

DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO DE UMA BICICLETA ELÉTRICA

Rodrigo Martins de Araújo*

Marcos Vinícius Cândido Henriques**

RESUMO

Neste artigo foram realizadas diversas pesquisas e análises sobre a história do veículo elétrico, a sua dinâmica de funcionamento, os itens básicos para o desenvolvimento do protótipo elétrico e os resultados obtidos com os testes. O objetivo deste trabalho foi dominar a tecnologia por trás do transporte de propulsão elétrica, realizar ensaios e interpretar os resultados. Diversos dados foram coletados com o intuito de determinar as seguintes variáveis: autonomia, velocidade e orçamento. O veículo atingiu uma velocidade média de aproximadamente 37km/h, com uma autonomia de aproximadamente 33km por carga, sendo necessário um tempo mínimo de 12h para recarga completa baseado no carregador utilizado. A partir dos testes é possível admitir que o veículo produzido é viável e detém uma relação custo-benefício bastante significativo sendo uma possível fuga dos veículos a combustão e suas consequências.

Palavras-chaves: Veículo elétrico; Bicicleta elétrica; Baterias; Consumo de energia em veículos elétricos.

ABSTRACT

In this article we selected the research and analysis on the history of the electric announcement, its dynamics of operation, the basic items for the development of the electric prototype and the results of the test completion. The objective of this work was to master a technology behind electric propulsion transport, perform tests and interpret the results. Several data were collected in order to determine the following variables: autonomy, speed and budget. The tube averages approximately 37 km / h, with a range of approximately 33 km of charge, requiring a minimum time of 12h for a full recharge without the charger used. From the tests it can be assumed that the output is feasible and the change of protocol can be an escape from combustion vehicles and its consequences.

Keywords: Electric vehicle; Electric Bicycle; Batteries; Energy consumption in electric vehicles.

* Bacharel em Ciência e Tecnologia – Universidade Federal Rural do Semi-Árido. E-mail: rodrigo_mda11@hotmail.com

** Professor do Magistério Superior - Universidade Federal Rural do Semi-Árido. E-mail: viniciuscandido@ufersa.edu.br

1. 1 INTRODUÇÃO

Dentro do cenário de evolução tecnológica, as buscas por formas de se locomover com mais comodidade, eficiência, minimizando os impactos ambientais, a saúde da população e a fuga de alterações repentinas nos valores dos combustíveis como exemplo a gasolina, o diesel, o álcool e o gás natural, tem aumentado a demanda por transportes auxiliado pela propulsão elétrica. O mais recente salto foi dado a partir da ideia de substituir o motor a combustão pelo motor elétrico e, conseqüentemente, dos dispositivos necessários para seu funcionamento.

A primeira bicicleta elétrica foi patenteada no ano de 1895, nos Estados Unidos da América, por Ogden Bolton Jr. Seu modelo era um aprimoramento de protótipos já existentes, cujo não possuía engrenagens e motor era no cubo da roda fazendo uso de uma bateria de 10 volts e 100 amperes.

Mediante a legislação brasileira contida na Resolução nº 465 de 2013, às bicicletas que fazem uso de motor elétrico agregado à sua estrutura não devem exceder o limite de 350 watts de potência e uma velocidade de 25 km/h. É necessário também que a propulsão inicial da bicicleta seja desencadeada pela força humana e não detenha dispositivo manual que proporcione alteração da potência, ou seja, um acelerador. Entretanto, o modelo produzido não atende alguns requisitos da Resolução em virtude de ser um projeto inteiramente destinado a fins acadêmicos e originalidade.

Os objetivos deste artigo são de reunir informações sobre bicicleta elétrica, definir utensílios básicos para sua desenvoltura, os conceitos envolvidos por trás de cada componente e a seleção dos itens utilizados, os dispositivos desenvolvidos, expor as etapas para a montagem, além de analisar os dados resultante dos testes operacionais. Também se tem como objetivo a avaliação da possibilidade da inserção de novos componentes, de modo a contribuir com o meio acadêmico, a sociedade e o aperfeiçoamento da tecnologia.

A pesquisa proposta tem como finalidade desenvolver familiaridade com os temas e todos os conceitos envolvidos, dominar a tecnologia, coletar e analisar dados sobre o funcionamento do protótipo, assegurar a viabilidade desta tecnologia, apresentar suas limitações e perspectivas futuras.

2. DESENVOLVIMENTO

Ao observar a lacuna existente na exploração acadêmica dos veículos elétricos, bem como a exploração saturada na área dos veículos a combustão, notou-se a viabilidade de elaborar um projeto de pesquisa com foco na propagação do conhecimento sobre seu funcionamento, suas vantagens e desvantagens. Além desses espaços vazios, existe a motivação pessoal desencadeada pelo elevado imposto cobrado no país, a poluição atmosférica ocasionada pela proliferação de gases poluentes decorrentes da combustão dos motores, embora haja uma burocracia e preocupação mundial em minimizar esse impacto.

Outro fator com extrema relevância que motivou esta pesquisa são os danos causados à saúde pela exposição dos trabalhadores ao benzeno. É importante destacar que segundo SKAMVETSAKIS (2017), apesar da redução na concentração de benzeno presente na gasolina ao longo dos anos, ele pode estar associado à genotoxicidade e, conseqüentemente, contribuir para o desenvolvimento de câncer. Já COUTRIM E COL. (2000) “em grandes centros urbanos de muitos países do mundo não se tem ideia de quanto este poluente pode estar afetando a saúde de seus habitantes”.

A necessidade de acelerar o entendimento dos mecanismos que viabilizem os veículos tracionados por motores elétricos é de extrema importância no contexto da sociedade não só brasileira, mas mundial, visto que o combustível utilizado em motores a combustão está ficando cada vez mais escasso.

O veículo elétrico é um meio de transporte desenvolvido pelo homem que tem como finalidade transportar, conduzir pessoas, animais ou objetos, de uma determinada localidade para outra que faz uso de uma propulsão de um motor alimentado por energia elétrica.

Os componentes básicos utilizados para o funcionamento de todo o sistema são: bicicleta, motor, bateria e fios.

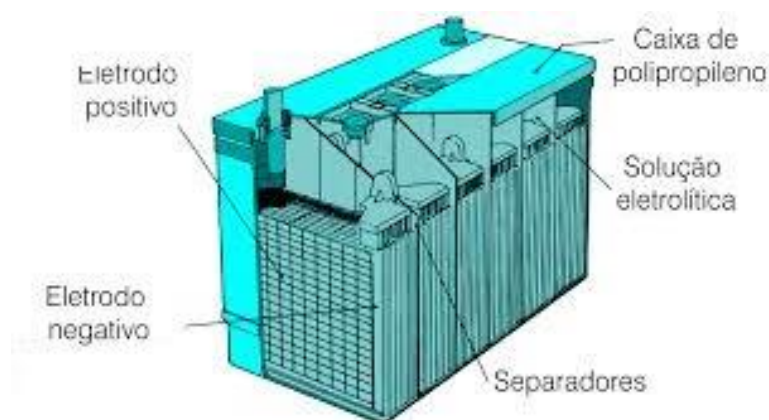
Um fator crucial para o desenvolvimento dos primeiros veículos elétricos, segundo LARMINIE E LOWRY (2003), é o trabalho produzido por Michael Faraday em 1821, que a princípio as máquinas elétricas de transportes faziam uso de baterias não recarregáveis.

Conforme BOCCHI E COL. (2000), pilha é um dispositivo que produz energia elétrica a partir de uma reação química basicamente utilizando dois eletrodos e um eletrólito. Já a bateria é um aglomerado de pilhas ligadas sistematicamente que proporciona uma maior diferença de potencial ou corrente alterando apenas a ligação, seja ela em série ou em paralelo.

Essa diferença de potencial surge devido à reação química em seu interior. Dois materiais distintos em formato de placas sendo um positivo e o outro negativo submersos em solução de ácido sulfúrico e água, mais conhecido como eletrólito, como mostra a Figura 1. Assim, acontece a conversão da energia química para energia elétrica e gerando corrente contínua.

MAMEDE (2007) define motor elétrico é um equipamento utilizado capaz de transformar energia elétrica em energia mecânica. O princípio para o funcionamento consiste em conduzir um condutor com corrente elétrica em meio submetido a um campo magnético. Como resultado obtém-se uma força eletromotriz capaz de gerar torque. Fazendo do fio condutor uma espira obtém-se um sistema capaz de girar, desde que o ângulo entre o condutor e o campo seja diferente de 180° e sendo máximo quando formar um ângulo de 90° . As forças magnéticas resultantes fazem a espira girar apenas 90° . Para que a espira gire completamente é necessário usar um comutador, que é um disco de material condutor dividido por um material isolante. Para fazer o contato elétrico entre a fonte de alimentação e o comutador é necessário escovas de grafite que deslizam pelo comutador. Desta maneira, quando o comutador gira é feita a inversão da corrente elétrica na espira. Assim, muda o sentido da força aplicada em cada espira e pelo princípio da inércia, a espira mantém o sentido de giro.

Figura 1 – Bateria chumbo/óxido de chumbo



Fonte: Com adaptação de BOCCHI (2000)

3. METODOLOGIA

O trabalho presente é dividido em levantamento bibliográfico, seleção dos componentes elétricos e mecânicos, montagem e realização dos testes.

A primeira parte do trabalho é a revisão bibliográfica na qual são descritas a história da bicicleta elétrica, a teoria sobre a bateria e do motor de corrente contínua. Quanto a parte teórica, foi realizada consulta ao acervo da biblioteca da UFERSA, a internet, trabalho de conclusão de curso, artigos, livros, além da ajuda de professores, técnicos e demais profissionais na área.

Após serem identificados os componentes elétricos e mecânicos que iriam ser utilizados, é de extrema importância escolher criteriosamente as peças que proporcionam o melhor desempenho dentro do orçamento planejado. Portanto, foram escolhidos os possíveis itens seminovos com ótimo estado de conservação. Os demais foram doados ou adquiridos através da comercialização.

O processo de montagem foi de inteira responsabilidade do desenvolvedor e autor do projeto, sendo necessário a análise de dimensionamento das peças, com o intuito de garantir o total funcionamento, minimizar manutenções e garantir segurança do condutor.

Os testes serviram para extrair informações do projeto desenvolvido necessárias para a determinação da autonomia, velocidade e o consumo de energia por carga. Para isso foram realizados em ciclovias, rodovias e pista de aviação.

3.1. Bicicleta

A bicicleta é o instrumento de maior responsabilidade, pois ela quem permite o deslocamento do condutor. Esse deslocamento é movido por esforço humano através dos pedais que transmite para o sistema de engrenagens e, conseqüentemente para as rodas.

O fator crucial na escolha da bicicleta foi a possibilidade de permitir o acoplamento de todos os componentes, sem interferir o movimento do condutor. O modelo utilizado é denominado de BMX (do inglês Bicycle Moto Cross).

3.2. Motor

O motor funciona como tração auxiliar ao esforço humano. O fator decisivo na escolha do motor foram a tensão de 12 V alimentado por 5 A corrente contínua, o torque proporcionado, o ótimo estado de conservação, as dimensões que facilitaram a montagem e o custo. Foi adquirido por R\$ 150,00 numa sucata.

Para empregá-lo como meio de tração da bicicleta, foi necessário acoplar um pinhão de moto ao eixo de rotação do motor e, assim, permitir a transmissão de torque por meio de uma corrente.

3.3. Bateria

A bateria utilizada no projeto é da marca Max Life de chumbo-ácido, possui 12 V de tensão e carga nominal 60 Ah, comercializada na cidade de Assu por R\$ 260,00. Sendo utilizada apenas uma unidade.

Foi optada essa bateria devido ao custo ser acessível, ficaria mais leve e ocuparia menos espaço quando comparada a 5 baterias de 12 Ah de mesma tensão e elemento utilizado. Dentre as existentes, a melhor é a de lítio.

3.4. Chave

Um dispositivo essencial foi desenvolvido, a chave. Essa chave consiste na união dos fios positivos da bateria e do motor. Em ambos os fios condutores foram fixados anteparos condutores para que assim que fossem unidos, permitindo a passagem de corrente elétrica. Uma dobradiça foi fixada na parte superior da caixa com parafusos e soldada em um dos fios a fim de proporcionar a movimentação, servindo como alavanca. Para evitar o contato direto foi colocado no fio contendo a alavanca uma mola para manter tracionado e longe do outro fio. Ainda no mesmo fio foi soldado um acessório constituído por duas chapas metálicas furadas ao meio, um parafuso e uma porca que ao enroscar no parafuso irá fixar o cabo do freio. Ao pressionar o manete de freio, ele retira o fio da posição inicial e permite o contato entre ambos os fios, assim, acionando o funcionamento do motor.

O dispositivo desenvolvido é ilustrado na Figura 3.

Figura 3 - Chave de acionamento



Fonte: Autoria Própria (2019)

3.5. Catraca 7 Velocidades

A catraca 7 velocidades foi selecionada para transmitir o torque gerado pelo motor para a coroa fixada na roda da bicicleta e ampliar a velocidade.

A catraca utilizada é ilustrada na Figura 4, comercializada na cidade de Assu. Seu custo foi de R\$ 30,00. A escolha deste acessório surgiu em necessidade de evitar o contato direto entre a corrente e o pneu da bicicleta e aumentar a velocidade da bicicleta utilizando sistema de engrenagens.

Figura 4 – Catraca 7 velocidades



Fonte: Autoria Própria (2019)

3.6. Coroa 48 dentes

A coroa 48 dentes tem como finalidade transmitir o torque produzido pelo motor para a roda. Diante da Figura 5, pode-se observar a coroa 48 dentes, a coroa 30 dentes e os aparatos de fixação necessários para unir a coroa e a roda a ser tracionada.

A coroa 48 dentes usada neste trabalho foi adquirida em um sítio virtual de comércio eletrônico ao custo de R\$ 158,00 com adicional de frete R\$ 42,00, totalizando R\$ 200,00.

Figura 5 – Coroa 30 e 48 dentes



Fonte: Autoria Própria (2019)

3.7. Montagem

A montagem é a etapa relacionada a interligação entre os componentes e a bicicleta através do processo manual. Foram realizados os seguintes procedimentos:

- Foi soldada uma chapa metálica ao quadro para funcionar como suporte da bateria;
- A bateria foi colocada em cima do suporte e fixada com um elástico;
- A chave foi fixada no quadro, abaixo da bateria, com fita isolante;
- Soldada uma chapa metálica no quadro, entre o pneu e a sela da bicicleta;
- Soldado o meio da superfície do motor na chapa metálica entre o pneu e sela da bicicleta;
- Soldado um suporte metálico no formato de um U para a catraca 7 velocidades;
- Conectado a catraca 7 velocidades ao suporte e fixado com um parafuso;
- Fixado a coroa 48 dentes na roda traseira;
- Conectado a corrente de transmissão no motor, na catraca 7 velocidades e na coroa;
- Conectado os fios no motor, na bateria e na chave.

A Figura 6 representa a montagem efetuada na bicicleta.

Figura 6 – Equipamentos acoplados a bicicleta



Fonte: Autoria Própria (2019)

Mediante a Tabela 1, é possível ver a relação entre os custos dos itens adquiridos no comércio anteriormente citado.

Tabela 1 – Custo monetário por cada componente adquirido em comércio.

PEÇAS	VALOR (R\$)
Motor elétrico	150,00
Catraca 7 velocidades	30,00
Bateria 12V 60Ah	260,00
Kit coroa 30 e 48 dentes para bicicleta motorizada	200,00
TOTAL	640,00

Fonte: Autoria Própria (2019)

3.8. Testes

As simulações foram feitas em ambientes isolados a fim de que tivessem maior coerência entre os dados colhidos e a segurança das pessoas que auxiliaram. Todavia, dentre os testes realizados só foram selecionados apenas os valores que apresentaram menores índices de dispersão. Tais fatores que provocaram discrepância são: a inconstante incidência do vento que exerce uma força com o sentido contrário movimento com finalidade de retardá-lo; a imprecisão dos instrumentos de medidas utilizados; a utilização de recursos relativamente simples; e a realização dos testes em ambientes irregulares.

Para a realização dos testes foram necessários recorrer as ferramentas de medição o cronometro, *Strava*, *Google Maps* e hodômetro. Cronometro é uma forma de contador, um relógio de precisão que se usa para medir frações de tempo. *Strava*, um aplicativo desenvolvido em 2009 pela Strava Inc especializado medir o tempo, a distância e a velocidade média que pode ser acessada através das plataformas de aplicativos *App Store* ou *Google Play*. O *Google Maps* é um serviço de pesquisa, visualização de mapas e imagens de satélite da Terra

disponível na internet fornecido e desenvolvido pela Google. O hodômetro é um equipamento utilizado para medir a distância percorrida por um veículo.

3.8.1. Teste 1 – Teste dos 100 metros

Com auxílio de um cronômetro e do aplicativo *Strava*, foi possível determinar o tempo percorrido no Teste 1. O teste consiste em separar dois cones por uma distância de 100 metros e medir o tempo necessário para essa travessia. O condutor pedalava a fim de chegar uma velocidade semelhante a produzida pelo motor e depois acionava a chave ao pressionar o manete, colocando o sistema elétrico em funcionamento. A contagem era iniciada ao atravessar o primeiro cone e finalizada ao atravessar o segundo cone. O seguinte teste foi realizado no campo de aviação localizado na cidade de Assu, Rio Grande do Norte, próximo a BR-304. Os dados obtidos estão presentes na Tabela 2.

Tabela 2 – Valores numéricos obtidos no Teste 1

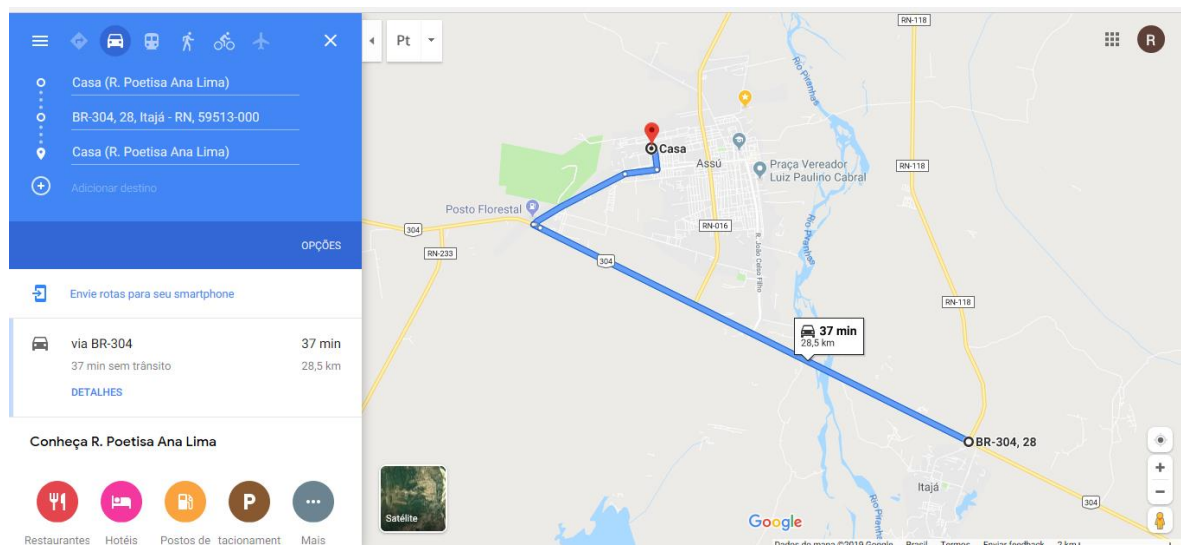
Distância(m)	Tempo(s)	Velocidade(m/s)	Velocidade(km/h)
100	9,63	10,38	37,38
100	9,75	10,25	36,92
100	9,77	10,23	36,84
100	9,80	10,20	36,73
MÉDIA	9,73	10,26	36,96

Fonte: Autoria Própria (2019)

3.8.2. Teste 2 – Teste da distância percorrida por carga completa da bateria

No segundo teste efetuado foram computadas as distâncias percorridas com uma carga completa da bateria. A princípio foi estabelecido um trajeto a ser percorrido. Com auxílio do *Google Maps* foi delimitado o trajeto básico de 28,5 km, como mostra a Figura 8. Para determinar a distância percorrida que excedeu o trajeto durante os testes foi utilizado o aplicativo *Strava* e para auxiliar, reforçando os dados, utilizou-se o hodômetro de uma moto. A Tabela 3 remete os dados coletados em quilômetros (km) até o esgotamento da carga contida na bateria.

Figura 8 – Trajeto básico do Teste 2 para obter a distância percorrida por carga



Fonte: Autoria Própria (2019)

Tabela 3 – Valores numéricos obtidos no Teste 2

Teste	1	2	3	4	MÉDIA
Distância percorrida(km)	32,6	32,9	33,8	34,1	33,3

Fonte: Autoria Própria (2019)

3.8.3. Teste 3 – Teste do tempo necessário para carga completa da bateria

Para efetuar a recarga da bateria foi utilizado um carregador de bateria automotiva da marca KMA Brasil com dados estabelecidos na Tabela 4.

Tabela 4 – Dados informativos sobre o carregador de bateria da marca KMA Brasil

Tensão de entrada	240V
Frequência de entrada	60Hz
Corrente de entrada	0,42A CA
Rendimento	70%
Tensão de saída	12V
Corrente de saída	5A CC

Fonte: Carregador de bateria KMA Brasil (2019)

Para calcular a quantidade de energia necessária para carregar completamente a bateria, foram realizados testes cronometrando o tempo relativo ao carregamento da bateria de 12V de tensão e 60 Ah de carga nominal.

A realização desse teste iniciou conectando o fio positivo do carregador no terminal positivo da bateria e conectando o fio negativo do carregador no terminal negativo da bateria. Na sequência, foi ligado o equipamento na tomada e, em seguida, foi dado início a contagem do tempo com cronômetro. Os dados coletados estão disponíveis na Tabela 5.

Tabela 5 – Valores numéricos obtidos no Teste 3

Teste	1	2	3	4	MÉDIA
Tempo de carga(h)	12,1	12,2	12,2	12,3	12,2

Fonte: Autoria Própria (2019)

Potência é o produto entre a tensão e a corrente. Multiplicando a tensão de 12 V e corrente de 5 A do carregador obtém uma potência de 60 W, ou seja, 0,06 kW. Energia é o produto entre potência e o tempo de funcionamento do equipamento. Ao multiplicar a potência de 0,06 kW e o tempo médio de 12,2 horas resulta no valor de 0,732 kWh de energia média consumida ao carregar a bateria.

Com base na Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) em agosto de 2019 o valor da tarifa média residencial no estado do Rio Grande do Norte da empresa responsável na distribuição de energia, Companhia Energética do Rio Grande do Norte (COSERN), é de 0,506 R\$/kWh.

Mediante os dados da energia e a tarifa da energia obtém-se o valor de R\$ 0,370 ao multiplicar o valor da energia consumida pelo valor da tarifa.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Entre os principais resultados estão o fato de que a quantidade de quilometragem percorrida por carga torna o veículo elétrico dependente de uma tomada de energia, pois quanto mais baterias, mais pesado fica o transporte e, conseqüentemente, perde parte da força e autonomia. Entretanto, essa desvantagem é compensada quando se leva em conta o valor monetário necessário para carregar a bateria e o rendimento, ou seja, relação entre a quantidade de energia útil e a energia fornecida.

O sistema opera sobre energia elétrica, portanto, não há emissão de gases poluentes. Desta forma, contribui para um planeta mais limpo. Com emissão zero, o veículo elétrico poderá ser a solução contra a poluição atmosférica nas grandes metrópoles. Salientando-se que se as pessoas aderirem a essa tecnologia terão benefícios a saúde, além dos benefícios ao meio ambiente, como exemplo uma minimização dos problemas decorrentes da inalação de ar poluído e do benzeno nos postos de combustível.

Ao realizar os testes também foi constatado que o protótipo produzia poucos ruídos, como resultado emitia baixo índice de poluição sonora. Isto é resultado do silêncio do funcionamento do motor. O silêncio produzido pelo motor torna o trânsito mais agradável, aumenta a satisfação do condutor e das pessoas que por ele passar, entretanto, necessita de mais atenção.

A implementação realizada para acarretou numa alteração na ergonomia do veículo, ocasionando desconforto na sua condução.

Como medida preventiva, colocou-se um bagageiro na parte traseira da bicicleta elétrica a fim de precaver possíveis acidentes relacionados ao sistema de engrenagens.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesse trabalho foi possível adquirir conhecimento sobre os princípios físicos e químicos que regem os diversos componentes essenciais para o funcionamento da bicicleta elétrica. Com isso, pôde-se perceber a necessidade do entendimento de como operam os utensílios básicos.

A pesquisa de meios de transportes alternativos justifica, uma vez que é crucial preservar o meio ambiente e a saúde da população, minimizando a emissão de dióxido de carbono, a inalação de benzeno nos postos de abastecimento e a prevenção contra a escassez dos combustíveis fósseis.

Mediante os estudos realizados e os resultados obtidos pode-se mostrar a viabilidade do protótipo, destacando a sua simplicidade na montagem e manutenção. Também é possível concluir que a bicicleta atende à necessidade de locomoção, desde que o percurso não exceda uma média diária de aproximadamente 30 km, tendo em vista que o tempo necessário para carregar foi de aproximadamente 12h, utilizando a fonte mencionada.

Esse projeto evidenciou economicamente a viabilidade do projeto e assegurando uma ótima relação custo-benefício, considerando que o custo monetário necessário para percorrer

uma determinada distância é bem inferior quando comparado aos veículos a combustão em realizar o mesmo percurso.

Os veículos sejam eles a combustão, a energia elétrica ou híbridos não podem ser analisados sem se considerar a questão energética. É de fundamental importância conhecer o trajeto da energia como fonte de combustível de cada veículo a partir da sua geração até o destino final. Analogamente, os veículos devem se adequar à oferta de energia. A utilização desse recurso natural finito tem sido motivo de atenção redobrada de muitos países. Juntamente com a enorme volatilidade de preço do petróleo e influência dos acontecimentos globais que acarretam o seu valor, preveem-se que, dessa forma, os meios de transporte necessitem dessa migração. Essa mudança não pode ser repentina. Deve haver um planejamento, tendo em vista que possam ter o maior aproveitamento e o mínimo impacto no sistema de energia.

O protótipo desenvolvido está longe de ser sofisticado pois há muito a ser aprimorado. Dentre as alterações que podem ser feitas, a princípio é acrescentar um dispositivo que possa alterar a velocidade de rotação do motor, ou seja, inserir um acelerador.

6. TRABALHOS FUTUROS

Em função do desconforto ocasionado pelas alterações realizadas na bicicleta resultaram numa alteração na condução da bicicleta e, conseqüentemente, desconforto. Como proposta para trabalhos futuros tem-se a incorporação de utensílios que possam eliminar ou minimizar esse problema.

Por fim, sugere-se também analisar os impactos no sistema de energia brasileiro caso haja um aumento na frota de veículos elétricos. Essa dúvida pode ser sanada com um estudo amplo na geração, distribuição de energia e o aumento do consumo.

REFERÊNCIAS

- [1] ANEEL. **Ranking das Tarifas**. Disponível em: < <http://www.aneel.gov.br/ranking-das-tarifas>>. Acesso em 6 julho 2019
- [2] ARAÚJO, R. **Desenvolvimento de uma Bicicleta Elétrica**. 2012. 141p. Portugal: Escola de Engenharia, Universidade do Minho. Disponível em: <<http://intranet.dei.uminho.pt/gdmi/galeria/temas/pdf/52680.pdf>>. Acesso em: 28 maio 2019.
- [3] BARASSA, E. **Trajetória tecnológica do veículo elétrico: atores, políticas e esforços tecnológicos no Brasil: 2015**. 132p. Dissertação (Mestrado), Faculdade de Política Científica e Tecnológica, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/287784/1/Barassa_Edgar_M.pdf>. Acesso em: 15 maio 2019.

- [4] BOCCHI, N.; FERRACIN, L.C.; BIAGGIO, S.R. **Pilhas e Baterias: Funcionamento e Impacto Ambiental**. Química Nova na Escola. N. 11, maio 2000. 7p. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc11/v11a01.pdf>>. Acesso em: 5 julho 2019
- [5] BRASIL. Conselho Nacional de Trânsito. Resolução nº 465, de 27 de novembro de 2013. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, p. 194, dez. 2013. Disponível em: <http://www.lex.com.br/legis_25174467_RESOLUCAO_N_465_DE_27_DE_NOVEMBRO_DE_2013.aspx>. Acesso em: 16 maio 2019.
- [6] COUTRIM, M.X.; CARVALHO, L.R.F.; ARCURI, A.S.A. **Avaliação dos métodos analíticos para a determinação de metabólitos do benzeno como potenciais biomarcadores de exposição humana ao benzeno no ar**. ISSN 1678-7064. 23 jun. 2000. Química Nova (online), vol.23, 11p. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v23n5/3057.pdf>>. Acesso em: 17 junho 2019.
- [7] GONZALES, V.P. **Projeto de uma bicicleta elétrica**. 2014. 66p. TCC (Graduação) - Curso de Tecnologia em Mecatrônica Industrial, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2014. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/3152/1/CT_COMET_2014_1_04.pdf>. Acesso em: 14 maio 2019.
- [8] LARMINIE, J.; LOWRY, J. **Electric Vehicle Technology Explained**. England: John Wiley & Sons, 2003. 303p. Disponível em: <http://s1.nonlinear.ir/epublish/book/Electric_Vehicle_Technology_Explained_0470851635.pdf>. Acesso em: 22 junho 2019.
- [9] MAMEDE F, J. **Instalações Elétricas Industriais**. 7.ed. Rio de Janeiro: LTC Editora, 2007. 930p.
- [10] NOCE, T. **Estudo do funcionamento de veículos elétricos e contribuições ao seu aperfeiçoamento**: 2009. 129p. Dissertação (Mestrado), Faculdade de Mecânica, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte. Disponível em: <http://www.biblioteca.pucminas.br/teses/EngMecanica_NoceT_1.pdf>. Acesso em: 15 maio 2019.
- [11] SARAIVA, I. B. **Estudo de projeto de motocicleta elétrica**. 2016. 65p. Monografia (Especialização), Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10016972.pdf>>. Acesso em: 15 maio 2019.
- [12] SKAMVETSAKIS, Adriana et al. **Exposição ao benzeno em postos de combustíveis: estratégia de ações integradas de Vigilância em Saúde do Trabalhador na região dos Vales/RS**. ISSN 2317-6369. 4 dez. 2017. Revista Brasileira de Saúde Ocupacional (online), vol.42, 11p. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbso/v42s1/0303-7657-rbso-42-e12s.pdf>>. Acesso em: 17 junho 2019.

RODRIGO MARTINS DE ARAÚJO

DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO DE UMA BICICLETA ELÉTRICA

Artigo apresentado a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito pela obtenção do título de Bacharel em Ciência e Tecnologia.

Defendida em: 13 /08 /2019

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Marcos Vinícius Cândido Henriques (UFERSA)
Presidente



Prof. Dr. Francisco Edcarlos Alves Leite (UFERSA)
Membro Examinador



Prof.ª Dr.ª Thailana Cunha Navarro Diniz (UFERSA) 0
Membro Examinador