

**FACULDADES DOCTUM DE CARATINGA
BACHARELADO EM ENGENHARIA ELÉTRICA**

TÚLIO ROBERTO DA SILVA

**VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO DE MOTORES ELÉTRICOS EM VEÍCULOS A
COMBUSTÃO**

CARATINGA

2018

ITC - INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CARATINGA
BACHARELADO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

TÚLIO ROBERTO DA SILVA

**VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO DE MOTORES ELÉTRICOS EM VEÍCULOS A
COMBUSTÃO**

Trabalho apresentado ao curso de Bacharelado - Engenharia Elétrica, do Faculdades Doctum de Caratinga - ITC para obtenção de créditos na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso.

Área de concentração: Novas Tecnologias

Orientador: Prof. Guilherme Cassimiro Araújo Borges

CARATINGA

2018

TERMO DE APROVAÇÃO COM RESTRIÇÃO


TÚLIO ROBERTO DA SILVA

A aprovação do(s) aluno(s) fica condicionada à apresentação ao professor orientador, das alterações solicitadas pelos avaliadores através das versões corrigidas que passam a fazer parte deste termo, ou as elencadas ao final do mesmo.

As alterações devem ser apresentadas em versão definitiva no prazo de três dias corridos a contar dessa data, conforme o disposto nas Normas de TCC da Instituição.

A aprovação final fica condicionada ao parecer favorável emitido pelo professor orientador.

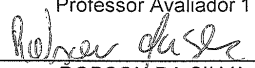
Caratinga, 07/12/2018



GUILHERME CASSIMIRO DE ARAÚJO
BORGES
Professor Orientador e Presidente da Banca



RICARDO BOTELHO CAMPOS
Professor Avaliador 1



ROBSON DA SILVA
Professor Avaliador 2



Túlio Roberto da Silva

Aluno(s)

**CORREÇÕES A SEREM FEITAS E PARECER FINAL
ALTERAÇÕES NECESSÁRIAS APONTADAS PELA BANCA:**

As correções estão listadas nos trabalhos que foram devolvidos ao aluno.
Após as correções, os trabalhos também deverão ser devolvidos.

PARECER FINAL DO ORIENTADOR:

DATA: 07/12/2018

Assinatura do Professor Orientador:

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho de conclusão de curso, a todos os meus colegas de curso, ao meu professor e coordenador Joildo Fernandes, por sua enorme experiência técnica, e todos aqueles que estiveram comigo durante esses períodos de graduação

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus que me proporcionou chegar até aqui, aos meus pais Roberto Santos e Ioná Cecilia que sempre estiveram do meu lado durante toda minha caminhada nos estudos, aos meus irmãos e aos meus amigos pela compressão e companheirismo durante toda a jornada.

“A mente que se abre a uma nova ideia, jamais volta ao seu tamanho original.”

Albert Einstein

RESUMO

Este estudo aborda como tema os impactos da substituição de motores à combustão por sistemas elétricos em veículos a combustão. Como medida de delimitação, o foco específico versa sobre a aplicação de motores de corrente alternada, em um modelo específico da Volkswagen: o sedan Fusca modelo 1980. Nesta perspectiva o autor toma como subtemas, o estudo do processo de utilização e dimensionamento de baterias, a modificação de sistemas hidráulicos e mecânicos e a modificação de funilaria e carroceria do carro. O trabalho mostra as vantagens e desvantagens da substituição de motores à combustão por sistemas elétricos em veículos a combustão. Isto abre uma discussão sobre os impactos da referida substituição, em termos técnicos, econômicos, socioculturais, institucionais e ambientais. Deste modo foi possível compreender quais fatores precisam ser analisados para efetivar a adaptação desses sistemas em carros. Sobretudo há que se considerar também a importância dos sistemas elétricos que contribuem para a sustentabilidade da vida no planeta Terra. Por todo exposto cabe dizer que este trabalho evidencia a importância da substituição da frota brasileira a base de combustão por veículos 100% elétricos.

Palavras chave: Motores mecânicos. Sistemas elétricos. Veículos a combustão.

ABSTRACT

This bibliographic study deals with the substitution of mechanisms by electric mechanisms in combustion vehicles. As a measure of delimitation, the specific focus is on an alternating current motor application, in a specific Volkswagen model: the 1980 model Fusca sedan. In this perspective, the use of subthemes, the study of the process of use and dimensioning of batteries, modification of hydraulic and mechanical systems and modification of car bodywork and hopper. The text show the advantages and disadvantages of replacing mechanisms by electrical systems in combustion vehicles. This opens a discussion about the impacts of substitution, in technical, sociocultural, institutional and environmental terms. In this way it was possible to understand what factors need to be analyzed to effect the adaptation of these systems in cars. Above all there should be sustainability of a life on planet earth. For all of the above, this work refers to the evidence of the replacement of the Brazilian fleet by the combustion basis of 100% electric vehicles.

Keywords: Mechanical motors. Electrical systems. Combustion vehicles.

LISTA DE FIGURAS

1. Consumo de derivados de petróleo	14
2. Variação do preço do petróleo	16
3. Bateria chumbo ácido	23
4. Bateria Níquel: Hidretos metálicos	24
5. Baterias de níquel-cádmio	25
6. Bateria de Íon de Lítio	25
7. Diferentes tipos de motores elétricos	27
8. Motor de indução	28
9. Motor síncrono	29
10. Motor Shunt cc	30
11. Motor de relutância	30
12. Motor de passo	31
13. Motor Etek MT	34
14. Bateria Winston (LIFEPO)	36
15. Conversor de Tensão	37
16. Escolha da bateria	39
17. Conectar bateria e motor	40
18. Instalação das baterias	41
19. Instalação da transmissão	42
20. Instalação do controlador	42
21. Instalação conversor DC/DC	43
22. Instalação do carregador de baterias	43
23. Instalação do voltímetro e o amperímetro	44
24. Instalação do sistema TPS	44
25. Motor e transmissão	45
26. Instalação de freio regenerativo	45

LISTA DE TABELAS

1. Produção e consumo de petróleo	15
2. Comparação de motores utilizado	16
3. Veículos elétricos	17
4. Produção de veículos elétricos de passageiros de 1889 a 1933 nos EUA	20
5. Tipos de bateria	22
6. Características do motor utilizado	
7. Características da bateria da Winston (LiFePo)	35

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

AC	Alternating current
BEV	Veículo de Bateria Elétrica
Br	Bromo
Cd	Cádmio
EUA	Estados Unidos da América
FCV	Veículo de Célula de Combustível
Fe	Ferro
GLP	Gás liquefeito de petróleo
H	Hidrogênio
Km	Quilômetro
Km/h	Quilômetro por hora
Li	Lítio
ME	Motor Elétrico
MH	Hidretos Metálicos
Na	Sódio
Ni	Níquel
O	Oxigênio
Pb	Chumbo
S	Enxofre
VE	Veículo Elétrico
VW	Volkswagen
Zn	Zinco
%	Porcentagem

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 MOTIVAÇÃO	15
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	20
3.1 O processo de utilização e dimensionamento de baterias para total eficiência do automóvel a ser estudado	20
3.1.1 Os veículos elétricos	20
3.1.2 A história dos veículos elétricos	20
3.1.3 Tecnologia dos veículos elétricos.....	21
3.1.4 Características dos veículos elétricos	22
3.2 Sistema de tecnologia de baterias	23
3.2.1 Bateria Chumbo Ácido.....	24
3.2.2 Bateria Níquel – Hidretos metálicos	24
3.2.3 Baterias de níquel-cádmio.....	25
3.2.4 Baterias de íon de lítio.....	26
3.3 A modificação de sistemas mecânicos e aerodinâmicos visando ter melhor funcionamento de todo projeto	26
3.3.1 Estrutura do veículo.....	26
3.3.2 Sistemas de propulsão e suas tecnologias	27
3.4 Tipo de motores	28
3.4.1 Motores de corrente alternada	28
3.4.2 Motores de Corrente Contínua	30
3.4.3 Outros motores.....	30
3.5 Projeto Base.....	31
4 DESENVOLVIMENTO	33
4.1 Como converter um fusca para elétrico.....	33

4.1.1 Instalação do motor elétrico	33
4.1.2 Baterias	35
4.1.3 Conversor DC/DC	36
4.1.4 Controlador.....	37
4.2 Carregador de Baterias	38
4.2.1 Instalador do carregador e da entrada de alimentação	38
4.2.2 Instalação do acelerador elétrico.....	39
4.2.3 Conexão de todos os componentes	39
4.3 Passo a passo para converter um carro de motor a combustão para elétrico.....	39
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	46
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48

1 INTRODUÇÃO

Os carros elétricos têm sido alvos de estudos e investimentos, pois são o futuro no setor de transporte sustentável. Ainda no Brasil esse mercado não tem tido a devida importância o que acaba por tornar essa tecnologia inviável financeiramente de ser adquirida. Como alternativa, transformar um veículo a combustão em um veículo elétrico, tem sido considerado tanto pelos amantes da tecnologia, como por pessoas que vislumbram os benefícios que o mesmo proporciona.

Por isso difundir os estudos sobre essa temática se faz importante principalmente no Brasil, pois se fosse investido, estimulado e facilitado o processo de substituição de motores mecânicos por sistemas elétricos em veículos a combustão, a sociedade seria beneficiada pelas vantagens advindas dessa transformação em diversas esferas como por exemplo, econômica e ambientais até que a fabricação dos carros elétricos no Brasil se torne viável.

É nesse contexto que se insere essa pesquisa que tem como objetivo geral demonstrar em termos técnicos, econômicos, socioculturais, institucionais, e ambientais os impactos da substituição de motores mecânicos por sistemas elétricos em veículos a combustão. Sendo os objetivos específicos: descrever os impactos advindos da substituição de motores mecânicos por sistemas elétricos em veículos a combustão; descrever o processo de utilização e dimensionamento de baterias para total eficiência do automóvel a ser estudado; descrever a modificação de sistemas hidráulicos e mecânicos do mesmo a fim de ter o maior e melhor funcionamento de todo o projeto; identificar todos os métodos de implementação de motores CA em automóveis e descrever a importância da modificação da parte de funilaria e carroceria do carro com vistas a dar maior facilidade e mobilidade na montagem de todo o sistema.

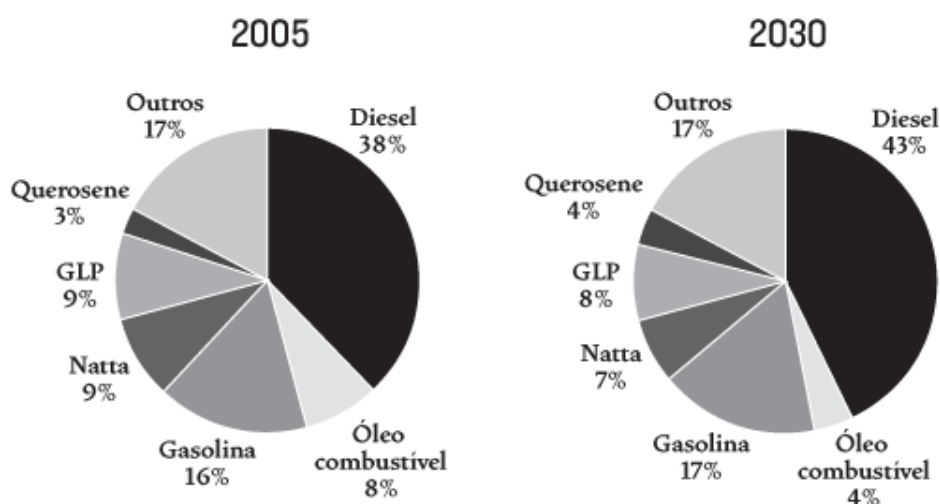
Para isso utilizou-se da pesquisa qualitativa, de caráter descritivo e exploratório com base na pesquisa bibliográfica buscando na base de dados de dissertações, teses e artigos científicos sobre o tema visando não repetir o que foi dito, mas contribuir para uma nova perspectiva sobre o assunto.

2 MOTIVAÇÃO

A evolução dos veículos de transporte nas últimas décadas representa uma grande conquista no âmbito tecnológico, pois além de favorecer para o desenvolvimento individual e coletivo do ser humano, uma vez que proporciona satisfazer as necessidades cotidianas, também fomenta o setor automobilístico que é muito importante para a economia mundial (CARVALHO, 2008).

Segundo Tolmasquim (2007) os maiores consumidores de petróleo no Brasil são os meios de transportes. Em 1997 49% do consumo de petróleo extraído eram consumidos por esses veículos, mas estudos preveem que em 2030 esse valor irá se aumentar para 57% do consumo mundial (figura 1).

Figura 1: Consumo de derivados de petróleo



Fonte: Empresa de pesquisa energética, 2018

Nos países desenvolvidos e em desenvolvimento observa-se um contraste nos padrões de consumo como mostrado na tabela 1, países como o Brasil tiveram um menor consumo de petróleo nos meios de transportes mas a previsão é que em 2030 os demais serviços que também utilizam o petróleo, mas não fazem parte dos meios de transportes, irão aumentar nos países em vias de desenvolvimento. Como há menos transportes nestes países o peso destes no consumo de petróleo é reduzido quando comparado com os países desenvolvidos (Sampaio, 2012).

Com o aumento da população ao longo dos anos também houve um aumento no número de veículos em circulação o que causará consequentemente ao longo dos anos o esgotamento do petróleo por ser um recurso não renovável.

O grande fluxo de automóveis circulando pelo mundo causou e ainda causa sérios problemas para o ambiente e para os seres vivos. São problemas e motivo de preocupação a poluição constante do ar, aquecimento global e o rápido esgotamento dos poços de petróleo. Além disto, a grande parte de petróleo extraída no mundo estão situados no médio oriente, enquanto os maiores consumidores são a Europa, América do Norte e Ásia-Pacífico. Fato este que provoca uma grande dependência dos países consumidores, refletindo na economia mundial, pois os países que exploram o petróleo acumulam grandes quantidades de dinheiro, impedindo assim a rotatividade do mesmo (JUBERG, 2016).

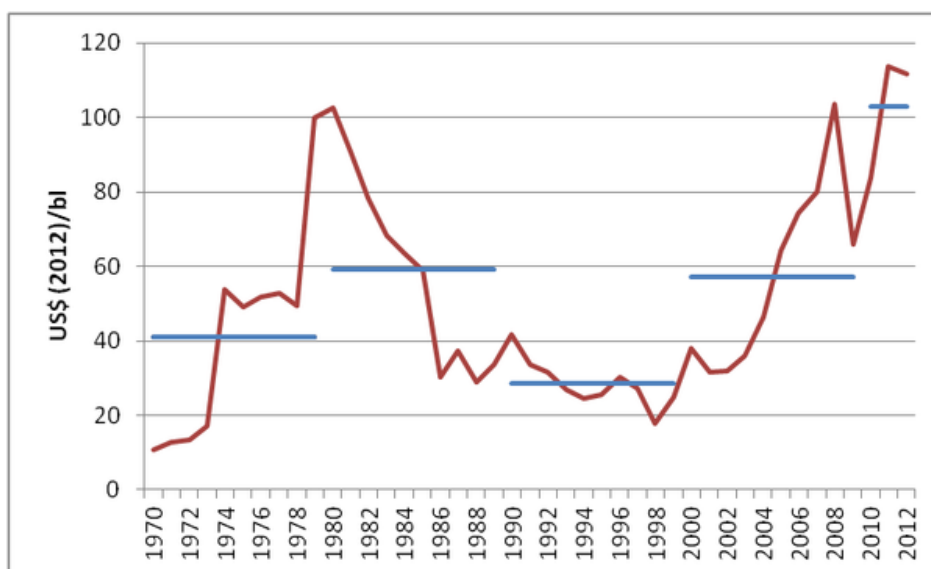
Tabela 1 - Produtores e consumidores de petróleo.

	Maiores produtores	Maiores consumidores	Maiores reservas
1.	Arábia Saudita	Estados Unidos	Venezuela
2.	Rússia	China	Arábia Saudita
3.	Estados Unidos	Japão	Canadá
4.	China	Índia	Irã
5.	Canadá	Rússia	Iraque
6.	Irã	Arábia Saudita	Kuwait
7.	Emirados Árabes	Brasil	Emirados Árabes
8.	Kuwait	Alemanha	Rússia
9.	Iraque	Coreia do Sul	Líbia
10.	México	Canadá	Nigéria

Fonte: Pena (s/d)

Quando há uma crise na indústria petrolífera, alternativas para os combustíveis fósseis voltam a ser consideradas. Sendo assim nas últimas décadas tem se realizado estudos e investimentos no setor automobilístico enfatizando a sustentabilidade, alta eficiência e segurança no transporte, aumentando assim o interesse pelos veículos elétricos e veículos híbridos, com o objetivo maior de substituir os automóveis convencionais em um futuro próximo (VELLOSO, 2009). A variação dos valores do petróleo e seus derivados ao longo dos anos, influencia diretamente nos valores do combustível (figura 2). Com o preço do barril de petróleo aumentando a cada dia é igualmente proporcional aos valores dos combustíveis encontrados nas bombas. No último ano o valor da gasolina subiu cerca de 30% nas bombas e quase 50% nas refinarias.

Figura 2 – Variação do preço do petróleo.



Fonte: Bicalho (2013)

Uma solução de transição é representada pela conversão de veículos para elétricos e híbridos. Enquanto não são produzidos estes veículos com preços acessíveis, algumas características que satisfaçam todas as necessidades dos utilizadores, como, conforto, confiabilidade, preço e segurança, a conversão dos veículos é uma opção. Aqueles que já utilizam não gastam mais com combustível e contribuem para um transporte mais eficiente e limpo.

Existem vantagens na utilização do Motor elétrico quando se comparado ao motor a combustão (tabela 2).

Tabela 2 – Comparação de motores utilizados

Tipo de Motor	Motor Elétrico (ME)	Motor à Combustão (MC)
Fonte de energia	Baterias ou células de combustível	Gasolina, álcool ou óleo diesel.
Peso	Médio	Baixo
Transmissão	Pode precisar de caixa de velocidade	Caixa de velocidade mecânica
Sistema de Frenagem	Frenagem regenerativa	Frenagem por dissipação
Eficiência	Alto	Baixo
Impacto ambiental	Reduzidos	Elevados

Custo inicial	Alto	Médio
Custo de manutenção	Baixo	Muito alto

Fonte: Sampaio, 2012

O impacto ambiental reduzido, custo de manutenção muito baixo e a grande diferença entre a eficiência entre os motores, fundamentalmente pela diferença do rendimento dos motores elétricos em relação aos motores à combustão são as principais vantagens observadas (VONBUN, 2015).

O Veículo Elétrico (VE) é um veículo que utiliza totalmente a propulsão por meio de motores elétricos que convertem a energia elétrica em energia mecânica. Geralmente são classificados em três categorias (BEV, FCV e VE) (SAMPAIO, 2012)

Os BEV, tal como o nome já diz, são aqueles veículos dotados de baterias que têm como função armazenar a energia proveniente da rede elétrica ou de outra fonte de energia elétrica externa ao veículo. Esta energia é utilizada para alimentar o Motor Elétrico (ME) e outros componentes do veículo, durante a viagem, cuja função é transforma-la em energia mecânica.

Segundo Santos e Santos (s.d. p.147) “uma célula de combustível pode ser definida como um dispositivo eletroquímico que transforma continuamente a energia química em energia eléctrica (e algum calor) desde que lhe seja fornecido o combustível e o oxidante”.

A pesquisa e desenvolvimento nas diversas áreas de engenharia que envolve o projeto de veículos elétricos não apenas tem sido restringindo com apenas modelos de protótipos, muito menos a laboratórios de pesquisa e centros universitários. As grandes indústrias do mercado de automóveis têm trabalhado seriamente no desenvolvimento de modelos elétricos e híbridos (tabela 3), com um empenho nunca antes visto e alcançado resultados surpreendentes, diversas empresas brasileiras, tem seus veículos já produzidos em escala. (REZENDE, 2005).

Tabela 3 – Veículos Elétricos

VEÍCULO	MOTOR	BATERIA	PREÇO BASE
NISSAN LEAF	AC SÍNCRONO	ÍONS DE LÍTIO	R\$ 153.74,00
PEUGEOT ION	AC SÍNCRONO DE ÍMANES PERMANENTENS	ÍONS DE LÍTIO ÓXIDO DE MAGNÉSIO	R\$ 129.80,00
RENAULT FLUENCE Z.E.	AC SÍNCRONO	ÍONS DE LÍTIO	R\$ 113.63,00
OPEL AMPERA	AC SÍNCRONO DE ÍMANES PERMANENTENS	ÍONS DE LÍTIO	R\$ 196.07,00
MITSUBISHI i-MIEV	AC SÍNCRONO DE ÍMANES PERMANENTENS	ÍONS DE LÍTIO	R\$ 137.76,00
TESLA S	AC DE INDUÇÃO DE ROTOR BOBINADO	ÍONS DE LÍTIO	R\$ 213.16,00

Fonte: Sampaio, 2012

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 O processo de utilização e dimensionamento de baterias para total eficiência do automóvel a ser estudado

3.1.1 Os veículos elétricos

Os veículos elétricos tiveram destaque maior no final do século passado até meados da segunda década do século XXI, quando ocorreu um maior desenvolvimento de carros com motor a combustão interna. Que ganharam mercado acelerado, enquanto os automóveis elétricos deixaram de serem vendidos nos meados dos anos 30, por serem mais caros e mais lentos. Com o aumento da preocupação em relação aos problemas ambientais a utilização dos carros elétricos estão cada vez mais sendo considerados, principalmente nas grandes metrópoles, como alternativa aos motores a combustão (ALVES, 2011).

3.1.2 A história dos veículos elétricos

Em 1870, Salomon David, motorizou uma pequena carruagem com um sistema elétrico por tanto pouco eficiente. O lançamento do primeiro veículo elétrico ocorreu 1881 pela Paris Ônibus Company®, logo após o aparecimento das baterias de chumbo ácida. Em 1888 em Londres, já contava com seu primeiro ônibus elétrico. Em 1891 Morrison foi o primeiro a construir um veículo que recebeu uma atenção especial na América (MACHADO, 2015). Em 1895 o carro de Morrison participou de uma corrida de mais ou menos 80 km de percurso, entre Evanston e Chicago, não vencendo devido a uma enorme neve que caiu sobre a pista durante o percurso.

Na França no final do século XIX, um veículo movido a motor elétrico alimentado por baterias alcançou o primeiro recorde de velocidade, chegando a 63 KM/h. Já em 1898 durante um percurso de mil metros, conseguiu uma boa marca de velocidade média alcançada. No ano posterior o belga Camille Jenatzy superou esta marca com uma velocidade média de 106 Km/h com o veículo chamado “Le Jamais Contnt”, que tinha um formato de torpedo. Em 1902 a marca de 137 Km/h era

alcançada pelo americano Charles Baker graças aos avanços tecnológicos implementados em seu veículo, quase batendo o recorde da época sendo impedido desse fenômeno por causa de problemas mecânicos (MARTINS, 2015).

As características dos veículos elétricos como baixo nível de ruídos, a baixa trepidação, a não emissão de poluentes, principalmente a espessa fumaça em forma de fuligem emitida pelos veículos à combustão de época, proporcionavam maior conforto aos seus usuários como também evitaram assustar os animais de tração que ainda eram muito utilizados no transporte naquela época e faziam dos veículos elétricos a opção das classes mais altas.

A maior facilidade de controle e condução e a menor necessidade de alavancas e comandos era outra característica exclusiva dos veículos elétricos em relação aos veículos a vapor e a gasolina, e que permitiam também aos fabricantes de veículos elétricos criarem formatos de carrocerias mais nobres e elegantes, graças a possibilidade de ocultar o motor e as baterias, obtendo um veículo mais requintado e exclusivo. (AMARAL, 1998).

Tabela 4: Produção de veículos elétricos de passageiros de 1889 a 1933 nos EUA.

ANO	ELÉTRICO	VAPOR	GASOLINA
1889	1.575	1.681	936
1904	1.425	1.568	18.699
1909	3.826	2.374	120.393
1914	4.669	-	564.393
1919	2.489	-	1.649.127
1924	391	-	3.185.490
1929	757	-	4.454.421
1933	0	-	1.560.599

Fonte: Sampaio, 2012

3.1.3 Tecnologia dos veículos elétricos

Segundo Machado (2003), o desenvolvimento de veículos elétricos provoca no perfil de produtos industrializados uma mudança no setor automobilístico, devido a um aumento na escala de produção. Produtos como motores elétricos, baterias,

geradores, sistemas de comandos, semicondutores e produtos de fibra de carbono podem ter um aumento de 1000%.

Os veículos elétricos também proporcionam um grande avanço e desenvolvimento no setor da eletrônica, pois exigem o desenvolvimento de várias tecnologias para que os veículos sejam mais competitivos, baratos e simples. O que as empresas do setor mais buscam é o avanço na linha de pesquisa, para que estes automóveis se tornem cada vez mais competitivos em relação aos veículos a combustão normalmente utilizado nos dias de hoje, tomando como base a questão ambiental, conforto e economia. (MACHADO, 2003).

3.1.4 Características dos veículos elétricos

Há grande diferença entre um veículo normal adaptado para utilizar um sistema elétrico do veículo que foi projetado para este fim. O primeiro aspecto é o design do veículo. Este deve possuir várias características próprias para melhorar o desempenho, a funcionalidade e reduzir o consumo de energia. O peso é um fator fundamental.

Como a grande barreira dos veículos elétricos é exatamente o suprimento de energia, que exige um volume e peso maior para uma pequena e limitada capacidade energética, torna-se essencial diminuir o peso e o volume dos demais componentes do carro, sem perder com isso uma resistência e sua funcionalidade. Pelo contrário, é preciso até aumentar a resistência de partes estruturais da carroceria e demais componentes como suspensão e freios, pelo demasiado esforço que esses sistemas fazem com o acúmulo de peso e esforço que os componentes elétricos trazem aos veículos (FREITAS, 2012).

Para garantir uma autonomia mínima aceitável do veículo, assim como um nível de potência satisfatório, torna-se necessário utilizar um número enorme de baterias, que dependendo do modelo do carro não comportaria, combinar dois ou mais sistemas de fornecimento de energia elétrica, ou optar por um tipo de bateria como por exemplo, as baterias eletroquímicas que atendem ao consumo do veículo ocupando um espaço menor (FILHO, 2004).

3.2 Sistema de tecnologia de baterias

Segundo Orrico (2014) a bateria mais viável e econômica disponível no mercado atual são as baterias de chumbo-ácido. Existem também baterias mais modernas que tem maior tempo de vida útil, porém o desempenho e autonomia das baterias de chumbo ácido ainda são mais vantajosos (Tabela 5).

As baterias disponíveis atualmente no mercado podem chegar a 750 ciclos de carga e descarga, contando com o ciclo profundo da bateria. As densidades de energia e potência dessas baterias considerando as descargas podem chegar até 50% de eficiência.

As baterias à base de níquel chegam ao mercado com grandes diferenciais e podem ser encontradas diversos tipos como: as baterias níquel ferro, níquel cádmio e as de níquel hidreto, que trabalham a uma temperatura ambiente, possuem altas taxas de potência e densidade energética.

Baterias mais avançadas como as de monossulfeto de ferro lítio, dissulfeto de ferro lítio e polímero de lítio recebem grande investimento em pesquisa por se tratarem de baterias mais leves e com um alto teor de energia e densidade armazenada (ORRICO, 2014).

Tabela 5: Tipos de bateria

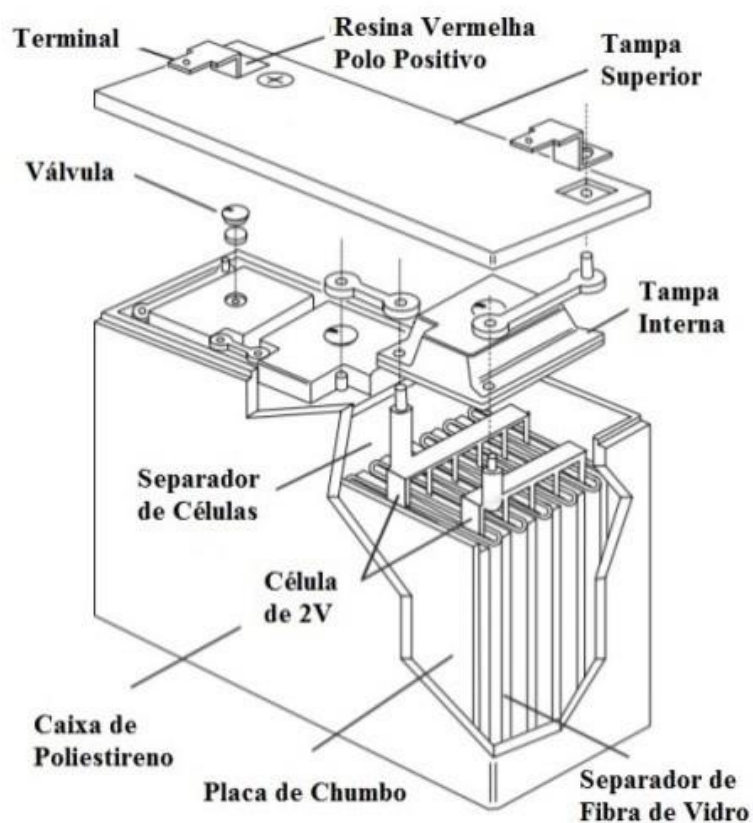
Baterias	Densidade energética relativa	Densidade de potência relativa	Tempo de vida útil	de Eficiência energética %
Pb-H₂SO₄	1.0	1.0	1.0	78
Ni-Fe	1.5	1.2	2.0	58
Ni-Cd	1.6	1.9	2.1	80
Ni-MH	1.7	2.1	2.3	76
Zn-Br	2.2	0.6	2.1	75
Na-S	2.5	1.1	3.4	91
Li-FeS₂	4.0	4.0	4.0	80
Li-Polímero	4.0	3.5	4.0	85

Fonte: Autor da pesquisa, 2018

3.2.1 Bateria Chumbo Ácido

Amplamente usada na indústria automotiva a bateria de chumbo ácido “tem como materiais ativos o dióxido de chumbo (PbO_2) na placa positiva e o chumbo metálico (Pb) na placa negativa, e como eletrólito utiliza uma solução aquosa de ácido sulfúrico (H_2SO_4)” (PALMER, 2008, p. 5). De acordo com a sua aplicabilidade ela é dividida em três tipos: baterias de arranque, baterias tracionárias e baterias estacionárias.

Figura 3: Bateria chumbo ácido



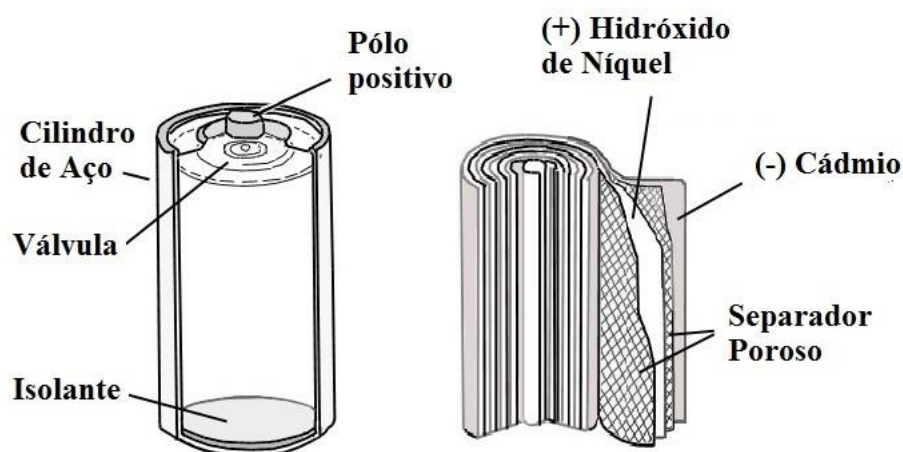
Fonte: Sistema de Tecnologia Aplicada, 2018

3.2.2 Bateria Níquel – Hidretos metálicos

Constantemente ganhando espaço no mercado as baterias de níquel hidretos metálicos “consistem no uso de hidrogênio absorvido em uma liga, na forma de hidreto metálico, como material ativo no eletrodo negativo, ao invés de cádmio utilizado nas baterias de níquel-cádmio” (AMBRÓSIO; TICIANELLI, 2001, p. 243)

esse tipo de bateria é muito utilizada nos aparelhos eletroeletrônicos e por seu desempenho e maior vida útil é também utilizada em veículos elétricos (figura 4).

Figura 4: Bateria Níquel: Hidretos metálicos

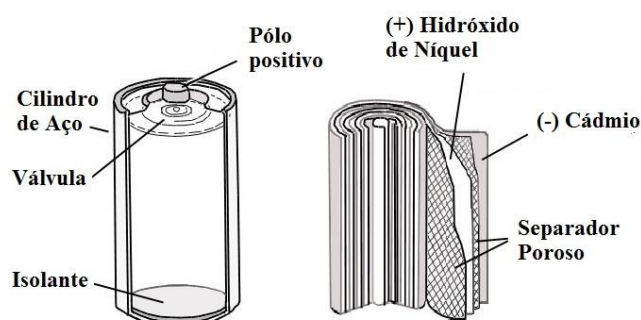


Fonte: Sistema de Tecnologia Aplicada, 2018

3.2.3 Baterias de níquel-cádmio

Classificada como bateria secundária, as baterias de níquel cádmio são utilizadas em sistemas que necessitam de alta potência apresentam correntes elétricas altas, praticamente mantem seu potencial constante e conseguem trabalhar a baixas temperaturas (figura 5). Sua vida útil é longa, mas o custo de sua produção é maior do que da bateria de chumbo-ácido e causa maior impacto no ambiente. Por isso estudos já estão sendo feitos para que ela possa ser substituída por outra bateria de outro componente (BOCCHI, *et. al.* 2000).

Figura 5: Baterias de níquel-cádmio

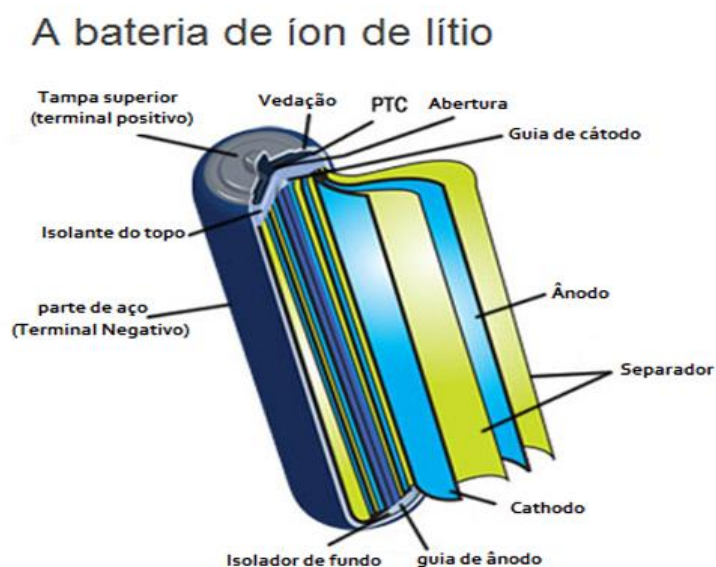


Fonte: Sistema de Tecnologia Aplicada, 2018

3.2.4 Baterias de íon de lítio

As baterias de Lítio são largamente utilizadas em diversos aparelhos eletrônicos, uma vez que oferecem muitas vantagens. Por serem altamente reativas elas conseguem armazenar uma quantidade alta de energia em um tamanho pequeno, compacto e leve, o que em outros tipos de baterias para armazenar uma mesma quantidade de energia que a de lítio armazena, teriam que ter o dobro do tamanho (ARANHA, 2018).

Figura 6: Bateria de Íon de Lítio



Fonte: Blog das Baterias, 2018

3.3 A modificação de sistemas mecânicos e aerodinâmicos visando ter melhor funcionamento de todo projeto

3.3.1 Estrutura do veículo

A carroceria dos modernos veículos elétricos é projetada utilizando-se estrutura de ligas especiais de alumínio duro que tem grande resistência mecânica e um peso muito baixo, sendo as partes externas normalmente feitas de plástico injetado. Todo o sistema de suspensão é dimensionado para serem bem simples e bem leve, com a resistência adequada para o tamanho do veículo a ser implementado.

Todos os pontos que contribuem para o aumento do desempenho e a redução de energia são estudados criteriosamente. É importantíssima também a

aerodinâmica do veículo, sua influência é significativa apenas para velocidades médias para altas, aumentando a influência quanto mais rápida for à velocidade. Com base para fazer comparação um Ford modelo “A” fabricado em 1930 tinha um coeficiente de arrasto na ordem de 0,83; que é necessário para calcular a eficiência, os veículos de passageiros da década de sessenta possuíam este coeficiente na ordem de 0,60, os veículos esportivos da época alcançavam valores na faixa de 0,25. Atualmente os modernos veículos de passeio com formato mais desenvolvidos já estão próximo à casa de 0,20 (SANTOS, 2015).

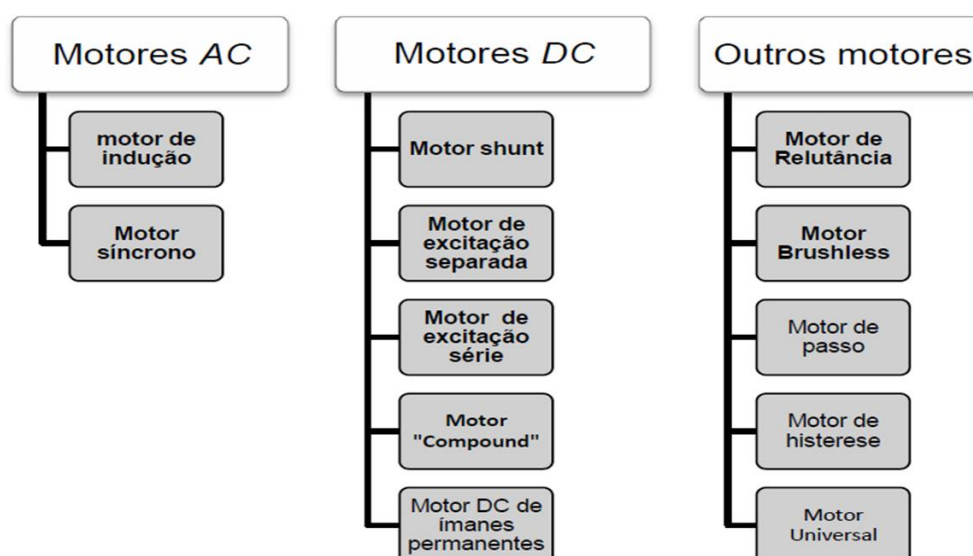
3.3.2 Sistemas de propulsão e suas tecnologias

Diversos fatores devem ser considerados para a adoção de um sistema de potência para um veículo elétrico dentre eles os principais são:

O tipo de motor a ser utilizado (Figura 7); o tipo e quantidade de caixas de transmissão; o tipo de conversor, o controlador e os valores de máxima corrente e voltagem; o motor em relação à velocidade e ao torque e a relação entre o eixo do motor e do veículo.

O sistema de controle trabalha de forma a enviar sinais ao conversor, que é ampliado por um amplificador que comanda os dispositivos de potência do conversor, cuja função principal é transferir e regular, com alta eficiência a energia para a principal fonte de energia (FILHO, 2004).

Figura 7: Diferentes tipos de motores elétricos



Fonte: Sampaio, 2012

3.4 Tipo de motores

3.4.1 Motores de corrente alternada

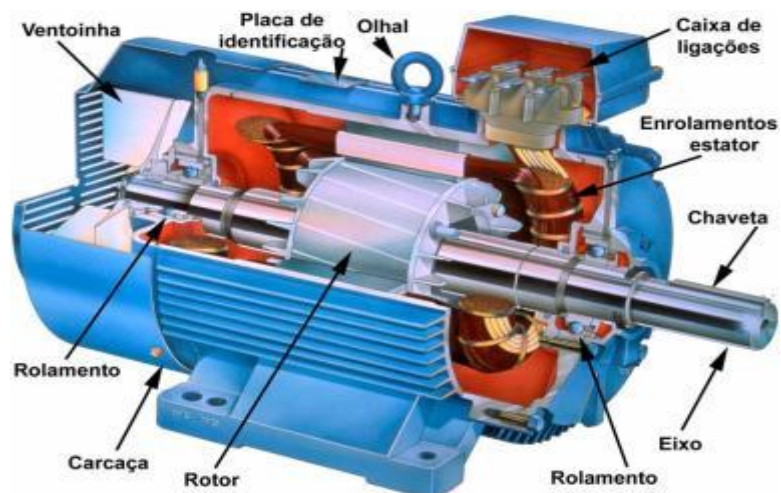
Os motores de corrente alternada são mais utilizados uma vez que são mais fáceis de serem construídos, por possuírem uma manutenção simples e a sua vida útil é mais longa. Os tipos de motores de corrente alternada são: os motores assíncronos ou de indução e os motores síncronos (SAMPAIO, 2012).

Os motores de indução ou assíncronos são mais utilizados em atividades industriais, principalmente nas empresas que envolvem a geração de energia elétrica. Basicamente os motores de indução funcionam com efeito magnético fazendo com que a energia elétrica se transforme em energia mecânica pela indução, determinada a direção pelos polos magnéticos, estes sendo induzidos constantemente pela energização das bobinas (SENAI, 1997).

São considerados muito simples a estrutura e o funcionamento dos motores de indução, são constituídos por um rotor que é a parte móvel do motor e um estator, a parte fixa do mesmo que basicamente funcionam de forma simultânea, e entre essas duas estruturas consiste em um espaço chamado de entreferro (figura 8). O rotor e o estator são fabricados por finas chapas de aço magnéticas, muito bem tratadas e produzidas a fim de reduzir as perdas do campo magnético. O estator é fixo na carcaça do motor e tem como função principal conduzir a energia e transforma-la em elétrica. Já o rotor é fabricado com uma estrutura girante em torno de seu próprio eixo a fim de produzir o movimento de rotação e energia (IFSP, s/d).

Entre o eixo comum entre o rotor e o estator são montadas um enrolamento trifásico onde permite a passagem do fluxo magnético que por sua vez forma circuitos simétricos interligados, o resultado é uma interação de forma triângulo ou estrela, que são duas formas diferentes de ligação desses motores (SENAI, 1997).

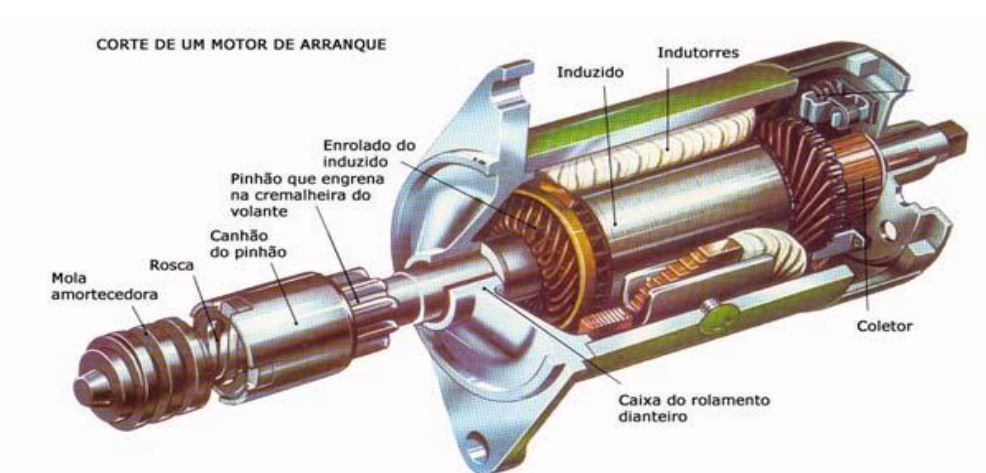
Figura 8: Motor de indução



Fonte: Portal do Eletricista, 2018

Normalmente nos motores síncronos existem dois tipos de alimentação, o rotor alimentado em corrente contínua e o estator alimentado em corrente alternada proveniente de uma outra fonte de energia, para que o eixo chegue na velocidade síncrona normalmente é instalado uma espécie de dínamo no motor para excitar o rotor e fazer com que ele saia da inércia e alcance a velocidade, normalmente esse agente auxiliar que induz o rotor é um motor tipo gaiola, muito utilizados no meio elétrico (figura 9). Assim como no motor de indução polifásico, a circulação de corrente no enrolamento distribuído do estator produz um fluxo magnético com polaridade alternada norte e sul que movimenta em torno do entre ferro trabalhando em uma velocidade diretamente proporcional a frequência vinda da fonte e inversamente proporcional ao número de pares de polos do enrolamento (Sampaio, 2012).

Figura 9: Motor síncrono



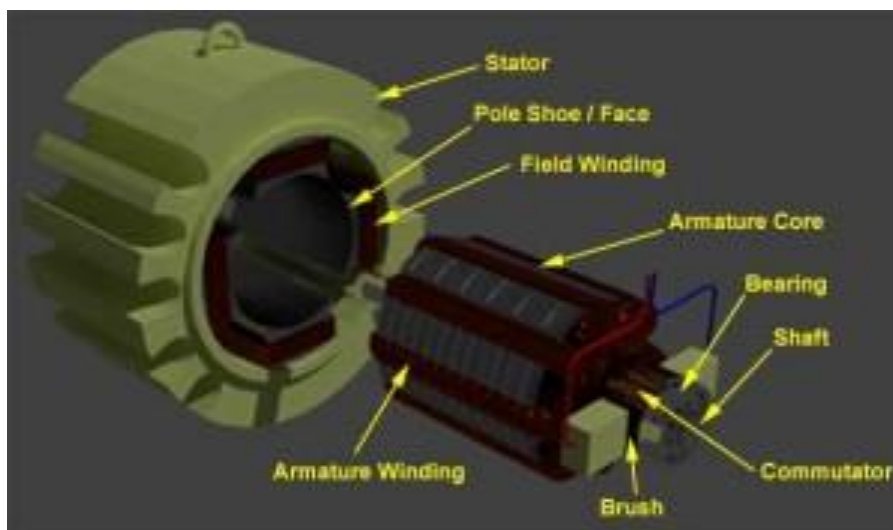
Fonte: Dicas em eletricidade, 2018

3.4.2 Motores de Corrente Contínua

Um motor CC tem a função de gerar um esforço para que a rotação ou torque produza rotação mecânica. Eles podem ser divididos em 5 tipos, mas serão abordados os mais utilizados que são o motor shunt e o motor de excitação em série.

No motor de shunt seu enrolamento de campo é ligado paralelamente ao da armadura e a intensidade do campo é independente da corrente da armadura. Este tipo de motor é muito utilizado em sistema de controle de velocidade na configuração de excitação independente (figura 10).

Figura 10: Motor Shunt cc



Fonte: Motion Control Tips (2018)

Já o motor de excitação em série o enrolamento de excitação é colocado em série com o enrolamento do induzido.

3.4.3 Outros motores

Existem outros tipos de motores que são largamente utilizados, dentre eles serão citados o motor de relutância e o motor de passo.

O motor de relutância (figura 11) “é produzido pela tendência da sua parte móvel deslocar-se para a posição em que a indutância do enrolamento de excitação é maximizada. O movimento pode ser de translação ou de rotação, e o rotor pode

estar localizado na parte interna ou externa da máquina” (FERRAZ, 2002, p. 3). Mesmo sendo antigo tem crescido sua utilização nas últimas décadas.

Figura 11: Motor de relutância

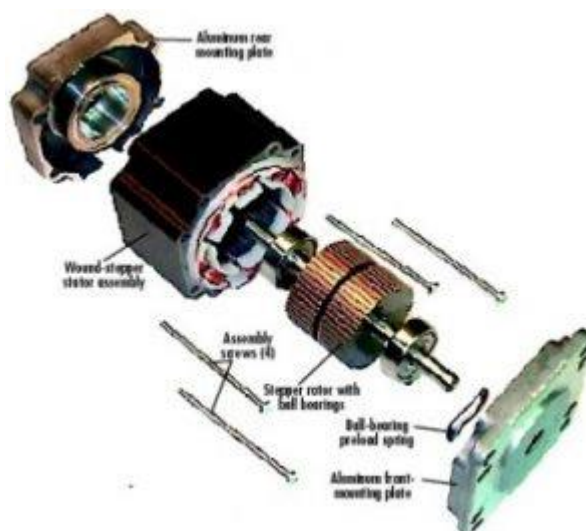


Fonte: Manutenção e Suprimentos, 2018

O motor de passo (figura 12) Segundo Ferraz (2002, p. 5)

é um motor elétrico que converte sinais elétricos digitais de entrada em movimentos mecânicos discretos do eixo, isto é, para cada pulso de comando o rotor executa um deslocamento angular fixo, denominado ângulo de passo, que é determinado pelas características construtivas do motor e pelo modo de excitação dos seus enrolamentos de estator. (FERRAZ, 2002, p. 5)

Figura 12: Motor de passo



Fonte: Kalatec Automação, 2018

3.5 Projeto Base

Em 2011 um grupo de estudantes de engenharia de Londrina ligados a Universidade Federal do Paraná, tiveram a ideia de modificar um fusca para satisfazer um sonho de seu dono. Deram o nome para o projeto de Thomas. A ideia

teve origem na década de 1980 quando Yamazaki um então empresário teve o desejo de adaptar um motor elétrico em seu carro. Na data ele cursava o curso de engenharia elétrica e optou por apresentar esse trabalho como conclusão de curso no último ano de faculdade.

Pela praticidade, durabilidade e afeto do veículo concluiu o projeto em um prazo de aproximadamente sete meses, seu motor original de 1600 cilindradas, refrigerado a ar foi retirado e aposentado e colocado no lugar um motor de corrente alternada de 15 cavalos de potência nominal que era movido por 25 baterias de chumbo ácido. Estas baterias não têm a autonomia que muitas outras teriam como por exemplos as baterias de lítio e as eletroquímicas, porém aumentaria o custo do projeto e não atenderia o principal objetivo de deixa-lo com baixo custo.

O veículo consegue alcançar 60 km/h e mantém essa velocidade em cerca de uma hora de autonomia. É um valor considerado eficiente para pessoas que utilizam seu veículo dentro de cidades para, por exemplo, ir de casa para o trabalho. Seus criadores calcularam o custo de sete centavos em média por quilômetro rodado, sem dizer a vantagem de não poluir e não fazer barulho.

O fusca também foi uma das primeiras inspirações dos carros esportivos, um exemplo disso é o esportivo Porsche 911, que foi sendo atualizados através das décadas e continua sendo vendido e objeto de desejo de muitos apaixonados. (PERGURIER, 2011).

4 DESENVOLVIMENTO

Apesar de ser conhecido como o futuro dos transportes terrestres, ainda existe muitas dúvidas sobre esse tipo de carro. É chamado de modelo elétrico todo carro que funciona com eletricidade, mas existem duas categorias principais: o carro 100% elétrico e os modelos híbridos que contam também com um motor a combustão que pode ser utilizado caso a eletricidade acabe.

Quando o carro é de recarregar na tomada, é chamado de plugin e ele pode ser tanto 100% elétrico quanto híbrido, no caso dos híbridos, ele é carregado também pela energia do motor a combustão mesmo que ele não seja de carregar na tomada. Os 100% elétricos são recarregados em uma tomada comum de 220 volts.

O tempo para recarregar um carro elétrico em uma tomada convencional gira em torno de 8 horas, se carregado em uma wallbox (Posto de Carregamento Doméstico) o tempo estimado para carga total é de 4 horas.

A autonomia da bateria uma vez estando com carga completa, permite que o motorista rode até 160 km no modo de direção econômica, ou seja, certas ações como o uso do ar condicionado, utilizar muito o acelerador dentre outras, fará variar a autonomia da bateria.

Dirigir um carro elétrico possui algumas diferenças perceptíveis ao motorista, como uma melhor resposta do acelerador e na frenagem, não possui barulho que o motor a combustão possui e nem vibrações.

4.1 Como converter um fusca para elétrico

Os veículos elétricos proporcionam diversos benefícios ao motorista, a população e ao meio ambiente, mas adquiri-los ainda é muito caro, principalmente no Brasil. Por isso será mostrado aqui como é possível converter um Fusca em um veículo elétrico.

4.1.1 Instalação do motor elétrico

Como mencionado anteriormente, a grande maioria dos automóveis que são projetados para a conversão utilizam motores *CC* (*corrente contínua*), pois a fase de controle é mais eficaz e mais fácil de ser realizada, logo, mais barata, conseguindo

atingir uma excelente potência com um controlador simples de ser programado. Nesta conversão em questão adotou-se o motor *DC (corrente contínua)* tendo em vista que o custo da conversão é um fator muito relevante.

Após retirar o motor à combustão é necessário instalar o motor elétrico, um conjunto de baterias que terão a função de armazenar a energia que será utilizada pelo motor. O motor terá a função principal de fazer com que o veículo tenha torque e velocidade para poder se deslocar entre diferentes pontos de uma cidade ou rodovia, tirando assim o veículo da inércia.

O motor escolhido é um “*Etek MT*”, fabricado nos Estados Unidos com uma potência nominal de 20 CV, funciona com uma tensão de 12 a 48 volts e tem dimensões de 8 pol. de comprimento por 6 pol. de largura sendo assim um motor pequeno e, no entanto, robusto.

Tabela 6: Características do motor utilizado:

Rpm por volt	72
Rotações por minuto	3500
Com 48 volts	Chega a 20 CV de potência
Com 96 volts	Chega até 29 CV de potência
Eficiência	94%

Fonte: Autor da pesquisa (2018)

Figura 13: Motor Etek MT



Fonte: Motenergy, 2018

4.1.2 Baterias

Dentre as diversas baterias existentes no mercado, para este projeto em questão foram escolhidas as baterias de Lítio Ferro Fosfato (LiFePO) que é fornecida pela empresa *Winston*. Esta é uma das baterias existentes no mercado atual com tecnologias mais avançadas, juntamente com a durabilidade e segurança das baterias de níquel Cádmio (NiCa) e das baterias de Polímero de Lítio que apresentam melhor leveza e capacidade de armazenamento, apresenta ainda uma relação entre qualidade e preço muito apreciável.

Tabela 7: Características da bateria da Winston (LiFePo)

Capacidade Nominal	100 Ah	
Tensão de operação	Carga	4.0 V
	Descarga	2,8 V
Corrente de Carga máxima	$\leq 3C$ A	
Corrente de descarga máxima	Constante	$\leq 3C$ A
	Impulso	$\leq 20C$ A
Carga/Descarga Padrão	$\leq 0,5C$ A	
Ciclo de vida	(80DOD%)	≥ 3000
	(70DOD%)	≥ 5000
Temperatura de operação	Carga	- 45°C - 85°C
	Descarga	- 45°C - 85°C
Auto Descarga	$\leq 3\%$ ao mês	
Peso	3,5 kg \pm 100g	

Fonte: Sampaio (2012)

Podemos evidenciar e retirar da tabela de características que ela tem uma longevidade muito melhor do que outras baterias citadas, ela chega a realizar mais de 5000 ciclos de carga e descarga com profundidades de descarga de até 70% e 3000 ciclos com uma profundidade de 80% de descarga, é também reduzido o valor de auto descarga, cerca de apenas 3% ao mês. As baterias vêm com a classificação C que se refere a capacidade da mesma em Ah (amper hora). Para este caso específico a bateria é de 100 Ah, e apresenta uma corrente de carga e descarga máxima de 300 A contínuo.

Iremos necessitar de 45 baterias para chegar à tensão desejada de 144 V, pois cada bateria tem a tensão nominal de 3,2 V e 100 Ah de capacidade, e o motor necessita de até 96 V de tensão nominal. Com isso teremos uma energia de 14,4 kWh.

Para fazer uma previsão da autonomia do veículo e supondo que a condução é pouco agressiva, geralmente atribui-se um consumo de 130 Wh/km a esta tipologia de carro específico.

Com todas as 45 baterias totalmente carregada, chega-se a uma energia de 14,4kWh, sendo que o veículo gasta em média 130 Wh/km, conclui-se que o veículo terá uma autonomia de cerca de 110 km. Cada bateria tem um peso de 3,4kg, com isso no total as 45 baterias terão um peso de 153 Kg. Sendo esse peso distribuído entre os compartimentos dianteiro e traseiro, o carro fica com um peso bem equilibrado.

Figura 14: Bateria Winston (LiFePo).



Fonte: Littrade, 2018

4.1.3 Conversor DC/DC

É necessário para alimentação de todos os equipamentos auxiliares do veículo um conversor que alimenta todos eles com uma tensão de 12 V. Quando se carrega diretamente as baterias do carro com 12 V através das baterias de tração a bordo do carro, elimina-se assim a necessidade de utilizar um alternador. Uma das vantagens principais do conversor é que eles são compactos e de baixo custo, sendo um equipamento que deve ser instalado em lugar seco, onde não possa ser

possível a entrada de água e que circule bem o ar, pois este equipamento tem que ser bem ventilado.

Figura 15: Conversor de Tensão



Fonte: So automotivo, 2018

Este equipamento tem a função principal de converter as tensões de 127 - 370 para uma tensão de saída de 24 – 48 volts e fornece 53 A de corrente máxima.

O veículo utilizado para conversão não possui freios ABS, nem direção hidráulica, como tal não precisa de uma bomba de direção hidráulica nem de uma bomba de vácuo. Estes equipamentos, se necessários, são alimentados a 12 V o que reforçaria a necessidade deste equipamento.

4.1.4 Controlador

Um dos equipamentos essenciais para a conversão de um automóvel elétrico se chama controlador e é responsável por fazer a interligação de energia que sai das baterias e que entra no motor elétrico fazendo um controle da tensão e corrente dos mesmos. Foi utilizado nesse projeto o controlador Soliton Jr de 200 HP e 150 kW.

O controlador opera com uma tensão de 9 a 340 volts e pode chegar a 600 amperes de corrente de pico. É um excelente equipamento para trabalhar em conversões de automóveis, pois tem uma rápida programação, simples de configurar e programar, tem um peso consideravelmente leve, serem de fácil configuração através de um computador com ligação à internet e porta *ethernet*, é uma excelente solução para veículos com peso inferior a 1200kg.

As características do controlador devem, em qualquer conversão, ser generosas e a sua potência tem que ser superior à do motor, caso contrário podem ocorrer avarias prematuras. O controlador utilizado nesta conversão (Soliton Jr – Evnetics), tem mais capacidade que a necessária para esta conversão, apesar de encarecer o investimento, dá segurança a instalação, garantindo que nem a capacidade das baterias nem do motor são subaproveitadas, e caso no futuro se pretenda aumentar o desempenho do veículo, este controlador tem capacidade para isso.

4.2 Carregador de Baterias

O carregador de baterias é o equipamento a bordo responsável por fazer a ligação entre a rede elétrica e o veículo com o objetivo de carregar o pacote de baterias. Geralmente a carga das baterias é efetuada em elevadas correntes quando estas estão completamente descarregadas e a baixa corrente quando a bateria está quase carregada. O Carregador escolhido para esta conversão é um *POW* de 144V/16A. Como as baterias têm uma capacidade de 100Ah e este equipamento carrega a 16Ah, conclui-se que a carga estará completa ao fim de 6 horas e 15 minutos.

O equipamento será instalado na traseira do veículo junto às baterias.

4.2.1 Instalador do carregador e da entrada de alimentação

O processo de recarregar a bateria de um carro elétrico irá demandar a instalação de uma tomada juntamente com uma entrada de alimentação que servirá para conectar fonte de energia à bateria que será recarregada.

4.2.2 Instalação dos contadores, relês, controlador de velocidade e cooler

Esses dispositivos são de extrema importância, pois fazem com que o sistema elétrico de propulsão do carro funcione.

O contador permite que a corrente elétrica seja modulada garantindo que a intensidade de energia que o motor irá receber seja a adequada. O relê faz com que o carro adquira energia para partida do carro, como se fosse um interruptor. O controlador de velocidade permite que o carro tenha a sua velocidade modulada garantindo a segurança. E o cooler que, em qualquer sistema, mantém seus dispositivos resfriados evitando dessa maneira um superaquecimento.

4.2.3 Instalação do acelerador elétrico

Um carro elétrico dispensa embreagem porque a potência do motor é transmitida diretamente a ele e é necessário um acelerador elétrico para comandar a aceleração do veículo.

4.2.4 Conexão de todos os componentes

Após instalar todos os dispositivos, é necessário fazer as conexões com os cabos para que o motor possa funcionar. Se tudo estiver ligado da maneira correta, o Fusca já estará pronto para uso.

4.3 Etapas para conversão de um carro de motor a combustão para elétrico

Figura 16: Escolha da bateria



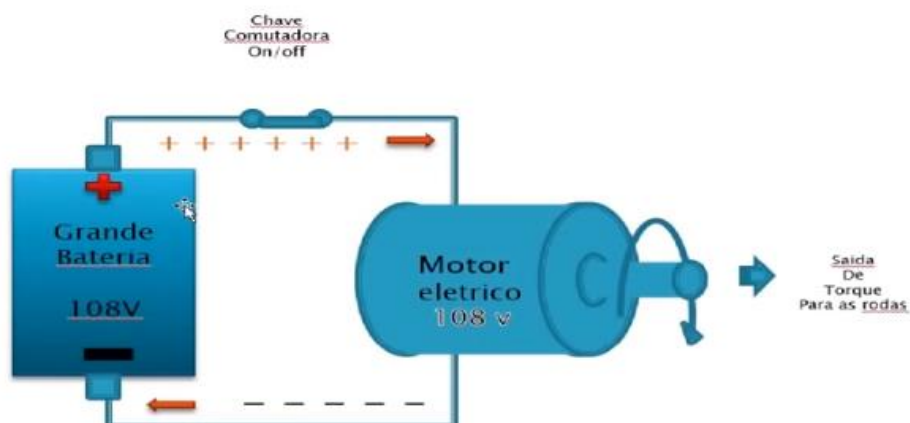
Fonte: youtube,(2018)

Após a escolha das baterias que serão utilizadas e todos os equipamentos como motor conversor e controlador inicia-se a montagem desses componentes no veículo. Já executada a parte de remover as partes mecânicas como motor à combustão, caixa de marchas e tanque de combustível, inicia-se a montagem da parte elétrica. O primeiro passo é fazer uma estrutura para que o motor elétrico tenha uma base para se fixar no chassi do veículo. Nesse projeto em questão o motor utilizado é pequeno e robusto por tanto os componentes para fixá-lo, não necessita de tanto desenvolvimento, são apenas usados chapas de ferro ou aço e coxins de borrachas para que ele fique bem apoiado no chassi.

Logo após a instalação perfeita do motor elétrico no chassi do carro é estipulado um local onde as baterias iram ser acomodadas de forma a dar estabilidade ao veículo e facilidade na montagem dos condutores elétricos onde iram

passar toda a energia para alimentar o motor, que por sua vez irá ter um torque estipulado e enviado para as rodas do veículo. Um componente muito importante entre a bateria e o motor que deve ser dimensionada corretamente e bem instalada é a chave comutadora ou chave geral, que quando acionada abre e fecha o circuito elétrico a fim de ter uma segurança em todos os equipamentos elétricos a fim de protegê-los se houver uma pane ou um curto no sistema.

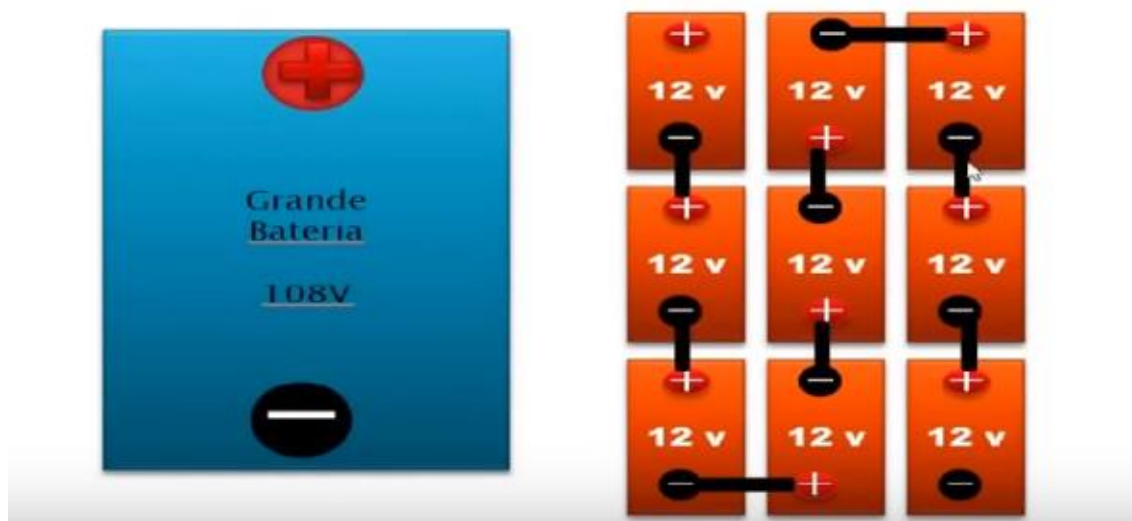
Figura 17: Conectar bateria e motor



Fonte: youtube,(2018)

Após a escolha de onde serão acomodadas as baterias se faz um estudo de quantas iram ser instaladas e como será ligada uma a outra, podendo ser ligadas em série ou em paralelo. Nesse projeto do fusca foi escolhido serem ligas em série, onde as baterias mantem a corrente de trabalho e somam a tensão enviada ao motor, de forma a fazer com que ele alcance os 96 volts, ou seja, a tensão máxima de trabalho do motor escolhido “*Etek MT*”. Como mencionado anteriormente nesse trabalho serão instaladas 45 baterias de 3,4 kg cada uma e sendo assim terão que serem distribuídas igualmente nas partes dianteiras e traseiras do veículo, a fim de, manter o peso em cada um dos eixos proporcionalmente iguais, de forma a não sobrecarregar nenhum deles.

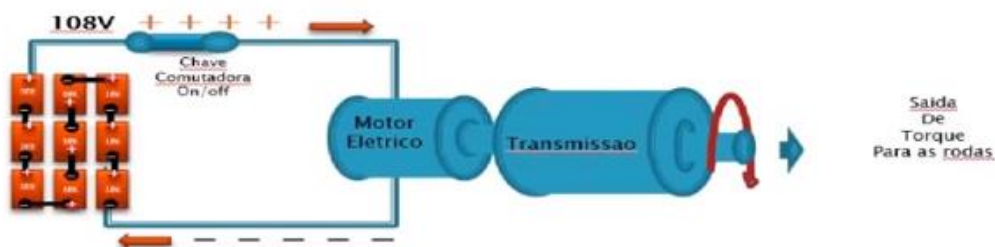
Figura 18: Instalação das baterias



Fonte: youtube,(2018)

O próximo passo em questão é a escolha e instalação da transmissão ou caixa de marchas, que por sua vez terá a função de aumentar o torque e a velocidade do veículo fazendo as alterações entre as engrenagens do cambio, possibilitando assim que o motor elétrico mantenha uma potência nominal no seu eixo dentro dos parâmetros calculados pelo fabricante e não forçando o motor a fazer força excessiva e consumindo muito mais energia. No caso do fusca sua transmissão tem o formato e características muito fáceis de serem adaptadas ao motor elétrico, por conta disso nesse projeto se fez a escolha de se utilizar a mesma transmissão original do carro como demonstrada ilustrativamente pela figura 19.

Figura 19: Instalação da transmissão

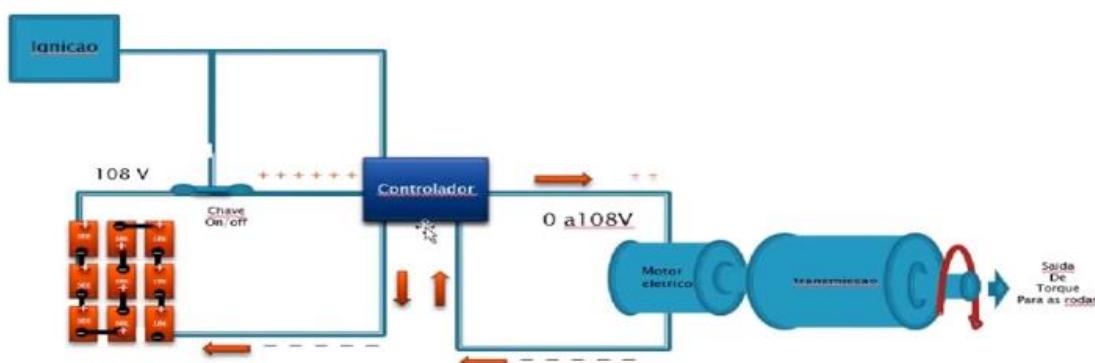


Fonte: youtube,(2018)

Voltando a parte elétrica do veículo é vez de ser instalado o controlador escolhido, ele será implementado logo após a chave comutadora, entre as baterias e motor mencionados anteriormente e terá a função primordial de controlar como o próprio nome já diz, a corrente e a tensão que sai das baterias e chegam até o motor

a fim de poder regular a velocidade e o torque que chega até as rodas do carro, esse controlador será constantemente utilizado pelo proprietário do veículo ou quem for dirigir o mesmo de forma direta ou indireta. Outro componente importante é a ignição que nesse caso será aproveitada a do próprio veículo e tem como função principal ligar todos os equipamentos elétricos inclusive o motor. A ignição é o ponto onde é inserida a chave do veículo e onde o motorista da partida no motor nos carros convencionais e que terá a mesma função no caso do fusca elétrico.

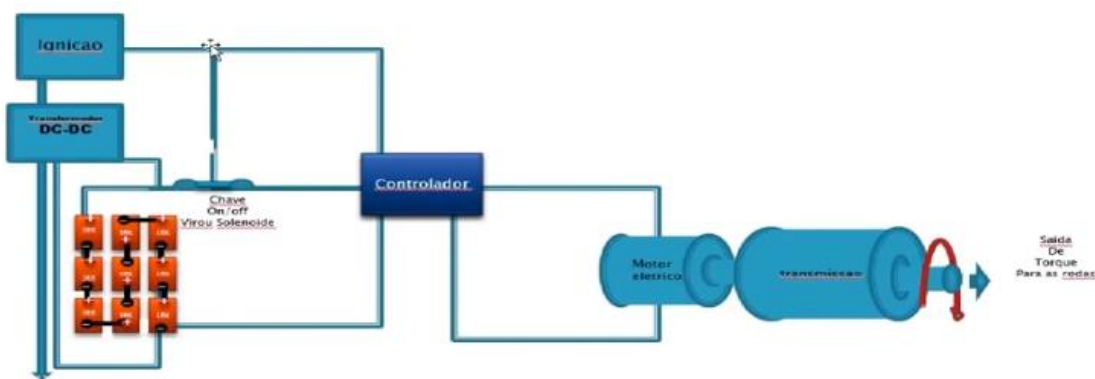
Figura 20: Instalação do controlador



Fonte: youtube,(2018)

Logo após será colocado o conversor DC/DC que têm a função principal nesse veículo de manter a tensão de 12 volts nos outros equipamentos auxiliares como ignição, controlador, luzes, som entre outros equipamentos utilizados nesse projeto. Nesse caso será utilizado um conversor da ITEC Inversores® que é um produto muito conhecido e utilizado nos seguimentos automotivos.

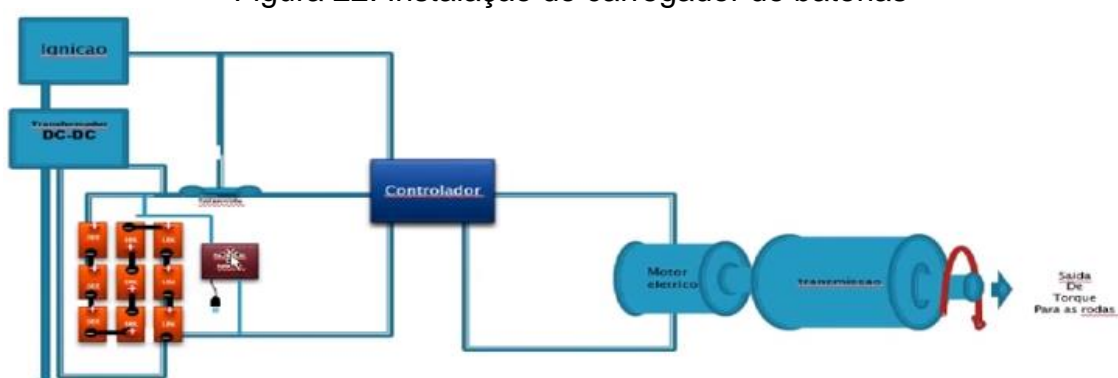
Figura 21: Instalação conversor DC/DC



Fonte: youtube,(2018)

Instalaremos também um equipamento chamado de carregador de baterias, com a função de facilitar o carregamento das baterias por uma fonte externa. Este equipamento é composto por uma placa eletroeletrônica com circuitos dimensionados e calculados no seu interior a fim de recarregar as baterias de uma forma eficiente e com duração de recarga mínima, constituído por um cabo externo de três pontas para que todos os pontos de recarga sejam compatíveis com o carregador.

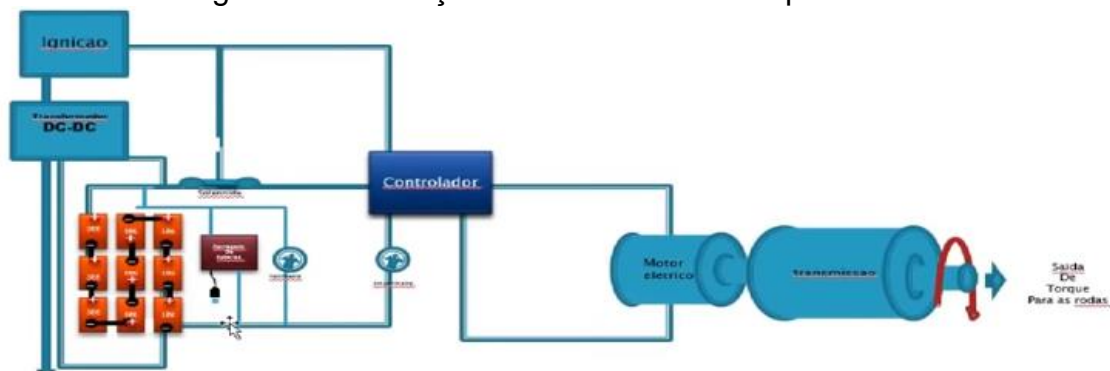
Figura 22: Instalação do carregador de baterias



Fonte: youtube, (2018)

Dois equipamentos de suma importância a ser instalados no sistema é o voltímetro e o amperímetro, que devem ser ligados em paralelo com o trecho do circuito do qual se deseja obter a tensão elétrica e têm a função de mensurar os valores de corrente e tensão por todo o sistema e enviar esses valores até o painel de instrumentos do veículo de forma com que o motorista tenha toda leitura do que está acontecendo com os equipamentos elétricos em geral enquanto dirige o veículo pelas ruas e avenidas de sua cidade ou região.

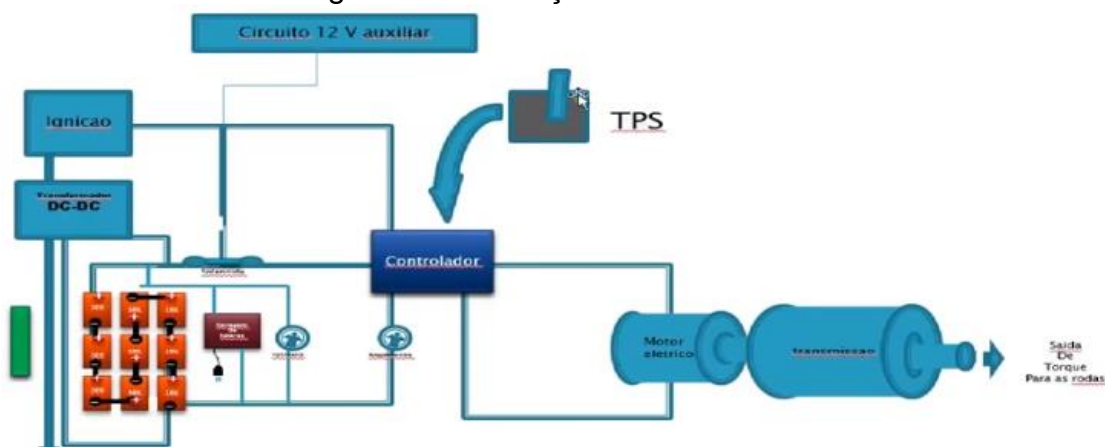
Figura 23: Instalação do voltímetro e o amperímetro



Fonte: youtube, (2018)

Também será instalado no sistema um TPS (Sistemas de processamento de transações) para enviar comandos ao controlador, ou seja, é o equipamento que será constantemente utilizado pelo motorista, é o TPS que envia todos os comandos para o controlador como, por exemplo, acelerar ou diminuir a velocidade do motor e será instalada também uma bateria de 12 volts a base de lítio para alimentar os sistemas de alarme e demais processos do veículo.

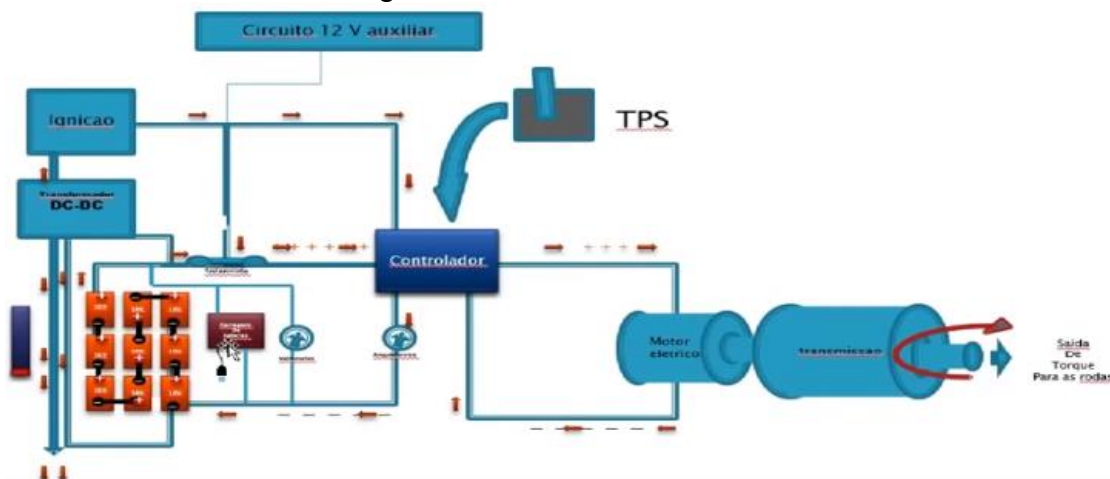
Figura 24: Instalação do sistema TPS



Fonte: youtube,(2018)

A figura 25 demonstra quando o motorista aciona o TPS ao pisar no acelerador imediatamente o controlador permite que a energia que está no sistema chegue até o motor e transmissão para que o carro possa movimentar com maior velocidade e da mesma forma inversamente quando o motorista retira o pé do acelerador o veículo diminui de velocidade por chegar uma quantidade menor de elétrons até o motor.

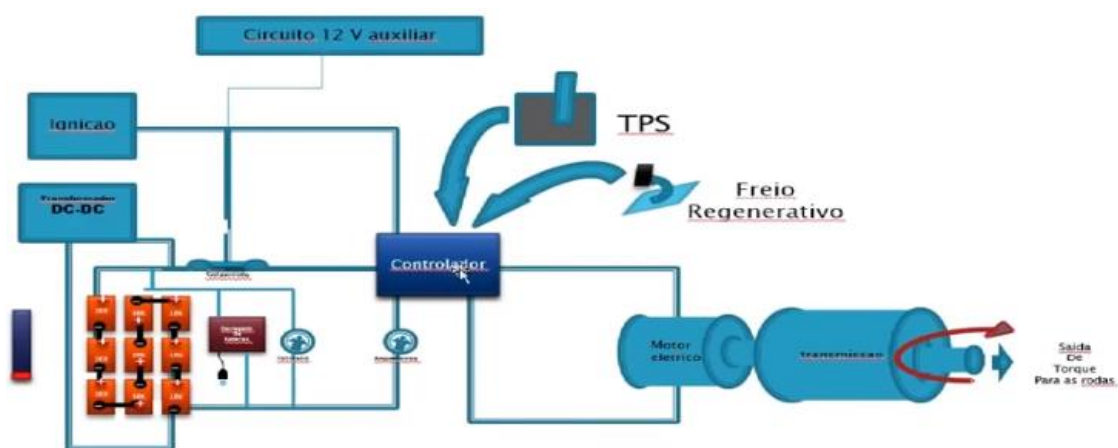
Figura 25: Motor e transmissão



Fonte: youtube,(2018)

Coloca-se também um freio regenerativo que tem a função de fazer com que o motor vire um gerador e recarregue as baterias em uma decida ou lombada que necessite que o motorista que esteja dirigindo o veículo pise no freio, esse equipamento é encontrado facilmente em lojas de equipamentos elétricos, a fim de tornar o veículo ainda mais viável e ambientalmente correto.

Figura 26: Instalação de freio regenerativo



Fonte: youtube,(2018)

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Todos os objetivos deste trabalho foram cumpridos com êxito. Explorou-se o modelo de veículo a ser modificado, analisaram-se as suas configurações e principais características que poderiam ser modificadas, realizou a coleta de dados de motores elétricos e sistemas de controle e armazenamento de energia, mais compactos e com maior eficiência, onde foi possível compreender e caracterizar todos os passos de uma conversão, tipos de equipamentos a utilizar e a sua distribuição uniforme e correta dentro do veículo.

Da forma ao qual foi analisado ao longo de todo o trabalho existe um grande número de possibilidades de equipamentos a utilizar, e cabe a cada pessoa que se dispor a converter determinado veículo, escolher os equipamentos que melhor se adequam e que dão melhor resposta aos objetivos da conversão e ao desempenho pretendido. O critério de maior relevância do projeto em questão foi o custo benefício de se fazer a conversão do VW Fusca, uma relíquia nas cidades brasileiras, que com base nas peças e equipamentos utilizados, custou aproximadamente R\$38.400,00 no ano de 2018.

Todos os equipamentos estudados e mencionados ao longo do trabalho foram devidamente pensados e planejados para tal fim, contudo é de suma importância que na escolha dos equipamentos mais importantes como baterias, controlador e motor, convém ter uma atenção e um cuidado especial, pois além de serem as peças mais importantes do veículo representam cerca de 70% do valor do investimento, convém que estes estejam corretamente dimensionados para funcionar em conjunto e garantir que as suas capacidades não sejam subaproveitadas. É inútil fazer o mal dimensionamento e conter em um mesmo projeto um motor de elevada potência, mas que o controlador e as baterias não tenham a capacidade de alimentá-lo.

No critério técnico, todos os objetivos mencionados para a conversão foram alcançados com clareza. Pretendia-se que o veículo tivesse uma autonomia de 150 km utilizando uma só recarga, capacidade de aceleração e velocidade média de 80 km/h. Com os equipamentos utilizados atinge-se uma autonomia de 200 km, velocidade média de 88 km/h, chegando a uma velocidade máxima de 160 km/h

superando assim o pretendido. As baterias foram muito bem distribuídas nas partes dianteira e traseira do veículo, mantendo os pesos entre eixos equilibrados.

No critério econômico, concretizou-se a conversão dentro do limite esperado para o projeto de R\$ 38.400,00 no ano de 2018 e com os estudos realizados, o investimento é amortizado ao fim de 10 anos, tendo em vista consumo de R\$ 160 mensais para um veículo que percorra 380 km por mês. Com esta conversão conseguiu-se reduzir os gastos com a utilização do veículo de R\$ 57,48/100 km para R\$ 5,16/100 km.

Globalmente existe uma grande diversidade de equipamentos e tecnologias passíveis de serem utilizadas nas conversões, e que todos eles trazem uma melhor dirigibilidade ao veículo um maior conforto e uma ótima economia para o proprietário, e possuindo uma característica muito importante de ser um veículo eco sustentável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, M. I. S. **Fontes de energias alternativas e os desafios para a cadeia produtiva automotiva**. 2011. 104f. Dissertação (Mestrado em Ciências Econômicas). Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Sociais Aplicadas. Curitiba. 2011.

AMARAL, E. G. **Veículo elétrico com sistema energético híbrido: Célula de combustível/baterias eletroquímicas**. 1998. 148f. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica). Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação. Campinas. 1998.

AMBROSIO, R. C; TICIANELLI, E. A. **Baterias de níquel-hidreto metálico, uma alternativa para as baterias de níquel-cádmio**. Rev. Quim. Nova, v. 24, n. 2, 243-246, 2001.

BAITELO, R. L. **Modelagem completa e análise dos recursos energéticos do lado da demanda para o PIR**. 2006. 195f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica). Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. São Paulo. 2006.

BICALHO, R. **A maldição do petróleo e o boom do preço nos anos 2000**. Disponível em: <<https://jornalggn.com.br/blog/ronaldo-bicalho/a-maldicao-do-petroleo-e-o-boom-do-preco-nos-anos-2000>> Acesso em: 11 de dez de 2018.

BOCCHI, N; FERRACIN, L. C; BIAGGIO, S. R. **Pilhas e baterias: Funcionamento e impacto ambiental**. Rev. Química Nova na Escola. v.11., n. 11, maio. 2000.

BURATTINI, M. P. T. C. **Energia uma abordagem multidisciplinar**. 1 Ed. Editora Livraria da Física. São Paulo. 2008.

CARDOSO, A. R. **Possibilidades da internacionalização da tecnologia flex-fuel brasileira**. 2008. 30f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Relações Internacionais). Universidade do Vale do Itajaí. Centro de Educação São José. Santa Catarina. 2008.

CARVALHO, E. G. **Inovação tecnológica na indústria automobilística: características e evolução recente**. Rev. Economia e Sociedade, Campinas, v. 17, n. 3, p. 429-461, dez. 2008

FERRAZ, C. A. M. D. **Contribuição ao estudo do motor síncrono de relutância com gaiola**. 2002. 148f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica). Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Elétrica. Campinas, 2002.

Instituto Federal de São Paulo. **Relatório de motor elétrico**. Disponível em: <<https://www.passeidireto.com/arquivo/57651727/11-relatorio-de-eltrica-motor>> Acesso em: 10 de dez de 2018.

JURBERG, R. F. **A evolução da indústria petrolífera mundial e os impactos no comércio internacional de petróleo do século XXI após o início da exploração**

de fontes não convencionais pelos Estados Unidos. 2016. 86f. Monografia (Bacharelado em Economia). Universidade Federal do Rio de Janeiro. Instituto de Economia. Rio de Janeiro, 2016.

MACHADO, F. F. **Análises das políticas públicas para a inclusão dos automóveis elétricos no Brasil.** 2015. 130f. Dissertação (Mestrado em Ciências) Universidade Federal de São Paulo. Instituto de Energia e Meio Ambiente. São Paulo. 2015.

MACHADO, J. **Comercialização proibida por terceiros.** 2003.

MARTINS, C. N. **Condicionantes da difusão do carro elétrico no Brasil: Análises dos fatores institucionais, econômicos e técnicos.** 2015. 224f. Tese (Doutorado em Políticas Públicas, Estratégias e Desenvolvimento). Universidade Federal do Rio de Janeiro. Instituto de Economia. Rio de Janeiro. 2015.

ORRICO, M. V. M. **Procedimento para seleção de motor e bateria para veículo elétrico.** 2014. 113f. Trabalho de Graduação (Bacharelado em Engenharia de Controle e Automação) Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia. Brasília. 2014.

PALMER, R. V. **Estudo da sulfatação durante a formação de placas positivas empastadas de bateria de chumbo-ácido.** 2008. 108f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciências dos Materiais). Universidade Federal do Paraná. Setor de Tecnologia. Curitiba. 2008.

PEGURIER Eduardo, **Jornalismo Ambiental**, (2011).

PENA, R. F. A. **Recursos naturais estratégicos.** Disponível em: <<https://alunosonline.uol.com.br/geografia/recursos-naturais-estrategicos.html>> Acesso em: 11 de dez de 2018.

PINTO FILHO, R. R. **Concepção, projeto e otimização de uma estrutura para aplicação em veículo de uso misto.** 2004. 187 f. Dissertação (Mestrado em Engenharias) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2004.

REZENDE, D. A. **Engenharia de software e sistemas de informação.** 3 Ed. Brasport, 2005.

SAMPAIO, N. M. A. **Estudo da viabilidade técnica e econômica da conversão para veículo elétrico.** 2012. 130f. Dissertação (Mestre em Engenharia Eletrotécnica: Sistemas Elétricos de Energia). Instituto Superior de Engenharia do Porto. Porto. 2012.

SANTOS, A. L. **Estudo da modificação superficial de fibras de carbono por meio de tratamentos a plasma para o aumento da adesão na interface de compósitos fibra de carbono/PPS.** 2015. 155f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica). Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá. Guaratinguetá. 2015.

SANTOS, F. A. C. M; SANTOS, F. M. S. M. **Células de combustível.** Disponível em: <<http://www.ipv.pt/millenium/Millenium29/21.pdf>> Acesso em: 11 de dez de 2018.

SENAI. **Equipamentos e Sistemas elétricos.** Disponível em: <<http://www.abraman.org.br/arquivos/25/25.pdf>> Acesso em: 10 de dez de 2018.

SILVA, R. G. **Dimensionamento e levantamento de custos de fontes energéticas, considerando os recursos hídricos para uso em sistemas de bombeamento.** 2014. 230f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) Universidade Federal de Uberlândia. Faculdade de Engenharia Mecânica. Uberlândia. 2014.

TOLMASQUIM, M. T; GUERREIRO, A; GORINI, R. **Matriz energética brasileira: uma prospectiva.** Rev. Novos Estudos, São Paulo, n. 79, p. 47-69, Nov. 2007.

VELLOSO, J. P. R. **Estratégia de Implantação do Carro Elétrico no Brasil versão preliminar.** In. Fórum Na Crise, Brasil, Desenvolvimento de uma Sociedade Ativa e Moderna (Sociedade do Diálogo, da Tolerância, da Negociação), “Programa Nacional de Direitos Humanos”. E Novos Temas. Rio de Janeiro 2009.

VONBUN, C. **Impactos ambientais e econômicos dos veículos elétricos e híbridos plug-in: Uma revisão da literatura.** Rev. Cadernos do Centro de Ciências Sociais. v.8, n 2, p.45-63. Rio de Janeiro, 2015.