

CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIFACVEST

CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

DANIEL BEAZI DE ANDRADE

**O DESTAQUE DOS CARROS ELÉTRICOS E SEU
FUNCIONAMENTO**

LAGES

2018

DANIEL BEAZI DE ANDRADE

**O DESTAQUE DOS CARROS ELÉTRICOS E SEU
FUNCIONAMENTO**

Pré-projeto de conclusão de curso
apresentado ao Centro Universitário
UNIFACVEST, como parte dos requisitos
para obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Elétrica

Orientadora Prof. Dra Franciéli Lima de Sá

LAGES

2018

Monografia apresentada ao Centro Universitário Facvest – UNIFACVEST, como requisito necessário para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Daniel Beazi de Andrade
NOME DO ALUNO

O Destaque dos Carros Elétricos
e seu Funcionamento
TÍTULO DO TRABALHO

BANCA EXAMINADORA:

Francieli Lima de Sá, Dra.
Titulação e nome do Orientador(a)

Edilson Furtado
Titulação e nome do Avaliador (a).

Msc Silvio Moraes de Oliveira
Titulação e nome do Avaliador (a).

Francieli Lima de Sá, Dra.
Coordenador (a) Prof. (a). Titulação e nome da Coordenador (a).

Lages, 12 de dezembro de 2018.

RESUMO

O DESTAQUE DOS CARROS ELÉTRICOS E SEU FUNCIONAMENTO

Daniel Beazi De Andrade
Franciéli Lima De Sá

Atualmente torna-se necessário o investimento em fontes alternativas de energia múltiplos setores. No setor automotivo o uso do veículo elétrico em larga escala, ao comparar-lhe ao carro convencional (à combustão), traria benefícios ambientais efetivos a longo prazo. Como a redução da energia elétrica consumida pelos veículos elétricos for gerada a partir de fontes renováveis, traz a vantagem não agredir nosso meio além de prorrogar o tempo de vida útil das energias não renováveis. O estudo apresenta um breve histórico em relação aos veículos elétricos, sobre o impacto dos carros elétricos no Brasil e as possibilidades de aumento deste mercado. O estudo também faz referência a imensa poluição nos grandes centros urbanos; posteriormente são ilustrados e descritos os modelos que se encontram no mercado. É feita uma breve comparação, baseado em carros populares dos dias atuais a combustão que são comercializados no Brasil, com os carros elétricos no comercio internacional. Em uma segunda parte do trabalho, serão estudados com base na revisão bibliográfica, o impacto dos veículos elétricos por uma hipótese de crescimento da frota segundo uma estimativa mundial e em função da matriz elétrica brasileira, os custos de operação deste veículo em comparação com os veículos tradicionais à combustão, a disponibilidade de matérias primas para a fabricação de baterias e os custos previstos para estas baterias e a apresentação de propostas e de cálculos para a melhoria do aumento de eficiência energética e autonomia de um veículo elétrico atual. Também serão apresentados os resultados dos testes de autonomia do veículo atual e do veículo proposto.

Palavras-chaves: veículo elétrico, fonte renovável, poluição e bateria.

ABSTRACT

THE HIGHLIGHTS OF ELECTRIC CARS AND THEIR OPERATION

Daniel Beazi De Andrade

Francielli Lima De Sá

Implementation makes it necessary to invest in alternative sources of energy. In the automotive market, the use of high-frequency trucks, the comparison of prices to conventional fuel (combustion), usage patterns are essential in the long term. As the reduction of the electric energy is conducted by the electric backers to generators from renewable sources, to bring an advantage not as which is their means besides extending the lifespan of the nonrenewable energies. The study presents a typical historical index to the electrical electrical, about the impact of the electrical electrical in Brazil and the possibilities of growth of market. The festival also makes reference to the immense pollution in the great urban centers; are presented and submitted to the models that are on the market. The event is based on popular videos of the present day, which are marketed in Brazil, with electric cars in international trade. In a second part of the paper, studies based on the literature review, the impact of electric vehicles on a hypothesis of fleet growth relative to the world and the function of the electric matrix, vehicle transmission costs compared to vehicles Fuel and Fuels: Fuel, Fuel, Fuel Fuel and Fuel Fuel Fuel and Support for Heart and Current Heart Rate. The results of the current and proposed vehicle resistance tests will also be presented.

Keywords: *electric vehicle, renewable source, pollution and battery.*

AGRADECIMENTO

Em primeira instancia gostaria de agradecer a Deus pela dádiva da vida, pelos vários momentos de minha vida em que pensei em desistir e o mesmo me fortaleceu.

Em segundo plano, gostaria de agradecer minha família, meus pais por ser quem sou hoje, meus irmãos pelos inúmeros conselhos, e aos demais familiares por sempre me apoiarem e acreditarem em meu potencial.

Também desejo através deste agradecer a meus amigos de Santo Augusto- RS, que independente da distância sempre se fizeram presentes e dispostos a me auxiliar no que fosse necessário.

Meus amigos de Lages-SC que nos últimos 5 anos serviram como uma família e refúgio quando eu necessitei. Cito principalmente os confrades da República W. que sempre se fizeram presentes quando necessário.

Menciono agradecimento especial também a minha namorada, Jaine Herdt, que esteve comigo nos últimos anos não deixando me abalar ou me afligir por qualquer que fosse o motivo.

Por fim, mas não menos importante, um agradecimento especial a todos os professores que de alguma forma ou outra sempre estiveram presentes em meu dia a dia, sempre dispostos a nos dar suporte e nunca medindo esforços para nos ensinar.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABS	Antiblockier-Bremssystem
BMS	Battery Management System
CA	Corrente alternada
CA	Corrente Alternada
CC	Corrente contínua
CC	Corrente Contínua
CELESC	Centrais Elétricas de Santa Catarina S.A
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CV	Cavalo-vapor
E-BIKE	Bicicleta Elétrica
EV	Electric Vehicle
GESEL	Grupo de Estudos do Setor Elétrico.
IEC	International Electrotechnical Commission
IGBT	Insulated Gate Bipolar Transistor
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia.
ISO 6469	Regulamenta os veículos rodoviários movidos a eletricidade - Especificações de segurança.
ISO	International Organization for Standardization
Km	Quilômetros
L	Litros
Li-Íon	Bateria de Lítio-Íon
MOBLE	Mobilidade Elétrica

MOSFET	Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor
NiCd	Bateria de Níquel-Cádmio
Pb	Chumbo
PWM	Pulse-Width Modulation
R\$	Reais
V	Volt
VE	Veículo Elétrico
W	Watt

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01. Veículo elétrico.....	22
FIGURA 02. Ford fusion hibrido.....	23
FIGURA 03. Volvo v60 hibrido plugavel.....	24
FIGURA 04. Esquema de funcionamento de um veículo elétrico.....	25
FIGURA 05. Motor de corrente continua com escovas.....	27
FIGURA 06. Motor de indução.....	28
FIGURA 07. Motor CA síncrono de relutância comutada.....	29
FIGURA 08. Motor de indução e seus componentes.....	31
FIGURA 09. Controladores Zilla e Evnetics.....	33
FIGURA 10. Bateria de Chumbo-Ácido.....	35
FIGURA 11. Baterias de Níquel-Cádmio.....	36
FIGURA 12. Banco de bateria de Li-Íon.....	39
FIGURA 13. Frenagem regenerativa.....	44
FIGURA 14. Postos de abastecimento a nivel internacional.....	45
FIGURA 15. Recarga de veículo por indução.....	46
FIGURA 16. Posto de recarga em Santa Catarina.....	47
FIGURA 17. Palio elétrico.....	52
FIGURA 18. Toyota Prius.....	53
FIGURA 19. Ford fusion hybrid.....	54
FIGURA 20. Renault ZOE.....	55
FIGURA 21. Chevrolet Bolt EV.....	55

TABELAS

TABELA 01. Comercialização dos veículos elétricos.....	18
TABELA 02. Matriz elétrica brasileira de 2018.....	21
TABELA 03. Comparativo de motores.....	30
TABELA 04. Baterias e suas aplicações.....	34
TABELA 05. Comparativo entre baterias.....	40
TABELA 06. Modelos de recarga no exterior.....	48

GRÁFICOS

GRÁFICO 01. Comercialização de veículos elétricos.....	19
GRÁFICO 02. Cálculo do custo benefício.....	58

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	14
1.1	JUSTIFICATIVA.....	14
1.2	OBJETIVO GERAL	15
1.3	OBJETIVO ESPECÍFICO	15
1.4	APLICAÇÕES	15
1.5	METODOLOGIA	15
2.	HISTÓRICO DOS CARROS ELÉTRICOS	17
2.1	A POLUIÇÃO NOS GRANDES CENTROS URBANOS E O DESTAQUE DOS VEÍCULOS ELÉTRICOS.....	19
2.2	CLASSIFICAÇÃO DOS VEICULOS QUE FUNCIONAM A BASE DE ENERGIA ELÉTRICA	21
2.2.1	VEICULOS ELÉTRICOS PUROS.....	21
2.2.2	VEÍCULOS ELÉTRICOS HÍBRIDOS.....	23
2.2.3	VEÍCULOS ELÉTRICOS HÍBRIDOS PLUGÁVEIS.....	24
3.	COMPONENTES DE UM VEICULO ELÉTRICO E SEU FUNCIONAMENTO	25
3.2	MOTORES ELÉTRICOS	26
3.2.1	MOTORES CC COM ESCOVAS	27
3.2.2	MOTORES DE INDUÇÃO.....	28
3.2.3	MOTOR CA SÍNCRONO DE RELUNTÂNCIA COMUTADA.....	29
3.2.4	MOTORES DE INDUÇÃO E SUAS VANTAGENS	30
3.3	ACIONAMENTOS DOS CONVERSORES	32
3.4	CLASSIFICAÇÃO DAS BATERIAS	33
3.4.1	BATERIAS DE CHUMBO-ÁCIDO.....	35
3.4.2	BATERIA DE NÍQUEL-CÁDMIO (NiCd).....	36
3.4.3	BATERIA DE ION DE LÍTIO	37
3.4.4	COMPARATIVO DAS BATERIAS	40
3.4	MODELO DE CARGA	40
3.6	FRENAGEM REGENERATIVA.....	43
3.5	PONTOS DE RECARCA NO EXTERIOR.....	44
3.7	PONTOS DE RECARGA EM SANTA CATARINA.....	46
3.7.1	MODELOS DE RECARCA NA EUROPA.....	47
3.7.2	MODELOS DE RECARCA NOS EUA	48
3.8	SEGURANÇA DOS VEICULOS ELÉTRICOS	49
4	OS CARROS ELÉTRICOS QUE SÃO COMERCIALIZADOS NO BRASIL	51

4.1 O PALIO ELÉTRICO	51
4.2 TOYOTA PRIUS	53
4.3 FORD FUSION HYBRID	53
4.4 RENAULT ZOE	54
4.5 CHEVROLET BOLT EV	55
4.7 COMPARATIVO FINANCEIRO ENTRE VEÍCULO ELÉTRICO E A COMBUSTÃO	56
5. CONCLUSÃO	58
REFERENCIAL TEÓRICO	59

1. INTRODUÇÃO

Nas grandes metrópoles do Brasil e do mundo, há uma grande dificuldade de se estabelecer uma de vida saudável, um dos principais motivos que acarretam esta falta de qualidade de vida, é a poluição causada pelo grande número de veículos que circulam nestas cidades. Além da falta de alternativas e de incentivos a demais métodos de deslocamento, o veículo a combustão acaba se tornando uma das únicas possibilidades para os que necessitam trafegar por longas distancias diariamente. (Joaquim Carlos Novais de Freitas,2012)

Os carros elétricos por sua vez, são veículos que estão com ênfase no mercado a anos, o Brasil no que diz respeito a esta tecnologia vem caminhando lentamente, vale ressaltar esse mercado é uma grande promessa para as futuras gerações. Tendo por base que a maioria dos veículos de hoje funcionam a base de petróleo, é de grande importância que energias e fontes alternativas sejam desenvolvidas. (Joaquim Carlos Novais de Freitas,2012)

Os carros elétricos são veículos que podem ou não depender do motor a combustão, sua autonomia lhe permite andar por horas sem efetuar a queima do CO², além de garantir uma praticidade e tecnologia muito maior do que os mercados que estão presentes em nosso dia a dia. (JOÃO GABRIEL VALENÇA MESSIAS, 2013)

Neste estudo, foram levantados dados em relação a poluição dos grandes centros, a partir deste ponto, efetua-se uma pesquisa sobre os carros elétricos e suas tecnologias, efetuando comparativos entre os componentes dos veículos e conjugando quais são os que são mais viáveis ao consumidor. (JOÃO GABRIEL VALENÇA MESSIAS, 2013)

1.1 JUSTIFICATIVA

Na mesma proporção que a humanidade vem crescendo, a necessidade por outras fontes de energia se faz, a energia elétrica no que diz respeito a preservação ambiental e energias renováveis sempre se destacou. Em função disso estão sendo criados e desenvolvidos outros métodos de suprir a necessidade das pessoas sem faze-las perderem seus benefícios assim como não poluir o meio onde se vive.

Os carros a combustão por sua vez carregam grande culpa da poluição do ar onde vivemos, além da outra parte da poluição que é efetuada por óleos e demais aditivos que muitas vezes são descartados incorretamente.

1.2 OBJETIVO GERAL

Agregar conhecimento sobre veículos elétricos, explicando basicamente como é o funcionamento de cada um dos principais componentes que compõe um carro elétrico.

1.3 OBJETIVO ESPECÍFICO

- a) Elencar as funcionalidades dos principais componentes de um carro elétrico;
- b) Apresentar o cálculo de custo benefício;
- c) Realizar uma análise dos modelos conhecidos no mercado internacional e modelos que estão em evolução no mercado brasileiro;
- d) Verificar a possibilidade de diminuir as resistências aos veículos elétricos.

1.4 APLICAÇÕES

Com este estudo, será perceptível a verificação de que os carros elétricos podem ser aplicados principalmente em grandes centros urbanos, pelo fato de os mesmos contarem com baixo consumo, e serem mais compactos que os veículos a combustão.

1.5 METODOLOGIA

O trabalho será dividido em partes, inicialmente um breve histórico em relação aos veículos elétricos, após será comentado sobre o impacto dos carros elétricos no Brasil e as possibilidades de aumento deste mercado. Outras características citadas, vão ser as situações atuais da imensa poluição nos grandes centros urbanos; posteriormente citárei-las os modelos que se encontram no mercado, bem como os que valores e funcionamentos de cada um dos mesmos. Uma breve comparação se baseando em carros populares dos

dias atuais a combustão que são comercializados no Brasil, a fim de compara-los a carros elétricos no comercio internacional.

Em uma segunda parte do trabalho, concentrada no capítulo 6, serão estudados com base na revisão bibliográfica, o impacto dos veículos elétricos por uma hipótese de crescimento da frota segundo uma estimativa mundial e em função da matriz elétrica brasileira, os custos de operação deste veículo em comparação com os veículos tradicionais à combustão, a disponibilidade de matérias primas para a fabricação de baterias e os custos previstos para estas baterias e a apresentação de propostas e de cálculos para a melhoria do aumento de eficiência energética e autonomia de um veículo elétrico atual. Também serão apresentados os resultados dos testes de autonomia do veículo atual e do veículo proposto.

2. HISTÓRICO DOS CARROS ELÉTRICOS

A necessidade por recursos energéticos marcou pontos significativos na história tecnológica, trazendo consigo preocupações e soluções que são estendidas até a presente momento. A competição pelas tecnologias fez com que o tempo de transição entre uma modernidade e outra fosse tão rápido que passa a provocar alterações na vida social, econômica, política e ambiental do mundo. (Marina Gabriela Sadith Perez Paredes, 2013)

O aumento diário com preocupação da saúde dos moradores das grandes cidades, surge a necessidade de reduzir a emissões de dióxido de carbono, além da evolução tecnológica dos meios de transporte bem como a transformação da energia elétrica em movimento tem crescido o interesse pelos meios de deslocamento a partir da energia elétrica nos últimos anos. Os veículos elétricos, que eram surgiram no início do século 20, foram fortemente devastados pela indústria petrolífera desapareceram na segunda década desse mesmo século. (Joaquim Carlos Novais de Freitas, 2012)

Passados alguns anos, surgiram alguns novos modelos a partir dos anos 1970 e 1980, mas não obtiveram sucesso comercial. Já em meados dos anos 1990 e no início do século 21, as tecnologias de armazenamento de eletricidade e a sua grande transformação em objetos de deslocamento foram fortemente desenvolvidas e melhoradas, trazendo novamente a possibilidade da viabilidade do veículo elétrico como meio de transporte para os grandes centros urbanos. (Letícia Alves Lima Zaneti, 2017)

O desenvolvimento do departamento automobilístico é conhecido como uma das principais movimentações financeiras do Brasil. Conforme disse Ethos (2016) o setor automobilístico influencia diretamente nos outros ramos da economia, sendo segundo maior negócio da indústria do aço, utilizando aproximadamente 15% da fabricação total do material, ficando atrás apenas da construção civil. (Letícia Alves Lima Zaneti, 2017)

Com início em 1985 o setor automobilístico tem ganhado grande destaque, em função de sua evolução, aonde a atividade nacional se moldou a um mercado mundial mais sólido. A partir do século XXI, a indústria automobilística, a qual já tinha alcançado um nível de rigidez e estrutura superior as demais. (Letícia Alves Lima Zaneti, 2017)

Por volta de 1828 começaram a surgir os primeiros carros, com o primeiro protótipo de motor elétrico, que depois começou a receber melhoramentos, foi quando surgiu a primeira carruagem, e após veículo a carga elétrica recarregável (1832-1881). Em 1886 correu um dos principais acontecimentos, primeiro carro com motor a combustão. Porém em 1890 nasce o primeiro veículo elétrico, mas, não obteve grande

repercussão, pelo fato do alto valor financeiro da época necessário para a aquisição. (Letícia Alves Lima Zaneti, 2017)

Então, em na época de 1890 a 1932 os veículos elétricos reduziram sua produção, devido ao desenvolvimento histórico e descoberta do mercado petrolífera e sua necessidade como combustíveis nos carros a motores. Mas, a maioria das invenções dos carros a combustão, iniciaram enormes dificuldades ambientais e na mesma época se inicia o período da crise mundial do petróleo nos anos 1960 a 1990. (Letícia Alves Lima Zaneti, 2017)

A partir da década de 90 as indústrias e montadoras de automóveis partiram para o desenvolvimento de novos veículos com formas alternativas de abastecimento. Então dos anos 91 a 2009 iniciaram as produções de veículos elétricos e híbridos. Os veículos elétricos tiveram grande destaque em países como e EUA, Japão e uma pequena parcela Holanda, Reino Unido e Canadá. Porém essa tecnologia só ganha nome no Brasil em meados de 2012, os carros acabam tendo pouca relevância no mercado em função do valor abusivo de fabricação e importação onde o negócio deste produto estar em crescente evolução. (Letícia Alves Lima Zaneti, 2017)

Nos últimos anos notamos evoluções com grande repercussão no que influenciam diretamente no desenvolvimento dos veículos elétricos. Em 2012, foram comercializados no mundo cerca de 100.000 veículos elétricos plug-in, ou seja, mais do que o dobro que foi comercializado em 2011. Segundo a visão da Agência Internacional de Energia, é estimado que até 2020 tenha em todo o mundo uma faixa em torno de 20 milhões de veículos leves elétricos em circulação, visando o comercio anual na média de 7 milhões, ou algo em torno de 10% de todo mercado de veículos, conforme a tabela 01 e o gráfico 01. (JOÃO GABRIEL VALENÇA MESSIAS, 2013)

TABELA 01. COMERCIALIZAÇÃO DE VEICULOS ELÉTRICOS

Ano	Comercialização dos veículos elétricos
2011	menos de 50.000
2012	100.000
2018	7.000.000
2020	20.000.000

(JOÃO GABRIEL VALENÇA MESSIAS, 2013)

Gráfico 01. Comercialização dos veículos elétricos



(JOÃO GABRIEL VALENÇA MESSIAS, 2013)

Outro item com grande influência foi a redução no custo de desenvolvimento das baterias. Essa diminuição foi na estipulada em 50% nos 3 anos anteriores, e conforme o Departamento de Energia Norte-Americano ainda vai demorar cerca de 3 ou 4 anos para estabilizar os preços dos veículos elétricos. Contando também com as evoluções tecnológicas em relação as recargas, as quais dão mais confiabilidade aos carros elétricos. (JOÃO GABRIEL VALENÇA MESSIAS, 2013)

Percebe-se na trajetória deste assunto, que a biografia dos carros elétricos foi marcada por situações de sucesso e momentos de desinteresse no decorrer dos anos. Vale comentar que o carro elétrico visa muita tecnologia e evolução, seu mercado é amplo e tem muito desenvolvimento para os próximos anos. Mas é uma das principais iniciativas para a redução da emissão de gases, além de impulsionar a sociedade a um mundo sustentável. (JOÃO GABRIEL VALENÇA MESSIAS, 2013)

2.1 A POLUIÇÃO NOS GRANDES CENTROS URBANOS E O DESTAQUE DOS VEÍCULOS ELÉTRICOS

A poluição nos grandes centros, eis que as primeiras preocupações com a bem-estar da sociedade em concepção ao ar tiveram início na era pré-cristã, esta preocupação já se instalou naquela época devido ao uso do carvão e da lenha como principal

combustível. Era notável nas comunidades da época que a qualidade do ar não era conforme desejável. No século XIII, a Inglaterra deu início há algumas atividades de controle de emissão de fumaça. (Joaquim Carlos Novais de Freitas,2012)

Logo após a revolução industrial e a explosão do automóvel como meio de transporte no decorrer do século XX, tivemos os percentuais de poluição como um problema grave. Possibilitando casos de mortes em decorrência da excessiva poluição, se teve relatados nos Estados Unidos e Europa. (Toshizaemom Noce, 2009)

Hoje em dia em com a situação do crescimento tecnológico e industrial, a poluição tem ultrapassado os limites aceitáveis pelo corpo humano para uma boa qualidade de vida. Desta forma, a necessidade em se reduzir o percentual de poluição nas grandes cidades tem feito com que a indústria e meio estudantil a tratar de soluções alternativas ao sistema de propulsão que seja baseado no motor não poluente, o qual funciona apenas com energias renováveis e não atinja o meio ambiente. (Letícia Alves Lima Zaneti, 2017)

A partir destas soluções alternativas podem ser citadas aquelas de tração puramente elétrica, onde se destacam os veículos elétricos e os veículos híbridos, que apresentam em comum a menor parcela de emissão de gases poluentes quando comparados a um veículo movimentado a combustão. Ressalta-se, que a emissão de poluentes, no caso dos veículos elétricos é praticamente nula. (Toshizaemom Noce, 2009)

Cita-se neste caso que a exposição a longa data aos percentuais atuais de poluição influencia.

“Alterações inflamatórias das vias aéreas em animais de experimentação e seres humanos, com prejuízo dos mecanismos de defesa dos pulmões contra microrganismos; Indução a danos do DNA (mutações) com favorecimento do surgimento de tumores pulmonares em humanos e animais; Caracterização, de forma sistemática, aumentos de morbidade (doenças) e mortalidade por eventos respiratórios e cardiovasculares, após um período desfavorável de inversão térmica com acúmulo de poluentes.” (Braga, 2002)

Na capital de São Paulo, mais de 90% da poluição atmosférica são derivadas de fontes móveis, ou seja, de carros e motos leves de passageiros, bem como transporte coletivo e de grandes veículos comerciais de transporte. A alteração nos veículos atuais em visão de seus motores a combustão por motores elétricos, indica que a energia poderia ser gerada a partir de fontes renováveis (hidrelétrica, solar, eólica, fotovoltaica etc.) ou mesmo que não provenha de fontes renováveis, (usinas termoeletricas), sendo que estas são geradas distantes dos grandes centros urbanos, visiona-se uma grande potência na redução de poluição dos grandes centros. (Toshizaemom Noce, 2009)

A partir da transformação de energia elétrica em energia mecânica para locomover o veículo, sendo que não resulta em emissões gasosas tóxicas próximas às grandes

metrópoles brasileiras. Incluindo isto ao fato de a energia elétrica no Brasil ser a grande maioria provinda de usinas hidroelétrica (conforme mostrado na tabela 02), gerando mínimas emissões gasosas que prejudicam ao meio ambiente e à qualidade de vida da humanidade, se comparada às outras fontes de energia. (Toshizaemom Noce, 2009)

TABELA 02. Matriz energética brasileira de 2016

Fonte de energia	Percentual 2018
Hidroelétrica	68,1%
Gás Natural	9,1%
Biomassa	8,2%
Solar e Eólica	5,4%
Carvão	4,2%
Nuclear	2,6%
Derivados Petróleo	2,4%

(Fonte: Empresa de Pesquisa Energética, 2016)

2.2 CLASSIFICAÇÃO DOS VEÍCULOS QUE FUNCIONAM A BASE DE ENERGIA ELÉTRICA

Aumenta a cada dia a preocupação com as formas alternativas de combustíveis para veículos traz destaque para os veículos movidos com eletricidade. O Código de Trânsito Brasileiro faz a classificação dos veículos em relação à “tração” eles podem ser classificados em: automotor, elétrico, propulsão humana, tração animal e reboque.

Nessa classificação percebemos que a lei diferencia, nessa classificação, o “automotor” do “elétrico”, como que dois conceitos distintos. Com base nisso, cita-se abaixo os principais tipos de veículos elétricos, que estão disponíveis no mercado com suas características e diferenciações.

2.2.1 VEÍCULOS ELÉTRICOS PUROS

O emprego de carros elétricos a bateria tem fascinado cada vez mais seus consumidores, assim como montadoras, isso ocorre por causa de grandes investimentos governamentais e modernidades significativas nos últimos anos em metodologias ligadas a baterias, também se nota a perceptível eficiência, baixa poluição e emissão de CO2 garantidas por esses veículos. (Letícia Alves Lima Zaneti, 2017)

O veículo elétrico como é conhecido, é um modelo de veículo elétrico na qual a energia necessária para o desempenho do seu motor elétrico é proveniente da energia

química armazenada nas baterias recarregáveis que são instaladas no próprio veículo. A recarga das baterias é efetuada através da rede elétrica ou também pode ocorrer de outra fonte de energia elétrica externa ao veículo. A ABVE ressalta o grande potencial financeira de energia e de diminuição de emissões que o veículo elétrico a bateria possibilita. (Letícia Alves Lima Zaneti, 2017)

No momento que não utilizam extensores de autonomia, a emissão desses carros é consequentemente zero. Compreendendo-se que 80% da energia elétrica gerada no Brasil é de origem hídrica (hidrelétricas), a diminuição de emissões totais, que abrange desde a etapa inicial que é a geração da energia elétrica até a etapa final que é o uso da energia no veículo, é muito significativa em comparação com o veículo a combustão. (Letícia Alves Lima Zaneti, 2017)

Os VE em sua grande parte são compostos de baterias de Íon-Lítio, a qual possui uma eficiência de cerca de 95%, todavia a energia total armazenada não dá a garantia de uma autonomia muito longa, seu período de funcionamento dura em média cerca de 4 a 12 horas, logo é imprescindível que tenha uma rede com pontos de recarga com uma boa estrutura para suprir as necessidades dos motoristas dar a possibilidade do funcionamento dos VEs. (Letícia Alves Lima Zaneti, 2017)

Vale ressaltar que os veículos elétricos conforme ilustrado na Figura 01, só utilizam energia elétrica, tanto no motor, quanto no acionamento dos sistemas auxiliares do veículo (como iluminação, computador de bordo, sensores, ar condicionado, dentre outros). (Adan Lucio Pereira, 2018)

FIGURA 01. VEÍCULO ELÉTRICO



(FONTE: Rodrigues, Alzira- Editora Onze, 2018)

2.2.2 VEÍCULOS ELÉTRICOS HÍBRIDOS

O veículo elétrico híbrido, usufruí de um motor elétrico que é alimentado por um gerador e por uma bateria, ambos instalados no carro. A conjugação como híbrido é ocorre pelo fato de o carro possuir ao menos um motor elétrico e um motor de combustão, que pode ser abastecido por algum tipo de combustível líquido, como álcool, gasolina ou diesel, e/ou por algum modelo de combustível gasoso, como o gás natural. O motor a combustão desse veículo e o gerador de eletricidade dão suporte o motor elétrico abastecendo-o além de serem capazes de recarregar a bateria. Esta categoria assim como os EVs possibilita que o veículo usufrua da frenagem regenerativa. (Letícia Alves Lima Zaneti, 2017)

Os VEHs são classificados em dois modelos, o primeiro é do veículo em série, que em sua configuração permite que as rodas sejam acionadas apenas pelo motor elétrico. Já na configuração em paralelo, o motor a combustão também funciona como acionador das rodas do veículo paralelamente ao motor elétrico. A ABVE confirma que as economias de combustível variam entre 10 a 50% no comparativo entre veículo equivalente que possua somente o motor de combustão. Além do que, a mesma entidade comenta que tem possibilidade de reduzir as emissões de dióxido de carbono (CO₂) em até 50%. (Letícia Alves Lima Zaneti, 2017)

FIGURA 02. FORD FUSION HÍBRIDO



FONTE: REVISTA CARRO, 2018

No Brasil já temos exemplos de modelos com essa classificação, entre os demais o que se destaca é o FORD FUSION 2.0 TITANIUM 16V HÍBRIDO AUTOMÁTICO, conforme apresentado na figura 02. Os carros desta categoria já estão disponíveis no mercado brasileiro. Sua intenção é reduzir o gasto de gasolina usufruindo apenas do motor

elétrico quando possível, se por acaso o condutor exigir mais torque que a que o motor elétrico pode fornecer, os dois trabalham em sincronismo, e por fim se for uma grande subida, ou necessidade de mais torque o motor mecânico trabalha sozinho deixando o elétrico em stand-by (modo de espera). (Adan Lucio Pereira, 2018) (Letícia Alves Lima Zaneti, 2017)

2.2.3 VEÍCULOS ELÉTRICOS HÍBRIDOS PLUGÁVEIS

Carros elétricos sempre tiveram muita tecnologia aplicada, porém com grandes avanços nos últimos anos nota-se o grande potencial de redução de emissão dióxido de carbono, em relação aos híbridos do tipo Plug-in, estudos apontam que nos EUA, ao efetuar uma substituição de carros movidos a combustão e adotar carros dessa categoria, seria possível uma diminuição de cerca de 52% na importação de petróleo. (Adan Lucio Pereira, 2018)

Carros elétricos dessa categoria é composto pela combinação de motor de combustão com uma bateria de grande capacidade, a qual pode ser recarregada na rede elétrica, além de que vale ressaltar que este modelo de veículo se difere do veículo elétrico híbrido por possuir, além da recarga regenerativa da bateria por frenagem, a possibilidade de ser recarregado na rede elétrica tradicional, pode-se dizer de uma maneira geral que ele combina o funcionamento de um veículo elétrico híbrido convencional com o elétrico a bateria, conforme ilustrado na figura 03. (Adan Lucio Pereira, 2018)

FIGURA 03. VOLVO V60 HÍBRIDO PLUGAVEL



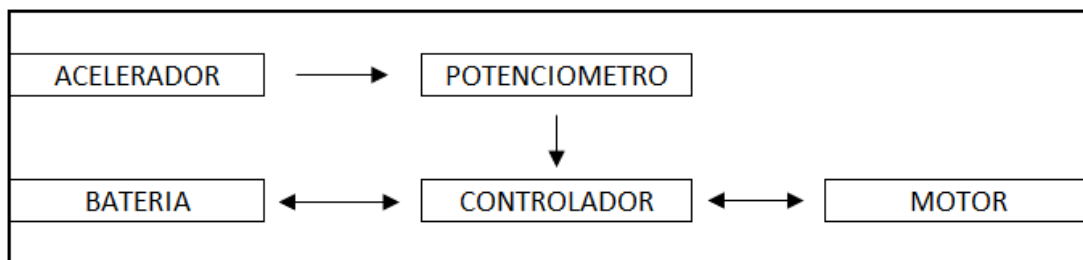
FONTE: AUTO ESPORTE- G1, GLOBO DE COMUNICAÇÕES, 2011

3. COMPONENTES DE UM VEÍCULO ELÉTRICO E SEU FUNCIONAMENTO

Nosso principal objetivo neste trabalho, é demonstrar a funcionalidade do veículo elétrico, uma vez que o mesmo é o que mais tem influência em relação ao nosso futuro, e com maior probabilidade de se desenvolver de agora em diante.

O modo de funcionamento do veículo elétrico conforme mencionado anteriormente, é composto por um modelo de multímetro, que atua sobre um controlador, responsável entre fazer os trametes de contato entre o motor e a bateria. Além disso o controlador do motor é o aparelho que regula parâmetros como a velocidade, a aceleração e em alguns casos pela travagem regenerativa dos veículos elétricos. Ainda para nos circuitos de potência e controle, como se simplifica através Figura 04.

FIGURA 4. ESQUEMA DE FUNCIONAMENTO DE UM VEÍCULO ELÉTRICO



FONTE: JOAQUIM CARLOS NOVAIS DE FREITAS,2012

Apesar de simples, o esquema nos faz compreender com mais facilidade como é a composição dos carros elétricos quais os caminhos percorridos por cada componente. Nos automóveis elétricos compostos por um motor CC, os controladores sempre foram muito simples, conforme já mencionado, utilizam potenciômetro, onde sua resistência aumentava ou diminuía de acordo com a posição do pedal do acelerador. As resistências dos potenciômetros também controlavam o fluxo de corrente entre o motor e o banco de baterias, fazendo assim com que tivesse controle total sobre a velocidade do carro. Estes controladores tinham pouco rendimento por causa do efeito de joule nas resistências. (Marco Aurélio da Silva, 2018)

3.2 MOTORES ELÉTRICOS

Os motores elétricos são máquinas que foram criadas com o propósito de transformar energia elétrica em energia mecânica. Nos dias atuais, a maioria dos equipamentos que percebemos em nosso dia a dia, são equipamentos que não produzem energia, eles apenas as transformam. (Margarida Figueiredo, 2012)

Segundo Lavoisier: “Na natureza nada se perde, nada se cria, tudo se transforma”. (Margarida Figueiredo, 2012)

Isto é, não temos a autonomia de criar a energia do nada, o que podemos é criar ela através de alguma outra energia que já exista, assim como podemos transformar uma energia em outra, mas para isso se faz necessário um ponto inicial de partida. Podemos citar os exemplos básicos e residenciais no caso um espremedor de frutas, ou uma máquina de cortar grama, estes pegam a energia elétrica e convertem para a mecânica. (Marco Aurélio da Silva, 2018)

Ainda notamos que nos dias atuais é uma necessidade a conservação da camada de ozônio, devemos poupar a mesma de gases poluentes, logo os motores elétricos são visivelmente superiores aos mecânicos. Com isto surge a possibilidade de implanta-los nos carros elétricos, com a finalidade de otimizar a energia sem agredir ao meio ambiente. (Marco Aurélio da Silva, 2018)

Gases poluentes que são liberados pelos veículos, chaminés de fabricas, trem a vapor e demais situações de poluição, possuem uma imensa parcela de culpa em relação a camada de ozônio, uma vez que a queima do oxigênio resulta em emissões de dióxido de carbono (CO²). (Marco Aurélio da Silva, 2018)

A funcionalidade dos motores elétricos é baseada nos princípios do eletromagnetismo, mediante os quais, condutores mapeados em um campo magnético e são introduzidos por carga elétrica, fazendo com que os mesmos correspondam a uma energia mecânica, conhecida como o torque. (Marco Aurélio da Silva, 2018)

Atualmente contamos com uma imensa variedade de motores elétricos, onde os principais são os de corrente alternada e corrente continua. Os motores de corrente continua são mais caros, pelo fato de necessitarem um dispositivo a especifico para alternar a corrente de alternada para corrente continua, conhecido como retificador ou conversor. (Marco Aurélio da Silva, 2018)

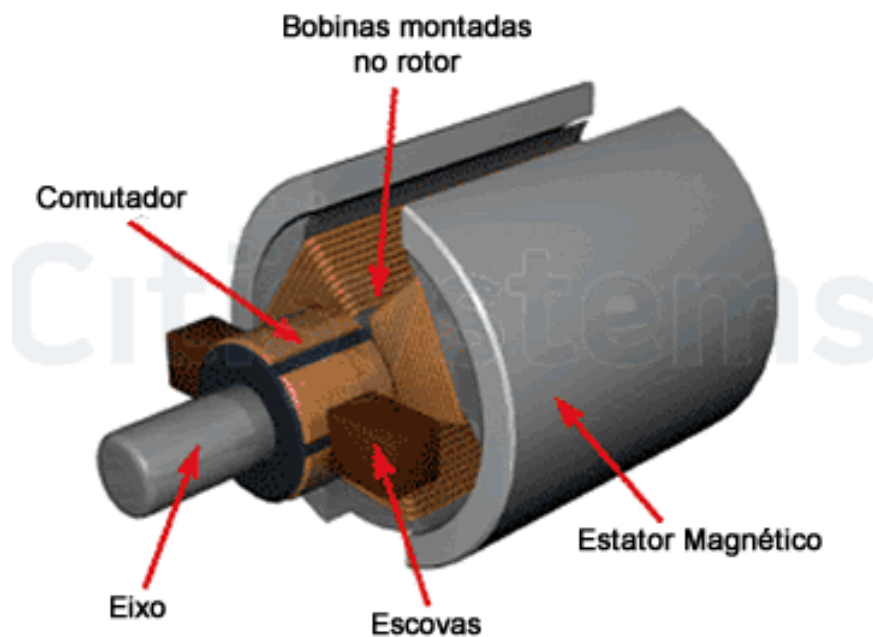
Cita-se nos seguintes tópicos os comparativos entre os principais motores elétricos do mercado, incluindo suas características específicas, bem como pontos positivos e negativos.

3.2.1 MOTORES CC COM ESCOVAS

De modo geral, os motores de corrente contínua são bem-conceituados pelo fato de os mesmos trabalharem a potência constante, ou seja, os mesmos conseguem operar full time (tempo todo) em velocidade constante. O motor geralmente é monofásico CC, mas isso não impede que o mesmo seja projetado para funcionar com corrente alternada (por isso, também é conhecido como modelo de motor universal). Porém esse motor trabalhando em corrente alternada não alcança a mesma performance que com corrente contínua, ele tem mais perdas reduz a força eletromotriz e a velocidade. (Joaquim Carlos Novais de Freitas,2012)

Este modelo de motor, conforme ilustrado na Figura 05, apresenta as vantagens de ampla oscilação de velocidade e um controle fácil. Esses motores têm menor rendimento e são mais caros que os motores de indução, para além disso necessitam de manutenção (mudança de escovas e limpeza de coletores). (Joaquim Carlos Novais de Freitas,2012)

FIGURA 05. MOTOR DE CORRENTE CONTINUA COM ESCOVAS



FONTE: CITISYSTEMS AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL, 2018

3.2.2 MOTORES DE INDUÇÃO

O motor de corrente alternada assíncrono de indução trabalha com um campo magnético girante, criado através de uma tensão alternada a qual pode ser trifásica ou monofásica, e aplicando essa tensão nos enrolamentos do estator. O campo magnético do rotor alinha-se com o campo magnético do estator, sendo induzida uma força eletromotriz que gera o movimento girante do rotor. A velocidade de rotação do rotor, tem um pequeno atraso em comparação ao campo magnético girante, isso ocorre em função da carga que está sendo aplicada no motor, logo a designação de motor assíncrono. Esse pequeno atraso, também conhecido de deslizamento, quanto maior for a carga, maior será esse atraso. Um maior deslizamento também se pode ser descrito no aumento das perdas (no rotor por efeito de joule), o que resultará em um menor rendimento do motor. Percebe-se que Figura 06 ilustra a carcaça de um motor de indução. (Joaquim Carlos Novais de Freitas,2012)

FIGURA 06. MOTOR DE INDUÇÃO



**FONTE: TART ELETROMECAÂNICA, COMÉRCIO E MANUTENÇÃO
DE MOTORES ELÉTRICOS**

3.2.3 MOTOR CA SÍNCRONO DE RELUNTÂNCIA COMUTADA

O motor de relutância comutada tem uma fabricação simples, robusta além de que possui baixo custo, podendo operar em velocidades altas, tem ótima controlabilidade e um rendimento considerável. O motor também funciona facilmente como gerador. Como inconveniente, este motor possui uma baixa densidade de potência (em comparação aos demais motores elétricos) sendo motores grandes e pesados, logo se tornam inapropriados para os VEs. (Marco Aurélio da Silva, 2018)

Este motor tem um estator muito semelhante ao motor de indução que é composto por ferro laminado, o que permite seu funcionamento em altas temperaturas, o que é um diferencial em relação aos motores de ímãs permanentes, que quando são expostos a altas temperaturas são desmagnetizados. (Marco Aurélio da Silva, 2018)

Abaixo segue uma lustração do motor que se refere a Figura 07, esse motor possui uma rotação máxima de 12000 rpm, seu tamanho é de 177mm de diâmetro, e seu peso é em torno de 26.5kg (Marco Aurélio da Silva, 2018)

FIGURA 07. MOTOR CA SÍNCRONO DE RELUNTÂNCIA COMUTADA



FONTE: MARCO AURÉLIO DA SILVA, 2018

Abaixo a Tabela 03 apresenta os comparativos dos motores citados e suas respectivas notas. Cada nota significa o desempenho do motor, ou seja a nota 1 é Péssimo,

a nota 2 é Ruim, nota 3 é Mediano, nota 4 é Bom, e por fim a nota 5 é Exelente. Apartir de suas notas um motor em especial será destaque, logo serão mencionadas demais características do mesmo.

TABELA 03. COMPARATIVO DE MOTORES ELÉTRICOS

	TIPO DE MOTOR		
	CC c/ escovas	Indução	Relutância Comutada
POTÊNCIA	2,5	3,5	3,5
RENDIMENTO	2,5	3,5	4
CONTROLABILIDADE	5	4	4
FIABILIDADE	3	5	5
TECNOLOGIA	5	5	4
CUSTO	4	5	4
TOTAL	22	26	24,5

FONTE: JOAQUIM CARLOS NOVAIS DE FREITAS,2012

3.2.4 MOTORES DE INDUÇÃO E SUAS VANTAGENS

Analisando os comparativos e o cenário atual, os motores de indução por sua vez, são mais viáveis economicamente, além de serem mais utilizados no mercado em função da energia elétrica já ser distribuída em corrente alternada, logo isso reduz significativamente seu custo. (Marco Aurélio da Silva, 2018)

Os motores de corrente contínua: são motores os quais só seguem o fluxo da corrente para um certo lado, a corrente na qual possui uma tensão contínua e ordenada de elétrons sempre na mesma direção. (Marco Aurélio da Silva, 2018)

Já os motores de corrente alternada: são conhecidos pelo fato de terem a possibilidade de alterar os lados e polos. E uma corrente cujo o campo magnético e direção podem variar ciclicamente. Ou seja, ocorre variação da corrente elétrica, o oposto da corrente contínua. (Marco Aurélio da Silva, 2018)

O motor de indução é composto por duas partes principais que influenciam diretamente em seu funcionamento, que são uma parte fixa, que é o e o estator, e outra parte móvel que é o rotor, onde o mesmo é composto por chapas estreitas de aço magnético tratado, com o contorno de anel e com conjuntos de enrolamentos instalados a uma distância específica, que na elétrica conhecemos esse procedimento como

bobinagem do motor elétrico. (JOÃO GABRIEL SOUZA MARTINS DE OLIVEIRA ,2009)

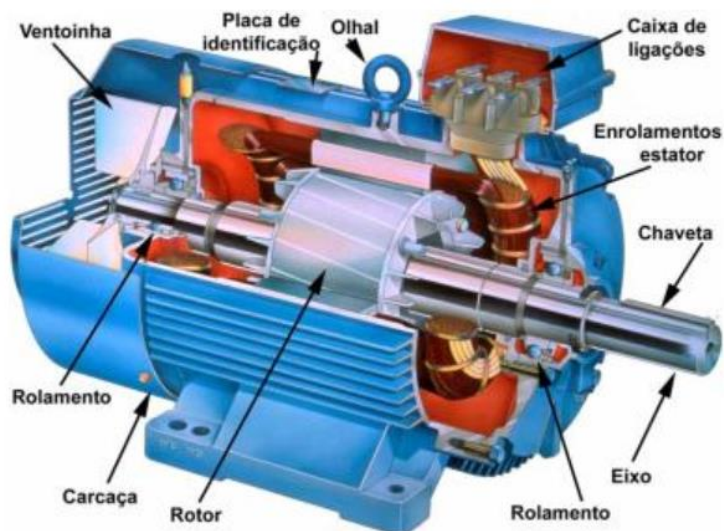
O estator basicamente é um conjunto de chapas finas de aço tratado para diminuir as perdas por histerese (perdas ocasionadas pela composição dos materiais). Estas chapas têm o formato de um anel com ranhuras internas para que possam ser anexados enrolamentos, que quando em operação, deverão criar um campo magnético no estator. (JOÃO GABRIEL SOUZA MARTINS DE OLIVEIRA ,2009)

O motor de indução se destaca pelo fato de ser muito viável financeiramente, além de sua durabilidade diferenciada o mesmo é silencioso e apresenta uma durabilidade superior aos demais motores. (JOÃO GABRIEL SOUZA MARTINS DE OLIVEIRA ,2009)

A Figura 08 mostra a imagem de um motor elétrico. Ele possui um imã que produz um campo de indução magnética, um cilindro onde estão os condutores e fios que são ligados a um gerador. (JOÃO GABRIEL SOUZA MARTINS DE OLIVEIRA ,2009)

O motor de indução por sua vez, é um dos mais utilizados, pelo fato de combinar o fácil modelo de transporte, economicamente viável, fácil limpeza e contém um sistema de comando simples. Além de serem motores de fácil fabricação e além da possibilidade de se moldar a qualquer tipo de carga. (Margarida Figueiredo, 2012)

FIGURA 08. MOTOR DE INDUÇÃO E SEUS COMPONENTES



FONTE: PORTAL DO ELETRICISTA, 2015

A ventoinha serve para resfriar o motor, funcionando como um ventilador para o motor.

Os rolamentos os romentos são peças que fixam a parte externa(carcaça) e possibilitam o movimento na parte interna (eixo).

A carcaça esta serve como um formato de camada de segurança, se caso ocorra algo dentro do motor, ou algum impacto do lado externo que influencie no funcionamento do mesmo.

A caixa de ligações tem os terminais que possibilida a ligação do motor em uma fonte de energia.

A chaveta é a peça que possui a funcionalidade de fixar o eixo do motor a algum outro material externo.

O eixo fica fixado ao rotor, possibilitando que o mesmo gire em rotações sequeciais e uniformes sem alterar seu curso.

O rotor conforme mencionado e, recebe uma força eletromotriz se repelindo ou atraindo-a.

O estator é a parte de enrolamentos que recebe energia, fazendo com que o rotor se movimente em relação ao campo magnético.

A placa de identificação nela contem as principais informações sobre o motor, qual a sua corrente, sua tensão, qual o modo de ligar, o numero de polos, etc.

O olhal é normalmente um circulo ou um gancho, que permite que o motor seja deslocado de um local para outro com mais facilidade. (PEA 2211–Introdução à Eletromecânica e à Automação, 2006)

3.3 ACIONAMENTOS DOS CONVERSORES

Nos dias atuais muitos controladores funcionam por PWM (Pulse-Width Modulation, que significa modulação por largura de pulso) e acumulam múltiplas funções, possibilitando alterar a tensão contínua em alternada (daí chamados de inversores, por inverterm o sinal da tensão) e controlar o fluxo de corrente entre o motor e a bateria. Têm ainda as funções de inversão da rotação do motor (marcha-atrás) e a conversão do motor num gerador (travagem regenerativa).

A alimentação por PWM, ao ser comparada com a alimentação tradicional, causa alguns aspectos desfavoráveis ao motor: redução do rendimento, aumento da temperatura e aumento de ruído, o que pode levar a uma ligeira diminuição da vida útil.

Os controladores tem microprocessadores os quais operam com impulsos de baixa potência, que é depois ampliada por MOSFET's ou por IGBT's. Estes impulsos permitem

ajustar a tensão que chega ao motor. Os impulsos são provocados por interruptores eletrônicos que ligam e desligam a uma determinada frequência. Quando é exigida uma elevada tensão, os impulsos serão longos, já quando se necessita uma tensão baixa então os impulsos serão muito curtos.

A Figura 08 apresenta dois modelos de controladores.

FIGURA 09. CONTROLADORES ZILLA e EVNETICS



FONTES: EV WEST, 2018; ELECTRIC CAR PARTS COMPANY, 2018

3.4 CLASSIFICAÇÃO DAS BATERIAS

Nesta última década percebeu-se a uma multiplicação significativa de aparelhos eletroeletrônicos portáteis, tais como brinquedos infantis, relógios, lanternas, filmadoras, ferramentas elétricas, agendas eletrônicas, câmeras fotográficas, celulares, computadores, aparelhos de som, instrumentos de medição e aferição, equipamentos médicos entre outros. Na mesma proporção que aumentou muito a necessidade de pilhas e baterias cada vez menos volumosas, mais leves e de melhor rendimento. Assim sendo, possui atualmente no mercado uma imensa diversidade de pilhas e baterias com o propósito de suprir às inúmeras exigências.

O entendimento dos princípios de funcionamento dessa grande nomenclatura de baterias é um pouco extenso, logo, serão citadas as que melhor se enquadram na aplicação necessária. Apesar disto, pretende-se abordar inicialmente aqui, da forma mais simples possível, o funcionamento das baterias que mais se destacam em nosso dia-a-dia. Por outro ponto de vista, percebe-se que algumas das baterias disponíveis no comércio utilizam materiais tóxicos, logo, muitos países, inclusive o Brasil, têm ficado em alerta

com os riscos à saúde humana e ao meio ambiente que os sistemas eletroquímicos possuem. (Joaquim Carlos Novais de Freitas,2012)

Neste cenário o CONAMA divulgou no Diário Oficial da União em 22 de julho de 1999 a Resolução nº 257, disciplinando o descarte e a gestão ambientalmente adequada de baterias que já foram utilizadas, no que cita à coleta, reutilização, reciclagem, tratamento ou disposição final, pois conforme já mencionado anteriormente, as baterias são um risco à seus consumidores e ao meio ambiente. Inicialmente o termo bateria deveria ser empregado para citar a um dispositivo que possui principalmente um ânodo (polo negativo), e um cátodo (polo positivo). Em decorrência disso, o que resulta é que os elétrons saem do ânodo e se deslocam até o cátodo da bateria, fazendo com que as mesmas sofram oxidação com a finalidade de produzir energia elétrica. (Joaquim Carlos Novais de Freitas,2012)

O termo bateria é normalmente ser utilizado para citar um conjunto de pilhas agrupadas em série ou paralelo, variando de acordo com a exigência da corrente. Porém percebemos em nosso dia-a-dia que os termos de bateria e pilha, foram sendo mesclados e dificilmente especificados um ou outro. Em outras palavras usualmente cita-se bateria ou pilha para descrever qualquer sistema eletroquímico fechado que armazenam energia. O modelo que normalmente é comentado, é “acumulador elétrico” o qual é citado normalmente como indicio de sinônimo de bateria.

Logo, a partir desta breve explicação e selecionadas alguns modelos de baterias as quais podem ser utilizadas em veículos elétricos, NA Tabela 04 são apresentados os comparativos e seus respectivos pontos positivos e negativos. (Joaquim Carlos Novais de Freitas,2012)

TABELA 04. Baterias e suas aplicações

BATERIA	APLICAÇÕES
Chumbo-ácido	Submarinos, automóveis, cadeiras de rodas, scooters, E-Bikes
NiCd Níquel-cádmio	Aparelhos electrónicos, comandos, brinquedos, telemóveis, máquinas de furar portáteis e sinalização de emergência
Li-ion Íon de Lítio	Veículos elétricos, computadores portáteis, celulares, máquinas fotográficas, aparelhos rádio portáteis como Ipod e MP3

Fonte: Joaquim Carlos Novais de Freitas,2012

3.4.1 BATERIAS DE CHUMBO-ÁCIDO

As baterias de chumbo-ácido conforme apresentadas na Figura 10, possuem capacidade de fornecer correntes elevadas em um pequeno espaço de tempo, são baratas e não possuem o “efeito memória”. Tradicionalmente o tempo de vida destas baterias fica em torno de 500 a 1000 ciclos. (Joaquim Carlos Novais de Freitas,2012)

FIGURA 10. Bateria de Chumbo-Ácido



Fonte: Jennifer Rocha Vargas Fogaça, 2018

O rendimento varia de acordo com as taxas de carga/descarga (corrente em função do tempo) que são impostas à bateria, assim como da temperatura de funcionamento. No decorrer do processo de recarga de uma bateria de chumbo-ácido, é necessário ter um cuidado diferenciado para que não haja o excesso de carga, caso isso ocorra, há possibilidade de a bateria “ferver” fazendo com que a mesma libere hidrogênio que combinado com oxigênio atmosférico se torna uma mistura inflamável. Para uso comum, na questão da recarga, é aconselhável que seja efetuada em um local com ventilação, além de usar os carregadores e cargas indicadas pelo fabricante. (Joaquim Carlos Novais de Freitas,2012)

VANTAGENS DAS BATERIAS DE CHUMBO-ÁCIDO:

- Um valor abaixo do comercial;

- Praticidade na fabricação;
- Tecnologia confiável;
- Baixo descarregamento;
- Potência específica alta, com capacidade de suprir correntes de pico elevadas.

DESVANTAGENS DAS BATERIAS DE CHUMBO-ÁCIDO:

- Acumula pouca energia, em consideração ao peso da mesma;
- Sua recarga deve ser efetuada em carga lenta (demorando até 10 horas);
- Ciclo de vida pré-determinado;
- Consideradas como material perigoso;

3.4.2 BATERIA DE NÍQUEL-CÁDMIO (NiCd)

As baterias de níquel-cádmio conforme apresentadas na Figura 11 tem sua utilidade em aplicações de torque, evoluiu um pouco antes da Segunda Guerra Mundial. Essa bateria tem uma grande aceitação em todo comércio mundial, é empregada em situações onde se tem como objetivo o baixo custo, bem como uma longa duração e alta potência. (Joaquim Carlos Novais de Freitas,2012)

FIGURA 11. BATERIAS DE NÍQUEL-CÁDMIO



FONTE: JOAQUIM CARLOS NOVAIS DE FREITAS,2012

PONTOS POSITIVOS DAS BATERIAS NÍQUEL-CÁDMIO:

- São pequenas e compactas;
- Extremamente leves;
- Contam com uma alta resistência;
- Contam com uma média de 1000 ciclos de carga;

PONTOS NEGATIVOS DAS BATERIAS NÍQUEL-CÁDMIO:

- Baixo tempo de vida útil em função de seu baixo custo;
- Há alguns relatos e casos de efeito memória;

3.4.3 BATERIA DE ION DE LÍTIO

Dentre os diversos tipos de baterias, a que se destaca entre todas as demais são as baterias de Íon lítio, hoje há diversos gêneros que derivam deste. Mas seu diferencial se concentra nos materiais usados para o cátodo (terminal positivo). No entanto, novas possibilidades de materiais estão com perspectiva de desenvolvimento ânodo (terminal negativo), com a ideia de alterar ou substituir o usado atualmente. (Joaquim Carlos Novais de Freitas,2012)

As baterias de íon lítio são um modelo de baterias que podem ser recarregáveis além de estarem presentes em nosso cotidiano, em telefones, baterias de notebook e demais aparelhos portáteis. Alguns itens importantes das mesmas, são que elas têm a possibilidade de armazenarem o dobro ou até o triplo de energia de uma bateria convencional. Outro ponto perceptível, na diferença da bateria de íon lítio é o fato de a mesma não possuir o efeito memória (não vicia), isto é, não é necessário efetuar a carga total da capacidade e nem descarregar até o total mínimo, completamente diferente de alguns modelos de baterias que estão no mercado. (Blong Baterias Ions de Litio, 2011)

Essas baterias costumam ser muito consideravelmente mais leves do que outros modelos de baterias recarregáveis que possuem as mesmas dimensões. Uma bateria de íon-lítio tem a capacidade de armazenamento de 150 watts- hora de eletricidade em 1 kg de bateria. O que é um número considerável, tendo em vista que as demais baterias

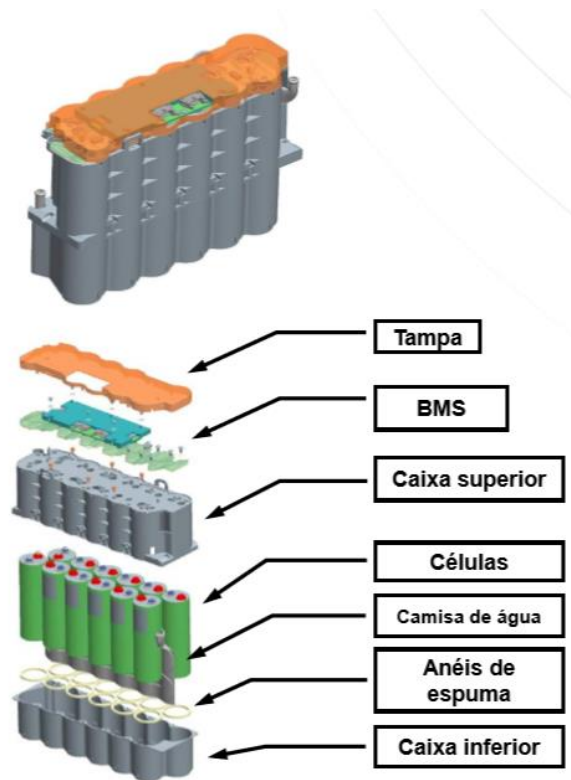
costumam armazenar cerca de 100 watts- hora. Um conjunto de baterias íon-lítio perde apenas cerca de 5% da sua carga por mês, enquanto as demais perdem 20% no mesmo período. (Blong Baterias Ions de Litio, 2011)

O conjunto de baterias Íon lítio é composta por tais itens: Lítio óxido de cobalto (LiCoO_2), Lítio óxido de manganês (LiMn_2O_4), Lítio ferro fosfato (LiFePO_4), Lítio níquel manganês óxido de cobalto (LiNiMnCoO_2), Lítio níquel cobalto óxido de alumínio (LiNiCoAlO_2), lítio titanado ($\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$). (Joaquim Carlos Novais de Freitas,2012)

As baterias de Íon lítio conforme ilustrada na Figura 12 de uma forma geral se forem utilizadas sem o devido cuidado e controle no decorrer de sua carga/descarga, podem oferecer grande parcela de risco, onde há possibilidade de um incêndio ou até mesmo uma explosão. Além disso, ainda há o risco de fechar um curto-circuito dentro da bateria. (Joaquim Carlos Novais de Freitas,2012)

Logo se torna necessário articular a implantação de um sistema BMS (Battery Management System) ao utilizar este modelo de baterias. Devido a estes riscos, praticamente todas as baterias de íon lítio possuem (geralmente junto às células) um dispositivo chamado de BMS tem como função monitorar a carga (corrente) da bateria, e o estado temperamental para que a mesma não ultrapasse as temperaturas parametrizadas. Este dispositivo também funciona como interruptor de carga do circuito (banco de baterias) quando a mesma se encontra com sua energia completamente carregada, assim como interrompe as programações quando a mesma está na sua tensão mínima. (Joaquim Carlos Novais de Freitas,2012)

FIGURA 12. BANCO DE BATERIA DE LI-ÍON



FONTE: MARIA DE FÁTIMA ROSOLEM, 2018

No banco de baterias a cima, podemos perceber os componentes abaixo:

Tampa: a tampa além de firmar o banco de baterias, ainda tem como função auxiliar na transmissão de dados e carga BMS (Battery Management System). Conforme mencionado anteriormente, o mesmo controla o funcionamento de temperatura e carga das baterias funcionando como item de segurança.

Células são as visivelmente as baterias em si, que neste caso estão ligadas em série sequencial. Camisa de água é um modelo de sacola que fica no meio das sequencias de células, esta camisa tem a função de auxiliar na refrigeração das baterias.

Anéis de espuma têm a funcionalidade de organizar e centralizar as células uniformemente de acordo com a necessidade das caixas. Caixa superior e inferior as caixas trabalham em conjunto, uma é acoplada na outra deixando os materiais internos protegidos de impactos ou outras variações.

3.4.4 COMPARATIVO DAS BATERIAS

A Tabela 05. Ilustra o comparativo entre os 3 tipos de baterias apresentadas.

TABELA 05. COMPARATIVO ENTRE BATERIAS

Tipo de bateria	NiCd Níquel-cádmio	Li-íon Íon de Lítio	Chumbo-ácido
Densidade de energia (Wh/Kg)	60	160	40
Número médio de ciclos	1500	700	300
Tempo total de carga rápida(hs)	1	3	12
Auto descarga (%)	20	10	5
Tensão da célula (Volts)	1,25	3,6	2

FONTE: ALDO MICHELINI, BATERIAS RECARREGÁVEIS PARA EQUIPAMENTOS PORTÁTEIS, 2017

As baterias de Li-Íon são de baixa manutenção, uma vantagem que a maioria das outras químicas não tem. Não existe memória e nenhum ciclo programado é exigido para prolongar a vida da bateria. Além disso, a auto descarga é menor que a metade se comparada com as baterias de NiCd e a Chumbo-Ácido. Além disso essas baterias também contam com a densidade da energia elevada, o que as tornas mais leves que as demais, auto descarga relativamente baixa. A auto descarga é menor do que a metade da autodescarga da bateria NiCd e a Chumbo-Ácido. (ALDO MICHELINI, 2017)

3.4 MODELO DE CARGA

Com o aumento constante dos veículos elétricos ao redor do mundo, é normal pensar em um cenário onde todos os carros do Brasil sejam elétricos e quais impactos suas recargas causariam nas redes elétrica. A situação em que todos os carros elétricos do Brasil estarão ligados em tomadas ao mesmo tempo é possível, porém bem improvável. A partir do momento que os carros totalmente elétricos se tornarem parte significativa da frota brasileira, a tecnologia e regulação deverão ter evoluído de forma onde recargas desordenadas, que poderiam elevar perigosamente a demanda de pico, não serão a norma. O impacto da recarga de carros elétricos na rede vai elevar consideravelmente o consumo

de energia no Brasil para os próximos anos, além de medidas que as usinas já implementam para se preparar para tal situação. (Tatiana Bruce da Silva, 2017)

Os veículos elétricos estão ganhando mercado no mundo todo com o principal objetivo de descarbonizar o setor automotivo e de abaixar a poluição atmosférica. O Reino Unido e França divulgaram que carros à combustão não vão mais ser fabricados a partir de 2040. Por outro lado, a Holanda e Índia também declararam que não vão mais fabricar carros com combustão a partir de 2030 assim como na Alemanha, tem-se a perspectiva que os carros a combustão finalizem suas produções em 2030. A Noruega, tem como objetivo do governo “ações fortes para alcançar o objetivo de zero novos carros a combustíveis fósseis vendidos a partir de 2025”. (Tatiana Bruce da Silva, 2017)

Vários países já estabeleceram metas para comércio de carros elétricos: Áustria, China, Dinamarca, França, Alemanha, Índia, Irlanda, Japão, Holanda, Portugal, Coreia do Sul, Espanha, Reino Unido e Estados Unidos (o país teve a meta acordada em oito estados: Califórnia, Connecticut, Maryland, Massachusetts, Nova York, Oregon, Rhode Island e Vermont). (Tatiana Bruce da Silva, 2017)

Assim como os países estão traçando objetivos com o desenvolvimento da mobilidade elétrica, pesquisas estão sendo realizados com a finalidade de melhor entendimento e prevenção da infraestrutura da rede elétrica para o grande impacto que a recarga desses veículos irá acarretar. (Tatiana Bruce da Silva, 2017)

Podemos lembrar que, para que os efeitos de redução da poluição da atmosférica sejam executados é necessário que a eletricidade que abastece os veículos elétricos provenha de fontes renováveis. Pesquisas lançadas em julho de 2017 pelo Nacional Grid (responsável pela rede elétrica do Reino Unido), analisou quatro cenários, que tomam em consideração argumentos paralelos de crescimento econômico, o avanço tecnológico, o comportamento dos consumidores, e a necessidade de energia para suprir as necessidades. (Tatiana Bruce da Silva, 2017)

Em ambos os cenários, a parcela de veículos elétricos aparece em maior ou menor grau. Em três das quatro pesquisas, veículos elétricos ocuparão a parcela de 90% das vendas de veículos até 2050. Já no cenário sustentável todos os 25 milhões de veículos que serão fabricados até 2050 vão ser completamente elétricos. (Tatiana Bruce da Silva, 2017)

Mas isso não significa que a maior demanda de eletricidade de rede será consumida pelos veículos elétricos da rede visto ao comportamento dos consumidores, que irão utilizar energia com mais consciência mais por meio da aquisição de carros elétricos menores e mais econômicos, além da diminuição na quantidade de deslocamentos com veículos, usando cada vez mais veículos elétricos autônomos e compartilhados, ainda utilizaram redes inteligentes e horários com menos tarifação para abastecer seus veículos(horários fora de ponto). (Tatiana Bruce da Silva, 2017)

Em relação ao Brasil, supomos que o fim da fabricação dos veículos a combustão esteja próximo ao ano de 2030 e acredita-se que a mesma vai ocorrer através da utilização de biocombustível. Assim as várias instituições que tem realizado estudos com a finalidade de compreender melhor o impacto dos veículos elétricos na rede elétrica. (Tatiana Bruce da Silva, 2017)

Segundo o relatório de Mobilidade executado pelo GESEL (Grupo de Estudos do Setor Elétrico da Universidade Federal do Rio de Janeiro) comenta um cenário onde os veículos elétricos são representados por um percentual de 20% da frota nacional. O consumo de eletricidade desses veículos seria equivalente a um valor abaixo de 2% de toda energia utilizada no Brasil no ano de 2011. Em relação ao aumento, o acréscimo seria em torno de 10%, contando com o abastecimento dos veículos sendo executados em um período de horário fora de ponto. (Tatiana Bruce da Silva, 2017)

Outro centro de pesquisa que realizou estudos foi a CPFL (Companhia Paulista de Força e Luz) onde concentrou suas pesquisas na implantação dos veículos elétricos na sua área de atuação. Levando em conta uma participação em sua frota veicular, o ponto inicial para recarga são: o padrão de potência para as estações de recarga. (Tatiana Bruce da Silva, 2017)

Também citaram as estações de recarga serem smart chargers (carregador inteligentes) ou seja, elas têm a possibilidade de se comunicar com outros dispositivos. Uma das qualidades dos pontos de recarga inteligentes serão a possibilidade de “saber” o quanto a energia custa em todas as horas do dia (horários de ponto ou não), logo os mesmos irão escolher o melhor momento para carregar as baterias dos carros. Em todas as circunstâncias é assumido que, a qualquer momento, apenas 21% dos utilitários de grandes potências estariam conectados à algum ponto de recarga logo, isso ocorrerá devido à diversidade intrínseca no momento da atividade de recarga. (Tatiana Bruce da Silva, 2017)

Evolução dos carros elétricos impactará na demanda de pico de energia, a qual se baseia na quantidade de unidades estão sendo recarregadas e respectivamente o tamanho de seus carregadores. (Tatiana Bruce da Silva, 2017)

3.6 FRENAGEM REGENERATIVA

A frenagem regenerativa, conforme ilustrada na Figura 13, pode ser descrita como um processo onde é possível recuperar a energia cinética e agrupá-la em banco de baterias ou bancos de capacitores. Atualmente qualquer procedimento de eficiência energética, é um processo ecologicamente positivo. O procedimento de frenagem regenerativa tem a possibilidade de ser implementado em carros elétricos que já usufruem de demais tecnologias para melhor aproveitamento de energia e preservação ambiental. (Marina Gabriela Sadith Perez Paredes, 2013)

A aplicação da frenagem regenerativa pode ser aplicada em diversos veículos, bem como motos, quadrículos, e na maioria dos veículos de pequeno e médio porte, além de veículos que são utilizados no setor de transporte público. Esses freios foram desenvolvidos com o princípio de otimizar as aplicações de frenagem, podendo estender esta ideia para outras aplicações similares. (Marina Gabriela Sadith Perez Paredes, 2013)

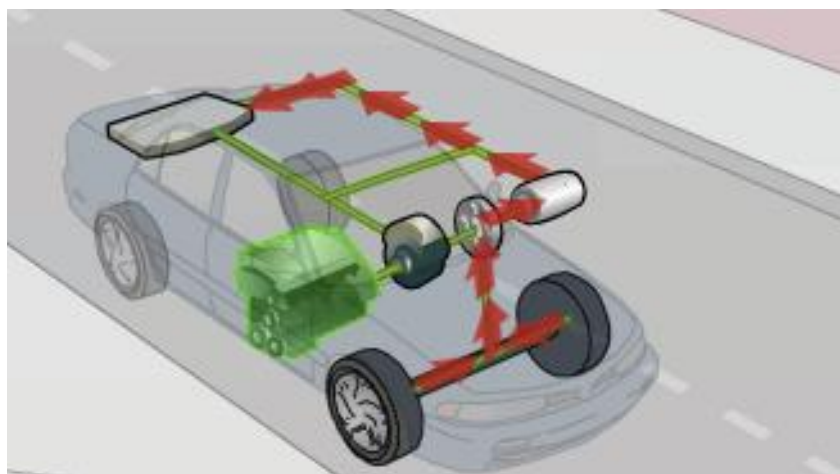
Nos veículos elétricos e híbridos, usufruem de baterias para como sistema principal de fornecimento para o motor, e possuem a capacidade armazenamento de energia na frenagem regenerativa, possibilitando conter várias entradas, deixando assim mais fácil o controle do fluxo de energia no momento de deslocamento bem como nos momentos frenagens, entre a motor elétrico e componentes e dispositivos de armazenamento. (Marina Gabriela Sadith Perez Paredes, 2013)

Muitas citações a respeito demonstram planos de controle de carros elétricos a partir dos motores de indução, onde é possível controlar o motor e a tração mecânica no asfalto (real). Grande parte dos carros elétricos tem como fonte de força o motor de indução, pelo fato de o mesmo obter o desempenho considerável, além de o mesmo contar com seu baixo custo. (Marina Gabriela Sadith Perez Paredes, 2013)

Para que se obtenha uma boa frenagem regenerativa é preferível que o veículo seja de menor porte, como motocicleta, ou veículo com massa reduzida (exemplo atual: UP). No caso, a acionamento é feito por motor de corrente contínua que funciona a base

sem escovas com ímã permanente. A estratégia tende assegurar a estabilidade do carro nas atuações de frenagem, a distribuição da força de baixar a aceleração nas rodas traseiras, impedindo o bloqueio e derrape das rodas nas frenagens (que é conhecido como sistema ABS que é uma expressão que vem do inglês é “*Antiblockier-Bremssystem*” e na tradução para o português significa “sistema de travagem anti-bloqueio”) . (Marina Gabriela Sadith Perez Paredes, 2013)

FIGURA 13. FRENAGEM REGENERATIVA



FONTE: JOÃO B. CABRAL E CAROLINA C. MURPHY, VEÍCULOS HÍBRIDOS, 2011

3.5 PONTOS DE RECARCA NO EXTERIOR

Um dos primeiros países em soluções inovadoras com base em postos de carga elétrica foi Portugal. Portugal possui uma empresa que faz o controle de postos de carga, a qual é conhecida como “MOBI.E”, esta empresa conta com cerca de 1300 postos espalhados pelo território português, onde 50 destes são destacados por serem postos de carregamento rápido. Foi divulgado ainda, que há previsão de lançamento de um novo posto, o qual será reconhecido nacionalmente pelo fato de possuir um carregamento ainda mais elevado que os demais, denominado PFast, o qual possibilita recarregar as baterias de um veículo em 80% em média entre 20 e 30 minutos. (Joaquim Carlos Novais de Freitas,2012).

No mundo inteiro tem surgido novas oportunidades de industrialização visando este mercado, os postos de recarga elétrica. A Figura 14 apresenta alguns modelos de postos para recarga. (Joaquim Carlos Novais de Freitas,2012)

FIGURA 14. POSTOS DE ABASTECIMENTO A NIVEL INTERNACIONAL



FONTE: JOAQUIM CARLOS NOVAIS DE FREITAS,2012

Os carregadores cidadãos são de diversas nacionalidades, o modelo 1 é de Londres, já o segundo modelo é dos EUA, e o último modelo é de Portugal. (Joaquim Carlos Novais de Freitas,2012)

Os carregamentos das baterias dos carros elétricos vão alterar todo o conceito atual de redes de energia. A primeira surpresa é que os carros elétricos têm possibilidade de sobrecarregar a rede elétrica atual, porém, um bom controle da carga de baterias dos veículos elétricos pode tornar por exemplo um parque eólico rentável. O ápice de energia produzida pelos aerogeradores se destaca muitas vezes durante a noite, em um período onde a rede menos necessita, logo essa energia poderá ser vendida para recarregar as baterias dos carros elétricos. Conforme já mencionado os utilitários podem poupar utilizando uma tarifa noturna, além disso evita-se que a rede seja sobrecarregada durante o dia. (Joaquim Carlos Novais de Freitas,2012)

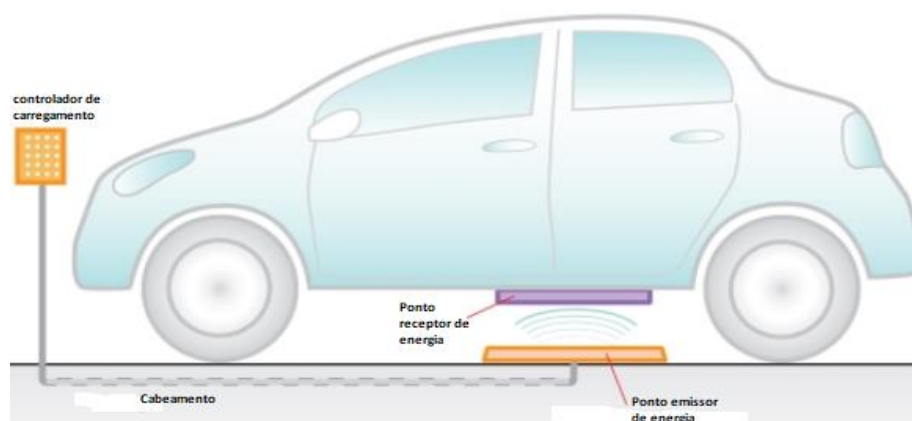
Possuem aplicações para celulares, como a aplicação “MOBI.E” para o sistema operativo Android, não são cobradas taxas além de permitir consultar em tempo real,

através de um Smartphone, verificando a disponibilidade mais próxima de carregamento de baterias de veículos elétricos, assim como visualizar se estes estão ocupados ou estão sendo utilizados. Uma outra possibilidade é a Chargelocator (Espanha) que pode ser baixada no sistema operativo Android e iPhone que permite analisar informação nas proximidades dos postos de carga instalados na península ibérica. (Joaquim Carlos Novais de Freitas,2012)

Seguindo o caminho da inovação e da tecnologia, notamos a possibilidade de efetuar o carregamento do carro elétrico por meio de indução. Este modelo de carregadores, já é utilizado para carregar celulares, que são colocados sobre uma placa onde não possui qualquer ligação de cabos. Para os carros elétricos existe um sistema de carga, o Magna Charge que consiste em uma placa que induz energia, e ao em vez do conector (cabramento), deve ser colocada numa ranhura receptora do veículo sem que exista qualquer contato direto. A ideia é a prevenção das pessoas em relação à possíveis choques elétricos. (Joaquim Carlos Novais de Freitas,2012)

Existem outros tipos de carregadores, que ficam alocados em alguns pavimentos de estacionamentos (indução). Esse modelo conforme ilustrado na Figura 15, permite carregar o carro, sem a necessidade de fios podendo carrega-los em parques de estacionamento. Segue uma imagem ilustrativa a qual auxilia melhor ao entendimento. (Joaquim Carlos Novais de Freitas,2012)

FIGURA 15. RECARGA DE VEÍCULO POR INDUÇÃO



FONTE: JOAQUIM CARLOS NOVAIS DE FREITAS, 2012

3.7 PONTOS DE RECARGA EM SANTA CATARINA

Atualmente no território catarinense já possuem algumas possibilidades de se abastecer um carro elétrico, ponto que foi pioneiro foi na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), a qual possui carro elétrico agora também pode contar com outros locais para recarregar seu veículo gratuitamente. O Grupo Almeida Junior, do segmento de shopping centers, adaptou alguns locais exclusivos para função em suas unidades em SC. Os quais estão disponíveis nas cidades de Blumenau, Balneário Camboriú, Joinville, Grande Florianópolis e em Criciúma. (Diário catarinense, 2017)

Esses ambientes têm carregadores desenvolvidos juntamente com a parceria da empresa BMW, fazendo com que o abastecimento dos veículos se torne gratuito além de a carga total do veículo poder ser feita em três horas. A Figura 16 ilustra um modelo de abastecimento a nível regional. (Diário catarinense, 2017)

FIGURA 16. POSTO DE RECARGA EM SANTA CATARINA




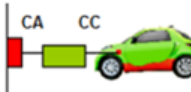


FONTE: ALMEIDA JUNIOR, 2017

3.7.1 MODELOS DE RECARCA NA EUROPA

Existem atualmente quatro modos diferentes de efetuar a recarga (seguindo a norma europeia IEC-6296) que podem ser utilizadas em um veículo elétrico. Cada formato obedece a uma tensão e corrente regulamentada, bem como o tempo necessário à carga da bateria. A seguir, nota-se uma abordagem geral às propriedades desses modelos de recarga, conforme mostrado na Tabela 06. (Joaquim Carlos Novais de Freitas,2012)

TABELA 06. MODELOS DE RECARGA NO EXTERIOR

MODO DE CARGA	LIGAÇÃO	CORRENTE (A)	TIPO DE CARGA	ILUSTRAÇÃO	TIPO DE LIGAÇÃO
1	MONOFÁSICO	16	Carga lenta, com cabos esterelizados de habitação domestica.		A e B
	TRIFÁSICO				
2	MONOFÁSICO	32	Carga lenta, com proteção de segurança no cabo.		B
	TRIFÁSICO				
3	MONOFÁSICO	32	Carga lenta ou rápida, com controle e proteção na instalação		A, B e C
	TRIFÁSICO	250			C
4	MONOFÁSICO	400	Carregador externo		C
	TRIFÁSICO				

FONTE: JOAQUIM CARLOS NOVAIS DE FREITAS,2012

Legenda

A – Cabo com ligação permanente ao VE;

B – Cabo com ligação não permanente ao VE;

C – Cabo ligado permanentemente à estação de carregamento.

O proprietário do carro elétrico poderá optar por um modelo de recarga que lhe seja mais confiável, levando em conta o tempo de que o mesmo possui e o estado de carga, além de balancear seu custo benefício. Após

3.7.2 MODELOS DE RECARCA NOS EUA

Nos Estados Unidos na atualidade há a possibilidade de 3 modelos de recarga (diferente dos modelos europeus). Estes níveis são descritos com outros formatos, mas essas descrições nem sempre são convenientes, no entanto, se faz uma básica abordagem ao assunto. (Joaquim Carlos Novais de Freitas,2012)

O nível de recarga 1 utiliza 110 ou 120V ligados em corrente alternada, com cabeamento simples e saída monofásica, onde possui três pinos, dois para a tensão e um para ligação à terra. Esta recarga tem o tempo em torno de 8 a 14 horas. Vale ressaltar que nos Estados Unidos, é comum a utilização da rede doméstica em tensão de 110V. (Joaquim Carlos Novais de Freitas,2012)

O nível 2 utiliza a tensão em 220 ou 230V, também em corrente alternada, monofásica, levando em conta que a carga pode ter uma duração entre 4 a 8 horas, variando em função do tipo de baterias usadas no veículo. (Joaquim Carlos Novais de Freitas,2012)

Nos carregadores de nível 3, ou também conhecido como carregamento rápido, a transformação da tensão ocorre no posto de abastecimento. O posto utiliza a entrada da rede, trifásica com tensão de 480V em corrente alternada, e à saída que o mesmo disponibiliza ao seu cliente é entre 300 a 400V em corrente contínua. Este tipo de carregamento exige uma corrente muito elevada assim pode-se efetuar uma carga muito rápida (em média de 15 minutos é possível recarregar até 80% da bateria). (Joaquim Carlos Novais de Freitas,2012)

3.8 SEGURANÇA DOS VEÍCULOS ELÉTRICOS

Carros elétricos devem passar pelos mesmos testes e se enquadrar nas mesmas instruções de segurança que os outros veículos movidos a combustão. Exceto aqueles testes e legislações que citam comentários sobre tanques de combustível, pelo fato de os veículos elétricos não o possuírem. (Souza, Gustavo, Revista Carro elétrico, 2018)

A norma ISO 6469 (Regulamenta os veículos rodoviários movidos a eletricidade - Especificações de segurança) explica exigências de segurança para veículos elétricos, veículos híbridos e veículos elétricos híbridos plugáveis. (International Organization for Standardization, 2015)

A primeira citação da norma é referente a situações de segurança que são diretamente ligadas com o armazenamento de energia. Cita questões como a resistência mecânica em relação ao isolamento da bateria, além de abordar a emissão de gases que ofereçam riscos (entre eles: tóxicos, incendiários ou explosivos) e por fim esclarece a obrigatoriedade de se efetuar um teste de colisão para confirmar a proteção contra curto-circuito. (International Organization for Standardization, 2015)

Ainda é mencionada uma metodologia de marcação, para carros elétricos, em relação à classe de tensão dos circuitos. Esta informação é expressamente necessária, pois em caso de acidente, é indispensável que as pessoas do socorro saibam como atuar. No segundo item da norma, estão abordados temas como a segurança no sistema de propulsão, sistemas de prevenção contra falhas e sistemas de resposta em casos de emergência. (International Organization for Standardization, 2015)

Gustavo Souza citou que “Até hoje não houve nenhum ferimento ou morte causados por incêndios em algum carro elétrico.” (Souza, Gustavo, Revista Carro elétrico, 2018)

4 OS CARROS ELÉTRICOS QUE SÃO COMERCIALIZADOS NO BRASIL

Os veículos elétricos atuais oferecem mais benefícios que os carros convencionais. Eles disponibilizam maior eficiência energética, necessitam menos manutenção, são mais silenciosos, não produzem fumaça e representam economia em dinheiro nos postos de abastecimento e recarga. (Revista Clima Info, 2018)

Os veículos elétricos são superiores aos carros a gasolina em arquitetura de design, manutenção e economia de combustível, proporcionando economia em custos operacionais aos consumidores e menores emissões de veículos. (Revista Clima Info, 2018)

No Brasil não há grande divulgação de carros elétricos populares que estejam disponíveis para consumo, porém há alguns modelos apesar de baixa divulgação e poucas unidades vendidas estão presentes em nosso comércio nacional. (Revista Clima Info, 2018)

4.1 O PALIO ELÉTRICO

O veículo é baseado em um Palio da marca Fiat que é apresentado na Figura 17, é remontado interiormente alterando seu motor, caixa de marchas e demais itens do carro original. Ele foi o primeiro carro elétrico urbano nacional a ser comercializado. Saio definitivamente dos antigos modelos de motores à combustão. (Cecotein Electro, 2018)

Além de o fabricante garantir que o mesmo é mais durável, confiável e extremamente econômico ao compará-lo com o carro a combustão. Visto que o mesmo tem seu consumo (financeiramente) inferior do que uma moto 125 cilindradas. (Cecotein Electro, 2018)

FIGURA 17. PALIO ELÉTRICO



FONTE: NOTÍCIAS AUTOMOTIVAS, 2018

O fornecedor ainda dá garantia de algumas peças que compõem o carro as quais são as citadas abaixo.

- *Motor – 1 Ano
- *Inversor - 1 Ano
- *Baterias - 2 Anos
- *Carregador - 6 Meses

Atualmente possui assistência Técnica autorizada em nas capitais de todos estados brasileiros, assim como em outras cidades importantes, dando assim mais garantia de tranquilidade ao consumidor direto. O valor de comércio do Palio atualmente é em torno de R\$ 59.000,00. (Cecotein Electro, 2018)

Vale ressaltar que o carro tem o selo do INMETRO, abaixo seguem algumas características do Palio Elétrico.

- ➔ Motor: Elétrico, AC trifásico.
- ➔ Potência: 22Kw (30cv)
- ➔ Máxima: 100 km/h
- ➔ Recarga: 8 Horas

(Cecotein Electro, 2018)

4.2 TOYOTA PRIUS

Lançado no Brasil no mês de junho de 2016, o novo modelo do Toyota Prius, conforme ilustrado na Figura 18, é destaque como o carro “verde” do Brasil, em versão singular por R\$ 126.600. O carro ganhou ênfase com design muito robusto e usa uma integração do motor 1.8, a gasolina, de 98 cv e de torque anexado a um elétrico de 72 cv. Segundo a revista Carros-iG é o carro que tem maior desempenho econômico do país, com um consumo comprovado pelo Inmetro de 18,9 km/l na cidade e 17 km/l na estrada.(IG carros, 2018)

FIGURA 18. TOYOTA PRIUS



FONTE: TOYOTA CAETANO PORTUGAL, 2018

4.3 FORD FUSION HYBRID

Com design novo e aprimorado, o Ford Fusion Hybrid que é ilustrado na imagem 19, segue sendo comercializado no Brasil como a versão que está no topo de linha do sedã, seu valor é estimado em R\$ 160.900. Além disso, o Fusion ainda conta com um motor 2.0 (ciclo Atkinson, que prioriza o baixo consumo do que o torque, de 140 cv), enquanto insto o motor elétrico gera 50 cv. É capaz de fazer uma média de 15,1 km/l na cidade e até 16,8 km/l em rodovias. (IG carros, 2018)

O preço mais elevado, se justifica pelo pacote de equipamentos do sedã, que traz todos os mimos vistos no Fusion Titanium, inclusive 8 Airbags e Cintos de Segurança

Laterais Traseiros, que inflam em caso de colisão, além do Piloto Automático Adaptativo com Stop & Go, e por fim Assistente Autônomo de Detecção de Pedestres. (IG carros, 2018)

FIGURA 19. FORD FUSION HYBRID



FONTE: FORD MOTOR COMPANY, 2018

4.4 RENAULT ZOE

No Salão do Automóvel 2018 teve imenso destaque o lançamento do Renault Zoe. A marca francesa comunicou que o veículo elétrico começaria a ser vendido a partir do dia 7 de novembro. E de fato o modelo está disponível na concessionária conforme prometido pela marca. (Renault, Passion For Life, 2018)

O Renault ZOE conforme ilustrado na Figura 20, tem seu valor em torno de R\$ 149.990. Além disso o mesmo conta com tecnologia de ponta, onde o mesmo possui baterias que não viciam, regeneração de energia e é projetado com a finalidade de garantir máxima eficiência de seus componentes. O Renault ZOE é composto por menos peças do que um carro a combustão, que conta com a otimização de manutenção e garantia de melhor desempenho no aproveitamento da energia. (Renault, Passion For Life, 2018)

FIGURA 20. RENAULT ZOE



FONTE: MESSEDER, REVISTA MOTOR 1, 2018

4.5 CHEVROLET BOLT EV

O Bolt EV, que é ilustrado na Figura 21 é o carro da Chevrolet 100% elétrico e A de 383Km* em uma única recarga. Com o melhor de tecnologia e segurança, sem deixar de lado um design que acompanha inteligência e grande espaço interior. (General Motors do Brasil, 2018)

É possível carregar o Chevrolet Bolt utilizando o carregador básico (fornecido junto com o veículo) através de uma tomada residencial/comum de 220VAC/10A. Logo, a taxa de carregamento será em média de 10km por hora de carga. (General Motors do Brasil, 2018)

FIGURA 21. CHEVROLET BOLT EV



FONTE: GENERAL MOTORS DO BRASIL, 2018

4.7 COMPARATIVO FINANCEIRO ENTRE VEÍCULO ELÉTRICO E A COMBUSTÃO

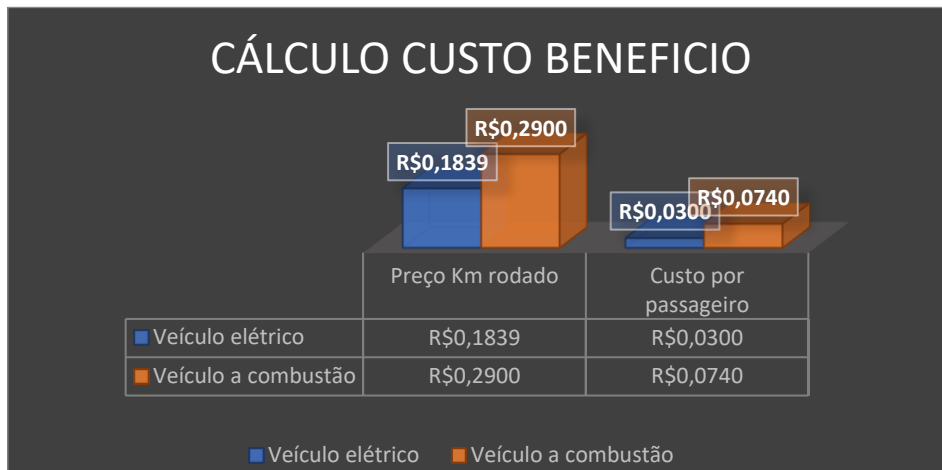
O veículo popular que será comparado, será o carro Palio, que hoje no Brasil é fabricado pela indústria automotiva Fiat. Conforme mencionado por Gilson Zotti em uma publicação (Noticias Automotivas, 2018), o mesmo comenta que a média do veículo abastecido com gasolina é mais vantajosa que a álcool, logo cita que o veículo faz uma média em torno de 14Km/l. Na cidade de Lages- SC em meados de agosto, o preço da gasolina era em base para cálculo R\$ 4,15 o litro.(Petrobras BR, 2018)

Levando em conta os 18 Km/l citados anteriormente, temos uma média de R\$ 0,29. Suponhamos que o veículo esteja composto por 4 passageiros, dividindo o valor unitário, o valor por usuário ficaria em média de R\$ 0,074.

Logo, analisando o preço máximo da energia residencial na região sul do Brasil (CELESC) em agosto de 2018, o qual inclui-se os impostos, a taxa de iluminação pública e as contribuições setoriais, estava no valor de R\$ 0,652/kWh. Supondo que o consumo do Palio Elétrico é uma média de 0,1839kWh/km, nota-se que o custo por quilômetro rodado com veículo elétrico fica na faixa de R\$ 0,120. Analisando que o veículo Palio Elétrico possibilita o transporte de 4 passageiros, o custo unitário por passageiro por quilômetro fica localizado na casa de R\$ 0,030. (Celesc SC, 2018)

Com destes dados pode-se afirmar que o valor por quilômetro rodado do carro elétrico, mesmo com os valores das tarifas de energia elétrica residenciais, que não contemplam o horário de pico e, chegam a ser quase 50% menores que o custo do quilômetro rodado com combustível (etanol ou gasolina), variando da tarifa (verde, amarela ou vermelha), nunca superando, mesmo com a tarifa mais alta, o valor pago por quilômetro rodado de um carro similar a combustão independente de ser a gasolina ou etanol.

Gráfico 02. Cálculo real do custo benefício.



Fonte: Petrobras BR, 2018, Celesc, 2018

5. CONCLUSÃO

No decorrer deste trabalho foram mostradas as probabilidades de destaque que os VEs vêm apresentando, com o aprimoramento de peças dos veículos elétricos poluição zero e alta eficiência.

A matriz brasileira, por ser principalmente composta de hidrelétricas, torna ainda mais atrativa a utilização massiva dos carros elétricos. No entanto, para que no país se tenha uma inserção massiva dessa nova tecnologia, seriam fundamentais algumas modificações. Hoje, o alto custo da tecnologia agregada no produto e a elevada carga de impostos que incorrem os carros elétricos inviabilizam a sua adesão e maior escala. Além disso, seria de fundamental importância a criação de uma infraestrutura de abastecimento desses veículos.

Por fim, perspectiva no Brasil é de que nos próximos anos esses veículos conquistem seu espaço, e a partir daí influenciem o as demais indústrias e comércio a optarem por outras alternativas, onde se torne possível um país com menos poluentes, tecnologias mais eficazes e onde a economia também se faça presente.

REFERENCIAL TEÓRICO

ELECTRICALLY PROPELLED ROAD VEHICLES - SAFETY SPECIFICATIONS --
PART 4: **post crash electrical safety,international organization for standardization**,
ACESSADO DIA 10/10/2018, DISPONÍVEL EM
<HTTPS://WWW.ISO.ORG/STANDARD/60584.HTML>

FIGUEIREDO,MARGARIDA, **universidade de évora e centro de química de évora
publicado no semanário registo**, ED. 193, 09/FEVEREIRO/2012

FREITAS, JOAQUIM CARLOS NOVAIS, **projeto e análise ao funcionamento de
carros elétricos**, SETEMBRO DE 2012

INTRODUÇÃO À ELETROMECAÂNICA E À AUTOMAÇÃO,PEA 2211, **o motor de
indução**, SÃO PAULO, OUTUBRO DE 2006

MESSIAS, JOÃO GABRIEL VALENÇA, **carro elétrico: impactos de sua introdução
para o setor elétrico brasileiro**, UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE
JANEIRO, ABRIL DE 2013

MICHELINI, ALDO - **baterias recarregáveis para equipamentos portáteis**, 2017

NOCE, TOSHIZAEMOM, **estudo do funcionamento de veículos elétricos e
contribuições ao seu aperfeiçoamento**, PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA
DE MINAS GERAIS, BELO HORIZONTE 2009

OLIVEIRA, JOÃO GABRIEL SOUZA MARTINS, **materiais usados na construção
de motores elétricos**, PORTO ALEGRE, 2009

PAREDES, MARINA GABRIELA SADITH PEREZ, **frenagem regenerativa em
veículo elétrico acionado por motor de indução: estudo, simulação e verificação
experimental**, UNICAMP, CAMPINAS 2013

PEREIRA, ADAN LUCIO, **electric vehicles as motivators for smart grids**, IEEE,
2018

ROSOLEM, M. F. **estado da arte de baterias para armazenamento de energia**,
SEMINÁRIO SOBRE O ESTADO DA ARTE DE ARMAZENAMENTO DE
ENERGIA E INSERÇÃO DE FONTES RENOVÁVEIS INTERMITENTES – IEE-
USP, MARÇO DE 2018

SILVA, MARCO AURÉLIO, EQUIPE BRASIL ESCOLALETRICIDADE:
acionamento de motores elétricos, DISPONÍVEL EM
[HTTPS://BRASILESCOLA.UOL.COM.BR/FISICA/ELETRICIDADE-
ACIONAMENTO-MOTORES-ELETRICOS.HTM](https://brasilecola.uol.com.br/fisica/eletricidade-acionamento-motores-eletricos.htm) , ACESSADO EM 25/09/2018.

SILVA, TATIANA BRUCE, **recarga de veículos elétricos: o que esperar quando o combustível dos nossos carros for a eletricidade?** FGV ENERGIA, DEZEMBRO DE 2017.

SOUZA, GUSTAVO, **carros elétricos são um perigo de incêndio?** REVISTA CARRO ELÉTRICO, 2017
ACESSADO EM 10/10/2018, DISPONÍVEL EM
[HTTPS://CARROELETRICO.COM.BR/BLOG/CARROS-ELETRICOS-INCENDIO/](https://carroeletrico.com.br/blog/carros-eletricos-incendio/)

ZANETI, LETÍCIA ALVES LIMA, **realidade do mercado dos carros elétricos e híbridos no brasil: caso da grande Florianópolis**, VII CONGRESSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, PONTA GROSSA- PARANÁ, DEZEMBRO DE 2017.