

CENTRO UNIVERSITÁRIO SAGRADO CORAÇÃO

LUIZ MIGUEL BASSETO HILÁRIO

PROJETO E MODELAGEM DE UM MOCKUP 3D ASSISTIDO POR CAD DE UM
VEÍCULO ELÉTRICO INDIVÍDUAL URBANO PARA O TRANSPORTE DE CARGAS

Bauru
2021

LUIZ MIGUEL BASSETO HILÁRIO

PROJETO E MODELAGEM DE UM MOCKUP 3D ASSISTIDO POR CAD DE UM
VEÍCULO ELÉTRICO INDIVÍDUAL URBANO PARA O TRANSPORTE DE CARGAS

Relatório parcial do projeto de pesquisa do curso de Engenharia Mecânica apresentado ao Programa de Iniciação Científica do Centro Universitário Sagrado Coração, sob orientação do Prof Gill Bukvic.

Bauru

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

H641p	<p>Hilario, Luiz Miguel Basseto</p> <p>Projeto e modelagem de um mockup 3D assistido por CAD de um veículo elétrico individual urbano para o transporte de cargas / Luiz Miguel Basseto Hilario. -- 2021. 40f. : il.</p> <p>Orientador: Prof. Dr. Prof Gill Bukvic.</p> <p>Monografia (Iniciação Científica em Engenharia Mecânica) - Centro Universitário Sagrado Coração - UNISAGRADO - Bauru - SP</p> <p>1. Transporte de carga. 2. Veículo individual. 3. Urbano. 4. Elétrico. 5. Mock-up. I. Bukvic., Prof Gill. II. Título.</p>
-------	---

Elaborado por Lidiane Silva Lima - CRB-8/9602

DEDICATÓRIA

Dedico esta monografia, para aqueles que sempre me apoiaram em minha vida, pais, professores e amigos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado força de chegar até aqui, apesar de todas as dificuldades que foram impostas pela situação em que estamos vivendo, com a pandemia, e problemas de infraestruturas devido as mudanças que foram realizadas. E, agradeço ao apoio da minha família principalmente aos meus pais, amigos e aos professores em que tive a honra de ter aulas, em especial ao Prof. Dr. Gill Bukvic que desde o começo do curso sempre acreditou em meu potencial e pode me auxiliar e orientar para os caminhos do sucesso acadêmico e profissional.

RESUMO

Nos dias atuais as pessoas exigem maior qualidade dos serviços de entrega, tanto para quem transporta e para quem recebe, dessa forma, o transporte individual é bastante utilizado para esse tipo de serviço. Mas os meios convencionais possuem custos elevados de manutenção, liberam altos índices de gases ao meio ambiente e geram grande quantidade de acidentes graves (principalmente no caso das motos). Assim, o intuito da pesquisa foi apresentar um estudo relacionado aos meios de transporte individuais de cargas e por sua vez elétrico. Foram apresentados os sistemas de freios, estruturas, suspensões, matérias e motores elétricos adequados para o desenvolvimento do projeto. Dessa forma, esse projeto teve o objetivo de projetar e modelar um mockup 3D de um veículo elétrico individual urbano para o transporte de cargas, utilizando o software AutoCAD e SolidWorks levando como fator importante a ergonomia.

Palavras chaves: Transporte de carga. Veículo individual. Urbano. Elétrico. Mock-up.

ABSTRAT

Nowadays, people demand better quality of delivery services, both for those who transport and for those who receive, thus, individual transport is widely used for this type of service. But conventional means have high maintenance costs, release high levels of gases into the environment and generate a large number of serious accidents (especially in the case of motorcycles). Thus, the purpose of the research is to present a study related to individual means of transporting loads and, in turn, electrical. Brake systems, structures, suspensions, materials and electric motors suitable for the development of the project will be presented. Thus, this project aims to design and model a 3D mockup of an individual urban electric vehicle for cargo transport, in AutoCAD and SolidWorks softwares, taking ergonomics as an important factor.

Keywords: Cargo transportation. Individual vehicle. Urban. Electric. mock-up

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	9
1.1	TIPOS DE VEÍCULOS DE CARGAS.....	9
1.2	VEÍCULOS DE 3 RODAS	12
1.3	VEÍCULOS ELÉTRICOS.....	16
1.4	TIPOS DE VEÍCULOS ELÉTRICOS.....	16
1.5	VEÍCULOS ELÉTRICOS PARA TRANSPORTE DE CARGAS	17
1.6	MOTORES ELÉTRICOS.....	17
1.7	TIPOS DE MOTORES ELÉTRICOS.....	18
1.8	TIPOS DE DIREÇÃO	19
1.9	TIPOS DE SUSPENSÃO	23
1.10	TIPOS DE FREIOS	26
1.11	MATERIAIS EMPREGADOS NA CONSTRUÇÃO DE VEICULOS.....	27
2	OBJETIVOS.....	29
2.1	OBJETIVO GERAL.....	29
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	29
3	MATERIAIS E MÉTODOS	30
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
5	CONCLUSÃO	36
	REFERÊNCIAS	37

1 INTRODUÇÃO E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O transporte individual de cargas tem como objetivo deslocar um único indivíduo que irá realizar a entrega de produtos, assim sendo, alguns tipos de transportes individuais tem a capacidade de levar mais de uma pessoa, embora, é utilizado por apenas uma. Como exemplo desses transportes, podem ser utilizados: Moto, bicicleta, carro, patinete, skate. Esse tipo de transporte permite que as pessoas possam carregar mercadorias muitas vezes de um certo peso elevado, logo, nos proporciona uma maior flexibilidade, adaptação de acordo com as necessidades do usuário ou da encomenda, melhor qualidade da entrega e em menor tempo.

Os transportes de cargas existentes nem sempre traz segurança aos seus usuários, visto que milhares de acidentes acontecem por meio desta, e pela falta de locais apropriados para paradas de descanso. O nosso país apresenta baixos termos de eficiência, podendo citar altos custos de manutenção e combustíveis, altos índices de poluição ambiental por conta de resíduos liberados pela combustão, falta de planejamento de ruas e rodovias.

A utilização de um meio de transporte de cargas elétrico, capaz de fazer o transporte de encomendas de acordo com a necessidade, geraria um menor impacto ao meio ambiente e uma maior economia, podendo ter um menor custo de manutenção. Além de poder ser construído para ser versátil para a adaptação da carga, e preferencialmente confortável para que haja satisfação por meio do usuário.

O problema em questão seria apresentar um mockup 3D, no qual permite demonstrar o projeto antes que ele fique pronto fisicamente, de um veículo elétrico individual urbano para o transporte de cargas, tendo em vista a segurança, eficiência e conforto.

1.1 TIPOS DE VEÍCULOS DE CARGAS

O caminhão é um dos principais meios de transporte de carga do país, sendo largamente utilizado. Há diversos tipos de caminhões, de acordo com a necessidade proposta pelo usuário, podendo ser classificados pela quantidade de carga que ele suporta, distância entre os eixos. Ele possui algumas carrocerias que permitem transportar o tipo de carga desejada, são elas: Plataforma, servindo para levar

grandes cargas e contêineres; Baú, sendo uma estrutura fechada; Tremonha ou com caçamba, utilizada para o transporte de cargas a granel (milho, soja, pedra, sementes, entre outros), contando com um motor que levanta a caçamba para que a carga seja despejada; Abertos, utilizado para pequenas mercadorias não perecíveis que pode ser cobertas em caso de chuvas; Refrigerado, semelhante ao de baú, que leva mercadorias perecíveis, com o auxílio elementos para refrigeração; Tanque, utilizado para levar principalmente matérias líquidos; Especiais, é adaptável, podendo portar guindastes, cegonhas para transporte de carros, entre outros; Semi-reboques, tipo de carroceria que pode ser removível a fim de liberar o caminhão para outros serviços de transporte. (ARAÚJO, 2013).

As Pick-up ou picapes médios surgiram devido a necessidade de veículos menores e mais econômicos, por questão de custo. As grandes camionetes como Silverado, F250, entre outras, apresentam um alto custo para mantê-las e também ruas e estradas mais largas, coisa que para o Brasil não é vantajoso. Então, foi introduzida no mercado as picapes médias, que tem como classificação no Brasil como veículo comercial, os veículos comerciais são divididos em duas funções: transporte de carga e de passageiros. Este tipo de automóvel tem diversas características como destino, as picapes médias possuem capacidade para até 1000 quilos, podendo ser cabine simples ou dupla. Exemplos: Hilux (Toyota), S-10 (GM), Ranger (Ford), entre outras (BELLI, 2008).

Outro modelo que foi introduzida foram as picapes pequenas, sendo ainda mais convenientes em relação ao custo-benefício. Tem como capacidade de até 700 quilos, apresentando apenas a versão cabine simples para somente dois passageiros. Tem como exemplo: Strada (Fiat), Montana (GM), Saveiro (Volkswagen), entre outras (BELLI, 2008).

Para cumprir as entregas em dia e reduzir os custos, a motocicleta com sua facilidade de locomoção, além de transportar pessoas, tem sido muito utilizada para o transporte de carga (Figura 1). Há algumas categorias que dividem o transporte em motos: Motofrete pode ser incrementada para a carga, baús, grelha, alforje, caixa lateral ou bolsas. E o condutor deverá utilizar colete e capacete refletivos para a segurança pessoal e de acordo com as normas de trânsito; Semi-reboque, é feito com o auxílio de uma carretinha conectada na unidade tratora ou por meio de articulação, essas carretas, devem ser emplacadas separadamente do veículo e o usuário deve seguir as regras de segurança obrigatórias de acordo com o

CONTRAN (coordenador de todos os órgãos responsáveis pelo trânsito nacional; Side-car semelhante ao semi-reboque, é um tipo de carroceria possível acoplada a moto com o fim de transportar passageiros ou mercadorias (NETO, 2008).

Figura 1 – Adaptação de moto para virar um triciclo



Fonte: FUSCO – MOTOSEGURA (2016).

As bicicletas são muito comuns para o transporte de cargas leves e em curtas distâncias, trazendo muitos benefícios para a nossa saúde e para o meio ambiente com a redução de gases poluentes. A muitas adaptações que podem ser feitas de acordo com a necessidade do usuário e o trajeto (Figura 2) (LOBO; HAGEN; MENDONÇA, 2016).

Figura 2 – Bicicleta de carga.



Fonte: BIKEHAUS (2020).

1.2 VEÍCULOS DE 3 RODAS

Os veículos de 3 rodas apesar de não serem comuns em nosso meio, são muitos mais antigos do que pensamos, sendo um dos primeiros projetos automotivos que existiram, o Benz Patent-Motorwagen de 1886, possuía apenas 3 rodas e era movido a vapor, tendo como destaque uma roda na frente (Figura 3) (TEC MUNDO; INGRAM, 2014).

Carros de três rodas (Figura 4) consomem menos combustível, são mais fáceis de fabricar e são leves. Após o término da Segunda Guerra, com a economia fragilizada, muitos modelos foram criados por também ser uma opção barata e econômica, pelas empresas BMW, Messerchmitt, Bond, Retaliant e outras, com o auxílio da restrição de impostos dos países e com um preço em conta. Uma das empresas mais famosas do ramo de veículos dessa característica é a Morgan (1910), produzindo esportivos (TEC MUNDO; INGRAM, 2014).

Figura 3 - Benz Patent-Motorwagen de 1886



Fonte: TECMUNDO (2014).

Figura 4 – Modelos pós-guerra



Fonte: TECMUNDO (2014).

Com o passar do tempo mais alguns modelos foram produzidos, na Europa como: O Mini e o Fiat 500. Na década de 70 teve uma crise do combustível que acabou mudando algumas características desses carros como motor mais eficiente, produziram o Robin (Figura 5), pela empresa Reliant. Uma curiosidade que esse veículo podia ser pilotado por uma carteira de motorista equivalente no Brasil a CNH de moto (TEC MUNDO; INGRAM, 2014).

Figura 5 – Robin



Fonte: TECMUNDO (2014).

Atualmente as empresas estão investindo no comércio de veículos sustentáveis, como o 2e da Aptera Motors, e projetos da Elio Motors (Figura 6). Com designer futurísticos e baixo custo de fabricação. (TEC MUNDO; INGRAM, 2014).

Figura 6 – 2e



Fonte: TECMUNDO (2014).

1.3 VEÍCULOS ELÉTRICOS

Podem ser citados: O Nissan Leaf, o Mitsubishi i MiEV, e os principais carros da Tesla: Roadster, Model S, Tesla Model X, Tesla Model 3, ambos com baterias de íon-lítio. A empresa também apresentou o seu primeiro caminhão elétrico, chamado de Semi em 2017. No Brasil, a usina hidroelétrica de Itaipu em parceria com a empresa suíça Kraftwerke Oberhasli (KWO), responsável pelas usinas hidrelétricas da suíça, e também em parceria com a Fiat, montadora de automóveis, e a Iveco, montadora de veículos pesados. Foi realizado alguns projetos, sendo o Projeto VE (2006), um dos destaques, nele foi produzido a Palio Weekend Elétrico e o caminhão de pequeno porte Iveco Daily Elétrico, a Palio usando bateria de níquel e o Daily três baterias, de sódio, níquel e cádmio. Logo após, novos projetos foram realizados com outras parcerias, o Triciclo Pompéo, que foi apresentada uma forma de recarregar a bateria do veículo utilizando o sistema plug-in, que é um cabo conectado a uma fonte externa de energia; Montagem de modelos Renault Twizy (2014); E a última parceria foi com a BMW em 2015, que produziu os modelos i3. Também houve outras empresas nacionais que produziram projetos elétricos como: As motocicletas Scooter, produzido pelas empresas Motor Z; O ônibus urbano com tração elétrica da empresa Electra (CASTRO; FERREIRA,2010; ITAIPU BINACIONAL, entre 2016 à 2018).

1.4 TIPOS DE VEÍCULOS ELÉTRICOS

Existem 4 tipos de veículos elétricos, são eles: Veículos Elétricos a bateria (VE), Veículos Elétricos Híbridos (VEH), Veículos a Pilha de Combustível (VPC), Veículos Elétricos Alimentação Direta (VEAD) (EFICIÊNCIA ENERGÉTICA, 2020).

- Veículos Elétricos a bateria (VE): Eles funcionam a base de um motor elétrico, mas podem possuir mais motores para seu funcionamento, sendo assim, a sua alimentação é a partir de uma ou mais baterias, que armazenam a energia para que o carro possa utilizar quando necessário. Suas baterias para funcionar regularmente é preciso que as reabasteçam, em uma fonte de energia externa ao veículo (SANTOS, 2017).

- Veículos Elétricos Híbridos (VEH): Eles funcionam com uma combinação de motores, um a combustão interna e outro elétrico, mas, também existem modelos que combinam um motor a combustão com baterias. Eles apresentam alta eficiência, pois suportam rodar grandes distâncias. Não é preciso recargas, isto é, possui sistemas de frenagem regenerativa que convertem a energia cinética em elétrica e recarrega as baterias. O maior problema de possuir um carro híbrido no país é o alto valor de mercado, devido aos altos impostos cobrados (SANTOS, 2017, p. 37 *apud* JUSSANI; MASIERO; IBUSUKI, 2014).
- Veículos a Pilha de Combustível (VPC): Eles funcionam com a conversão de energia química em energia elétrica pela pilha de combustível, os combustíveis mais usados são hidrogênio, oxigênio, gás natural, gasolina. Um automóvel pode utilizar o auxílio de baterias juntos com as pilhas para se for necessária uma maior alimentação (SOUZA, 2012; BRANDÃO; ALMEIDA, 2003)
- Veículos Elétricos Alimentação Direta (VEAD): Eles funcionam a base de cabos, isto é, fazendo alimentação direta com a fonte. Este veículo não possui meios para armazenar energia. Podem ser citados de exemplo: Tróleis (Bondinhos), metro e comboios (EFICIÊNCIA ENERGÉTICA, 2020).

1.5 VEÍCULOS ELÉTRICOS PARA TRANSPORTE DE CARGAS

Segundo a empresa Mecalux logismarket, a alguns veículos para a transporte de cargas elétricos a venda, são eles: Trator CVS Ferrari, carro plataforma elétrico HOss Flatbed 2, veículo autopropulsado elétrico, veículo para transporte Cushman Work Séries, carreta elétrica, veículos de golfe etc. E segundo o Estadão, 2019, a empresas chinesas que fazem vans elétricas, e uma startup de Campinas está comprando essas vans e colocando para alugar, a fim de transportar mercadorias.

1.6 MOTORES ELÉTRICOS

Segundo a revista carros elétricos (2018), há algumas vantagens pela opção de um motor elétrico: Os motores elétricos não geram calor igual aos de combustão,

mas sim movimento, com o sistema de indução sobre o campo magnético; Os motores elétricos conseguem ser potentes até mesmo em baixas velocidades, diferentemente dos a combustão, isso devido ao maior fornecimento de torque; Os motores elétricos não necessita de ajuda de transmissão para se movimentar; E tem maior precisão do que acontece com o carro.

1.7 TIPOS DE MOTORES ELÉTRICOS

O Motor Elétrico de Indução é confeccionado com bobinamentos em sua armadura (stator) e obtêm o torque no rotor através de correntes induzidas nestas bobinas variando o campo magnético. Em outras palavras, a tensão é “induzida” no rotor através de indução eletromagnética, eliminando a necessidade de comutação de anel escovado ou deslizante. O rotor em motores de indução normalmente gira em uma taxa mais lenta do que a frequência fornecida a ele, e tipicamente há um “deslizamento” ou perda da velocidade exata durante a operação. Mais de 90% de todos os motores utilizados na indústria são motores de indução CA devido à sua simplicidade, construção robusta e custos de fabricação relativamente baixos. Eles são adaptáveis a muitos ambientes diferentes e capazes de fornecer potência considerável, bem como controle de velocidade variável com um inversor de frequência (SILVEIRA, 2016).

Motor de Corrente Contínua com Escovas funciona como uma máquina convencional de corrente contínua, mas possui escovas fixas no estator, e bobinas autossustentadas por meio de um sistema de trocas entre metais preciosos e um ímã. Ele é um motor com circuito simples, e tem algumas vantagens em sua utilização, apresentando: Alta eficiência, boa perda de calor, função torque-velocidade linear (PEREIRA, 2007; MUNDO DA ELÉTRICA, 2020; PORTECASP, 2018).

Motor em Série funciona com os enrolamentos do indutor ligados em série, possui um alto torque e uma elevada aceleração, é utilizado geralmente em: Trens elétricos, bondes elétricos e guinchos elétricos (PEREIRA, 2007; MUNDO DA ELÉTRICA, 2020).

Motor em Paralelo (Motor shunt ou motor de derivação) funciona com os enrolamentos induzidos ligados em paralelo, possui fácil regulagem de velocidade e

é muito utilizado em: Máquinas, ferramentas, elevadores, esteiras etc. (PEREIRA, 2007; MUNDO DA ELÉTRICA, 2020).

Motor Composto (Motor misto) funciona a base de uma combinação entre o motor em série e o em paralelo, uma das suas utilizações é na área de prensas e tesouras mecânicas, devido a sua força manter sua velocidade mesmo com grandes variações de cargas (PEREIRA, 2007; MUNDO DA ELÉTRICA, 2020).

Motor de Excitação Independente funciona com duas fontes de energia independentes alimentando seu indutor e sua armadura, devido ao seu torque constante em toda a faixa de rotação ele é utilizado em: Ferramentas de avanço, bombas a pistão, compressores etc. (PEREIRA, 2007; MUNDO DA ELÉTRICA, 2020).

Motor de Passo funciona a base de corrente contínua e várias bobinas, que são energizadas em uma sequência fazendo assim que seu eixo de mova em ângulos exatos. Eles são usados para coisas que exijam alta precisão, mas possuem um baixo torque. Impressoras é um exemplo de utilização desse motor (PEREIRA, 2007; MUNDO DA ELÉTRICA, 2020).

Motor sem Escova (brushless) funciona semelhante aos motores de corrente contínua tradicionais com escovas, mas possuem uma função eletrônica que faz com que ele possa ser alimentado por uma fonte de corrente contínua. Esse tipo de motor é mais eficiente em diversos aspectos como, manutenção, menos geração de ruídos, é leve e apresenta grandes velocidades, mas por sua alta complexidade, ele se torna mais caro no mercado. Ele é utilizado em drones e aeromodelos (PEREIRA, 2007; MUNDO DA ELÉTRICA, 2020).

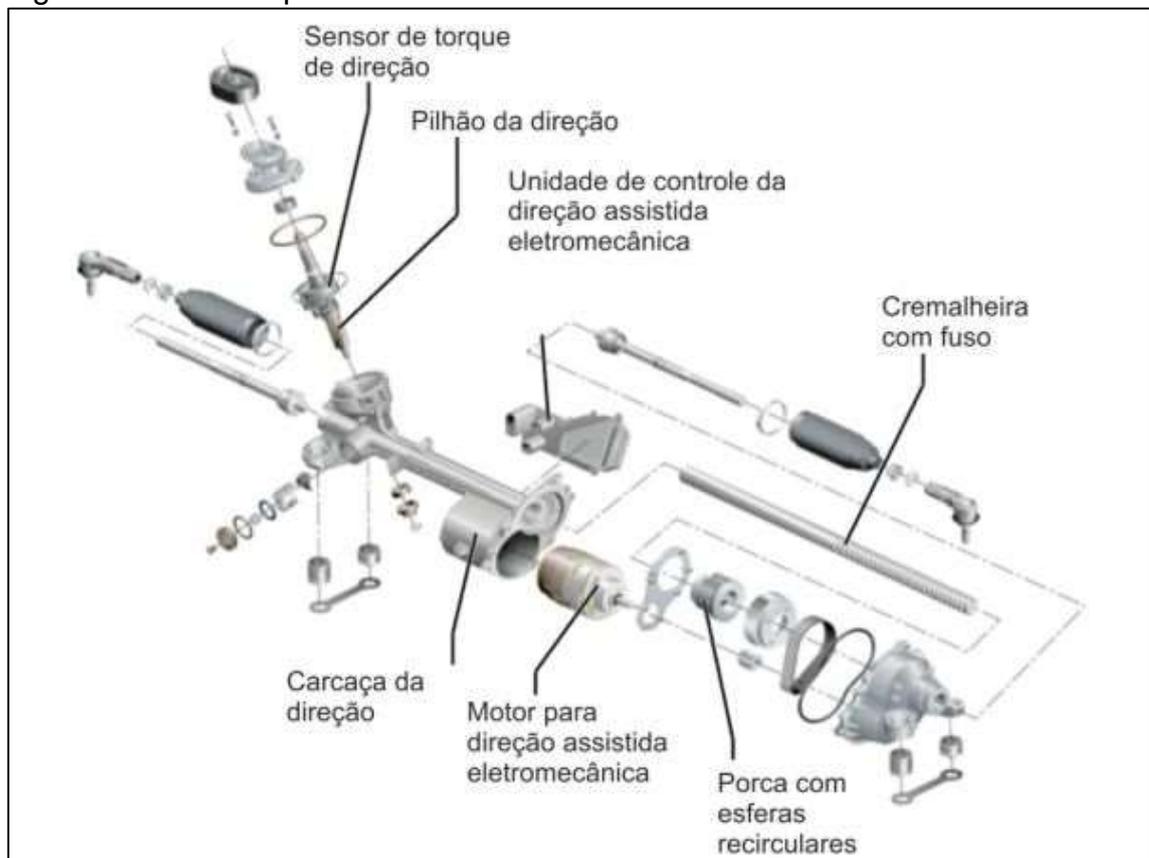
1.8 TIPOS DE DIREÇÃO

Para fazer com que o automóvel seja dirigível é necessário adicioná-lo uma caixa de direção, existem alguns tipos que são utilizados, como os sem assistência e os assistidos.

Segundo Fernandes (2005), citado por Santos; Gimenes (2018, p.46), o sistema é composto de um eixo de entrada acoplado ao volante, que possui um sem-fim que fica engrenado no rolete que pertence ao eixo de saída. Portanto com a rotação do sem-fim, verifica-se o deslocamento angular do eixo de saída, onde se acopla o braço de direção Pitman (Figura 7). No extremo deste braço acoplam-se os barramentos de direção que tem como função a transmissão do movimento para as mangas de eixo e por sua vez às rodas.

O sistema pinhão e cremalheira pode ser encontrado junto da carroceria ou na suspensão. Com o movimento do volante move-se o pinhão, assim sendo, faz com que a cremalheira tenha movimento de translação, junto com a cremalheira se encontra duas barras bi-articuladas em cada extremidade com a função de unir a cremalheira com as mangas de eixo (Figura 8). Esse tipo de direção é muito utilizado em veículos de passeio e comerciais leves, a principal vantagem desse sistema é a redução do torque produzido pelo volante para girar as rodas do automóvel (SANTOS; GIMENEZ, 2018, apud FERNANDES, 2005).

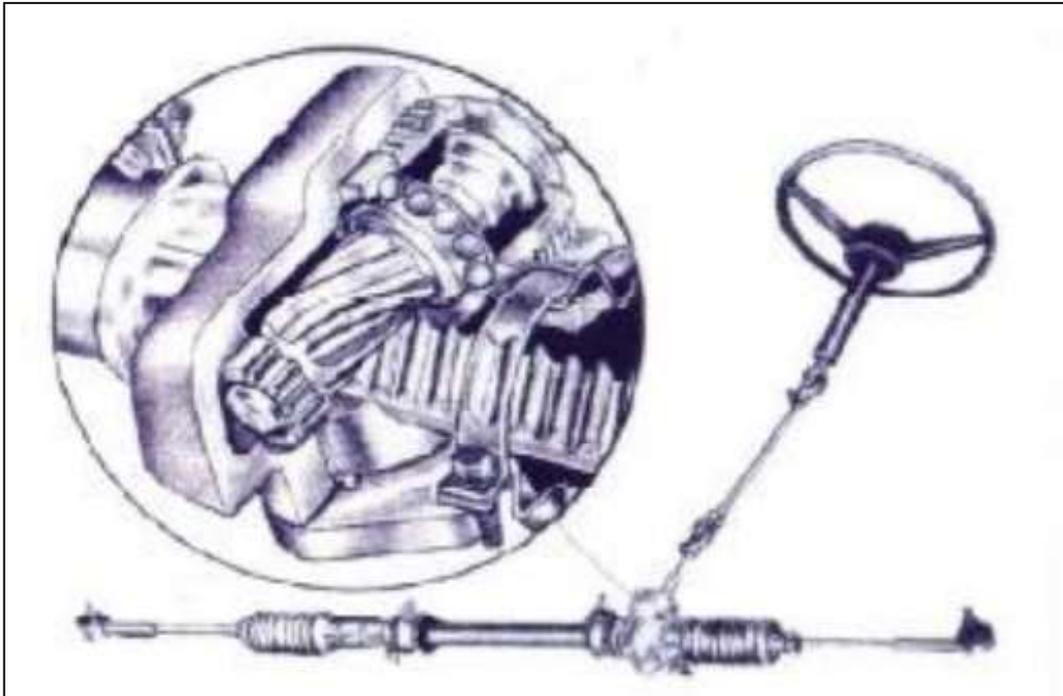
Figura 7 – Sistema pinhão e cremalheira



Fonte: MARAN (2015).

A direção hidráulica (Figura 9) é um dos sistemas mais utilizados no Brasil, ela funciona quando o carro está ligado, assim, com a força do motor, faz com que uma bomba de óleo faça a lubrificação da caixa de direção, tornando a direção mais leve (DIAS, 2014; SANTOS; GIMENES, 2018).

Figura 8 – Vista em detalhe do mecanismo pinhão e cremalheira



Fonte: FERNANDES (2005).

Figura 9 - Sistema de direção hidráulica



Fonte: CASA DA DIREÇÃO (2016).

Outro tipo que pode ser apresentado é a direção eletro hidráulica (Figura 10), ela tem o mesmo fundamento da direção hidráulica, mas a diferença é que ela possui um motor elétrico separado no motor principal para bombear o fluido, fazendo com que o automóvel não perca potência (DIAS, 2014; SANTOS; GIMENES, 2018).

Figura 10 - Sistema de direção eletro hidráulica



Fonte: FERNANDES (2005).

A também o sistema de direção eletromecânico, é confortável ao usuário é muito preciso em sua ação, tanto em manobras, ou em alta velocidade. Ele funciona com o auxílio de sensores que enviam as informações por meio de um sinal elétrico para unidade de controle de direção, esse sistema é capaz de controlar a força necessária para mudar o veículo de direção e até mesmo auxiliar na economia de combustível (DIAS, 2014).

E por último a direção elétrica (Figura 11), ela não utiliza nenhum tipo de fluido, mangueiras e bombas para o seu funcionamento, a um motor elétrico que auxilia os braços da direção a ficar mais leve. Tem com benefício ser bem leve para as manobras e em altas velocidades, ela possui um sistema independente do motor do automóvel, que ajuda na economia de combustível (DIAS, 2014; SANTOS; GIMENES, 2018).

Figura 11 - Sistema de direção elétrico



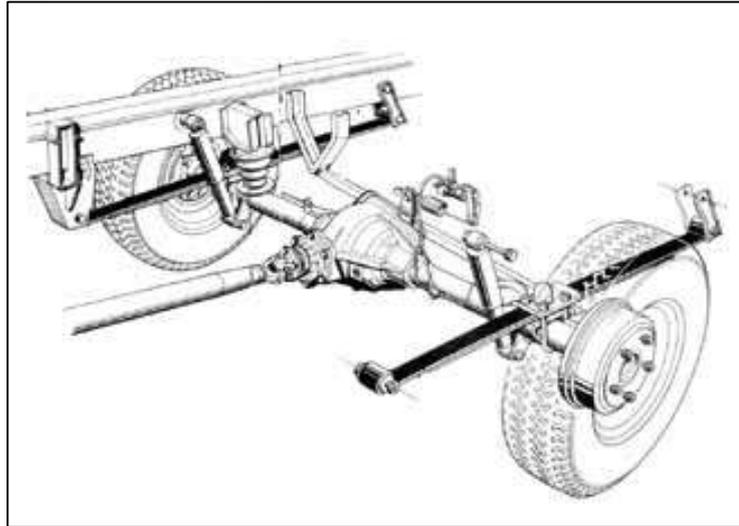
Fonte: FERNANDES (2005).

1.9 TIPOS DE SUSPENSÃO

Suspensões dependentes, são aquelas que estão no mesmo eixo fazendo com que uma dependa da outra, assim sendo, qualquer movimento do veículo mexe o eixo todo. Tem como vantagem, a simplicidade do sistema, baixo custo de fabricação, e de não apresentação de cambagem dos pneus, e como desvantagem, a falta de conforto do motorista devido a sua robustez. Geralmente esse tipo de suspensão é mais usado em veículos comerciais e de carga. Existem alguns tipos:

O Eixo rígido com feixes de mola (Hotchkiss) (Figura 12) é um tipo de suspensão dependente, muito utilizada nas rodas traseiras, que é composta por feixes de molas que ligam o chassi ao eixo rígido. Esta não absorve muito bem os impactos, tornando a desconfortável para o motorista (RUELLA,2017; COSTA, 2011).

Figura 12 - Eixo rígido



Fonte: MOTOR CONSULT (2020).

Já o sistema de Braço arrastado (Trailing arm) é um tipo de suspensão que permite ser feita várias configurações, a fim de dar mais liberdade para os amortecedores. É composta por molas helicoidais que, diferentemente da Hotchkiss, absorve melhor o impacto (RUELLA,2017).

Suspensões independentes, diferentemente das dependentes, não estão ligadas entre si, dependendo do movimento, um lado é ativado e outro continua intacto. Fazendo com que assim o veículo apresente mais conforto e estabilidade.

A suspensão MacPherson (Figura 13) é composta por um braço transversal, amortecedor, mola helicoidal e barra estabilizadora. Ela apresenta boa distribuição de forças, e é muito utilizada em eixos dianteiros, mas devido a sua altura corre o risco de dobramentos (RUELLA,2017; COSTA, 2011).

Figura 13 - Suspensão MacPherson



Fonte: Modificado a partir de SHARP (2016).

O sistema Multi-Link (Barras múltiplas) (Figura 14) apresenta grande complexidade em seu funcionamento, com isso aumentando seu valor de custo e exigência por manutenção, mas gera um grande resultado de equilíbrio em relação as outras. Possui de 4 a 5 braços de controle que auxiliam nas suas funções (RUELLA, 2017; COSTA, 2011).

Figura 14 - Suspensão Multi-Link



Fonte: Modificado a partir de SHARP (2016).

O sistema Duplo A (Double Wishbone) (Figura 15), complexo em sua montagem e apresentando um alto custo, esse tipo de suspensão possui duas bandejas inferior e superior, ambas com braços, menor em cima maior em baixo devido a sua estrutura. Devido a esse sistema apresenta resistências a cargas de diversas direções e consegue controlar o processo de cambagem, é muito utilizada em veículos que atinge altas velocidades (RUELLA, 2017).

Figura 15 - Suspensão Duplo A



Fonte: Modificado a partir de SHARP (2016).

1.10 TIPOS DE FREIOS

Os freios são de extrema importância em um veículo, pois é um dos maiores responsáveis pela nossa segurança e pelo domínio da direção, fazendo com que desacelere ou pare. Existem alguns tipos de freios com diferentes características.

O freio a tambor funciona da seguinte forma, quando o motorista aperta o pedal de freio ele aciona um fluido que faz com que os pistões acionem as sapatas que comprimem em direção ao tambor fazendo atrito com a lona e consequentemente freando o veículo. Das opções de freio, esse tipo é o que possui menor custo, mas apresenta alguns problemas com a dissipação de energia, acúmulo de sujeira, que fazem com que precise de mais manutenções para que não perca a frenagem. (CSV, 2019; FÓRMULA, 2015).

Já o freio a disco, assim que acionado o pedal de freio os pistões fazem com que as pastilhas acionem um disco que faz o atrito para frear o automóvel. Eles apresentam enormes vantagens ao freio de tambor, podendo citar: Maior durabilidade, melhor dissipação de energia, não acumula sujeira, mas possui um preço mais elevado. (CSV, 2019; FÓRMULA, 2015).

A alguns tipos de freios que podem se juntar com os dois citados acima, são eles o de estacionamento e ABS. O de estacionamento (freio mecânico) é um sistema independente que possui cabos de aço junto de uma alavanca que quando acionado trava as rodas traseiras. O ABS (Anti-lock Braking System), pode ser chamado de sistema de frenagem de antitravamento, é um sistema computadorizado que identifica o quanto é necessário de frenagem em cada caso específico, com isso garante maior segurança ao usuário evitando possíveis acidentes (CSV, 2019).

1.11 MATERIAIS EMPREGADOS NA CONSTRUÇÃO DE VEICULOS

Segundo Ebes Almeida (2012), atualmente os principais materiais utilizados nos meios de transporte (carros, motos, bicicletas, barcos, entre outros) são: Aço, plástico, vidro, alumínio, borracha. Sendo que cada um desempenha uma função diferente no produto, o aço por sua vez, é utilizado na parte estrutural onde, chassis, teto, vigas de portas, painel, e áreas relacionadas ao motor os recebem;

O plástico pode ser encontrado em instrumentos do painel, medidores, mostradores, interruptores, ventiladores do condicionador de ar, maçanetas, tapetes, cintos de segurança, airbags e muitas outras peças. Além disso, a muitas peças do motor que também utilizam plástico como matéria prima, tudo isso graças a sua natureza de origem leve; (ALMEIDA, 2012; FONSECA, 2018).

O vidro entra como parte do para-brisa e espelhos retrovisores, assim sendo, ajudando na proteção e dando auxílio para dirigir. E, é utilizado em formato de fibra como isolante; (ALMEIDA, 2012).

O alumínio é encontrado em painéis de carrocerias, rodas e até mesmo em algumas partes do motor. Sendo leve e resistente é um bom material para ser utilizado; (ALMEIDA, 2012; ESTADÃO, 2015).

E por fim a borracha, que está presente nos pneus, e também em outras partes como: Escovas, suportes de motor, retentores, mangueiras e correias

também são feitos de borracha. Ela é muito utilizada também por ser barata, flexível e ter várias utilidades nos automóveis. (ALMEIDA, 2012; FONSECA, 2018).

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Projetar e modelar o mockup 3D de um veículo elétrico individual urbano para o transporte de cargas, levando em consideração sua ergonomia. E com isso analisar os melhores tipos de motores elétricos, sistemas de suspensão, freios, direção, meios de conforto e segurança e materiais apropriados a este projeto, além disso, definir as proporções e dimensões das partes estruturais em geral.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar e especificar o melhor motor elétrico para o propósito;
- Analisar e especificar o melhor tipo de freio, suspensão e direção que possam ser utilizados;
- Analisar e especificar a quantidade de rodas necessárias e a disposição delas nos eixos;
- Projetar o veículo para garantir a segurança e conforto do usuário;
- Modelar o mockup 2D e posteriormente 3D do veículo, demonstrando como ele seria na realidade.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Para a elaboração do projeto e a modelagem do mockup do veículo elétrico, deverá ser feito um levantamento bibliográfico utilizando livros e artigos. Juntamente será analisada as melhores referências e maneiras para prosseguir com o trabalho.

O desenho do projeto deverá ser realizado com o auxílio dos softwares AutoCAD 2022 e Solid Works versão para estudante, que é uma ferramenta de desenho assistida por computador, que permitirá a execução do desenho em até 3 dimensões, facilitando a visualização do produto, pois permitirá a observação de todos os detalhes do motor e correções de projeto a qualquer momento.

Os materiais propostos para a modelagem do mockup são apenas computador equipado com os softwares AutoCAD 2022 e Solid Works, calculadora, folhas e lápis. Materiais escolhidos principalmente pela possibilidade de manusear em casa, já que Pandemia do Covid 19 inviabilizou a utilização dos espaços públicos, como os laboratórios, do Unisagrado.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base no levantamento bibliográfico realizado até o momento, foi realizado um filtro das principais referências que serão utilizadas para o prosseguimento da modelagem.

Destaca-se a grande variedade de softwares de modelagem 3D disponíveis no mercado para colocar as ideias em prática com uma visualização mais próxima da realidade, sendo alguns deles de difícil acesso, podemos citar alguns exemplos: CATIA, Inventor, Solidworks, 3D Slash, AutoCAD, entre outros. Dentre eles, foi optado pela escolha do AutoCad 2022 e do Solid Works, versão para estudante, ferramentas, as quais, se tem acesso no próprio computador pessoal.

A escolha pelo mockup 3D foi realizada em cima da tentativa de apresentar um projeto mais próximo do real, de forma que apresente detalhadamente os processos da pesquisa. Assim sendo, foi escolhido as partes e peças de acordo com o melhor custo-benefício que vai agregar ao veículo.

Desta forma, este veículo possui 3 rodas de aro 12, sendo duas delas atrás e uma na frente, para melhor distribuição de carga. Sendo o eixo traseiro tracionado pelo motor, onde, vai ser o local em que recebera a maior carga de peso. Acompanhado de uma suspensão dependente Trailing arm no qual permite variações na sua configuração e uma maior liberdade para os amortecedores. E na parte da frente precisa de um reforço no amortecimento para que possa suportar maior carga.

O freio escolhido foi a disco de 200 mm, pela sua maior segurança em relação aos de tambor, melhor dissipação de calor, não acumula água e maior qualidade de frenagem. Nos veículos elétricos pode ser usada a frenagem regenerativa, em que, quando é utilizada os freios gera uma carga que ajuda a recarga da bateria.

Neste carrinho o motor vai ser conectado diretamente a roda, não havendo a necessidade mais peças como o eixo cardan e o diferencial para auxiliar na transmissão da tração motora para as rodas. Levando em consideração as opções de motores existentes no mercado, foi optado por um motor de indução elétrica sem escovas de lítio com 1800W, 60V, onde apresenta uma grande versatilidade, eficácia e ótimo tempo de resposta. Para dar partida nesse motor é necessário algumas peças como um contator, relé de sobrecarga, relé falta de fase, disjuntor

bifásico para o comando, disjuntor motor para a carga, botoeira normalmente fechada com bloco de contatos (S0) e botoeira normalmente aberta com blocos de contatos (S1). Por descrição do fabricante este motor oferece autonomia de 60 Km a uma velocidade máxima de 60Km/h.

Figura 17 – Motor elétrico em 3D

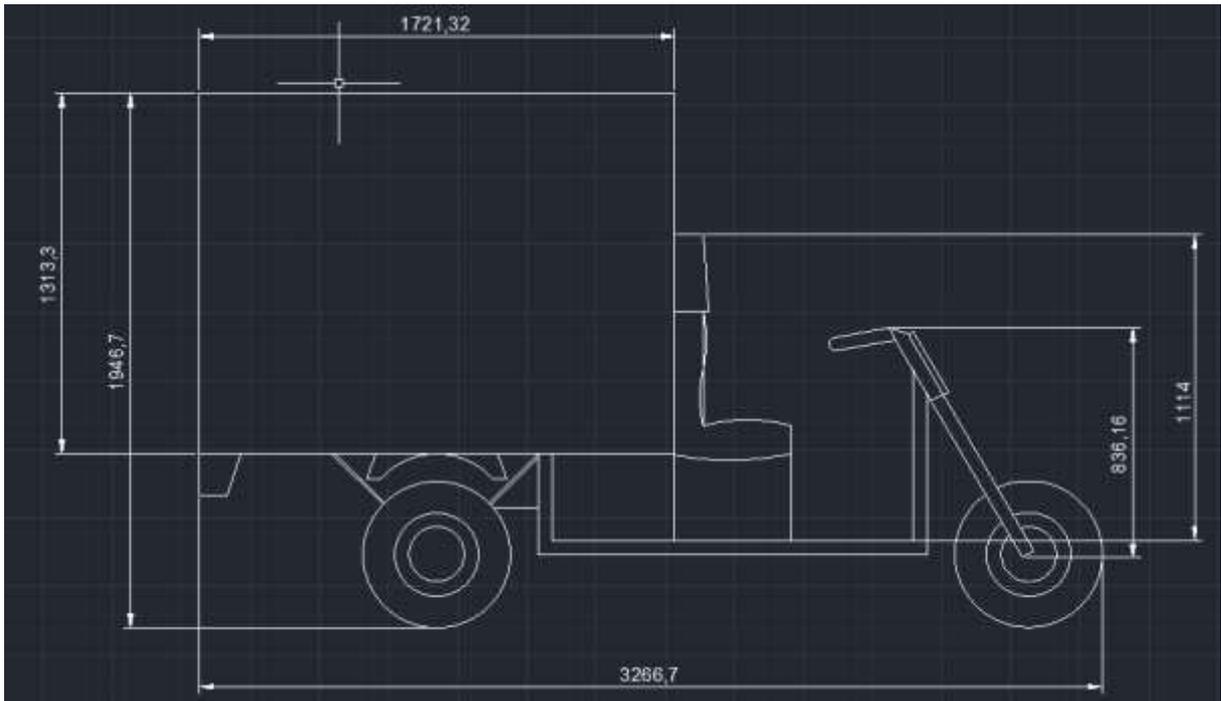


Fonte: Modificado a partir de AliExpress (2021).

Junto do motor, acompanha uma ou mais baterias tracionárias de lítio, que vai ser responsável por armazenar a energia que vai fazer as rodas do veículo funcionarem, isto é, assim que o pedal for acionado a bateria fornece energia para o motor funcionar instantaneamente. A vantagem dessa bateria é a alta eficiência na conversão de energia e longa vida útil comparada com as outras opções. A bateria e o motor ficarão debaixo do baú do triciclo.

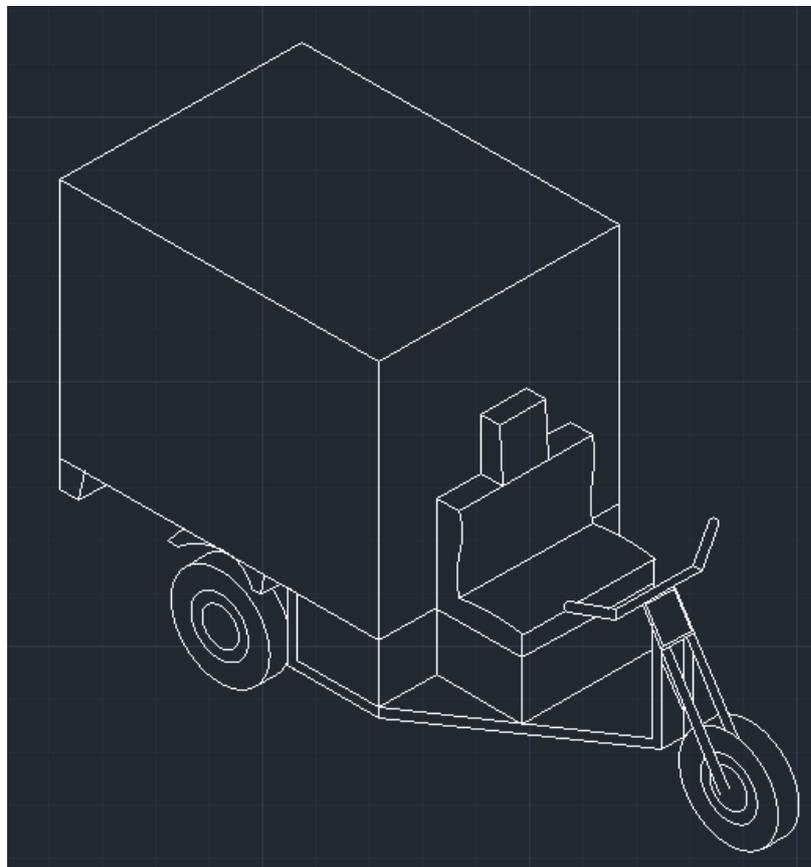
Vale ressaltar, que com essa pesquisa pude perceber, que o banco do motorista tem grande impacto na parte ergonômica, ou seja, um banco no qual não oferece uma boa postura pode gerar danos ao condutor depois de um tempo de uso. Desta maneira, foi escolhido um banco no qual pode ser adaptado de acordo com o tamanho e necessidade, sendo assim, costas e acento moveis. Medida do banco a partir do encosto 1,14 m x 41,8 cm x 61,7 cm e para sentar possui uma altura de 41,9 cm.

Figura 19 – Demonstração das principais medidas em AutoCAD .



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

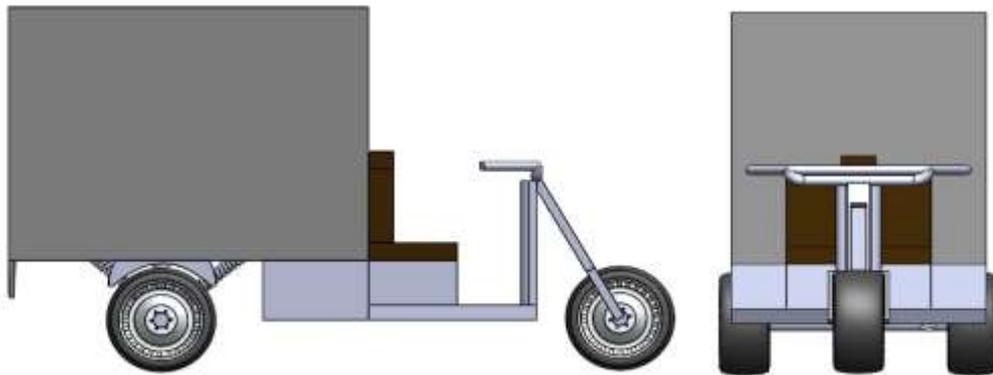
Figura 20 – Triciclo feito em perspectiva isométrica em AutoCAD.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

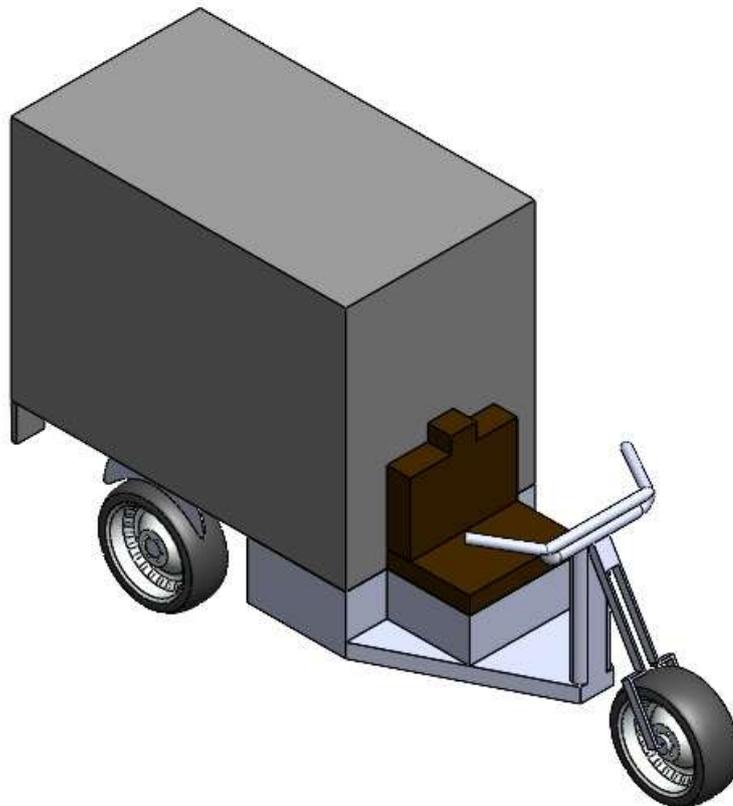
Realizada a demonstração do projeto em 2D, agora foi apresentada a parte elaborada em 3D para melhor visualizar a ideia proposta. Sendo elas a imagem lateral e frontal e logo após uma vista em perspectiva.

Figura 21 – Vistas lateral e frontal do triciclo em 3D feito em Solidworks.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Figura 22 – Triciclo em 3D feito em Solidworks.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

5 CONCLUSÃO

Para finalizar o projeto foi demandado um maior esforço, visto que foi necessário realizar mudanças na ideia inicial do mesmo, por conta da pandemia do COVID 19. A pandemia inviabilizou a utilização dos laboratórios do Unisagrado, onde seria realizado a maior parte do desenvolvimento do projeto.

Apesar disso, foi possível finalizar o trabalho, apresentando sugestões e indicações de soluções mecânicas, isto é, de melhores possibilidades de direção, freios, motores, etc., por meio de resultados, estudos e imagens da literatura. propondo quais eram as melhores peças e formas de se fazer um triciclo individual de cargas elétrico. Foi realizado, também, o desenho do veículo em AutoCAD 2D e em 3D no Solidworks, assim, sendo possível a melhor visualização do mesmo.

REFERÊNCIAS

A CULTURA do transporte individual. **Comunica que muda**. Disponível em: <<https://www.comunicaquemuda.com.br/dossie-mobilidade/cultura-do-transporte-individual/>>. Acesso em: 25 de set. de 2019.

ARAÚJO, F. **Análise dos padrões de veículos na logística urbana de cargas**. 2013. 114 f. Dissertação de Mestrado (como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil). Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, 2013.

ARTIGOS – os veículos elétricos. **Eficiência energética**. Disponível em: <http://www.eficiencia-energetica.com/DetalheConceitos.asp?ID_conteudo=80&ID_area=5&ID_sub_area=14>, Acesso em: 11 de jan. de 2020.

ARTIGOS - veículos elétricos de alimentação direta (VEAD). **Eficiência energética**. Disponível em: < http://eficiencia-energetica.com/DetalheConceitos.asp?ID_conteudo=85&ID_area=5&ID_sub_area=14>, Acesso em: 14 de jan. de 2020.

BICICLETA triciclo carga aberta vermelho. **Bikehaus**. Disponível em: <<https://www.bikehaus.com.br/bicicleta-triciclo-carga-aberta-vermelho-palaciadostriciclos-018740>>. Acesso em: 18 de fev. De 2020.

BELLI, H. C. **Setor automotivo brasileiro: um estudo sobre a oferta e demanda no segmento das picapes médias**. 2008. 131 f. Dissertação de Mestrado (como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Administração e Planejamento). Pontifícia Universidade Católica (Puc) de São Paulo, São Paulo, SP, 2008.

BRANDÃO, M. O.; ALMEIDA, S.C.A. **Universidade de São Paulo USP**. São Paulo, BRA. Disponível em: <<http://seeds.usp.br/pir/arquivos/congressos/CLAGTEE2003/Papers/RNCSEP%20B-037.pdf>>. Acesso em: 14 de fev. de 2020.

CASTRO, B; FERREIRA, T. **Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDS)**. Rio de Janeiro, BRA Disponível em: <<https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/1764> >. Acesso em: 9 de fev. de 2020.

COSTA, G. Razão automóvel. Disponível em: <<https://www.razaoautomovel.com/2011/12/autopedia-os-varios-tipos-de-suspensoes-2>>. Acesso em: 29 de mar. De 2020.

DIAS, T. **Entendendo os diversos tipos de direção veicular**. Disponível em: <<http://mecanicaonline.com.br/wordpress/2014/08/20/entendendo-os-diversos-tipos-de-direcao-veicular/>>. Acesso em: 18 de fev. de 2020.

EIXO rígido. **MotorConsult**. Disponível em: <http://www.motorconsult.pt/glossario/suspensao/189-eixo-rigido#.Xn_i6EBKjIU>. Acesso em: 28 de mar. de 2020.

FERNANDES, M. A. **ESTUDOS EM SISTEMAS DE DIREÇÃO**. 2005. 102 f. Dissertação para obtenção do Título de Mestre Profissional em Engenharia Automotiva. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, SP, 2005.

FREIOS a disco ou a tambor: diferenças e aplicações. **Fórmula Ufscar**. Disponível em: <<https://www.formula.ufscar.br/blog/freios-a-disco-ou-a-tambor-diferencas-e-aplicacoes/>>. Acesso em: 18 de fev. de 2020.

ESTUDO revela dificuldades do transporte de cargas em centros urbanos. **Agência CNT de Notícias**. Disponível em: <<https://cnt.org.br/agencia-cnt/estudo-cnt-revela-dificuldades-transporte-cargas-centros-urbanos>>. Acesso em: 25 de jan. de 2020.

FREIOS a disco ou a tambor: diferenças e aplicações. **Fórmula Ufscar**. Disponível em: <<https://www.formula.ufscar.br/blog/freios-a-disco-ou-a-tambor-diferencas-e-aplicacoes/>>. Acesso em: 18 de fev. de 2020.

INGRAM, A. **Uma breve história dos carros de três rodas**. Disponível em: <<https://venturebeat.com/2014/08/24/a-brief-history-of-three-wheeled-cars/>>. Acesso em: 09 de mar. de 2020.

MARAN, M. **Grupo oficina Brasil**. Disponível em: <<https://www.oficinabrasil.com.br/noticia/tecnicas/conhecendo-em-detalhes-o-sistema-de-caixa-de-direcao-com-assistencia-eletromecanica>>. Acesso em: 28 de mar. de 2020.

MENDONÇA et al, Cristina et al. Título: Benefícios de veículos não motorizados para usos comerciais. Subtítulo: Os Benefícios dos Veículos de Carga à Propulsão Humana: Cidades Podem Alcançar Menores Emissões e Maior Segurança. Estudo de Caso na Cidade do Rio de Janeiro. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE TRANSPORTE E TRÂNSITO**, nº 18º, 2016, Rio de Janeiro.

MOTOR de corrente contínua, características e aplicações! **Mundo da elétrica**. Disponível em: <<https://www.mundodaeletrica.com.br/motor-de-corrente-continua-caracteristicas-e-aplicacoes/>>. Acesso em: 16 de fev. de 2020.

MOTOR elétrico para carros. **Carro elétrico**. Disponível em: <<https://carroeletrico.com.br/blog/motor-eletrico-carros/>>. Acesso em: 01 de out. de 2019.

NETO, B. F. **Transporte de carga em motocicleta**. Disponível em: <<https://jus.com.br/artigos/10978/transporte-de-carga-em-motocicleta>>. Acesso em: 08 de mar. de 2020.

OS carros de três rodas e suas aparições ao longo da História. **Tecmundo**. Disponível em: <<https://www.tecmundo.com.br/carro/61608-carros-tres-rodas-aparicoes-longo-historia.htm>>. Acesso em: 08 de mar. de 2020.

PEREIRA, A. M. **Sistema de tração de um ônibus elétrico híbrido com pilhas a combustível e baterias**. 2007. 90 f. Dissertação - Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Rio de Janeiro, RJ, 2007.

QUAIS as vantagens do uso do triciclo nas entregas? **Fusco – Motosegura**. Disponível em: <<https://www.fuscomotosegura.com.br/quais-as-vantagens-do-uso-do-triciclo-nas-entregas/>>. Acesso em: 27 de jan. de 2020.

RUELLA, J. A. M. **Proposta de modificação da suspensão de um veículo de Rally Cross-Country**. 2017. 63 f. Monografia (como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em engenharia automotiva) - Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2017.

SANTOS, A. C. F. R. **Análise da viabilidade técnica e econômica de um veículo elétrico versus veículo a combustão**. 2017. 69 f. Monografia (Especialização em Eficiência Energética Aplicada aos Processos Produtivos) - Universidade Federal de Santa Maria, Santana do Livramento, RS, 2017.

SANTOS, C. R.; GIMENEZ, F. T. **Sistema de direção assistida e controlada por motor elétrico**. 2018. 108 f. Monografia (como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Eletrônica Automotiva e de Tecnólogo em Mecânica Automobilística). Faculdade de tecnologia, Santo André, SP, 2018.

SHARP, Bob. **Quatro rodas**. Disponível em: <<https://quatorrodas.abril.com.br/auto-servico/quais-as-diferencas-entre-os-tipos-de-suspensao-independente/>>. Acesso em: 28 de mar. de 2020.

SILVA, C. **Startup de locação usa veículos elétricos para transporte de carga**. Disponível em: <<https://economia.estadao.com.br/noticias/geral,startup-de-locacao-so-usa-veiculos-eletricos-para-transporte-de-carga,70003059168>>. Acesso em: 17 de fev. de 2020.

SILVEIRA, C. B. Você sabe quais os tipos de Motor Elétrico CA e como especificar? **Citisystems**. Disponível em: <<https://www.citisystems.com.br/motor-eletrico/>>. Acesso em: 01 de out. de 2019.

SOUZA, B. D. **Universidade Técnica de Lisboa**. Lisboa, POR. Disponível em: <https://cdn.hackaday.io/files/9127390489568/CE_VeiculoEletrico.pdf>. Acesso em: 14 de fev. de 2020.

TIPOS de freios automotivos: conheça suas características. **Rede CSV (Inspeção Veicular)**. Disponível em: <<https://redecsv.com.br/tipos-de-freios-automotivos/>>. Acesso em: 18 de fev. de 2020.

TOP 5 Materiais utilizados na fabricação de Auto. **Representação Depo**. Disponível em: <<http://ebescomercioerepresentacoes.blogspot.com/2012/02/top-5-materiais-utilizados-na.html>>. Acesso em: 02 de out. de 2019.

VEÍCULOS elétricos. **Itaipu Binacional**. Disponível em: <<https://www.itaipu.gov.br/tecnologia/veiculos-eletricos>>, Acesso em: 10 jan. de 2020.

VEÍCULOS elétricos. **Mecalux logismarket**. Disponível em: <<https://www.logismarket.ind.br/veiculos-eletricos/1179618368-cp.html>>. Acesso em: 17 de fev. de 2020.

VOCÊ sabe como funciona a direção hidráulica de um veículo? **Casa da direção hidráulica**. Disponível em: <<http://casadadirecao.com.br/voce-sabe-como-funciona-a-direcao-hidraulica-de-um-veiculo/>>. Acesso em: 28 de mar. de 2020.

7 TIPOS de transportes individuais muito interessantes. **Forum vivo**. Disponível em: <<https://forum.vivo.com.br/threads/46907-7-tipos-de-transportes-individuais-muito-interessantes>>. Acesso em: 26 de set. de 2019.

TRANSFORMAMOS uma moto comum em um veículo de transporte. **Fusco – Motosegura**. Disponível em: <<https://www.fuscomotosegura.com.br/tenho-uma-moto-da-para-transformar-em-triciclo-de-carga/>>. Acesso em: 29 de mar. de 2020.

ALMEIDA, E. **Top 5 Materiais utilizados na fabricação de Auto**. Disponível em: <<http://ebescomercioerepresentacoes.blogspot.com/2012/02/top-5-materiais-utilizados-na.html>>. Acesso em: 29 de mar. De 2020.

FONSECA, G. **Como se Faz um Carro e Quais Materiais São Usados? Veja no Infográfico**. Disponível em: <<https://doutormultas.com.br/como-faz-carro/>>. Acesso em: 29 de mar. De 2020.

CARROS mais leves: veja do que são feitos. **Estadão**. Disponível em: <<https://jornaldocarro.estadao.com.br/carros/carros-mais-leves-veja-do-que-sao-feitos/>>. Acesso em: 29 de mar de 2020.

MOTOR elétrico para carro, 60v, 1800w, scooter, pedicab, motor traseiro, transporte de carga, veículo, motor potente. **AliExpress**. Disponível em: <[Motor elétrico para carro, 60v, 1800w, scooter, pedicab, motor traseiro, transporte de carga, veículo, motor potente|motor polish|motor postmotor parts and equipment - AliExpress](#)>. Acesso em: 01 de mar. de 2021.

SANTOS, A., B. **Estudo ergonômico do veículo baja do centro universitário univates**. 2015. Lageado. BRA. Disponível em: <[/2015AdrianaBorgesdosSantos.pdf \(univates.br\)](#)>. Acesso em: 20 de ago. de 2021.