica de saída. Quando comparado o motor x com o motor y, de mesma potência, o mais eficiente é aquele que consumirá menos energia. (DIMENSÃO_{MOTOR}, 2019) Para dimensionamento do motor, faz-se necessário a realização dos cálculos abaixo:

$$\text{Cálculo de rpm } N_s = (120 \cdot F) / P$$

$$N_s = \text{Velocidade síncrona em rpm} \quad P = \text{Número de pólos} \quad F = \text{Frequência em Hz}$$

$$\text{Cálculo de potência } P = V \cdot I \cdot Ef$$

P = Potência V = Tensão I = Corrente Ef = Eficiência Cálculo de trabalho do motor

$$W = F \cdot D$$

$$W = \text{Trabalho (N.m)} \quad F = \text{Força (N)} \quad D = \text{Distância (m)}$$

$$\text{Cálculo do torque do motor } T = F \cdot D$$

$$T = \text{Torque (N.m)} \quad F = \text{Força (N)} \quad D = \text{Distância (m)}$$

A Resolução N°315 de 08 de maio de 2009, estabelece a equiparação dos veículos ciclo-elétricos, aos ciclomotores e os equipamentos obrigatórios para condução e circulação nas vias públicas abertas à circulação.

Art. 1º - Ciclo-elétrico é todo o veículo de duas ou três rodas provido de motor de propulsão elétrica com potência máxima de 4 kw, dotados ou não de pedais acionados pelo condutor, peso máximo não exceda a 140 Kg e velocidade máxima não ultrapasse 50 km/h. Inclui na definição a bicicleta dotada originalmente de motor elétrico, bem como a que tenha o dispositivo agregado posteriormente à sua estrutura. Permitido a sua circulação em ciclovias e ciclofaixas - velocidade máxima de 25 km/h, potência nominal máxima de até 350 Watts, dotada de sistema que garanta o funcionamento do motor somente ao pedalar, não possuir acelerador ou dispositivo de variação manual de potência. Com acelerador é enquadrada como ciclomotor e exige a CNH categoria A, emplacamento e cobrança de IPVA e Seguro DPVAT.

No entanto ao realizar o levantamento dos requisitos necessários (especificações técnicas que atendam a necessidade do protótipo da carroça elétrica), optou-se pela escolha do Motor Elétrico 5 Hp Weg, abaixo:

Característica do Motor

Marca: WEG Modelo: MOTOR 5 HP - TRIFÁSICO Tipo de ignição: Elétrico Orientação do Eixo: Horizontal Tipo de combustível: Elétrico Cilindrada: 5 CV Tipo de motor: Elétrico Polaridades: 2 pólos - 3450 rpm Tensão: 220V / 380V - Trifásico (3 fases) Grau de proteção: IP 21 Freqüências: 60Hz; Diâmetro do eixo : Cônico 17 x 19 mm Peso: 27 Kgs.



Figura 18 – Sistema Rubee 1 . Fonte: ([MOTOR, 2019](#))

A escolha do motor esbarra nos requisitos da Resolução nº315 de 08 de maio de 2009, tornando necessário e obrigatório o porte de CNH do condutor para condução em vias públicas. Como alternativa a necessidade acima, apresenta-se o Programa Habilitação Social do Departamento de Trânsito do Distrito Federal, por meio do Portal de Serviços .Podendo se candidatar a vaga do Projeto Estudante Habilidado ou ao Projeto Cidadão Habilidado.

graphicx [portuguese]babel

6 Solução de Software

6.1 Visão do Software

6.1.1 Escopo

- Este software foi desenhado com o objetivo de ser o aplicativo acompanhante do produto definido neste documento, a Carroça Elétrica, o qual mantém como objetivo facilitar o trabalho dos catadores de lixo em relação à coleta seletiva, realizadas por toda a cidade. A partir da integração dos sistemas desenhados e modelados nas partes de estrutura, energia e eletrônica, o software atuará como a ponte de comunicação entre o veículo e o usuário, catador vinculado às cooperativas que realizam o processo da coleta seletiva.
- A aplicação existente na carroça será capaz de captar todas as informações do microcontrolador colhidas pelos sensores implementados, sendo velocidade, peso, carga e autonomia da bateria, mostrando-as em tempo real para o usuário e auxiliando-o a ter um maior controle da carroça como um todo, através da geração de alertas quando os valores de segurança determinados forem alcançados. O software também irá disponibilizar a própria localização da carroça, facilitando o processo de identificação dos pontos de coleta no mapa. Dessa forma, a experiência do usuário poderá ser mais controlada, retornando um relatório que detalha todos os dados das coletas realizadas.
- Para utilização do software, será necessária a implementação de um celular à estrutura da carroça, sendo usado como tela e principal dispositivo que se comunica com o microcontrolador através de uma conexão bluetooth, passando frequentemente os dados coletados pelos sensores.

6.2 Proposta de Inovação

Levando em consideração as dificuldades que o catador possui hoje para realizar as coletas de maneira planejada e também de se localizar nos diversos pontos de coleta, a proposta de inovação para o aplicação é:

- Utilização da Google API: Utilizaremos a Google API para incorporação do Google Maps na aplicação, permitindo o usuário se localizar entre os pontos de coleta

e principalmente a rota mais rápida até a cooperativa desejada para entrega dos materiais coletados.

- Relatório das coletas realizadas: O usuário poderá realizar a coleta dos dados de cada ponto de coleta, salvando o peso que foi coletado naquele determinado ponto, assim como o número da coleta no dia, localização, data e horário de início e fim da coleta. O objetivo é coletar esses dados para serem analisados e posteriormente servir de insumo para possíveis projetos em conjunto com os pontos de coleta (condomínios, prédios etc), visando uma maior consciência sobre as políticas de coleta seletiva internas de cada ponto.

6.3 Arquitetura da Informação

Para a arquitetura da informação deste projeto foi elaborado um protótipo de baixa fidelidade na ferramenta figma, apenas para direcionamento da elaboração do protótipo de alta fidelidade. As telas foram construídas no CorelDraw, para organizar visualmente a disposição da interface do usuário.

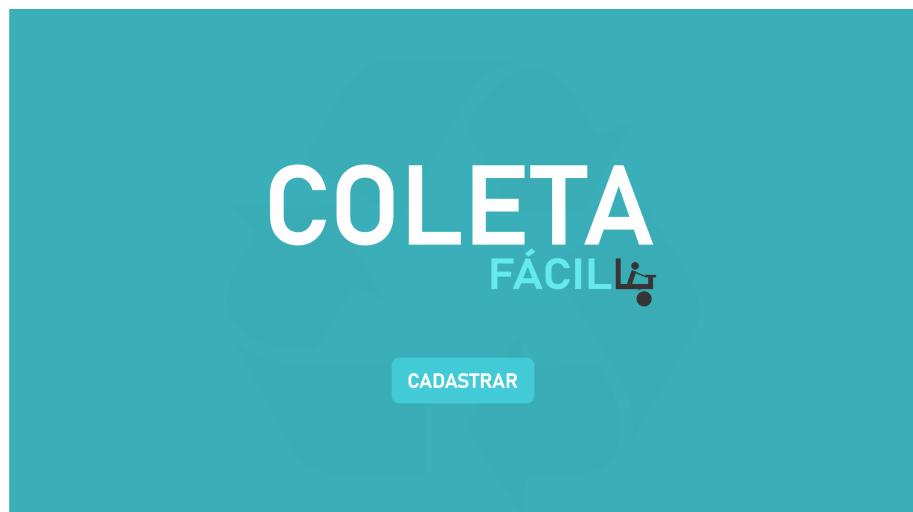


Figura 19 – Tela inicial do aplicativo



Figura 20 – Tela de cadastro

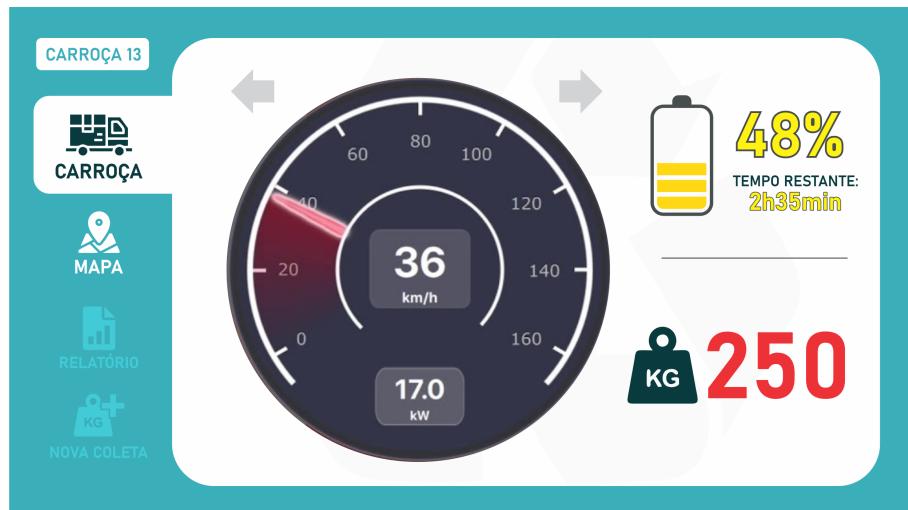


Figura 21 – Tela principal

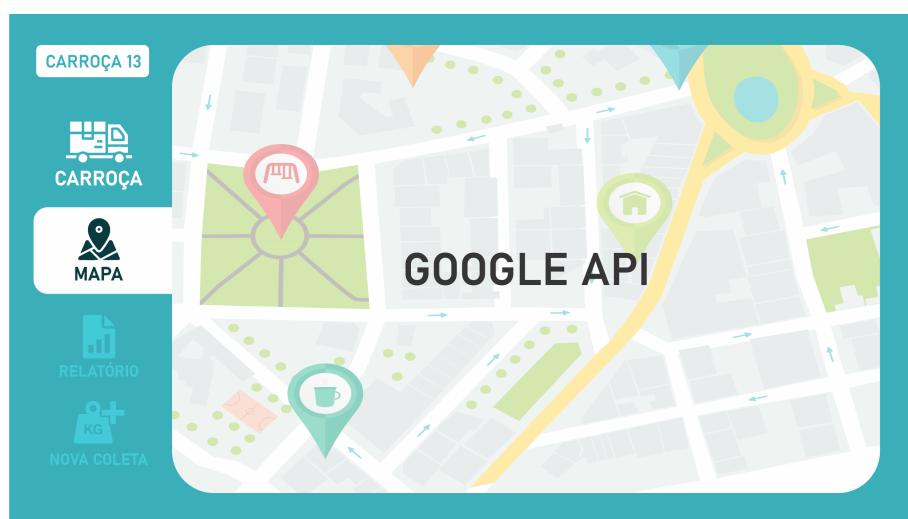


Figura 22 – Tela do mapa

Coleta	Peso Coletado	Local	Data/Hora
1	10kg	-15.989405168320284, -48.04504610304008	20/08 - 15:34:08
2	4kg	-15.989410325203021, -48.04471350913484	20/08 - 15:45:01
3	2kg	-15.989410325203021, -48.04471350913484	20/08 - 15:50:07
4	8kg	-15.989410325203021, -48.04471350913484	20/08 - 16:10:02

EXPORTAR PARA EMAIL

Figura 23 – Tela do relatório gerado



Figura 24 – Tela de nova coleta

CARROÇA 13

LOGIN

CARROÇA 13

EMAIL

ESTE EMAIL SERÁ USADO PARA O RASTREAMENTO DO VEÍCULO

SENHA

EDITAR PERFIL

Figura 25 – Tela do perfil da carroça

7 Análise de Custo

7.1 Custos de Estruturas

A escolha dos materiais que farão parte da estrutura da carroça elétrica foi realizada através de uma matriz de decisão, a qual contém os possíveis materiais a serem utilizados. A escolha acontece a partir da avaliação de vários requisitos

Item	Quantidade	Valor Unitário (Reais)	Valor Total (Reais)	Fornecedor
*Chassi (barra aço carbono 1020 - 20mm x 30mm x espessura de 1,2mm x comprimento de 70cm)	32,85	42	1400	C-METAL
*Chassi (barra aço carbono 1020 - 40mm x 40mm x espessura de 1,2mm x comprimento de 70cm)	32,85	53	1750	C-METAL
*Chassi (tubo alumínio 6063 - 3,17cm x 31mm x diâmetro de 2,54cm x 1m de comprimento)	23	74	1700	C-METAL
*Chassi (tubo alumínio 6063 - 3,81cm x 16mm x diâmetro de 3,49cm x 1m de comprimento)	23	52	1200	C-METAL
*Chassi (barra alumínio 6063 - 2,54cm x 2,54cm x espessura de 2mm x comprimento de 1,5m)	15,3	96	1500	C-METAL
*Chassi (aço carbono 1020 bruto)	60kg	5	300	FERRO VELHO
*Chassi (alumínio de chaparia bruto)	60kg	9	540	LITORAL LIMPO COMÉRCIO DE SUCATAS EM GERAL
Kit completo da frente (pedal, mesa, guidão, garfo e roda completa com pneu, raio e cubo)	1	600	600	AQAWEB COMMERCE
Suspensão (par de feixes de mola completo com suportes)	1	450	450	THOROS MEGASTORE
Roda traseira de bicicleta em alumínio reforçado completa (pneu, raios e cubo)	2	220	440	CENTRAL BIKE MARINGA

Freios a disco de mountain bike	3	60	180	ROUPAS PARA CLISMO CI- SIL
Banco estilo arquibancada acolchoado	1	150	150	CIPLA BRA- SIL
<u>*Está incluído o suporte da bateria, o suporte do eixo e motor.</u>				

7.2 Custos de Eletrônica

A escolha dos componentes eletrônicos que farão parte da carroça elétrica foi realizada através de uma matriz de decisão, a qual contém os possíveis microcontroladores e sensores a serem utilizados. A escolha acontece a partir da avaliação de vários requisitos

Item	Quantidade	Valor Unitário	Valor Total	Fornecedor
Esp 32	1	38,90	38,90	Espressif
Sensor de carga CDI 500kg	1	670,00	670,00	Líder Balanças
Kit Lanterna Traseira Reboque	1	104,10	104,10	Prado
Interruptor Universal Farol Seta E Buzina Moto	1	37,90	37,90	VODOOL
Sensor Hall de Campo Magnético	1	19,90	19,90	KY-024
Ímã De Roda	1	23,15	23,15	Magneto
Celular	1	500,00	500,00	LG

7.3 Custos de Energia

A escolha dos componentes elétricos que farão parte da carroça elétrica foi realizada através de uma matriz de decisão, a qual contém os possíveis baterias,motores

e alternadores a serem utilizados. A escolha acontece a partir da avaliação de vários requisitos

Item	Quantidade	Valor Unitário	Valor Total	Fornecedor
Bateria de íon de lítio	4	500,00	2000,00	Skyrich
Motor Elétrico	1	1890,00	1890,00	WEG
Inversor de frequência trifásico	1	1137,00	1136,00	TS Master

7.4 Análise de Viabilidade do Projeto

Área	Valor Total
Estrutura	3.020,00
Eletrônica	1.394,00
Energia	5.036,00
Software	0,00
Mão de obra	3.000,00

Áreas	Valor Total
Projeto	12.450,00

8 Gerenciamento

8.1 Metodologia

As metodologias e ferramentas escolhidas para o gerenciamento do projeto foram baseadas principalmente no PMBOK (Project Management Body of Knowledge) e no KanBan.

8.2 Ferramentas de Gerenciamento

As ferramentas escolhidas para auxiliar no desenvolvimento do projeto e a comunicação da equipe podem ser vistas na tabela X.

Ferramenta	Função
Whatsapp	Utilizado para comunicação geral da equipe e marcação de reuniões. Segmentado por grupos (geral e áreas).
Microsoft Teams	Utilizado para reuniões remotas entre as áreas, cada qual em seu respectivo canal, e reuniões gerais.
Google Drive	Utilizado para armazenamento de documentos em geral para todas as áreas, cada um com suas pastas.
Trello	Utilizado para controle de atividades, prazos e entregas no formato Kanban.
GitHub	Utilizado para o controle de versões, código e documentação referente ao desenvolvimento da área de software.
Overleaf	Utilizado para formatação dos relatórios do projeto.
Cacco	Utilizado para construção de diagramas do projeto.
Figma	Utilizado para prototipar colaborativamente as aplicações de software.

8.3 Gerenciamento da Qualidade

O Controle da qualidade se dará pelo monitoramento e registro dos resultados da execução das atividades de qualidade para avaliar o desempenho e recomendar as mudanças necessárias.

8.3.1 Ferramentas de Gerenciamento da Qualidade

Ferramenta	Descrição da aplicação	Quando aplicar	Responsável
Listas de verificação da qualidade	Aplicável em todos as entregas deste projeto, será feito utilizando a plataforma Trello.	Semanalmente	Gerente de Qualidade
Auditórias de Áreas	Aplicável a todos os processos de execução do projeto. Será executada através de reuniões com os líderes de áreas a fim de coletar dados a respeito de problemas e leva-los ao conhecimento do Coordenador	Semanalmente	Gerente de Qualidade

8.4 Estrutura Analítica do Projeto (EAP)

8.4.1 EAP do Ponto de Controle 1

Para o Ponto de Controle 1, foram definidas as atividades previstas na Figura 27.

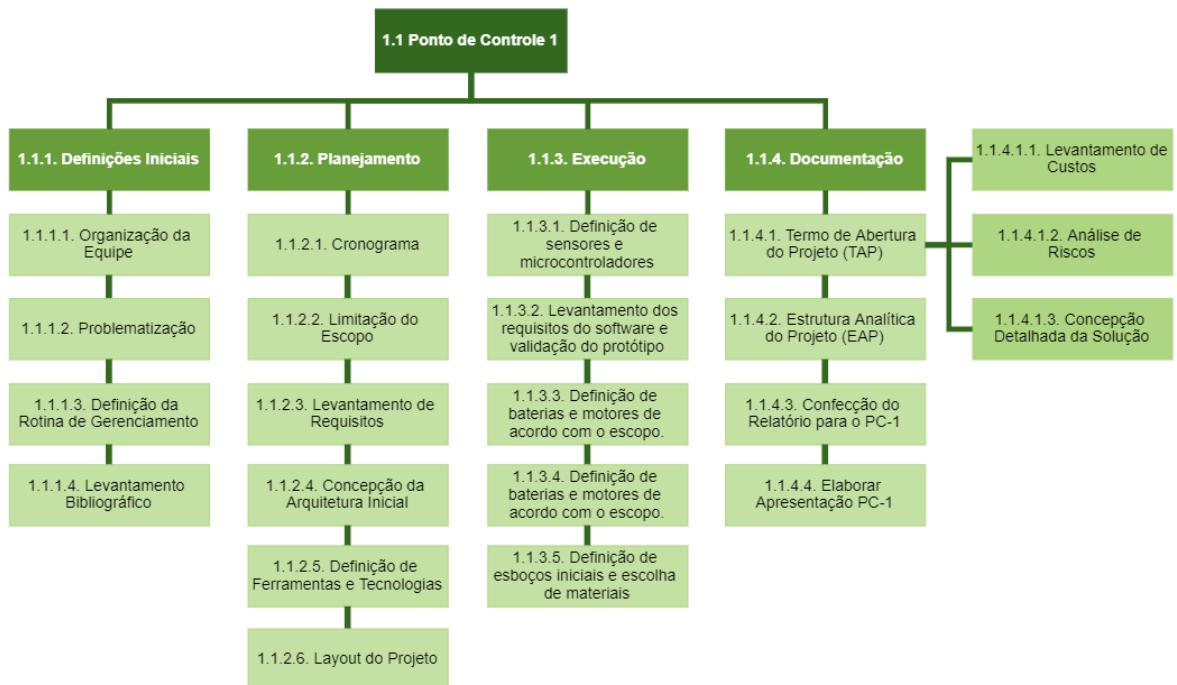


Figura 26 – Estrutura Analítica de Projeto - Ponto de Controle 1. Fonte: Autores.

8.4.2 EAP do Ponto de Controle 2

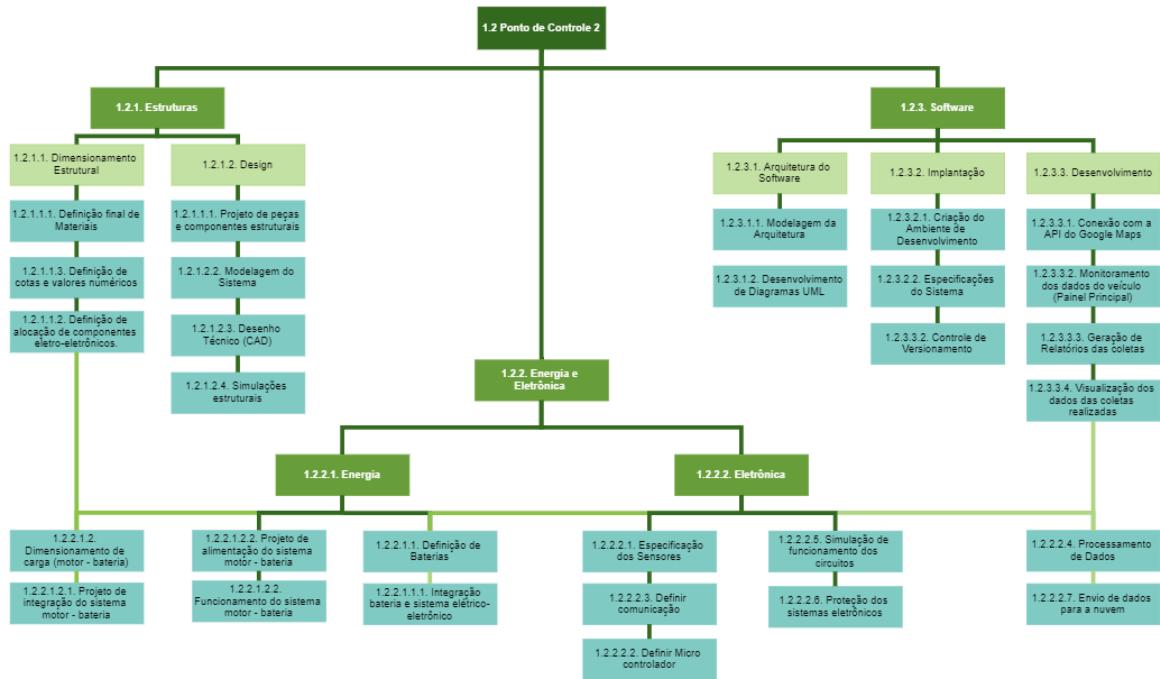


Figura 27 – Estrutura Analítica de Projeto - Ponto de Controle 2. Fonte: Autores.

8.4.3 EAP do Ponto de Controle 3

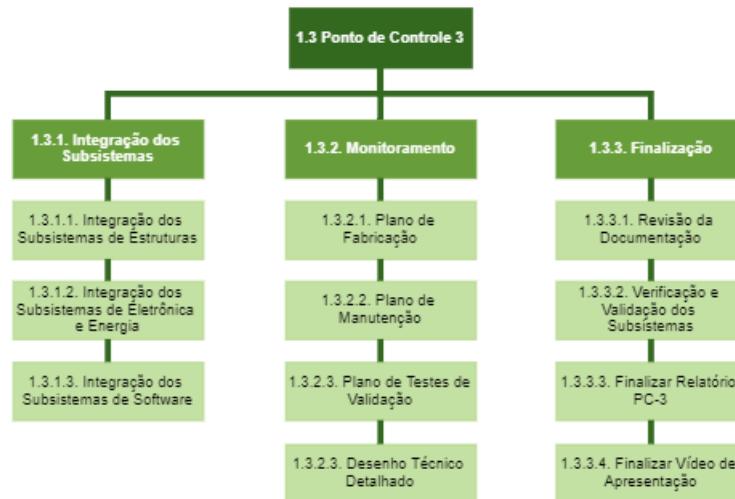


Figura 28 – Estrutura Analítica de Projeto - Ponto de Controle 3. Fonte: Autores.

8.4.4 EAP do Projeto Todo

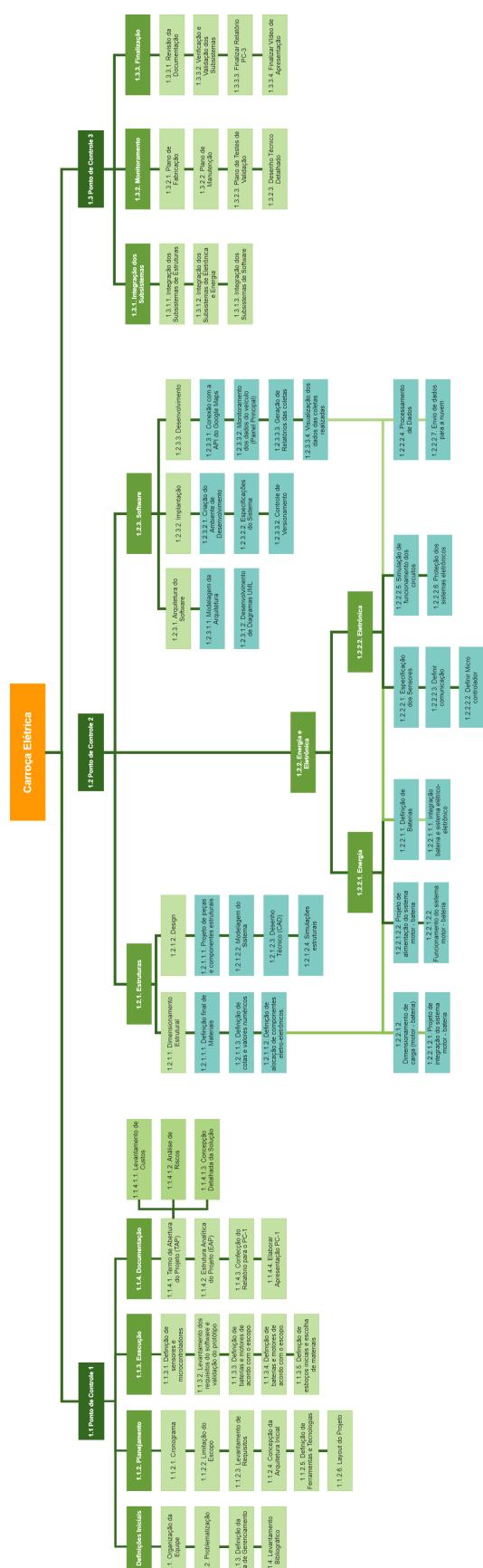


Figura 29 – Estrutura Analítica de Projeto. Fonte: Autores.

Marco	Descrição	Data
Ponto de controle 1 (PC1)	O entendimento do problema, definição do escopo e requisitos, concepção da arquitetura inicial e plano de gerenciamento do grupo	30/07/2021 a 27/08/2021
Ponto de controle 2 (PC2)	Critérios do projeto, cálculos e simulações, diagramas e desenhos técnicos da solução proposta	04/09 a 17/09
Ponto de controle 3 (PC3)	Resultados apresentados no PC2, lista de materiais utilizados, planos de teste, manual de uso e manutenção, documentação final e vídeo do projeto.	25/09/2021 a 22/10/2021
Apresentação na FIT/FGA	Apresentação do projeto online na Feira de Inovação e Tecnologia da FGA	05/11/2021

Tabela 18 – Reuniões Gerais Fonte: Autores.

No	Objetivo	Data
1	Definir Diretorias	30/07
2	Definir começo de escopo do trabalho	04/08
3	Feedback da 1ª Reunião com o Mitsu	06/08
4	Feedback da 2ª Reunião com o Mitsu	11/08
5	Feedback da Reunião com o prof Akira, Prof Mitsu e com o Pedro da cooperativa	20/08

Tabela 19 – Reuniões Gerais Fonte: Autores.

8.5 Cronograma do Projeto

O cronograma do projeto foi desenvolvido com início a partir do dia 30 de julho de 2021, momento em que houve a finalização da formação do grupo e definição do tema que seria trabalhado no decorrer do semestre. A data de finalização deste projeto será dia 05 de novembro de 2021, sendo a última atividade do grupo a Apresentação na FIT/FGA. Os demais *milestones* do projeto e suas respectivas datas se encontram na Tabela 18.

8.6 Reuniões

8.6.0.1 Reuniões Gerais

As reuniões gerais estão programadas conforme a Tabela 19.

8.6.0.2 Reuniões da Gerência

Reuniões semanais às quartas-feiras, 14h, entre o Coordenador Geral e os Diretores, para alinhamento de projeto.

8.6.0.3 Reuniões de Estruturas

Reuniões semanais às segundas-feiras, 19h, entre os membros da Equipe, para alinhamento de projeto.

8.6.0.4 Reuniões de Eletrônica

Reuniões semanais às terças-feiras, 19h, entre os membros da Equipe, para alinhamento de projeto.

8.6.0.5 Reuniões de Energia

Reuniões semanais às segundas-feiras, 20h, entre os membros da Equipe, para alinhamento de projeto.

8.6.0.6 Reuniões de Software

Reuniões semanais às segundas-feiras, 19h, entre os membros da Equipe, para alinhamento de projeto.

Referências

- AMBIENTE, M. do M. *Catadores de materiais recicláveis*. 2015. <<https://antigo.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/catadores-de-materiais-reciclaveis.html>>. (Accessed on 08/28/2021). Citado na página 10.
- CIDADES-DF. *Cadastramento de condutores de veículos de tração animal vai até novembro*. 2020. <<https://www.correiobraziliense.com.br/cidades-df/2020/10/4883925-cadastramento-de-condutores-de-veiculos-de-tracao-animal-vai-ate-novembro.html>>. (Accessed on 08/28/2021). Citado na página 10.
- CÓDIGO DE TRÂNSITO BRASILEIRO. *Seção I - Disposições Gerais, Art. 105: Capítulo ix - dos veículos*. <https://www.ctbdigital.com.br/artigo/art105>, 2008. Citado 2 vezes nas páginas 7 e 34.
- ELEUTÉRIO, J. *Distrito Federal tem 11% dos catadores de recicláveis do país*. 2020. <<https://www.correiobraziliense.com.br/cidades-df/2020/11/4891464-distrito-federal-tem-11--dos-catadores-de-reciclaeis-do-pais.html>>. (Accessed on 08/28/2021). Citado na página 10.
- EXPRESSIF. *esp32: Esp32_wroom_32.https : //www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32 – wroom – 32_datasheet_en.pdf*, 2004. Citado 3 vezes nas páginas 1, 33 e 34.
- GAMA, M. *Essenciais e mal pagos, catadores movem reciclagem - 26/11/2020 - UOL ECOA*. 2020. <<https://www.uol.com.br/eco/colunas/mara-gama/2020/11/26/essenciais-e-mal-pagos-catadores-movem-reciclagem.htm>>. (Accessed on 08/28/2021). Citado na página 10.
- HENRIQUE MATTEDE. *Como o motor elétrico é feito : motor elétrico.https : //www.mundodaeletrica.com.br/motor – eletrico – como – dimensionar/*, 2019. Citado 2 vezes nas páginas 47 e 48.
- KASAVI. *escova*: Ksavi. <https://kasvi.com.br/wp-content/uploads/2017/07/motor-com-escova.jpg>, 2019. Citado 3 vezes nas páginas 1, 44 e 45.
- MANTRA E WORDPRESS. *Como o motor elétrico é feito : motor elétrico.https : //www.imaeneodimio.com.br/fisica/tecnologia – motor – eletrico – na – bike – eletrica/*, 2019. Citado 5 vezes nas páginas 1, 40, 43, 44 e 45.
- MANTRA E WORDPRESS. *Como o motor elétrico é feito : motor elétrico. @manualmotor; Address = https : //blog.bikeregistrada.com.br/accelerador – de – b*
- MANTRA E WORDPRESS. *How electric pedal works: pedal*. <https://www.ipedal.com.br/centralvscubo>, 2019. Citado 3 vezes nas páginas 1, 40 e 41.
- NEOCHARGE. *ionítiio : Bateria.https : //www.neocharge.com.br/tudo – sobre/carro – eletrico/b*
- RUBEE. *rubee*: rubee. <https://www.rubbee.co.uk/>, 2019. Citado 2 vezes nas páginas 1 e 46.

SENSOR_CDI : Cdi.https://www.liderbalancas.com.br/produtos/celula-de-carga-cdi, 2016. Citado na página 37.

SOUZA, M. A. et al. Análise das atividades laborais de catadores de materiais recicláveis organizados em associação no bairro de santa rosa, campina grande-pb. 2014. Disponível em: <<https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2014/III-039.pdf>>. Citado 2 vezes nas páginas 1 e 10.

WEG. rubee: Motor_{weg}.https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1606963074-motor-eletrico-5-hp-cv-weg-novo-220380-alta-rotaco-origi-JM, 2019. Citado 2 vezes nas páginas 1 e 49.

IONLÍTIO : Bateria.https://stremabaterias.com.br/produto/modelo/117/, 2012. Citado 2 vezes nas páginas 1 e 39.