



## ESTUDO DE NORMAS PARA A CONVERSÃO DE VEÍCULOS COM MOTORES A COMBUSTÃO INTERNA PARA ELÉTRICOS

Tiago Nandi Silva<sup>1</sup>

Luiz Carlos de Cesaro Cavaler<sup>2</sup>

Fabio Peruch<sup>3</sup>

Adelor Felipe da Costa<sup>4</sup>

Alexandre Milanez<sup>5</sup>

**Resumo:** A indústria automotiva acreditando no futuro de veículos elétricos vem desenvolvendo tecnologias e muitos investimentos em pesquisas neste setor. No Brasil devido a custos, burocracias, falta de normas, leis e cultura, esse desenvolvimento pode caminhar junto com a grande aposta da indústria para que veículos de motores a combustão interna sejam convertidos para uma única fonte de energia, a elétrica. O presente trabalho aborda os principais componentes, leis, normas e procedimentos utilizados em países que já funcionam esse tipo de conversão elétrica. Procedimentos semelhantes no processo de alteração de característica como o GNV (Gás Natural Veicular). O referente estudo aborda formas, procedimentos e legislações utilizadas para o estudo vigente. Este estudo visa à formulação de um procedimento de conversão no qual se adquire *kits* já homologados para a substituição de todo o sistema utilizado em motores a combustão interna para uma fonte única, elétrica. O estudo apresenta um fluxograma para o processo de conversão, desde o processo de documentações para a troca de características até a fase final, regulamentar da forma mais simples e segura possível, fornecendo total segurança aos usuários.

**Palavras-chave:** Carro elétrico. Conversão. Legislação de conversão.

### 1 INTRODUÇÃO

A perspectiva é que a partir de 2030 a venda de veículos elétricos seja de 50% dos veículos vendidos no Brasil, com uma frota em circulação de 30% de veículos elétricos, a indústria automobilística acredita que uma parte desta frota será de veículos convertidos de motores a combustão interna para elétricos.

---

<sup>1</sup> Graduando em Engenharia Mecânica, UniSATC. E-mail: tiagonandi@hotmail.com

<sup>2</sup> Prof. UniSATC. E-mail: luiz.cavaler@satc.edu.br

<sup>3</sup> Prof. UniSATC. E-mail: fabio.peruch@satc.edu.br

<sup>4</sup> Prof. UniSATC. E-mail: adelor.costa@satc.edu.br

<sup>5</sup> Prof. UniSATC. E-mail: alexandre.milanez@satc.edu.br



Os veículos podem circular normalmente até o desgaste por completo, desde que esteja adequado dentro da legislação brasileira. Existe diversos fatores que fazem as pessoas usarem os veículos até o seu desgaste por completo, fatores econômicos, sociais e políticos. É de grande importância ambiental que esses veículos tenham uma opção de se adequar ambientalmente a novas tecnologias.

Hoje a legislação brasileira não aborda nenhum tipo de norma específica em relação à conversão de veículos com motor de combustão interna para elétricos. Esse tipo de conversão já vem sendo efetuado em vários lugares do mundo, em países mais desenvolvidos já vem sendo discutido e aplicada normas e regulamentações neste sentido, como: Estados Unidos, Alemanha, Inglaterra, Itália, Portugal entre outros. Certo grupo de pessoas entusiastas no Brasil já vem desenvolvendo protótipos neste sentido, porém acabam esbarrando na legalização destes veículos por falta de normas e leis.

Uma pesquisa baseada em normas, leis internacionais e procedimentos de países em que já existe esse tipo de conversão. Normas brasileiras que sejam com o mesmo princípio de mudança de característica como a do GNV (Gás Natural Veicular) que já estão em vigor a algum tempo no Brasil, busca-se usar a mesma estrutura de homologação, vistorias e credenciais já bem definidas utilizadas neste setor.

Um procedimento de legalização de veículos convertidos de motores a combustão interna para elétrico será necessário para que empreendedores, empresários e instituições possam avançar neste processo. O fornecimento de todo processo burocrático dentro das normas e da lei, faz com que esse tipo de conversão se torne cada vez mais acessível para o cidadão.

O Brasil é um país com muitas normas, que na maioria das vezes atrapalha a vida do cidadão. A falta de uma legislação como neste caso de conversão de veículos de motores a combustão interna para elétricos faz com que tardia o engajamento neste setor, gera insegurança em projetos, investimentos e tecnologia. Tornar esse procedimento acessível é uma forma de tornar o Brasil mais livre para investimentos e tecnologias.

Definir parâmetros, procedimentos e os principais componentes para a elaboração de um estudo para a regulamentação de veículos elétricos convertidos. Os componentes como baterias, que estão em pleno desenvolvimento tecnológico como as de íon-lítio que hoje têm os melhores resultados em rendimento, porém,



são relativamente caras, por conta disso são usadas as de chumbo-ácido, que tem um baixo rendimento e durabilidade, porém, os preços são relativamente baixos comparados com as de íon-lítio. Os motores elétricos que estão sendo utilizados em veículos convertidos já são desenvolvidos a um bom tempo para diversos tipos de finalidades, inclusive para carros.

O estudo proposto visa elaborar um procedimento para todo o processo de conversão de veículos com motor de combustão interna para elétricos, elaboração de um fluxograma detalhado do início do processo de documentação até sua finalização, passando por conferência de documentos e vistorias. Elaborar propostas simples e de fácil entendimento, facilitando a regulamentação deste setor evitando o sufocamento da proposta. O estudo aborda os principais componentes de um veículo elétrico e características necessárias para a sua circulação.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Neste capítulo é abordado normas e leis internacionais referente ao processo de conversão de veículos de motores a combustão interna para elétricos, normas e leis brasileiras de conversão de combustíveis para um entendimento do processo já existente e componentes fundamentais usados no processo de conversão.

### **2.1 LEIS E NORMAS DE ALTERAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS DO CÓDIGO BRASILEIRO DE TRÂNSITO**

Nenhum proprietário ou responsável poderá, sem prévia autorização da autoridade competente, fazer ou ordenar que sejam feitas modificações no veículo de suas características de fábrica (CTB, 1997).

Veículos novos ou usados que sofrerem alterações ou conversões de combustíveis são obrigados a atender aos mesmos limites e exigências de emissão de poluentes e ruídos previsto pelos órgãos ambientais competentes e pelo CONTRAN (Conselho Nacional de Transito), cabendo à entidade executora das modificações e ao proprietário do veículo, a responsabilidade pelo cumprimento das exigências (CTB, 1997).



É obrigatório sempre que for alterada qualquer característica do veículo ou mudança de categoria a expedição de um novo CRV (Certificado de Registro do Veículo) (CTB, 1997). O CRV é emitido no ato do primeiro emplacamento de seu veículo onde todas as características estão registradas. Mudança de características a exemplo de combustível deve ser comunicada ao DETRAN (Departamento Estadual de Trânsito) para alteração (Detran/SC, 2019).

O sistema para mudança de combustível de veículos rodoviários automotores (motores do ciclo Otto e do ciclo Diesel) para utilização do GNV (Gás Natural Veicular) como combustível (sistema bi-combustível), exige uma série de normas e regulamentações, devido a sua alta periculosidade por se tratar de diversos componentes como: cilindro de pressão, válvulas entre outros (JERÔNIMO, 2012). Um desses certificados é o CSV (Certificado de Segurança Veicular), documento fornecido pelo INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e qualidade Industrial), preenchido e emitido por Organismos de Inspeção credenciados pelo INMETRO e homologados pelo DENATRAN (Departamento Nacional de Trânsito), na área da segurança veicular, após aprovação técnica das inspeções de segurança veicular (MDIC, 2002).

## 2.2 LEIS E NORMAS DE CONVERSÃO DA ITÁLIA

O decreto de 1º de dezembro de 2015, nº219, o chamado “decreto de *retrofit*”, publicado via ministério dos transportes da Itália permite a transformação de veículos originalmente de combustão interna em veículos elétricos, visando à conversão de veículos antigos em veículos sustentáveis e tecnológicos. O decreto facilita a regulamentação de veículos convertidos que, anteriormente visava uma série de procedimentos burocráticos e caros como: autorização da fabricante para conversão e uma série de testes em laboratórios que inviabilizava o processo. O novo decreto prevê que empresa instaladora certificada pelo Ministério dos transportes siga os procedimentos de instalação fornecidos pelas empresas que fabricam e vendem os *kits* de instalação. As empresas de inspeção farão a conferência de documentações e posteriormente a inspeção veicular, certificação dos itens de segurança similares aos itens já inspecionados no sistema GNV (Gás Natural Veicular) (JORNAL OFICIAL, 2016).



Empresas homologadas pelo Ministério dos transportes que criam *kits* de conversão compostos de motor elétrico, bateria, peças mecânicas e eletrônicas, específicas para os diversos modelos de carros. Essas empresas devem ser submetidas à homologação através do ministério dos transportes e fornecer todas as instruções para a montagem, que será então realizada pelo reparador, que também será homologado pelo ministério dos transportes. Uma vez concluída a instalação, o veículo passa pelo processo de inspeção e testes, assim se veículo estiver com tudo de acordo atualizará o “certificado de matrícula do veículo” (D.M, 2015).

Ivan Catalano, membro da Comissão de Transportes, Correios e Telecomunicações da Câmara dos Deputados da Itália diz que é possível reconstruir um veículo com um padrão técnico que permita aprovação de *kits* de conversão que tenha qualidade e, seja de acordo com um rígido ciclo de produção, que garanta a qualidade e permita que qualquer oficina regularmente autorizada possa executar (CATALANO, 2015).

## 2.3 LEIS E NORMAS DE CONVERSÃO DO EUA (VIRGÍNIA)

O estado da Virgínia nos Estados Unidos, é o estado americano mais avançado na regulamentação de veículos convertidos de motores a combustão interna para elétrico, normas e leis simples que buscam o mínimo possível de regulamentações para evitar o sufocamento do processo mesmo antes de seu objetivo.

### 2.3.1 Titulação e Registro de Veículo Elétrico Convertido

O veículo para qual o registro ou certificado de título (documento emitido pelo estado ou município que identifica o proprietário) é aplicado e for um veículo elétrico convertido, o proprietário apresenta ao Departamento de trânsito o certificado de título e cartão de registro (documento que contém informações sobre o veículo e o proprietário) ou outra prova de registro que ele possa ter (LIS, 2012).

Após o recebimento da solicitação do certificado de título, conforme exigido pelo Comissário (agente do departamento de veículos motorizados) que tem a função de avaliar as documentações entregue pelo proprietário, o Departamento



emitirá um certificado de propriedade para o veículo elétrico convertido. Nenhum veículo elétrico convertido deverá ser registrado ou operado nas rodovias até que o proprietário submeta ao Departamento uma certificação por um inspetor de segurança certificado da Virgínia (LIS, 2012).

### 2.3.2 Itens Inspeccionados

A conversão para propulsão elétrica está completa e prova de que o veículo passou por Inspeção de segurança quando o inspetor realizar um formulário aprovado pelo Comissário e pelo Superintendente e, deverá declarar que o inspetor verificou os itens a seguir foram inspeccionados (LIS, 2012).

- Motor de combustão interna foi removido;
- O tanque de combustível foi removido e não substituído;
- Instalação de uma bateria de tração que é diferente do sistema de bateria auxiliar original do veículo;
- Motor elétrico foi instalado para acionar as rodas do veículo;

Alguns itens especiais de segurança são inspeccionados para a conversão, como é mostrado na tabela Tab. 1:

Tabela 1: Principais componentes de segurança

Componente	Exigência
Cabos	Cor laranja
Disjuntor e Fusível	Circuito das baterias de tração que são de alta tensão
Interruptor	Para abrir o circuito (local antigo de abastecimento)
Bateria de tração	Montadas em gabinetes fechados e não condutores
Tipo de Bateria	Caso não seja chumbo ácido, deve-se ter um monitoramento de temperatura
Conduíte	Metal ou materiais de resistência comparável
Freio	Sistema de vácuo e bomba, ou equipamento comparável
Aparência	Identificação na lateral do veículo como: “Veículo convertido”

Fonte: Baseado de LIS (2012, XI).

A Tab. 1 mostra a objetividade das normas, deixando-a compreensível a qualquer pessoa que desejar conhecer os critérios principais para a conversão.



## 2.4 LEIS E NORMAS INTERNACIONAIS

A normalização é fundamental para a rápida penetração dos Veículos Elétricos no mercado mundial. Uma norma é um documento que de forma voluntária pode se tornar obrigatória através de legislação ou decreto. Definir normas e regulamentações para garantir a confiança de investidores sabendo que seu negócio não vai barrar em burocracias. Estabelecer normas claras e objetivas de segurança dos usuários por meios de testes de fixação das baterias, choques elétricos e infraestrutura de carregamento (Pereirinha, 2019).

As padronizações dos sistemas de segurança e dispositivos de carregamento são essenciais para o crescimento de veículos elétricos, é importante que haja uma interação entre as normas de estados, países, continentes, de uma forma global para a garantia de crescimento deste mercado (Pereirinha, João e Victor, 2016).

## 2.5 GNV

As normas e regras do sistema GNV (Gás Natural Veicular) são extremamente rigorosas e necessárias para a segurança dos usuários, O cilindro utilizado com pressão média de 220 kgf/cm<sup>2</sup>, junto com todos os componentes como válvulas, engates e linha de pressão é realizado testes de segurança. Além dos itens de segurança básico como freio e lanterna de sinalização, no texto segue um exemplo de inspeção do cilindro de pressão (MDIC, 2002).

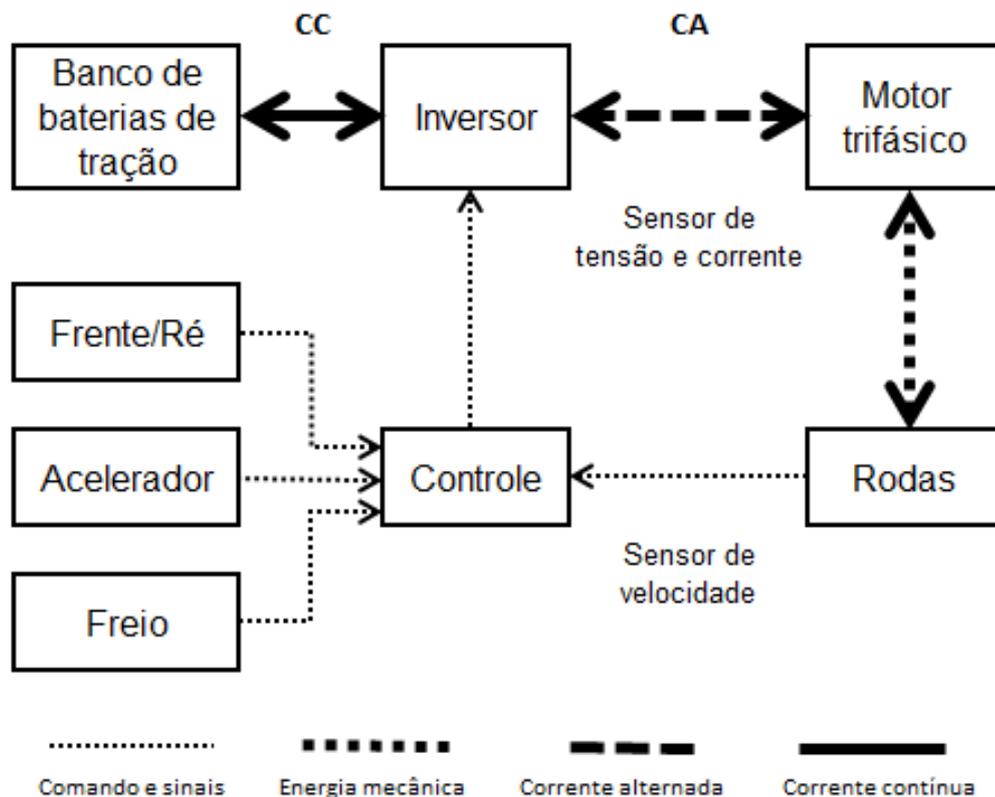
Cilindro para armazenamento de GNV com massa até 1.200N quando instalado sobre e rente o assoalho do veículo rodoviário automotor deve seguir as seguintes normas.

- Numero mínimo de cintas: 02 (duas);
- Material: ASTM A-36 ou similar, com tratamento superficial;
- Seção mínima: 30 x 3mm (1 1/4 x 1/8 pol);
- Furação: Ø 12mm, parafusos de aço: Ø 10mm (classe 8.8 - mínima), porcas autotravantes de aço;
- 04 (quatro) pontos de fixação posicionados nas extremidades das travessas;

## 2.6 PRINCIPAIS COMPONENTES

A Fig. 1 apresenta um diagrama de blocos simplificado de um veículo elétrico CC/CA (Corrente Contínua da bateria e Corrente Alterada no motor). Na Fig. 1 apresentada fez-se uma abordagem para um melhor entendimento em formulação de normas de dois principais componentes como: bateria e motor elétrico (NOCE, 2009).

Figura 1: Diagrama de blocos dos componentes de um carro elétrico.



Fonte: Baseado de Noce (2009, p. 30)

A seta dupla entre o banco de baterias e o inversor, entre este e o motor elétrico e entre o motor elétrico e as rodas indica que o fluxo de energia ocorre nos dois sentidos, ou seja, o banco de baterias de tração provê energia para a movimentação do veículo e, quando em frenagem, recupera parte da energia cinética do veículo sob a forma de energia eletroquímica, no banco de baterias de tração (NOCE, 2009).



### 2.6.1 Bateria

Atualmente as baterias mais utilizadas em veículos elétricos são as de chumbo-ácido e Íons lítio. As baterias de Íons Lítio são atualmente as mais utilizadas para armazenamento de energia nos veículos elétricos e são as áreas onde estão sendo realizados grandes investimentos e pesquisas pelas indústrias e universidades, todos em busca de um menor custo versus benefício, durabilidade e autonomia (IMBASCIATI, 2012).

As baterias de íons lítio são baterias que exigem baixa manutenção e tem um elevado potencial elétrico, porém, há um grande problema que vem sendo muito abordado por empresas e universidades que é o aquecimento no carregamento em uso normal (necessita de ventilação). Este tipo de bateria possui relação de potência versus peso muito benéfica para projetos de veículos elétricos em relação a outros modelos (IMBASCIATI, 2012).

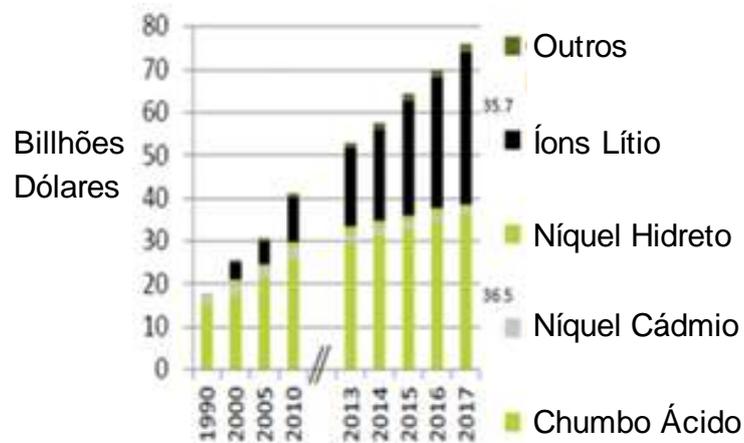
A queda do preço das baterias será de fundamental importância para o crescimento da produção dos veículos elétricos, As baterias de íons lítio terão seus preços relativamente baixos entre 2025 e 2030. A próxima década trará consigo uma grande mudança de comportamento no que se refere aos veículos de transporte particular ou em massa (SANTOS, 2018).

A baterias dos veículos elétricos à base de íons lítio é composta pela associação de várias unidades (células galvânicas) de modo a alcançar a tensão e a corrente necessária para cada projeto de veículo elétrico. As baterias de íons lítio têm sido as mais bem aceitas pelos vários modelos de veículos elétricos e pelo seu elevado potencial elétrico, baixo peso e queda gradativamente no preço nos últimos anos (SANTOS, 2018).

Lei europeia obriga testes a 56 km/h para homologar produtos, enquanto que a brasileira exige testes a 48 km/h, a integridade da bateria e o bom funcionamento do interruptor de corte da bateria são fundamentais para a segurança dos usuários. As normas internacionais não abordam nenhum tipo de local da bateria de íons lítio para veículo elétrico convertido. As baterias de chumbo ácido podem ser colocadas em qualquer recinto, pois não há risco de aquecimento e vazamento porque são lacradas.

A Fig. 2 apresenta o crescimento das baterias íons lítio no mercado mundial.

Figura 2: Investimento em baterias.

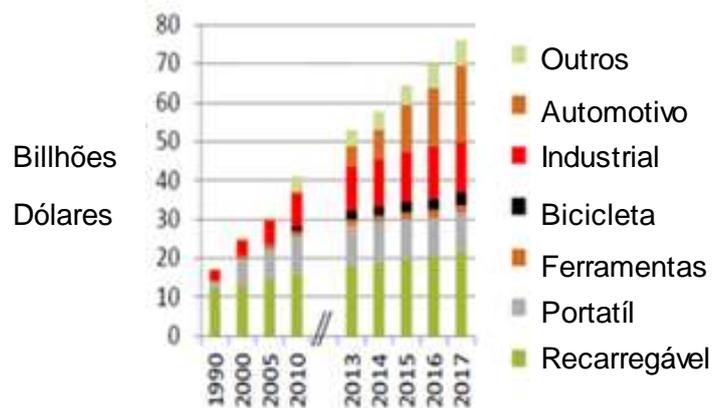


Fonte: CPqD (2018).

A figura 2 mostra que praticamente todo o crescimento em baterias no mercado mundial, é representado por baterias de íons lítio.

O investimento mundial nos últimos anos em baterias, a grande parte foi para o setor automotivo, conforme mostrado na Fig. 3.

Figura 3: Investimento em setores consumidores de baterias.



Fonte: CPqD (2018).

Os gráficos das fig. 1 e fig. 2 apresentam um grande crescimento mundial neste setor, de baterias para automóveis, com uma grande perspectiva do setor para a próxima década (CPDT, 2018).



### 2.6.2 Inversor

O inversor é um dispositivo que converte a energia elétrica que vem de uma fonte CC (Corrente Contínua) para CA (Corrente Alternada), podendo assim ser utilizado em um motor elétrico. O Inversor de um Veículo elétrico entrega ao motor uma CA de frequência variável em função do acionamento do pedal de aceleração, de modo que ele possa variar de velocidade. Assim, por entregar a correta dosagem de energia a uma determinada frequência, o Inversor controla tanto o Torque quanto a Velocidade do motor elétrico (ANTUNES, 2018).

Inversores de veículos elétricos temos CA do tipo trifásica (três fios para ligação). Todavia, não apenas o Inversor aciona o motor elétrico, mas, quando um veículo elétrico está freando, o seu motor não deve mais estar tracionando as rodas, assim, o Inversor deixa de entregar energia, deixando de acionar o motor. Neste momento quando ocorre à frenagem, a inércia do movimento força o motor a girar junto e é quando o motor se comporta como um gerador de energia elétrica. O inversor também é responsável por essa captura de energia elétrica e a transfere novamente para a bateria, por esse motivo o inversor é um dispositivo bidirecional (ANTUNES, 2018).

### 2.6.3 controle

Os veículos elétricos são inteiramente controlados por um sistema eletrônico automatizado, funções de controle de consumo de energia, gerenciamento de carga e comandos acionando pelo motorista como freio e acelerador. O sistema automatizado gerencia a eficiência de todos os componentes mecânicos e eletrônicos do veículo, inclusive para sistemas com motores de corrente contínua, onde é a maioria nos veículos elétricos. O controle faz o sentido da rotação motor elétrico, movendo o veículo para frente ou para trás (IMBASCIATI, 2012).

### 2.6.4 Frente e ré

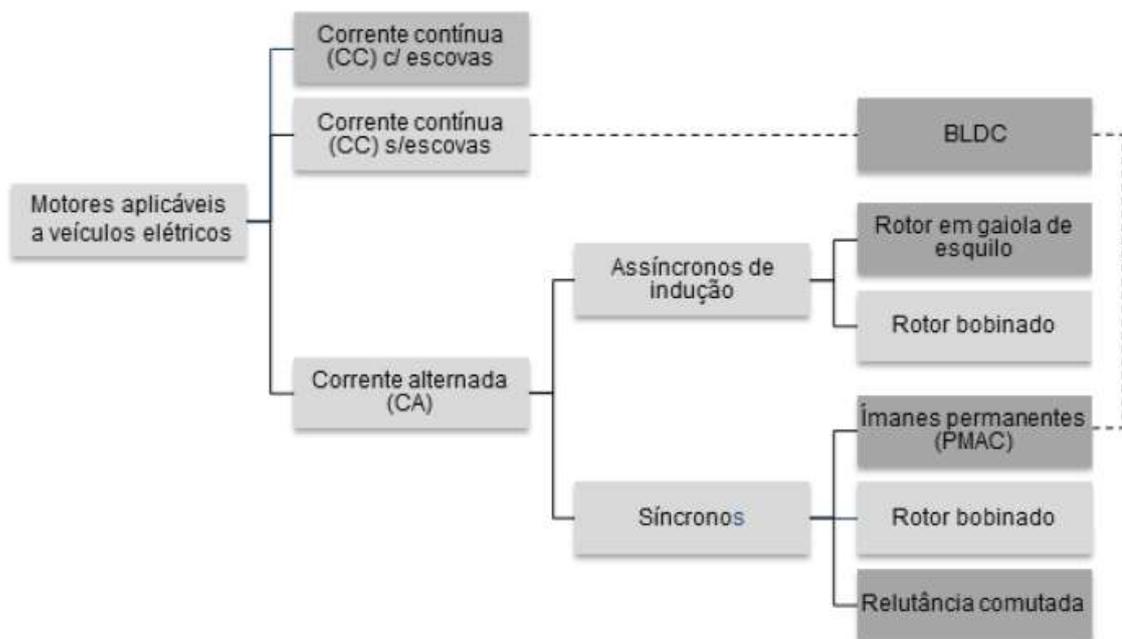
Na grande maioria das vezes o motor utilizado é de corrente alternada,

assim, o sistema de inversão de rotação faz a parte onde o veículo ande para frente ou para trás, o motor de corrente alternada faz essa inversão de rotação através do controle eletrônico para o inversor (ANTUNES, 2018).

### 2.6.5 Motor elétrico

Os fabricantes de motores elétricos estão desenvolvendo vários tipos de motores visando à aplicação em veículos elétricos. Os tipos de motores mais usados em veículos elétricos atualmente estão representados na Fig. 4. (FREITAS, 2012).

Figura 4: Tipos de motores mais usados em veículos elétricos.



Fonte: baseado de Freitas (2012, p. 8)

Os blocos com os tipos de motores da Fig. 4 que estão mais escuros são os motores que são mais usados no mercado de veículos elétricos. Nos tópicos na sequência um breve entendimento dos motores mais utilizados em veículos elétricos.

### 2.6.6 Corrente Contínua (CC) com escovas

Os motores de Corrente Contínua (CC) foram muito utilizados até os anos 90, com amplas variedades de velocidade e um controle relativamente fácil, porém com a chegada dos inversores e com a necessidade de manutenção como: troca de escovas e limpeza do coletor, o desenvolvimento de outros tipos de motores foi-se avançando e esse tipo de motor caiu em desuso com o passar do tempo (HONDA, 2006).

### 2.6.7 Relutância comutada

Os motores de relutância comutada possuíam uma baixa densidade de potência que necessitava de motores grandes e pesados, com muita pesquisa, este tipo de motor foi se desenvolvendo e se tornou muito promissor para veículos elétricos. Este tipo de motor possui um excelente controle e um bom rendimento, além disso funciona como gerador. O funcionamento deste motor é relativamente simples (FREITAS, 2012).

A Fig. 5 mostra um motor de relutância comutada completo acoplado ao redutor.

Figura 5: motor e redutos de relutância comutada.



Fonte: Freitas (2012)

Este tipo de motor possui um excelente controle e um bom rendimento, além disso, funciona como gerador. O funcionamento deste motor é relativamente simples (FREITAS, 2012).



### 2.6.8 Corrente Alternada (CA) síncronos de ímãs permanente (PMAC) ou (BLDC)

Os motores síncronos de ímãs permanente (PMAC) tem como a sua principal vantagem o preço, devido ao custo dos ímãs, que são relativamente baixos comparados com materiais de outros modelos de motores e tem um bom rendimento. Os motores do tipo BLDC (*Brushless DC*) não possuem escova e sua comutação é feita eletronicamente, isso faz que que tenha uma boa empregabilidade por possuir baixa manutenção (FREITAS, 2012).

### 2.6.9 Rotor em gaiola de esquilo

Os motores de indução com rotor em gaiola de esquilo são motores com custo inferior a todos os outros modelos, aliado a simplicidade de construção e alta confiabilidade. Este tipo de motor despertou o interesse das marcas para a aplicação em veículos elétricos (ZERAOULIA; MOHAMED; DIALLO, 2006).

## 3 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Para a realização deste estudo, o procedimento experimental é basear-se em uma ampla pesquisa internacional de processos de conversão que já funcionam em países como Itália e EUA (Estados Unidos da América), e métodos similares de alteração de características, como o processo do GNV (Gás Natural Veicular).

Avaliação de caraterísticas como potência e torque de carros populares que hoje estão sendo utilizados e assim à perspectiva que estarão em processo de conversão no início da próxima década.

O processo de conversão apresentado neste estudo parte de um fluxograma detalhado de todo o processo de conversão, desde o início da documentação, até os moldes finais, procedimento que visa empresas, órgãos governamentais e principalmente pessoas comuns que desejam no futuro desfrutar desta tecnologia.



## 4 ANÁLISES E DISCUSSÕES

### 4.1 CARROS POPULARES MAIS VENDIDOS DO BRASIL.

A fim de avaliar os carros que provavelmente estarão sofrendo o processo de conversão na próxima década, a Tab. 2 mostra os carros mais vendidos nos últimos anos e suas respectivas potências e torques.

Tabela 2: carros populares mais vendidos no Brasil

	Modelo	Marca	Potência [cv]	Torque [N.m]
1	GOL	Volkswagen	75	9,7
2	UNO	Fiat	75	9,9
3	Palio	Fiat	75	9,9
4	Ônix	Chevrolet	78	9,5
5	Ka	Ford	80	10,2
6	Celta	Chevrolet	78	9,7
7	Sandero	Renaut	79	10,5
8	HB 20	Hyundai	75	9,4
9	Kwid	Renaut	70	10
10	Mobi	Fiat	77	10,9
11	Fiesta	Ford	72	9,1
	Média		76	9,9

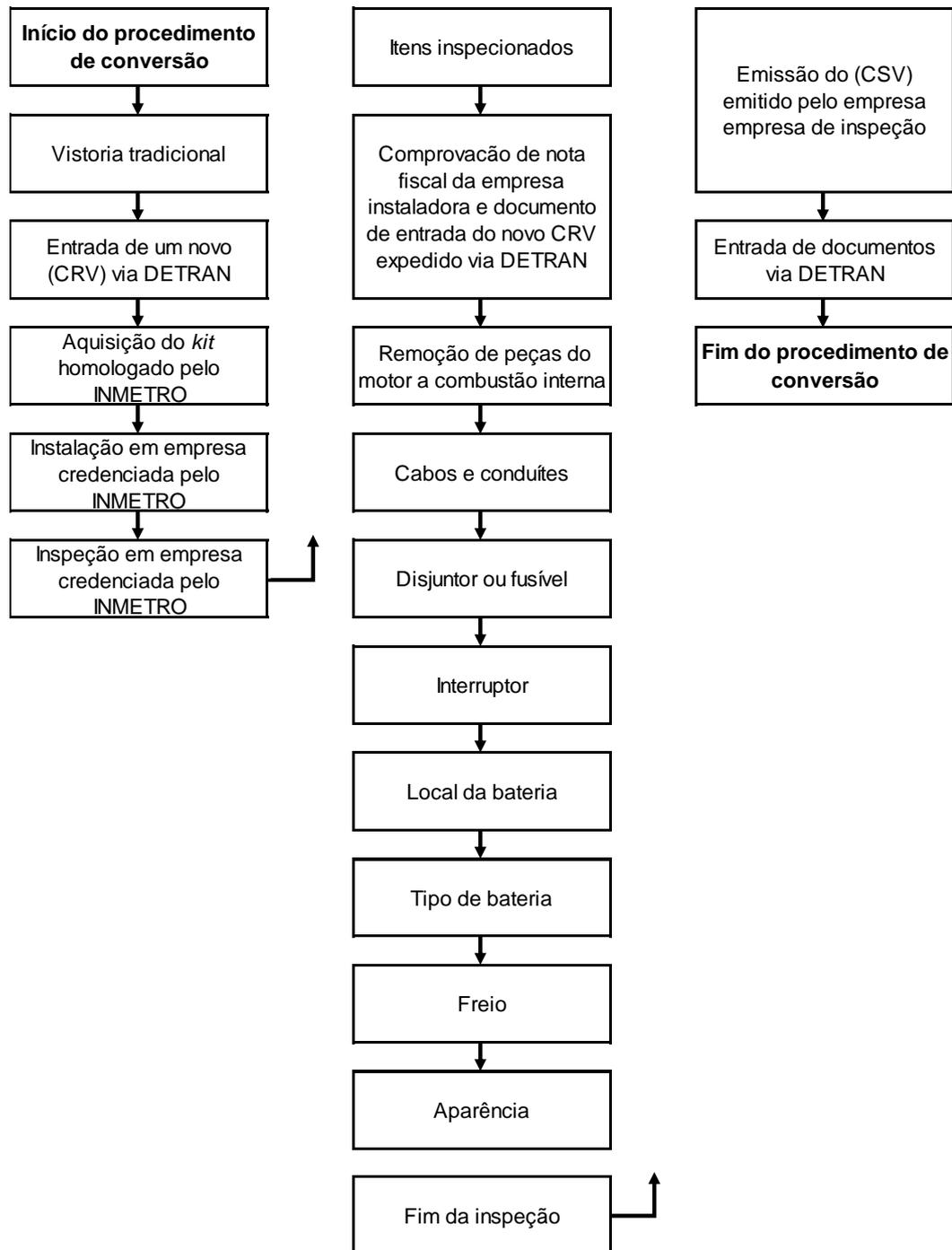
Fonte: do Autor (2019)

Buscou-se então uma média de potência e torque para os carros de 1.000 cilindradas, para que assim sirva de padrão para os componentes adequado como motor e baterias. A potência e o torque utilizada é de única exclusividade do usuário, vai de quantos cada um queira gastar.

### 4.2 FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE CONVERSÃO

Propôs-se um fluxograma do processo de conversão desde o seu início da documentação até o documento pronto emitido pelo DETRAN, visando a desburocratização Brasileira. É mostrado na Figura 6 todo o procedimento que busca facilidade a todos que buscam migrar-se para esta tecnologia elétrica do futuro.

Figura 6: Fluxograma do processo de conversão.



Fonte: do Autor (2019)

O detalhamento dos itens do fluxograma apresenta-se detalhadamente nos itens abaixo.



#### 4.3 DETALHAMENTO DO FLUXOGRAMA

Detalhamento do fluxograma por etapas, para um entendimento geral do processo de conversão.

##### 4.3.1 Vistoria tradicional

Laudo de vistoria do veículo, realizado antes da abertura do processo de conversão, em empresa particular ECV (Empresa Credenciada de Vistoria) credenciada pelo DETRAN onde o veículo estiver sendo transferido. Nos casos em que os veículos já estiverem cadastrados no Estado, poderá ser aceita a vistoria realizada na ECV situada no município onde o veículo estiver registrado ou sendo transferido. São vistoriados itens como: numeração de chassis, numeração de motor, numeração dos vidros, sinalização, pneus, placas e lacres, entre outros itens de segurança.

##### 4.3.2 Entrada de um novo CRV, via DETRAN

É obrigatório sempre que for alterada qualquer característica do veículo ou mudança de categoria a expedição de um novo CRV (Certificado de Registro do Veículo) (CTB, 1997). O CRV é emitido no ato do primeiro emplacamento de seu veículo onde todas as características estão registradas, mudança de características como combustível deve ser comunicada ao DETRAN (Departamento Nacional de Trânsito) para alteração (Detran/SC, 2019).

##### 4.3.3 Aquisição do *kit* Homologado

Empresas criarão kits de conversão composto de manual de montagem, baterias para tração, motor elétrico, inversor, bomba de vácuo *para freio*, carregadores, conectores, cabos e acessórios. Essas empresas são submetidas à testes através do INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e qualidade Industrial) estabelecidos via CONTRAN (Conselho Nacional de Trânsito) e fiscalizados via DENATRAN (departamento Nacional de Trânsito) e assim fornecer



todas as instruções para a montagem, que será então realizada pela empresa de instalação.

#### **4.3.4 Instalação em empresa credenciada pelo INMETRO**

A instalação só poderá ser realizada por empresas credenciadas no INMETRO, a mesma deverá seguir todas as instruções de instalações fornecidas pela empresa fabricante dos Kits. As instaladoras deverão emitir um CSC (Certificado de Segurança de Conversão) emitido via DENATRAN.

#### **4.3.5 Inspeção em empresa credenciada pelo INMETRO**

A inspeção só poderá ser realizada por empresas credenciadas no INMETRO, a mesma deverá seguir todas as instruções e inspeção dos itens de segurança (listado nas próximas etapas) estabelecida pelo CONTRAN e fiscalizados via DENATRAN.

#### **4.3.6 Comprovação das notas fiscais das empresas de Kits, instaladora e CRV**

A empresa de inspeção realiza a verificação de todos os documentos necessários, como: Certificado de instalação das empresas credenciada pelo INMETRO e documento de entrada do novo CRV emitido via DETRAN no início do processo.

#### **4.3.7 Remoção de peças e acessórios do motor a combustão interna**

Verificação se houve a completa remoção de todos os itens que não serão mais utilizados, como o motor a combustão interna, tanque de gasolina e caixa de engrenagens. As peças conferidas se removidas como o tanque de combustível, torna o processo mais seguro para os usuários.

A vistoria tradicional no início do processo faz o papel de conferência de que esses itens eram realmente do veículo original, evitando assim possíveis fraudes no processo de conversão.



#### 4.3.8 Cabos e Conduítes

Cabos de alta tensão que suporte tensões em de até 400 Volts e com uma área de seção transversal mediando até 100 mm<sup>2</sup>, de cor laranja e marcações de “Alta Tensão” em todos os conduítes (revestimento dos cabos). Nenhum cabo de alta tensão pode ser conectado ao chassi do veículo de forma a fazer com que o chassi seja usado para aterrar a corrente elétrica. A corrente elétrica pode chegar a 5000 Amperes dependendo da potência e quantidade de baterias utilizadas.

Os conduítes de metal, compósito ou outros materiais com resistência, esmagamento e resistência à abrasão comparáveis ao metal ou compósito, envolvendo todos os cabos de alta tensão que circulam dentro ou fora do veículo, esse conduíte deve ser flexível e fixado ao chassi do veículo.

#### 4.3.9 Disjuntor ou Fusível

Um disjuntor ou fusível no circuito de alta tensão que contém bateria de tração, controlador e motor. Esse disjuntor ou fusível deve ser classificado para interromper a corrente máxima esperada igual ou acima da corrente das baterias que são aproximadamente de 400 Amperes, para uma potência utilizada similar à dos veículos populares de 1000 cilindradas vendidos nos últimos anos.

#### 4.3.10 Interruptor

Um interruptor montado externamente para abrir o circuito de alta tensão formado pelo banco de baterias, na qual gera uma corrente de até 400 Amperes em caso de emergência. Esse interruptor deve estar localizado onde a tampa do tanque de combustível estava localizada antes da conversão. Qualquer tampa que proteja o interruptor deve poder ser aberta do lado de fora do veículo.

#### 4.3.11 Local da Bateria

Baterias de tração montadas em gabinetes não condutores seguros, que fornecem acesso limitado e ventilação adequada (natural ou forçada). Múltiplos compartimentos podem ser usados, mas devem ser conectados por cabos de alta



tensão envolta em conduítes de metal, compósito ou outros materiais com resistência a esmagamento e resistência à abrasão comparáveis ao metal ou compósito.

#### **4.3.12 Tipo de Bateria**

Se as baterias de tração utilizadas não forem de chumbo-ácido, deve-se conter um sistema de monitoramento de temperatura que monitora a temperatura de pelo menos uma bateria em cada compartimento. Os sistemas mais usados para a medição de temperatura de bateria são os termopares de isolamento mineral, utilizado em medições dentro dos vasos de bateria. Esse sistema deve avisar o motorista do veículo se a temperatura da bateria estiver subindo rapidamente ou acima de níveis seguros.

#### **4.3.13 Freio**

Um sistema de vácuo e bomba, ou equipamento comparável, para manter a função e a capacidade adequadas do freio. O sistema de freios dos veículos elétricos tem a capacidade de aproveitar a energia gerada pela frenagem e transformá-la em energia para recarregar as baterias de tração. Isso acontece quando não se está acelerando o veículo ou nos momentos em que se utiliza levemente o sistema de frenagem.

O processo regenerativo funciona através do motor elétrico que também opera como gerador nos momentos em que o carro reduz a velocidade. Em veículos de combustão, o acionamento dos freios resulta em uma grande quantidade de calor desperdiçada, ou seja, energia térmica jogada fora através do atrito das pastilhas e discos. No entanto, é importante dizer que acionar o sistema de freios de um veículo elétrico é fundamental para a prevenção de acidentes e o motorista não pode contar apenas com a redução da velocidade realizada pelo próprio motor em situações extremas.



#### 4.3.14 Aparência

Rotulagem nos três lados do veículo, identificando o veículo como "Elétrico Convertido". Cada etiqueta deve ter pelo menos quinze centímetros de comprimento e consistir em letras com pelo menos três centímetros de altura.

#### 4.3.15 Finalização do procedimento de conversão

Se aprovado os itens inspecionados pela empresa de inspeção junto com o CSC (Certificado de Segurança de Conversão) a empresa de inspeção emite um CSV (Certificado de Segurança Veicular).

Com a documentação completa o proprietário do veículo apresenta no DETRAN junto com o certificado de entrada do novo CRV (Certificado de Registro Veicular) emitido via DETRAN no início do procedimento. O DETRAN emite um novo documento que consta "Veículo Elétrico Convertido" e finaliza-se o processo.

### 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A elaboração do procedimento de conversão desenvolvido através de um fluxograma e detalhado em etapas faz com que o processo fique dinâmico e adequado para profissionais da área de vistorias, instaladoras e fabricantes dos *kits* e peças de instalação.

Cada empresa tem as suas responsabilidades bem definidas conforme mostrado neste estudo, com a separação de responsabilidades já bem definidas pelo CONTRAN (Conselho Nacional de Trânsito) e fiscalizadas via DENATRAN (Departamento Nacional de Trânsito). As empresas Credenciadas pelo INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e qualidade Industrial) fara toda a parte de segurança desde a fabricação dos *kits* até a vistoria final. A documentação é realizada via DETRAN (Departamento Nacional de Trânsito).

A uma grande aposta em veículos elétricos para o futuro da mobilidade urbana, a indústria prevê uma porção de 50% das vendas de veículos elétricos em 2030.

A nível estadual e nacional cabe aos governos avançar em incentivos fiscais como a isenção de IPVA (Imposto sobre a Propriedade de Veículos



Automotores) para veículos elétricos originais ou convertidos. Infraestrutura de pontos de recarga espalhados pelas cidades, faz com que os usuários tenha mais confiança em converter ou comprar seu veículo elétrico. Incentivos em cidades que usam o sistema de rodizio para circular, definido através do número da placa do veículo. Fornecer uma autorização para que veículos elétricos possam circular livremente.

Cada item de segurança, procedimentos e pontos abordados neste estudo, pode-se aprofundar para melhorias futuras e assim a conversão de veículos elétricos fique cada vez mais justa e possa caminhar junto com o desenvolvimento de energia limpa e renovável.

## 6 CONCLUSÕES

A pesquisa mostrou-se fundamental para o início das discussões em relação a veículos elétricos convertidos.

Países como EUA e Itália, determinam normas claras e objetivas para o crescimento deste setor. Normas de segurança são bem definidas por esses países para uma total segurança dos usuários.

## REFERÊNCIAS

ANTUNES, P. D. R. **Veículos elétricos, funcionamento e seus benefícios**. Monografia de graduação, Centro Universitário – UNIFACVEST, Lages/SC, Brasil, 2018, 73 p.

Blog deputado Ivan Catalano, Retrofit. Disponível em: <http://ivancatalanodep.blogspot.com/search/label/retrofit>. Acesso em 24 de junho de 2019.

CPqD. Centro de pesquisa e desenvolvimento em telecomunicações. Baterias de Lítio-Íon (LIB) perspectivas e mercado, Campinas-SP, 2018, 30p.

CTB – Lei N° 9.503. Código brasileiro de trânsito, Art. 123. Brasília, DF, 1997

CTB – Lei N° 9.503. Código brasileiro de trânsito, Art. 98. Brasília, DF, 1997

D.M. n.219/15, “Decreto de Retrofit”. Roma, RO, 2015.



Detran/SC. mudança de combustível. Disponível em:

<http://www.detran.sc.gov.br/informacoes/veiculos/alterar-caracteristica/374-mudanca-de-combustivel>. Acesso em: 1 maio de 2019.

FREITAS, J. C. N. Projeto e análise ao funcionamento de carros elétricos. dissertação mestrado, Universidade do Minho – UMI, Braga, Portugal, 2012, 201 p.

HONDA, F. **Motores de corrente contínua** – Guia rápido para uma especificação precisa, Siemens LTDA Unidade Automação e Controle, Universidade de São Paulo – USP, São Paulo-SP, 2006, 36 p.

IMBASCIATI, H. **Estudo descritivo dos sistemas, subsistemas e componentes de veículos elétricos e híbridos**. Especialização em engenharia automotiva, instituto Mauá de tecnologia – IMT, são Caetano do Sul-SP, Brasil, 2012, 58 p.

JERÔNIMO, C. E. D. **Vulnerabilidade e risco social de postos revendedores de Gás Natural Veicular (GNV)**. Mamografia de graduação, Universidade Potiguar, Natal-RN, Brasil, 2012, 16 p.

JORNAL OFICIAL. República Italiana. Ministério Da Infraestrutura E Transporte, ano 157º- número 7, pp 98-117.

LIS – Sessão 2012. Veículos elétricos convertidos – Lei da Virgínia. Virgínia, VI, 2012.

MDIC – INMETRO. Ministério do desenvolvimento, indústria e comércio exterior, instituto nacional de metrologia, normalização e qualidade industrial, portaria nº 203. brasilia, DF, 2002.

MDIC – INMETRO. Ministério do desenvolvimento, indústria e comércio exterior, instituto nacional de metrologia, normalização e qualidade industrial, portaria nº 49. brasilia, DF, 2010.

NOCE, T. **Estudo do funcionamento de veículos elétricos e contribuições ao seu aperfeiçoamento**. Dissertação mestrado, Universidade Católica de Minas Gerais – UCMG, Belo Horizonte/MG, Brasil, 2009, 129 p.

PEREIRINHA, P. G. Como surgem as normas internacionais para a mobilidade elétrica? – apostila de graduação, universidade de Coimbra, Instituto Politécnico de Coimbra, Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores de Coimbra e Associação Portuguesa do Veículo Elétrico, Coimbra-POR, 2019, 32 p.

PEREIRINHA, P. G., JOÃO P. T., VICTOR S. Electric Propulsion Vehicles Standardization: Where Are We? **EEEJ**, Vol.1, pp 186-191, 2016.



SANTOS, C. A. L. Baterias de Íons lítio para veículos elétricos. **Revista IPT - tecnologia e inovação**, Vol. 2, pp 5-6, 2018.

ZERAOULIA, M., MOHAMED, E. H. B., DIALLO, D. S. I. Electric Motor Drive Selection Issues for HEV Propulsion Systems. **IEEE Transactions On Vehicular Technology**, Vol. 55, NO. 6, pp. 02-08, 2006.