



Universidade de Brasília - UnB
Faculdade UnB Gama - FGA
Engenharia Automotiva

Análise dos Requisitos para Legalização de Veículo Convertido em Elétrico

Autor: Lucas Regis da Mota Santos
Orientador: Prof.Dr. Rudi Henri van Els

Brasília, DF
2022



Lucas Regis da Mota Santos

Análise dos Requisitos para Legalização de Veículo Convertido em Elétrico

Monografia submetida ao curso de graduação em Engenharia Automotiva da Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Automotiva.

Universidade de Brasília - UnB

Faculdade UnB Gama - FGA

Orientador: Prof.Dr. Rudi Henri van Els

Brasília, DF

2022

Lucas Regis da Mota Santos

Análise dos Requisitos para Legalização de Veículo Convertido em Elétrico/
Lucas Regis da Mota Santos. – Brasília, DF, 2022-
168 p. : il. (algumas color.) ; 30 cm.

Orientador: Prof.Dr. Rudi Henri van Els

Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade de Brasília - UnB
Faculdade UnB Gama - FGA , 2022.

1. Veículo elétrico. 2. Conversão Veicular. I. Prof.Dr. Rudi Henri van Els. II.
Universidade de Brasília. III. Faculdade UnB Gama. IV. Análise dos Requisitos
para Legalização de Veículo Convertido em Elétrico

CDU 02:141:005.6

Lucas Regis da Mota Santos

Análise dos Requisitos para Legalização de Veículo Convertido em Elétrico

Monografia submetida ao curso de graduação em Engenharia Automotiva da Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Automotiva.

Brasília, DF, 17 de Fevereiro de 2023.

Prof.Dr. Rudi Henri van Els
Orientador

Prof. Msc. Saleh Barbosa Khalil
Convidado 1

Prof. Dr. Henrique Gomes de Moura
Convidado 2

Brasília, DF
2022

Dedico este trabalho a Deus e a minha família, por todo o apoio, carinho e amparo em tantos momentos difíceis. Em especial, aos meus pais Andrea da Mota e Antonio Regis cujo exemplo sempre me motivou a melhorar como pessoa e a vencer os desafios que a vida propõe.

Agradecimentos

Em primeiro lugar gostaria de agradecer a Deus, por guardar e conceder saúde, paz e felicidade a mim e a minha família.

Aos meus pais, Andréa da Mota e Antônio Regis, por todo o suporte que me deram em prol da realização dos meus sonhos. Sem eles, jamais teria a oportunidade de estar na UnB.

A todos os meus familiares e amigos próximos, que de alguma forma me ajudaram nessa caminhada.

Aos moradores do Ed. Maison Versailles que forneceram suporte desde o primeiro dia na universidade e sempre se dispuseram a me ajudar nos momentos de necessidade.

À todos os colegas, professores e funcionários da Universidade de Brasília, pelos ensinamentos, conversas e experiências que compartilharam durante essa caminhada.

Ao professor Rudi, que me abriu as portas para o desenvolvimento deste trabalho, atuando com extremo profissionalismo.

*“Até aqui o Senhor nos ajudou”
(Bíblia Sagrada, 1 Samuel 7:12b)*

Resumo

A conversão de veículos a combustão em elétricos tem sido cada vez mais comum no Brasil e estes veículos precisam ser legalizados para poder circular nas vias brasileiras. Este trabalho tem como objetivo identificar e analisar normas técnicas e requisitos para a legalização de veículos convertidos para tração elétrica para poder circular nas vias brasileiras, fornecendo um fluxograma do processo de transformação e apresentando o que é necessário para que haja a homologação, desde o início da entrada na documentação até a etapa final. As dessas normas e requisitos são aplicadas a um utilitário do tipo VAN convertida para elétrico. O trabalho inicia com um levantamento dos veículos elétricos em circulação e a apresenta a quantidade de veículos convertidos. Foi verificado que existem apenas quarenta e nove veículos convertidos para elétrico e homologados para circular nas estradas brasileiras, sendo apenas um no Distrito Federal. Para isso, é de suma importância cumprir alguns requisitos, como os de equipamentos, segurança, registro e documentação. Para o desenvolvimento deste estudo, foi utilizada a portaria nº 30 do INMETRO, que contém os requisitos para modificações de veículos. Foi elaborado um checklist de sistemas e componentes que serão inspecionados na vistoria, sendo necessário um teste mecanizado e de freios. Para que possa facilitar futuras conversões, foi demonstrado um passo a passo a ser seguido no processo de homologação. Os resultados obtidos mostram que é possível a homologação do veículo em questão. No entanto, é importante ressaltar que seguir corretamente todos os passos do processo de conversão é fundamental para garantir a homologação do veículo. Caso haja falhas no processo, podem ocorrer problemas na legalização do veículo, gerando taxas além dos padrões ou exigindo procedimentos extras. Portanto, é fundamental que o procedimento de conversão seja realizado com responsabilidade e de acordo com as normas técnicas e requisitos estabelecidos.

Palavras-chaves: Mobilidade Elétrica, Conversão Veicular, Carros Elétricos, Legislação de conversão

Abstract

The conversion of combustion vehicles into electric vehicles has been increasingly common in Brazil and these vehicles need to be legalized in order to circulate on Brazilian roads. This work aims to identify and analyze technical standards and requirements for the legalization of vehicles converted to electric traction to be able to circulate on Brazilian roads, providing a flowchart of the transformation process and presenting what is necessary for homologation, from the beginning, from entering the documentation to the final step. These standards and requirements apply to a VAN-type utility vehicle converted to electric. The work begins with a survey of electric vehicles in circulation and presents the number of converted vehicles. It was found that there are only forty-nine vehicles converted to electric and approved to circulate on Brazilian roads, with only one in the Federal District. For this, it is extremely important to fulfill some requirements, such as equipment, security, registration and documentation. For the development of this study, INMETRO Ordinance nº 30 was used, which contains the requirements for vehicle modifications. A checklist of systems and components was prepared that will be inspected during the inspection, requiring a mechanized and brake test. In order to facilitate future conversions, a step by step to be followed in the approval process was demonstrated. The obtained results show that it is possible to homologate the vehicle in question. However, it is important to emphasize that correctly following all the steps of the conversion process is essential to guarantee the vehicle's homologation. If there are failures in the process, problems may occur in the legalization of the vehicle, generating fees beyond the standards or requiring extra procedures. Therefore, it is essential that the conversion procedure be carried out responsibly and in accordance with established technical standards and requirements.

Key-words: Electric Mobility, Vehicle Conversion, Electric Cars, Conversion Legislation.

Lista de ilustrações

Figura 1 – Componentes básicos de um carro elétrico	31
Figura 2 – Ônibus Diesel-Elétrico da Volvo	33
Figura 3 – Nissan Leaf	36
Figura 4 – Gráfico de veículos que utiliza combustíveis fósseis no Brasil	38
Figura 5 – Gráfico de Veículos Elétricos no Brasil	39
Figura 6 – Gráfico de Veículos Elétricos no Brasil	40
Figura 7 – Gráfico de veículos com alteração de combustível no Brasil	41
Figura 8 – Gráfico de veículos que utiliza combustível fóssil do Distrito Federal	42
Figura 9 – Gráfico de Veículos Elétricos no Distrito Federal	43
Figura 10 – Gráfico de Veículos Elétricos no Distrito Federal	44
Figura 11 – Gráfico de veículos com alteração de combustível no Distrito Federal	45
Figura 12 – Veículos a combustão interna convertidos para elétricos	46
Figura 13 – Fiat Palio convertido para elétrico	47
Figura 14 – Carrinho de Golf elétrico	48
Figura 15 – Gurgel BR 800 convertido para elétrico	48
Figura 16 – Van Boxer Peugeot 2.8 HDI 2008	49
Figura 17 – Linha de montagem de VE	50
Figura 18 – IVECO Daily Electric dual cockpit	51
Figura 19 – Utilitário Agrale Marruá Elétrico	52
Figura 20 – Peugeot Partner Rapid elétrico	53
Figura 21 – E-RETROFIT AMBEV 13T	54
Figura 22 – E-RETROFIT CARRO-FORTE PROTEGE	55
Figura 23 – Kit Retrofit 100V	56
Figura 24 – Kit Retrofit 72V	56
Figura 25 – Gol convertido para elétrico	57
Figura 26 – Fusca convertido para elétrico	58
Figura 27 – Fluxograma do processo de conversão	65
Figura 28 – Gurgel BR800 em dinamômetro de rolo	70
Figura 29 – Diagrama de blocos da classificação dos motores elétricos	74
Figura 30 – Motor CC em corte	75
Figura 31 – Exemplos de motores CA: a) motor de indução, b) motor de ímã permanente, c) motor de relutância comutada	76
Figura 32 – Inversores de frequência	79
Figura 33 – Sistema de gerenciamento de energia em um veículo elétrico	81
Figura 34 – Motor elétrico da WEG refrigerado a água	83

Figura 35 – Esquema básico do controle de velocidade/aceleração de um veículo elétrico	84
Figura 36 – Motor CA M01 WEG Gaiola de Esquilo: a) Vista lateral; b) Vista superior	89
Figura 37 – Inversor de frequência WE CVW500	90
Figura 38 – Bateria de Lítio-Ferro-Fosfato (LIFEPO4) HIPOWER	91
Figura 39 – Módulo de baterias dentro da grade de proteção; acima das células, o BMS do módulo	92
Figura 40 – Sistema de Gerenciamento de Bateria (BMS)	93
Figura 41 – BMS - HUB	94
Figura 42 – Display HMI monitora tensão, corrente e temperatura	94
Figura 43 – Diagrama do sistema de gerenciamento do banco de baterias	95
Figura 44 – Bomba de vácuo	96
Figura 45 – Sistema de arrefecimento do veículo elétrico	97
Figura 46 – Coluna de direção elétrica do Volkswagen UP adaptada	98
Figura 47 – Diagrama de montagem dos contadores de potência no sistema bateria-inversor	99
Figura 48 – (a) Flange de suporte do motor, prato de fixação e acoplamento do eixo; (b) Qualidade dos elementos da malha obtida na simulação numérica do eixo	100
Figura 49 – Van Peugeot Boxer Longa 2.8 HDI 2008 com a frente desmontada	101
Figura 50 – Motor elétrico acoplado à caixa de marchas, à direita, e sustentado pelo “suporte”, à esquerda	102
Figura 51 – Motor elétrico acoplado à caixa de marchas, à direita, e sustentado pelo “suporte”, à esquerda	103
Figura 52 – Modificação do câmbio	103
Figura 53 – Sistema Nacional de Trânsito	106
Figura 54 – Fluxograma dos itens realizado na van	114

Lista de tabelas

Tabela 1 – Carros populares mais vendidos no Brasil	59
Tabela 2 – Teste de Frenagem	64
Tabela 3 – Dados do Motor da Van Peugeot Boxer Longa 2.8 HDI 2008	86
Tabela 4 – Características técnicas da VAN	86
Tabela 5 – Dimensões da Van Peugeot Boxer Longa 2.8 HDI 2008	87
Tabela 6 – Características do motor elétrico CA do tipo Gaiola de Esquilo da WEG	89
Tabela 7 – Principais Características do Inversor WEG CVW500	90
Tabela 8 – Características da bateria LIFEP04	92
Tabela 9 – Dados do módulo de baterias	93
Tabela 10 – Características da geração de calor pelo motor elétrico e pelo inversor de frequência	97
Tabela 11 – Componentes removidos e adaptados da Van	101
Tabela 12 – Principais componentes de segurança	110
Tabela 13 – Custo de documentação de homologação de veículo convertido para elétrico no Distrito Federal	116

Lista de abreviaturas e siglas

Inmetro	Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
Dqual	Diretoria de Qualidade
Contran	Conselho Nacional de Trânsito
Denatran	Departamento Nacional de Trânsito
SBAC	Sistema Brasileiro de Avaliação da Conformidade
RBC	Rede Brasileira de Calibração
CTB	Código de Trânsito Brasileiro
RTQ	Regulamento Técnico da Qualidade
CSV	Certificado de Segurança Veicular
OIC	Organismo de Inspeção Credenciado
CRLV	Certificado de Registro e Licenciamento de Veículo
CRV	Certificado de Registro de Veículo
NBR	Norma Brasileira Registrada
PBT	Peso Bruto Total

Sumário

1	INTRODUÇÃO	25
1.1	Objetivos	27
1.1.1	Objetivo Geral	27
1.1.2	Objetivos Específicos	27
1.2	Metodologia	28
1.3	Organização do Texto	28
2	ESTUDO DO MERCADO DE VEÍCULOS	31
2.1	Veículos Elétricos	31
2.2	Classificação de Veículo Elétrico	31
2.3	Mercado de veículos no Brasil e Distrito Federal	37
2.3.1	Veículos com combustíveis fósseis no Brasil	37
2.3.2	Veículos elétricos no Brasil	39
2.3.3	Veículos com alteração de combustível no Brasil	41
2.3.4	Veículos com combustíveis fósseis do Distrito Federal	41
2.3.5	Veículos elétricos do Distrito Federal	42
2.3.6	Veículos com alteração de combustível no Distrito Federal	44
2.4	Veículos Convertidos Para Elétrico na Universidade de Brasília	46
2.5	Veículos convertido pela ITAIPU	49
2.6	Veículos convertido pela Stellantis	52
2.7	Veículos convertido pela Eletra	53
2.8	Electric Retrofit	55
2.9	FuelTech Electric	56
2.10	Veículos com potencial para ser convertido	58
3	NORMATIVAS PARA LEGALIZAÇÃO DO VEÍCULO ELÉTRICO	61
3.1	Conversão para Elétrico	61
3.1.1	Portaria n.º 30 do INMETRO	61
3.1.2	Check-list dos seguintes sistemas e componentes a serem inspecionados	62
3.1.3	Fluxograma do Processo de Homologação	64
3.2	Detalhamento do Fluxograma	65
3.2.1	Vistoria tradicional	65
3.2.2	Entrada de um novo CRV, via DETRAN	66
3.2.3	Aquisição de Kits Homologado ou a Fabricação dos Componentes	66
3.2.4	Instalação em empresa credenciada pelo INMETRO	66
3.2.5	Inspeção em empresa credenciada pelo INMETRO	66

3.2.6	Comprovação das notas fiscais das empresas de Kits, instaladora e CRV . . .	66
3.2.7	Remoção de peças e acessórios do motor a combustão interna	67
3.2.8	Cabos e Conduítes	67
3.2.9	Disjuntor ou Fusível	67
3.2.10	Interruptor	67
3.2.11	Local da Bateria	68
3.2.12	Tipo de Bateria	68
3.2.13	Freio	68
3.2.14	Finalização do procedimento de conversão	68
4	CARACTERÍSTICAS DO VEÍCULO E O PROCESSO DE CON-	
	VERSÃO DA VAN A DIESEL EM ELÉTRICA	69
4.1	Metodologia de Conversão	69
4.2	Motores Elétricos	73
4.3	Baterias	76
4.4	Inversor de Frequência	78
4.5	Controlador	79
4.6	Sistema de Gerenciamento de Bateria (BMS)	80
4.7	Sistema de Arrefecimento	81
4.8	Componentes Auxiliares	83
4.8.1	Acelerador	84
4.8.2	Sensores	84
4.9	Apresentação Da Van	85
4.10	Processo de Conversão da Van	87
4.11	Componentes do Sistema de Tração Elétrica	88
4.11.1	Motor	88
4.11.2	Inversor	90
4.11.3	Baterias	91
4.11.4	Sistema de Gerenciamento de Bateria (BMS)	93
4.12	Componentes e Sistemas Auxiliares	95
4.12.1	Componentes Adquiridos	95
4.12.1.1	Bomba de Vácuo	95
4.12.1.2	Bomba de Água	96
4.12.1.3	Assistente de Direção Elétrico	98
4.12.1.4	Contator de Potência	98
4.12.1.5	Eixo de Acoplamento do Conjunto Motor-Transmissão	99
4.13	Processo de Montagem do Veículo Elétrico	100
4.13.1	Desmontagem do Veículo	100
4.13.2	Instalação do Motor Elétrico	102
4.13.3	Conversão do Câmbio Manual em Automático	103

4.13.4	Sistema de Direção	103
5	ANALISE DOS REQUISITOS LEGAIS E HOMOLOGAÇÃO	105
5.1	Sistema Nacional de Trânsito	105
5.2	Código de Trânsito Brasileiro - CTB	106
5.3	Conversão de Tração Veicular no Código Brasileiro De Trânsito	107
5.4	Resolução CONTRAN 291/2008	107
5.5	Portaria Denatran 190/2009	108
5.6	Titulação e Registro de Veículo Elétrico Convertido	109
5.6.1	Leis e normas de conversão do EUA (VIRGÍNIA)	109
5.6.1.1	Itens Inspeccionados	109
5.7	Alterações para Adequação à Legislação Atual	110
5.8	Passo a passo para a homologação	110
5.9	Custos Associados ao Processo de Homologação	114
5.10	Resultados	116
6	CONCLUSÃO	119
	REFERÊNCIAS	121
	ANEXO A – ANEXO	125

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 grande parte será de veículos convertidos de motores a combustão interna para elétricos. Os veículos podem circular normalmente até o desgaste por completo, desde que esteja adequado dentro da legislação brasileira.

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia (IBGE), o Brasil possui uma população com cerca de 213,5 milhões de habitantes (IBGE, 2022) e possui uma das maiores frotas mundiais de automóveis, sendo que 47 % da população brasileira possuem ao menos um automóvel em sua residência (ANFAVEA, 2022). Segundo alguns estudos, as vendas de carros elétricos têm aumentado no Brasil, espera-se que até 2030 chegue a ter cerca de 180 mil veículos elétrico emplacados no país por ano. Entretanto, é uma participação pequena na frota, pois é equivalente a 3,5% de toda a frota nacional (ENGIE, 2022). Se compararmos com países europeus fica ainda mais evidente que esse aumento não é tão considerável.

Nos últimos anos, órgãos reguladores estão adotando medidas para o estabelecimento de requisitos que buscam reduzir e estabelecer custos para as degradações ambientais, tendo como exemplo a diminuição de CO₂ emitido por motores a combustão interna e o fim desses tipos de motor até 2030 em diversas regiões do mundo. A indústria automotiva é a que mais consome chumbo no mundo, e algumas projeção de estudos relatam que essa fonte de chumbo se esgotaram até 2030, assim o aumento na demanda de matéria-prima elevou o preço e estes custos estão aumentando a medidas que diminui os recursos (FOUNDATION, 2015).

No entanto, os veículos elétricos atuais ainda são considerados caros e não possuem uma grande autonomia em relação aos carros com motor de combustão interna. Portanto, esses fatores dificultam a implantação e a popularização dos veículos equipados com motores elétricos e que o mesmo seja mais vantajoso em termos de custo e consumo, ao compararmos com o veículos de combustão (FREITAS, 2012).

Ademais, existem diversos fatores que fazem os indivíduos fazerem o uso dos 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. Devido às grandes mudanças climáticas ocorrendo no planeta, como aumento de temperatura, efeito estufa e derretimento de geleiras, entre outros fatores, os carros elétricos começaram ficar em evidência novamente, pois os carros a combustão são um dos principais causadores da poluição em grandes centros, chegando aproximadamente

a 20% de toda a emissão de CO₂.

Na tentativa de buscar novas fontes de combustíveis alternativos surgiram algumas possibilidades, uma delas é a utilização do Gás Natural Veicular (GNV), onde combustível gasoso pode considerado “limpo” em relação aos combustíveis líquidos por ser livre de impurezas e resíduos na combustão, além disso, não pode ser adulterado. A queima do GNV é reconhecidamente uma das mais limpas, praticamente sem emissão de monóxido de carbono.(PETROBRAS, 2022).

A ideia inicial era usar o GNV para substituir o diesel em veículos pesados como ônibus, micro-ônibus e caminhões nos grandes centros urbanos, mas seu uso logo se estendeu aos veículos leves, principalmente táxis, com a troca aumentando muito seus lucros, que custam em média de R\$2.500,00. Assim, a utilização iniciou-se em meados de 1991, quando o Ministério da Infraestrutura emitiu um decreto permitindo que os táxis usassem o Gás Natural Veicular. Após esse período, em 1996 é concedida a autorização para a instalação em veículos de uso pessoal em oficinas credenciadas pelo INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia) após trâmites de padronização. Essa nova resolução dá ao usuário comum a opção de trocar e receber incentivos do governo estadual por valores de IPVA (Imposto sobre Propriedade de Veículos Automotores) mais baixos.

Os consumidores que optam pelo uso do GNV geralmente estão preocupados com a economia de combustível, devido ao alto preço da gasolina nos últimos anos e não com a perda de desempenho do motor devido a uma taxa de compressão insuficiente, que limita sua eficiência volumétrica. Durante esse tempo, foram desenvolvidos pacotes de ajuste de última geração, resultando em maior desempenho, níveis reduzidos de poluentes e melhor consumo de combustível, além disso os veículos convertidos para o GNV permitiu ao motorista escolher a melhor opção na hora do abastecimento,ou seja, gasolina ou GNV.

Atualmente 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.

Nesse sentido, uma alternativa à compra de um veículo elétrico seria a conversão de um veículo a combustão em elétrico, com a troca dos motores, instalação de um banco de baterias capaz de dar a autonomia considerada ótima pelo usuário e adaptação dos demais subsistemas em função do sistema de tração elétrica, mas 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.

Elaborar propostas simples e de fácil entendimento, facilitando a regulamentação deste setor evitando o sufocamento da proposta através da análise das normas técnica e requisitos para a legalização de um utilitário do tipo VAN da marca Peugeot Boxer 2.8 HDI 2008 diesel em elétrica convertida para elétrico para poder circular nas vias brasileiras. O estudo aborda os principais componentes de um veículo elétrico e características necessárias para a sua circulação. 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. Essas são questões que pretendemos responder ao final do presente trabalho.

1.1 **Objetivos**

1.1.1 **Objetivo Geral**

O objetivo do presente trabalho consiste em identificar e analisar normas técnicas e requisitos para a legalização de veículos convertidos para tração elétrica para poder circular nas vias brasileiras e a aplicação dessas normas e requisitos a um utilitário do tipo VAN convertida para elétrico.

1.1.2 **Objetivos Específicos**

Os objetivos acima deverão ser alcançados através da concretização dos seguintes objetivos específicos:

- Levantamento de dados sobre veículos convertidos no Brasil e conceitos envolvidos no desenvolvimento de um veículo elétrico;

- Analisar a legislação relativa à homologação do veículo convertido para elétrico.
- Definir uma metodologia para conversão de veículos a combustão em elétrico
- Analisar o processo de dimensionamento e conversão da Van Peugeot a diesel em elétrica.

1.2 Metodologia

O presente projeto trabalhará com metodologia indutiva, de modo que, a partir do estudo de caso, tentar-se-á estender os métodos e processos adquiridos a outras situações de conversão de veículo a combustão para elétrico. Através de pesquisas bibliográficas, teses, normas técnicas, legislações, livros, catálogos técnicos e dados internacionais pesquisados pela internet e através de contatos com empresas ativas na Inspeção veicular, com o fim de se estabelecer conceitos e elucidar o entendimento a respeito de suas aplicações, cuidando para não ultrapassar as delimitações do objeto do presente projeto. 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.

1.3 Organização do Texto

O presente trabalho deverá se dividir em duas partes. A primeira parte, teórica, corresponderá ao levantamento de dados e conceitos envolvidos no desenvolvimento de um veículo elétrico. A segunda parte, prática, terá por objetivo a descrição do processo de conversão do veículo a diesel em elétrico e, a partir desse processo, a realização da análise e quais requisitos necessário para legalização do veiculo pra poder circular nas vias brasileiras.

O primeiro capítulo traz a introdução do presente projeto, com o estabelecimento de seu objetivo e da metodologia.

O segundo capítulo tem por objetivo apresentar a motivação e a história da conversão de veículos elétricos na Faculdade do Gama da Universidade de Brasília, que serviu de base para a realização do presente projeto, a realização de uma revisão do estado da arte e uma pesquisa do mercado de veículos elétricos no Brasil e Distrito Federal, seu avanço ao longo do tempo e apresentará estudos de casos de veículos convertidos.

O terceiro capítulo, as legislações relacionadas a esse mercado e as normativas para legalização do veiculo elétricos.

O quarto capítulo, por sua vez, apresentará as características do veículo a ser convertido para elétrico e descreve todo o processo de conversão da Van a diesel em elétrica, enumerando tanto os componentes e os subsistemas comprados quanto os que precisaram ser desenvolvidos pela equipe.

O capítulo cinco, por sua vez, apresentará a legislação, procedimentos, um checklist pertinente à homologação de veículo a combustão convertido para elétrico e os custos relacionados a ela.

O último capítulo corresponderá à conclusão do trabalho.

2 Estudo do Mercado de Veículos

2.1 Veículos Elétricos

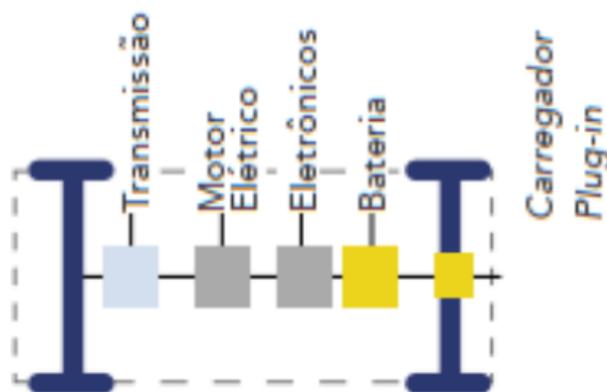
Os veículos elétricos possuem uma estrutura básica formada por três componentes, o motor elétrico, as baterias e um inversor de frequência. Mas somente esses equipamentos não são suficientes para um bom funcionamento, necessitando de componentes complementares para que todo o conjunto funcione de forma adequada.

Assim, este capítulo tem como objetivo descrever os principais componentes que compõem um veículo elétrico e alguns outros que auxiliam no funcionamento, porém, aqueles componentes que não são considerados fundamental durante o processo de dimensionamento como cabos, fusíveis, capacitores, entre outros não serão descritos.

2.2 Classificação de Veículo Elétrico

Os veículos elétricos possuem algumas variações, e essa tipologia precisa ser elucidada. Um veículo elétrico é todo e qualquer veículo que possua no mínimo uma de suas propulsões realizada por um motor elétrico (INNE, 2010). O conceito básico de um veículo que utiliza a eletricidade como sua principal forma de tração para mover-se é essencialmente simples, o veículo possui um carregador de baterias, um conjunto de baterias para armazenamento de energia elétrica, um motor elétrico e um controlador, como mostrado na Figuras 6.

Figura 1 – Componentes básicos de um carro elétrico



Fonte: (DELGADO, 2017)

Os motores elétricos se diferenciam dos motores à combustão interna, pois utilizam a energia química armazenada nas baterias, para convertê-la em energia mecânica, assim

gerando tração nas rodas do veículo. É importante salientar que os veículos elétricos que utilizam motores de corrente alternada é necessário a utilização de inversores de corrente, para converter corrente contínua das baterias em alternada para alimentar o propulsor (HELMERS; MARX, 2012).

A estrutura mecânica de um carro elétrico é mais simplificado ao compararmos com veículos de motor a combustão, pois veículos elétricos não possuem sistema de motor de partida, escape ou lubrificação, é em sua grande maioria os veículos elétricos nem possuem um sistema de refrigeração, pois não se faz necessário.

Os carros elétricos são veículos de zero emissão por não serem poluentes, ou seja, não emitem quaisquer gases nocivos ou ruídos consideráveis, pois os motores elétricos são mais silenciosos que os motores de combustão. Se enquadram nesta denominação os carros, trens, barcos, metrô e ônibus e possuem algumas classificações. Os veículos são classificados como : Veículo elétrico Híbrido (VEH), Veículo elétrico Híbrido Plug-in (VEHP), Veículo elétrico à bateria (VEB) e Veículos elétricos a célula de combustível.

Segundo classificação utilizada pelo Banco Nacional de Desenvolvimento (BNDES, 2018):

- Veículos Híbridos – são veículos que possuem dois motores, sendo um elétrico e outro a combustão interna, sua forma de recarregar o conjunto de baterias, é através do próprio motor a combustão do veículo sendo abastecido exclusivamente via combustível ou pela energia gerada através do freio regenerativo do veículo. O motor elétrico é utilizado para tornar o carro mais eficiente ou para aumentar o torque do mesmo, quando se faz necessário o motor à combustão interna é acionado, dependendo do modelo e da proposta da fabricante. Os veículos tipo VEH têm autonomia maior que os VEB e consomem menos combustível que os veículos à combustão interna. Entretanto, os custos com manutenção são mais elevados, visto que sua mecânica é composta por uma parte à combustão interna e pelo motor elétrico, que inclui a necessidade de substituir o conjunto de baterias a cada certo período (MATTEDE, 2019).

Dentro dos veículos, o Senatran (2022) faz uma nova divisão com variações de veículos híbridos.

– Diesel/Elétrico

Os carros híbridos diesel-elétricos combinam um motor diesel com um motor elétrico. O motor diesel é usado principalmente para gerar energia para o motor elétrico, que é usado para mover o carro. Isso permite que o carro tenha uma maior eficiência energética e menor emissão de poluentes do que um carro com motor diesel convenci-

onal. No entanto, esses carros ainda precisam de combustíveis fósseis para funcionar e, portanto, não são considerados veículos elétricos completos.

Um exemplo de veículo híbrido diesel-elétrico é o Volvo BUS. Este veículo possui um motor a combustão interna diesel combinado com um motor elétrico, que trabalham juntos para melhorar a eficiência energética e reduzir as emissões de poluentes. Além disso, o carro tem a capacidade de operar em modo elétrico por curtas distâncias. No entanto, esses tipos de carros híbridos diesel-elétricos ainda não são tão populares no Brasil, devido aos seus altos custos e dificuldade de encontrar peças de reposição.

Figura 2 – Ônibus Diesel-Elétrico da Volvo



Fonte: (URBS, 2022)

– Gasolina/Álcool/Elétrico

Veículos movidos a gasolina/álcool/elétrico são aqueles que podem operar com diferentes tipos de combustíveis, como gasolina, álcool e eletricidade. Esses veículos geralmente são híbridos, ou seja, combinam dois ou mais tipos de fontes de energia, como um motor a combustão interna (a gasolina ou o álcool) e um motor elétrico. Os veículos híbridos flex, no Brasil, são um exemplo de veículos que podem operar tanto com gasolina quanto com álcool. Eles possuem um motor a combustão interna de gasolina e um motor elétrico, e podem operar com ambos os combustíveis ou apenas com um deles, dependendo das condições de uso. Isso permite uma maior flexibilidade e eficiência energética, além de menores emissões de poluentes.

É importante ressaltar que esses veículos ainda precisam de combustíveis fósseis para funcionar e, portanto, não são considerados veículos elétricos completos.

– Gasolina/Elétrico

Veículos híbridos gasolina-elétricos são aqueles que usam uma combinação de um motor a combustão interna de gasolina e um motor elétrico para movimentar o veículo. O motor a combustão interna é usado principalmente para alimentar o veículo em altas velocidades e longas distâncias, enquanto o motor elétrico é usado para melhorar a eficiência energética em baixas velocidades e curtas distâncias. A bateria que alimenta o motor elétrico é recarregada através de regeneração de frenagem e quando o motor a combustão interna está em operação. Alguns exemplos de veículos híbridos gasolina-elétricos incluem o Toyota Prius, o Honda Insight e o Ford Fusion Hybrid. Esses veículos podem fornecer melhor eficiência energética e menores emissões de poluentes do que veículos convencionais com motor a combustão interna.

- Veículos Elétricos Híbridos Plug-in – os veículos híbridos, se assemelha bastante com o VEH, mas tendo como diferencial a opção além do combustível, ser abastecido diretamente com energia elétrica, a combinação dessas duas opções permite o condutor usar o tanque de combustível para trajetos mais longos e a eletricidade nos trajetos mais curtos e repetitivos (trajetos urbanos envolvendo casa, trabalho e etc.). Esse tipo de veículo tem como característica a maior economia de combustível, fazendo que o automóvel faça grandes trajetos com baixo consumo de combustível fóssil por demandar bem menos do motor à combustão, o que torna, também, os custos com manutenção mais baratos (MATTEDE, 2019). Dentro da categoria, o Senatran (2022) faz uma nova divisão com variações.

– Híbrido Plug-in

Veículos híbridos plug-in são aqueles que combinam um motor a combustão interna com um motor elétrico e uma bateria recarregável que pode ser carregada a partir de uma tomada externa. Eles podem operar tanto com a eletricidade armazenada na bateria quanto com o motor a combustão interna. Eles também possuem capacidade de carregamento mais rápido e maior autonomia em modo elétrico do que os veículos híbridos convencionais. Alguns exemplos de veículos híbridos plug-in incluem o BMW i3 REx, o Chevrolet Volt, o Ford C-Max Energi, o Mercedes-Benz C 350 e-Plug-In Hybrid. Esses veículos são uma opção interessante para pessoas que desejam reduzir sua dependência dos combustíveis fósseis e têm acesso regular à recarga elétrica.

- Veículos Elétricos à bateria – são veículos que não utilizam combustível fóssil, utilizando apenas a energia elétrica das baterias. Os veículos que utilizam essa tecnologia

é os mais caros dentre os citados, o principal motivo pelo qual estes automóveis tem preço elevado é por conta de depender de baterias de alta capacidade. Estes automóveis são os mais caros do mercado, principalmente por dependerem de baterias de alta capacidade. No entanto, os veículos tipo VEB tem sua manutenção em comparação a veículo de combustão interna mais barata, além de emitirem zero poluente à atmosfera. Com o custo de fabricação elevado, esse tipo de veículo não possui uma grande presença no mercado, o que abre caminho para outros tipos de Veículos elétricos. Suas características marcantes são operação silenciosa, manutenção simples, produz alto torque em baixas rotações, reduzindo a fadiga do motorista quando para, ou seja, o motor não é magnetizado, não consome nível da bateria. Os VEBs têm como grande desvantagem a sua autonomia inferior a de veículos à combustão e a dos híbridos, velocidade de recarga e duração, em ciclos de carga-descarga e da sua vida útil (MATTEDE, 2019) Dentro da categoria, o Senatran (2022) faz uma nova divisão com variações.

– Elétrico/Fonte Externa

Veículos elétricos com fonte externa são aqueles que se alimentam de uma fonte de energia externa, como uma estação de recarga ou uma rede elétrica, para carregar suas baterias. Esses veículos são diferentes dos veículos elétricos híbridos, que combinam uma fonte de energia elétrica com uma fonte de combustível, como gasolina ou diesel, para alimentar o veículo. Exemplos de veículos elétricos com fonte externa incluem o Tesla Model S, o Nissan Leaf e o BMW i3. Esses veículos podem ser recarregados em estações de recarga públicas ou privadas, ou através de uma tomada de parede em casa.

Um exemplo de um veículo elétrico-fonte externo é o Nissan Leaf é um carro elétrico compacto produzido pela Nissan. Ele foi lançado em 2010 e é considerado o carro elétrico mais vendido do mundo. Ele é alimentado por uma bateria de lítio-ion de 40 kWh ou 62 kWh, dependendo do modelo. A autonomia do carro varia de acordo com o modelo e a condição de uso, mas geralmente é de cerca de 150-240 km por carga. O carro também possui recursos como carregamento rápido, sistema de navegação com rotas otimizadas para economia de energia e sistema de frenagem regenerativa, mas seu preço ainda é elevado e a infraestrutura de recarga é insuficiente.

Figura 3 – Nissan Leaf



Fonte: (NISSAN, 2023)

- Elétrico/Fonte Interna – são veículos elétricos que ao invés de utilizar baterias, ou de parte delas, operam com células de combustível capazes de transformar um combustível, seja fóssil ou não, em energia elétrica, para abastecer o sistema de armazenamento de energia e o motor elétrico (INNE, 2010).

Esses veículos não dependem de uma fonte externa de energia para operar e podem ser carregados através de fontes renováveis, como painéis solares ou geradores eólicos. Exemplos de veículos elétricos com fonte interna incluem veículos elétricos movidos a bateria, veículos elétricos movidos a células de combustível e veículos elétricos movidos a geradores. A maioria dos veículos elétricos atualmente disponíveis no mercado são de fonte interna, no entanto, ainda é limitado o número de modelos disponíveis e a infraestrutura de recarga no Brasil é ainda insuficiente, o que dificulta a adoção desses veículos elétricos.

Os veículos com motor elétrico menor não possuem a capacidade de mover o carro sozinhos. Eles são projetados para auxiliar o motor de combustão em momentos específicos, como na partida, ajudando na economia de combustível. Essa tecnologia é utilizada em diversos modelos de marcas como Audi e Mercedes-Benz. Como o motor elétrico não atua em conjunto com o motor de combustão, por isso, em muitos países esses veículos não recebem a nomenclatura de híbrido.

Alguns exemplos de veículos elétricos com fonte interna incluem:

- Veículos elétricos movidos a células de combustível, como o Hyundai Nexa e o

Toyota Mirai. Esses veículos convertem hidrogênio em eletricidade para mover o veículo, emitindo apenas vapor de água como resíduo.

- Veículos elétricos movidos a geradores, esses veículos usam um gerador para converter combustíveis fósseis em eletricidade e armazená-la em baterias, permitindo que o veículo se mova usando eletricidade.

Cada um desses tipos de veículos elétricos com fonte interna tem suas próprias vantagens e desvantagens, como autonomia, eficiência energética e emissões de poluentes.

Por fim, dentre os veículos híbridos temos alguns tipos de configuração: Híbrido-Paralelo, Híbrido-Série e Híbrido-Misto. O veículo híbrido em série possui um motor elétrico que traciona as rodas e um motor a combustão tem como função apenas ser um gerador de energia elétrica para o motor elétrico. No veículo híbrido em paralelo, por sua vez, os dois motores, tanto a combustão quanto o elétrico, têm a capacidade de gerar força motriz para as rodas do veículo (INNE, 2010). Híbrido-Misto têm a estrutura mais complexa dos três, porque nesta configuração componentes eletrônicos sofisticados sempre avaliam as condições do veículo e rota, assim decidindo o melhor momento para usar o motor de combustão interna ou o motor elétrico. Além disso, o motorista também pode escolher manualmente qual motor utilizar através do painel do veículo (TAKAHIRA, 2018).

2.3 Mercado de veículos no Brasil e Distrito Federal

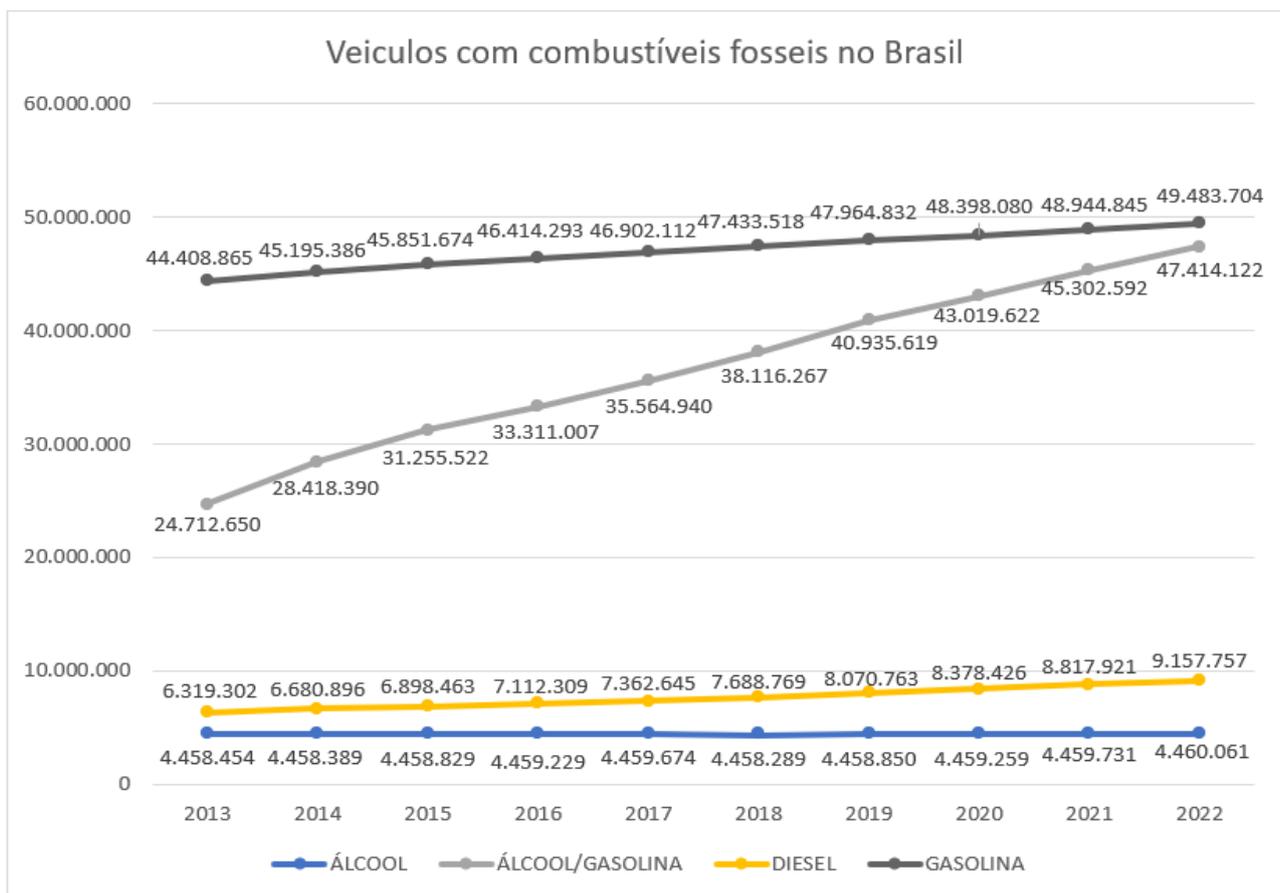
O Brasil possui uma das maiores frotas mundiais de automóveis, sendo que 47% da população brasileira possui ao menos um automóvel em sua residência (ANFAVEA, 2022). O Brasil possui quase 60 milhões de automóveis que estão registrados no país, mas a frota total de veículos, onde entram motos, ônibus, caminhões e etc, o número é muito maior e passa de 100 milhões.

2.3.1 Veículos com combustíveis fósseis no Brasil

No Brasil, os veículos com motores a combustão interna, como os movidos a gasolina, álcool, flex ou diesel, ainda são os mais populares. Esses veículos são amplamente disponíveis e possuem uma ampla rede de postos de combustíveis, o que os torna convenientes e acessíveis para muitas pessoas. Além disso, os veículos a combustão interna são geralmente mais baratos do que os veículos elétricos ou híbridos. No entanto, esses veículos emitem poluentes e são responsáveis pela maior parte das emissões de gases de efeito estufa no Brasil. Devido a isso, há uma crescente pressão para reduzir a dependência dos combustíveis fósseis e aumentar a adoção de veículos elétricos e outras fontes de energia limpa no país.

Com fim da fabricação de veículos somente a álcool e desde 2008, a maioria dos veículos novos vendidos no Brasil são flex, são aqueles que podem funcionar tanto com gasolina quanto com etanol, permitindo ao motorista escolher qual combustível usar dependendo da disponibilidade e preço do combustível, devido a políticas governamentais para incentivar o uso de combustíveis renováveis e reduzir a emissão de poluentes, consequentemente, houve uma diminuição de veículos equipado com motor a álcool. Em resumo, o aumento de veículos flex no Brasil é uma tendência que vem crescendo nos últimos anos, devido a políticas governamentais para incentivar o uso de combustíveis renováveis e reduzir a emissão de poluentes. No entanto, o uso de veículos flex também tem algumas desvantagens, como menor rendimento energético e limitação de disponibilidade de combustíveis em algumas regiões do país. Devido a Portaria a portaria MIC nº 346 – mais tarde atualizada para DNC nº 23, que proíbe veículos com capacidade de transporte inferior a 1.000 kg que seja equipados com diesel, o número de veículos com esse tipo de combustível não teve uma grande aumento no últimos anos, permanecendo quase que constante.

Figura 4 – Gráfico de veículos que utiliza combustíveis fósseis no Brasil



Fonte: Elaborado pelo autor, a partir de Senatran (2022)

2.3.2 Veículos elétricos no Brasil

A adoção de veículos elétricos no Brasil ainda é limitada devido a fatores como altos custos, falta de infraestrutura de recarga e regulamentação inadequada. No entanto, há crescente interesse e investimento na tecnologia de veículos elétricos no país, com algumas iniciativas e programas sendo lançados para incentivar sua adoção.

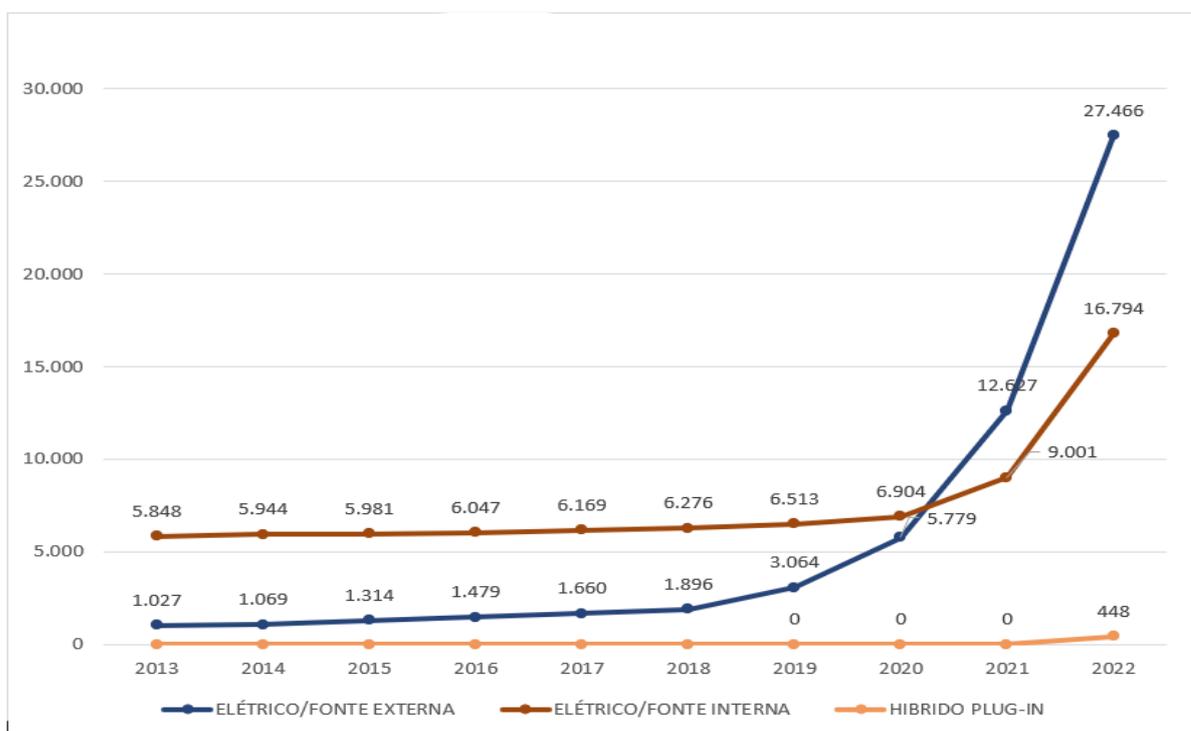
Entre os principais desafios para a adoção de veículos elétricos no Brasil estão o alto custo dos veículos em comparação com os veículos a combustão interna, a falta de infraestrutura de recarga, e a falta de regulamentação adequada. Além disso, a cultura de veículos no país ainda é fortemente ligada a veículos a combustão interna, o que dificulta a mudança para veículos elétricos.

Em termos de políticas públicas, algumas medidas foram implementadas como a isenção de impostos para a compra de veículos elétricos e híbridos, além disso, algumas montadoras estão desenvolvendo ou importando modelos elétricos para o mercado brasileiro (INSIDEEVS, 2022).

Em resumo, embora a adoção de veículos elétricos no Brasil ainda seja limitada, há crescente interesse e investimento na tecnologia e algumas medidas e programas estão sendo implementadas para incentivar sua adoção no futuro.

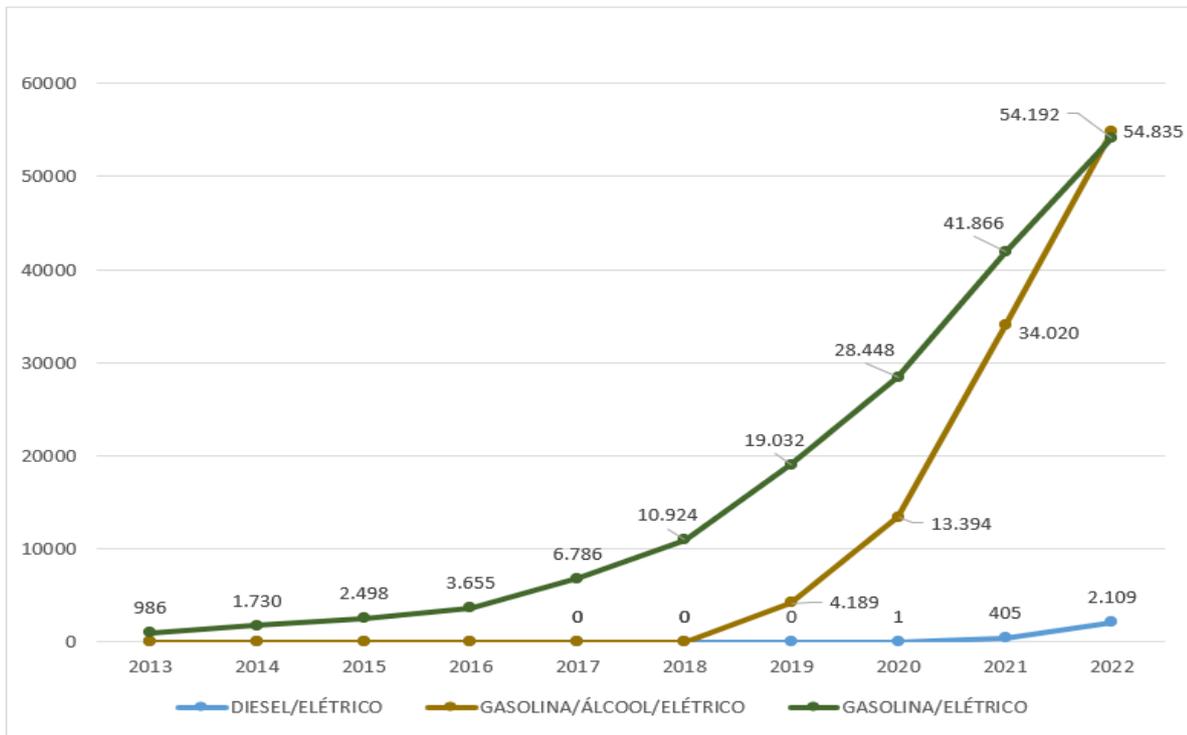
No gráfico abaixo temos os tipos de veículos elétricos no Brasil, segundo o Senatran (2022):

Figura 5 – Gráfico de Veículos Elétricos no Brasil



Fonte: Elaborado pelo autor, a partir de Senatran (2022)

Figura 6 – Gráfico de Veículos Elétricos no Brasil

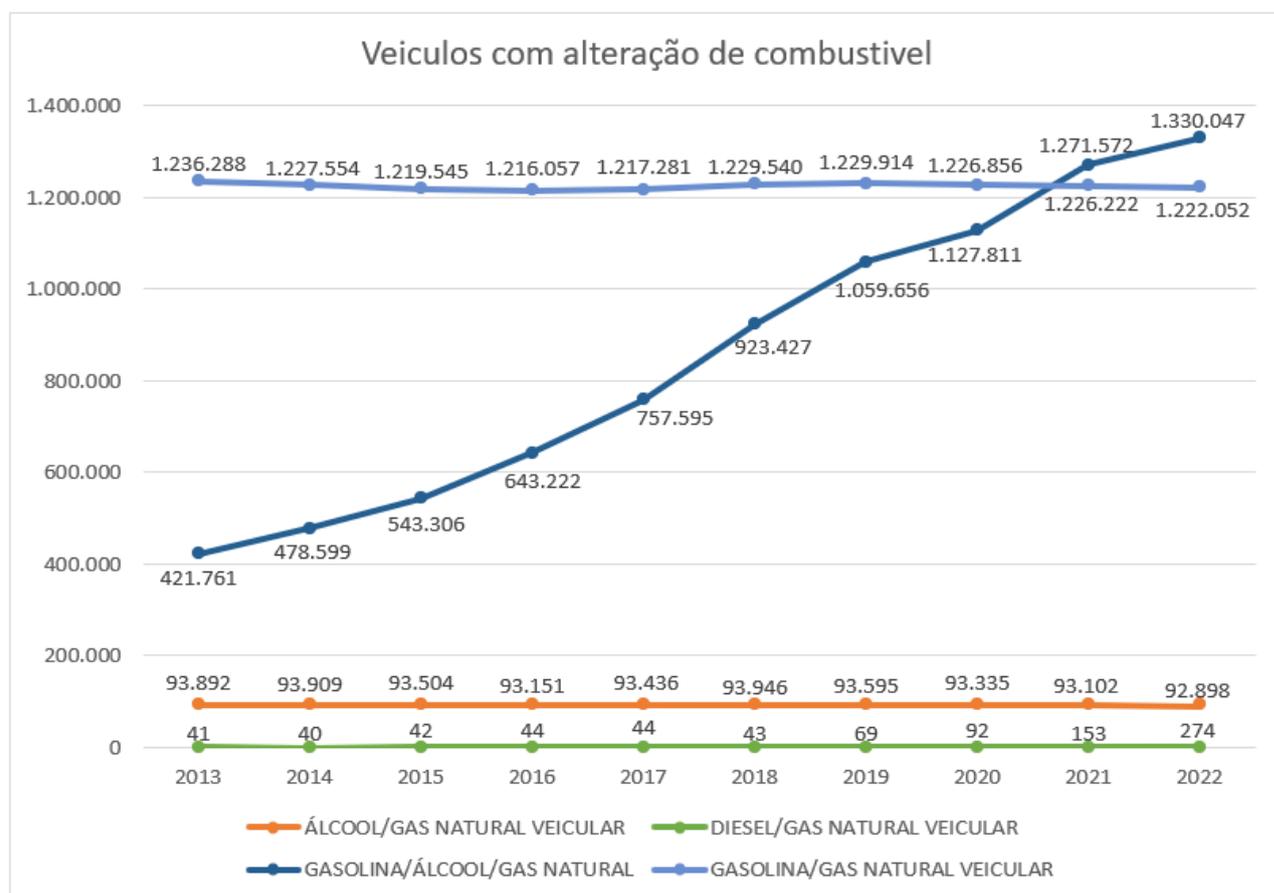


Fonte: Elaborado pelo autor, a partir de Senatran (2022)

O Brasil não possui uma grande frota de veículos elétricos quando comparamos a outros países, a frota chegou a 4,7 mil em 2015, enquanto em 2013 a frota chegava apenas a apenas metade disso (CANALTECH, 2016). Em 2018, o país observou o recorde nacional de venda de veículos elétricos, com 4.000 unidades vendidas, volume 20% superior ao de 2017, apesar do crescimento do número de veículos elétricos, ainda não é um aumento significativo em relação a veículos equipados com motor à combustão interna. Até o início de 2019, a frota de veículos elétricos puros em território nacional era de apenas de 1.000 automóveis, o que coloca o Brasil apenas com 1

2.3.3 Veículos com alteração de combustível no Brasil

Figura 7 – Gráfico de veículos com alteração de combustível no Brasil



Fonte: Elaborado pelo autor, a partir de Senatran (2022)

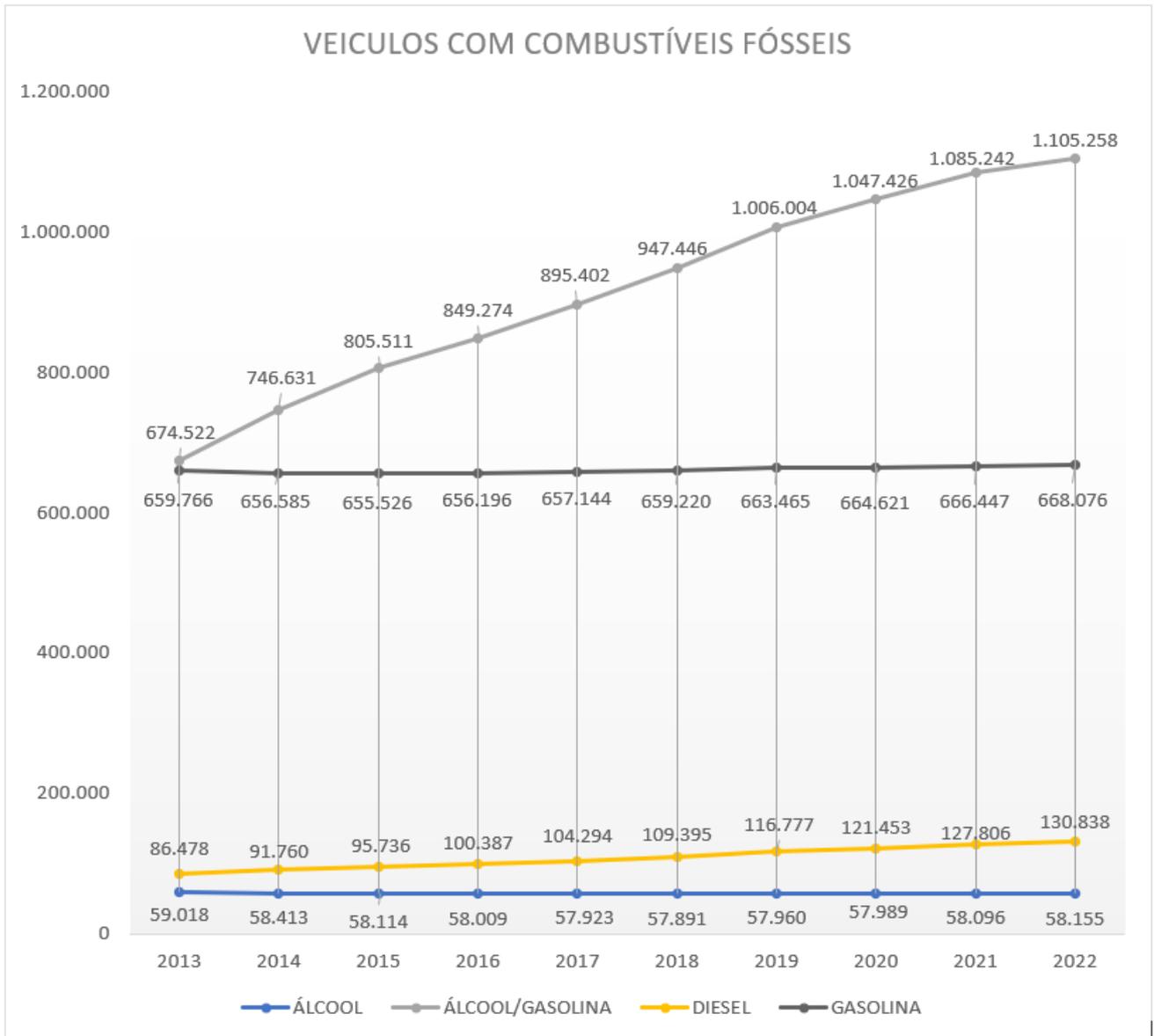
O Brasil é um país com muitas normas, que na maioria das vezes atrapalham a vida do cidadão. A falta de uma legislação como neste caso de conversão de veículos de motores a combustão interna para elétricos faz com que tarda o engajamento neste setor, gera insegurança em projetos, investimentos e tecnologia. Tornar esse procedimento acessível é uma forma de tornar o Brasil mais livre para investimentos e tecnologias. Diante disto temos a instalação de Gás Natural Veicular, que se enquadra como alteração de características, sendo necessário a emissão de um novo documento em decorrência da alteração do tipo de combustível. Desde meados de 2020, quando a gasolina começou a receber constantes aumentos, a procura por GNV cresceu. De acordo com o Ministério da Infraestrutura, entre janeiro e setembro de 2021, houve aumento de 88,5% nas conversões automotivas para GNV na comparação com o mesmo período do ano anterior.

2.3.4 Veículos com combustíveis fósseis do Distrito Federal

O trabalho aqui proposto busca fazer uma análise sobre alterações veiculares na unidade federativa do Distrito Federal, na tabela abaixo apresentaremos os dados do

número de veículos do DF.

Figura 8 – Gráfico de veículos que utiliza combustível fóssil do Distrito Federal

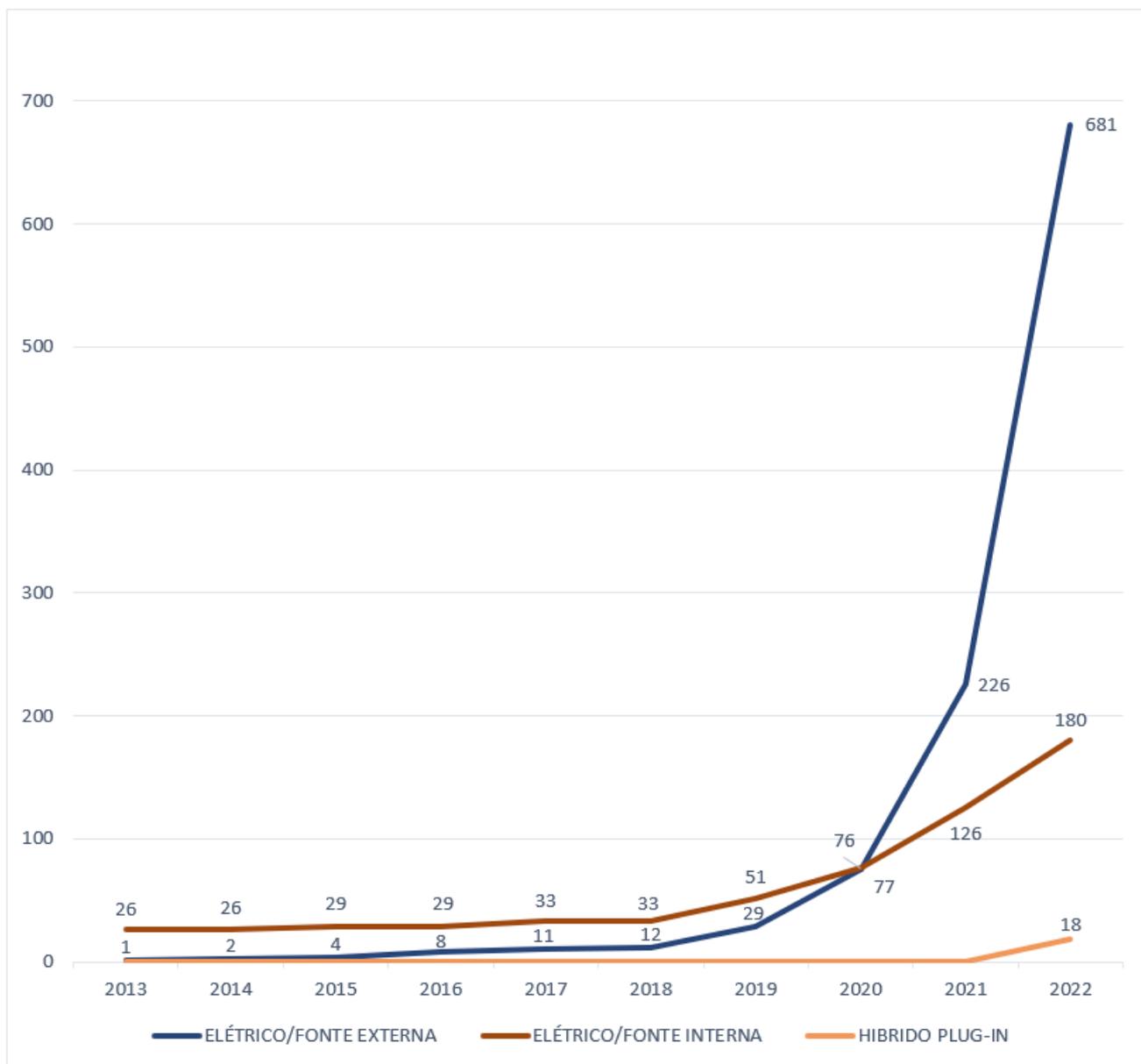


Fonte: Elaborado pelo autor, a partir de Senatran (2022)

Podemos observar através do gráfico acima que nos últimos anos teve um aumento significativo nos veículos que utilizam motores Flex, isso se dar ao fato da gasolina ter um preço elevado no país, assim como alternativa temos o álcool que é mais barato mas sua desvantagem é que tem cerca de 30% menos energia por litro do que a gasolina, é de entendimento geral que só compensa usá-lo caso custe 70% do preço da gasolina. Em relação a outros tipos de combustíveis houve uma estabilização.

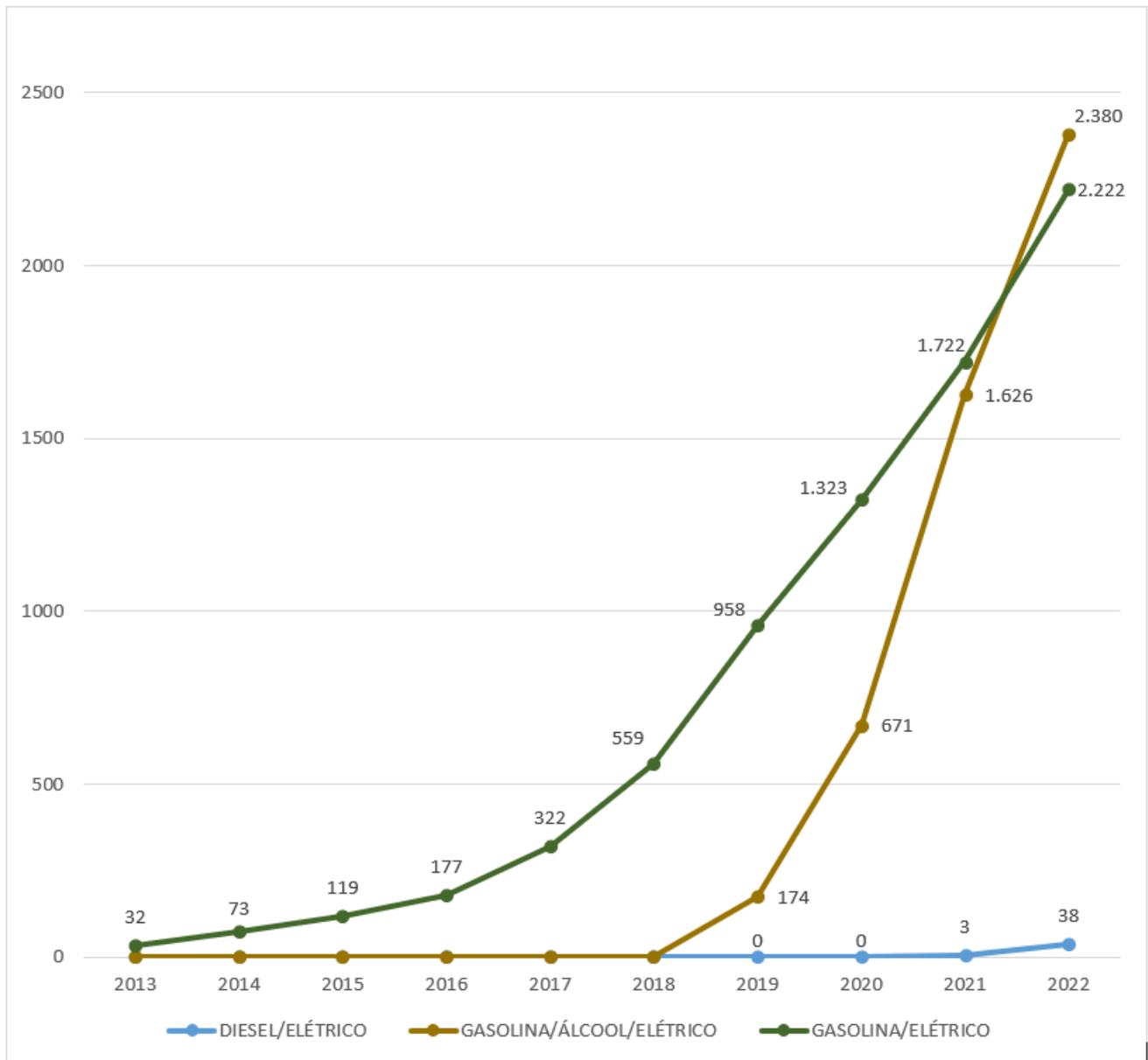
2.3.5 Veículos elétricos do Distrito Federal

Figura 9 – Gráfico de Veículos Elétricos no Distrito Federal



Fonte: Elaborado pelo autor, a partir de Senatran (2022)

Figura 10 – Gráfico de Veículos Elétricos no Distrito Federal

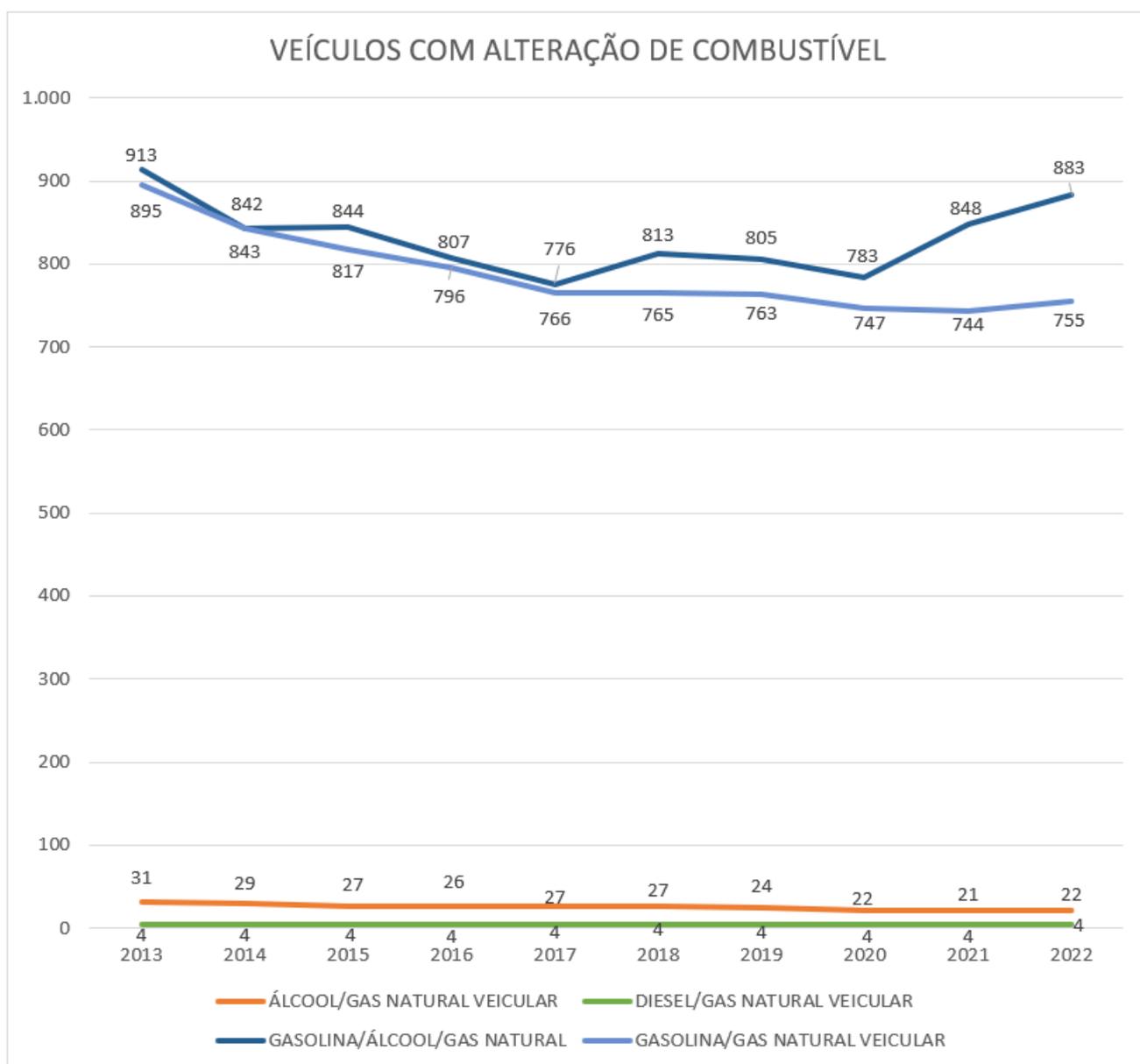


Fonte: Elaborado pelo autor, a partir de Senatran (2022)

Devido os veículos elétricos terem um preço elevado e as questões econômicas do Brasil não favorece que a aquisição de um veículo novo, principalmente o elétrico, e as poucas estações de "recarregamento", os VE tem dificuldade de popularização, com isso é possível observar que os veículos que mais tem emplacamento no Distrito Federal são os veículos híbridos com motor a combustão, por exemplo o Prius e o Corolla.

2.3.6 Veículos com alteração de combustível no Distrito Federal

Figura 11 – Gráfico de veículos com alteração de combustível no Distrito Federal



Fonte: Elaborado pelo autor, a partir de Senatran (2022)

Com a elevação do preço da gasolina, muitos cidadãos recorreram a solução já conhecida no mercado, o GNV, com isso houve um aumento de veículos que instalaram o kit de GNV nos dois últimos anos, pois o gás natural é mais barato que a gasolina mas ainda sim o motorista pode utilizar a gasolina caso deseje. O número de veículos diesel que utilizam GNV permaneceu o mesmo nos últimos 10 anos. Portanto, fica claro que houve um grande aumento de carros que instalaram GNV, o principal motivo para este aumento está ligado ao aumento de combustível nos últimos anos, o consumo do gás em Brasília cresceu 36% nos últimos seis meses. (METROPOLES, 2022)

Segundo o Senatran (2022), atualmente temos 49 veículos convertidos em elétricos em todo o Brasil que podem circular nas estradas brasileiras legalmente, pois cumpriu

todos requisitos legais estabelecidas pelos órgãos regulamentadores, e sendo 48 Palio Weekend do projeto ITAIPU, o outro veículo é um Gol G4 que foi convertido em Brasília para totalmente elétrico feito pelo engenheiro Elifas Gurgel, onde ele adaptou o veículo com base na portaria 30 do INMETRO e junto com órgãos competente conseguiu a homologação.

Figura 12 – Veículos a combustão interna convertidos para elétricos

UF	Município	Marca Modelo	Ano Fabricação Veículo CRV	Qtd. Veículos
MINAS GERAIS	BELO HORIZONTE	FIAT/PALIO WE ELETRICO	2008	4
DISTRITO FEDERAL	BRASILIA	FIAT/PALIO WE ELETRICO	2009	1
DISTRITO FEDERAL	BRASILIA	VW/GOL 4GVE ELETRICO EGA	2008	1
SAO PAULO	CAMPINAS	FIAT/PALIO WE ELETRICO	2007	1
PARANA	FOZ DO IGUACU	FIAT/PALIO WE ELETRICO	2009	12
PARANA	FOZ DO IGUACU	FIAT/PALIO WE ELETRICO	2010	9
PARANA	FOZ DO IGUACU	FIAT/PALIO WE ELETRICO	2013	6
PARANA	FOZ DO IGUACU	FIAT/PALIO WE ELETRICO	2008	5
PARANA	FOZ DO IGUACU	FIAT/PALIO WE ELETRICO	2007	1
PARANA	FRANCISCO BELTRAO	FIAT/PALIO WE ELETRICO	2007	1
RIO DE JANEIRO	NITEROI	FIAT/PALIO WE ELETRICO	2007	1
PERNAMBUCO	RECIFE	FIAT/PALIO WE ELETRICO	2011	3
RIO DE JANEIRO	RIO DE JANEIRO	FIAT/PALIO WE ELETRICO	2009	2
RIO DE JANEIRO	RIO DE JANEIRO	FIAT/PALIO WE ELETRICO	2011	1
RIO DE JANEIRO	RIO DE JANEIRO	FIAT/PALIO WE ELETRICO	2007	1
			Total de Veiculos	49

Fonte: Elaborado pelo autor, a partir de Senatran (2022)

2.4 Veículos Convertidos Para Elétrico na Universidade de Brasília

A Faculdade do Gama da Universidade de Brasília (FGA) tem uma história interessante e rica, tendo sido fundada em 2008. Inicialmente, as aulas eram ministradas em um antigo fórum na região administrativa do Gama, mas logo depois, em 25 de abril de 2011, o campus foi inaugurado no leste da região administrativa. Desde então, as instalações foram ampliadas para atender às necessidades dos cursos de Engenharia Automotiva, Engenharia Aeroespacial, Engenharia de Energia, Engenharia Eletrônica e Engenharia de Software.

A extensa variedade de pesquisas e trabalhos desenvolvidos por alunos e professores do campus disponíveis no repositório, não é possível incluir tudo isso em um único trabalho. Os trabalhos produzidos na área de veículos elétricos vem para agregar um pouco de conhecimento a um amplo campo da engenharia, que visa ajudar a humanidade a avançar em direção a uma sociedade mais sustentável em termos ecológicos. Por isso, é de suma importância ampliarmos as pesquisas realizadas no campus, principalmente na área sobre veículos elétricos, seus componentes e tópicos relacionados.

Em 2012, o primeiro projeto relacionado a veículos elétricos foi desenvolvido na disciplina de Projeto Integrador 2 na Faculdade do Gama da Universidade de Brasília. Neste projeto, alunos de todos os cinco cursos de engenharia do campus trabalharam juntos para projetar, desenvolver, dimensionar e construir uma bancada de testes para veículos elétricos. O objetivo era analisar motores de indução e assíncronos, com o intuito de contribuir para a conversão de dois veículos com motores à combustão (Gurgel BR800 e Fiat Palio) para veículos elétricos.

Este projeto foi um marco na história da FGA, pois foi um dos primeiros projetos realizados pelos alunos formados no campus, que iniciaram sua graduação em 2008. A realização desse projeto demonstra a preocupação da FGA com a sustentabilidade e a importância que a faculdade dá ao desenvolvimento de novas tecnologias para os veículos elétricos.

Ainda em 2012, o Gurgel BR800 teve sua conversão de veículo com motor a combustão para equipar um motor elétrico, com a contribuição de um grupo de alunos da disciplina Projeto Integrador 2, mas sua conclusão deste projeto se deu apenas após alguns anos de desenvolvimento. Após este surgiu o projeto de conversão do carrinho de golfe em um veículo elétrico híbrido, pois foi instalado um motor a combustão interna para atuar como um gerador de energia para o motor elétrico.

As imagem abaixo mostram os veículos já convertido na Faculdade do Gama :

Figura 13 – Fiat Palio convertido para elétrico



Fonte: (VIEIRA; ELS; KHALIL, 2015)

Figura 14 – Carrinho de Golf elétrico



Fonte: (OLIVEIRA, 2018)

Figura 15 – Gurgel BR 800 convertido para elétrico



Fonte: (RIBEIRO; MENEGHIN; ELS, 2020)

Além dos itens acima, existem diversos outros trabalhos relacionados ao tema de veículos elétricos que são desenvolvidos no campus. Os trabalhos referentes ao assunto relacionam-se direta ou indiretamente com a tecnologia de veículos elétricos.

Por fim, é preciso salientar que os trabalhos envolvendo o campo de veículos elétricos estão em constante desenvolvimento. Será utilizado como embasamento para este trabalho de conclusão de curso o trabalho de conversão de veículo a combustão para elétrico continua com a conversão da VAN PEUGEOT BOXER 2.8 HDI 2008 DIESEL para tração elétrica.

Figura 16 – Van Boxer Peugeot 2.8 HDI 2008



Fonte: (TECNOMOBILE, 2020-2021)

Essa conversão é de suma importância para o presente trabalho e tem como propósito contribuir com a sociedade brasileira encontrar um caminho mais rápido e menos custoso ao caminho à adesão de veículos movidos por propulsão elétrica.

2.5 Veículos convertido pela ITAIPU

A iniciativa de veículos elétricos (EV) é resultado de uma parceria inicialmente firmada entre Itaipu e a KWO – Kraftwerke Oberhasli AG, que controla usinas hidrelétricas nos Alpes Suíços. O acordo foi formalizado em 2006 e concluído em 2016, mas o projeto continua trabalhando com outros parceiros. O objetivo é estudar soluções técnica e economicamente viáveis para a mobilidade elétrica, analisar o seu impacto no sistema elétrico nacional e contribuir com novas tecnologias para minimizar o impacto ambiental do setor dos transportes.

No Brasil, desde 2006 a Itaipu Binacional construiu mais de 80 veículos protótipos saindo do Centro de Pesquisa, Desenvolvimento e Montagem de Veículos Elétricos (CPDM-VE), localizado no galpão G5 em Itaipu e com recursos da Eletrobras. O protótipo do modelo Palio Weekend foi viabilizado por meio de uma parceria com a Fiat e baterias ZEBRA importadas, estes protótipos são usados ainda hoje para transporte dentro da usina e estão disponíveis para visitantes que desejam ter a experiência de conduzi-lo (BINACIONAL, 2022). As baterias ZEBRA são compostas de sódio, níquel e cloro, mesmo sendo recicláveis e possuindo uma carga específica [Ah/kg] equivalente as baterias de Li-íon, sua potência específica [W/kg] limita atualmente seu uso a VE experimentais.

Figura 17 – Linha de montagem de VE



Fonte: (BINACIONAL, 2022)

Em 2014, iniciou-se o projeto VE – no galpão anexo ao CPDM-VE – com a montagem do modelo Renault Twizy. O objetivo dessa ação é poder estudar o aumento gradativo do índice de nacionalização de componentes utilizados em veículos elétricos, além de preparar os fornecedores de componentes no Brasil e no Paraguai. Em 2015, a última parceira a aderir ao programa foi a BMW, que produz o modelo elétrico i3. Esses modelos também são usados para estudar o impacto na rede. Além do transporte pessoal, o projeto VE também busca soluções de transporte de cargas e passageiros. Tais preocupações levaram à criação do primeiro caminhão elétrico da América Latina, uma parceria com a Iveco, divisão de veículos pesados da Fiat. Lançado em agosto de 2009, o IVECO Daily Electric dual cockpit ganhou o prêmio Technology Highlight Award na Assembleia Geral da Society of Automotive Engineers (SAE).

Figura 18 – IVECO Daily Electric dual cockpit



Fonte: (BINACIONAL, 2022)

Outro integrante da família VE é o utilitário Agrale Marruá Elétrico com tração 4x4, desenvolvido pela Itaipu em parceria com as empresas Agrale e Stola do Brasil. O veículo foi apresentado pela primeira vez em 2012 durante a Rio+20, Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável realizada no Rio de Janeiro. Em 2014, a equipe do Programa VE desenvolveu outros três protótipos de ônibus 100% puramente elétricos, com três vezes a potência do primeiro modelo, e também equipados com freios ABS, portas elétricas, ar condicionado e rede Wi-Fi e outras funções. Em junho de 2015, a Itaipu e a ACS Aviation, de São José dos Campos (SP), colocaram no ar o primeiro avião elétrico com passageiros da América Latina. O voo histórico aconteceu em uma pista bilateral ao lado da fábrica paraguaia.

Figura 19 – Utilitário Agrale Marruá Elétrico



Fonte: (BINACIONAL, 2022)

O interesse dessa parte do programa VE é aprofundar a pesquisa de materiais compósitos utilizados em aeronaves, considerados essenciais para a redução de peso dos veículos elétricos. Quanto menos peso, maior a autonomia. O alto custo das baterias é considerado um dos principais entraves para a adoção de veículos elétricos. Para superar essa dificuldade, o projeto VE recebeu recursos da Financiadora de Projetos e Pesquisas (Finep), vinculada ao Ministério da Ciência e Tecnologia. A gestora do financiamento é a Fundação Parque Tecnológico Itaipu (FPTI). As baterias produzidas pelo projeto são totalmente recicláveis e feitas de sódio, níquel e cádmio. Outra direção de pesquisa do programa VE são os sistemas inteligentes de armazenamento de energia (IESS), que visam fornecer eletricidade a comunidades remotas, como as áreas fronteiriças no norte do país.

2.6 Veículos convertido pela Stellantis

Com a crescente necessidade de veículos elétricos, surgem novas possibilidades para a indústria automotiva, incluindo a conversão de veículos com motores a combustão interna para veículos elétricos através do processo de conversão. A Stellantis, em conjunto com o SENAI, está desenvolvendo um projeto para tornar essa conversão viável. Este projeto, liderado pelo SENAI A3 da Rota 2030, está se concentrando no retrofit de veículos comerciais leves, tanto novos quanto usados. A Stellantis está trabalhando em parceria com as empresas Weg e FuelTech para alcançar essa meta.

A Stellantis está trabalhando para fornecer soluções de mobilidade com emissão zero, sem comprometer a qualidade dos veículos comerciais. Isso inclui a conversão de

modelos originais para torná-los mais seguros e passíveis de homologação. Esta iniciativa faz parte do plano estratégico Dare Forward 2030, que tem como objetivo tornar as montadoras do grupo carbono neutro até 2038. A conversão dos veículos comerciais começou em 2022, com os modelos Fiat Fiorino e Peugeot Partner Rapid. Nesta etapa, o trem de força a combustão é removido e é instalado o kit de conversão e pacote de baterias, que ficam alojados no compartimento de carga para uma intervenção mínima na estrutura do veículo.

A Stellantis está testando veículos elétricos convertidos nas ruas para coletar dados sobre os principais fatores técnicos e econômicos envolvendo os componentes. Isso permitirá ajustes para tornar esses veículos acessíveis e destinados a profissionais com necessidade de utilização urbana diária média de 100 quilômetros. A partir de abril, esses veículos elétricos convertidos estarão disponíveis para clientes B2B selecionados

Figura 20 – Peugeot Partner Rapid elétrico



Fonte: (INSIDEEVS, 2023)

2.7 Veículos convertido pela Eletra

Eletra é uma empresa especializada em e-Retrofit, que consiste na conversão de veículos a diesel em elétricos ou híbridos. A empresa é uma das mais qualificadas no Brasil nesta área e seus produtos incluem caminhões elétricos e ônibus elétricos movidos a bateria 100%. O e-Retrofit permite acelerar a transição para a mobilidade sustentável e renovar a frota de veículos de transporte, oferecendo uma opção ambientalmente eficiente sem a necessidade de adquirir novos veículos ou descartar os atuais. O caminhão elétrico 100% a bateria confirma a Eletra como a empresa brasileira mais qualificada em e-Retrofit. Ajuda a renovar a frota, garantindo um selo ambiental para operações de transporte sem novos

veículos ou descarte dos atuais. O mercado espera comprar cerca de 3 mil caminhões por ano, que podem ser transformados em elétricos e gerar um novo mercado mais sustentável (ELETRA, 2023).

Lançado em 2013, o e-Bus é o primeiro ônibus elétrico 100% a bateria no Brasil, resultado da parceria entre Eletra e as empresas japonesas Mitsubishi Heavy Industries e Mitsubishi Corporation. Ele é alimentado por um banco de baterias e tem um motor elétrico como fonte de energia, semelhante a um trólebus, mas sem a necessidade de uma rede aérea externa. Com isso, pode operar em qualquer sistema viário. (ELETRA, 2023)

Com isso temos caminhões da Volkswagen, além de um carro forte que foram convertidos para elétricos pela empresa.

Figura 21 – E-RETROFIT AMBEV 13T



Fonte: (ELETRA, 2023)

O processo para transformar o veículo em elétrico não começou do zero, mas levou 18 meses para ficar pronto e custou cerca de R\$ 1 milhão. Com autonomia de 75 km, mesmo com 957 kg em baterias, a Eletra (2023) afirma que o carro-forte elétrico é quase 1 tonelada mais leve do que um similar a diesel.

Figura 22 – E-RETROFIT CARRO-FORTE PROTEGE



Fonte: (ELETRA, 2023)

2.8 Electric Retrofit

Electric Retrofit é uma empresa especializada na venda de componentes para veículos elétricos, incluindo motores para veículos elétricos, kits de conversão de carros elétricos e baterias de alta capacidade. A empresa oferece soluções completas para a conversão de veículos convencionais em elétricos, permitindo aos clientes aproveitar os benefícios da mobilidade elétrica. Além disso, a empresa também fornece suporte técnico para garantir que os clientes possam executar a conversão de forma segura e eficiente. Abaixo temos dos kits que eles vendem para realizar as conversões:

Figura 23 – Kit Retrofit 100V

Kit Retrofit 100V

Indicado para conversão de carros e utilitários leves até 1200 kg.

Kit Motor:

- Motor Indução Trifásico 40kW
- Controlador AC 100V 500A
- Pedal Acelerador eletrônico

R\$ 19.900,00

Opcional:

- Carregador 100V

R\$ 3.600,00

- Conversor DC/DC 100V/12V

R\$ 1.100,00



Fonte: (RETROFIT, 2023)

Figura 24 – Kit Retrofit 72V

Kit Retrofit 72V

Indicado para conversão de carros leves até 900 kg. Para uso urbano (80-90Km/h)

Kit Motor:

- Motor Indução Trifásico 18kW
- Controlador AC 72V 400A
- Pedal Acelerador eletrônico

R\$ 14.900,00

Opcional:

- Carregador 72V

R\$ 2.900,00

- Conversor DC/DC 72V/12V

R\$ 1.100,00



Fonte: (RETROFIT, 2023)

2.9 FuelTech Eletric

A primeira conversão para 100% elétrico foi inspirada no Gol, um veículo icônico brasileiro. A WEG forneceu o inversor e motor elétrico, enquanto a VCU FuelTech FT

550 é responsável por gerenciar todo o sistema. A conversão do carro permitiu a coleta de dados sobre a eletrificação e as mudanças mecânicas e elétricas, e permitiu a realização de testes de rodagem com muitos quilômetros percorridos. Esses testes são importantes para o desenvolvimento de estratégias e características no gerenciamento do veículo elétrico. Com propulsor CVW 500, que segundo o site da empresa tem 80 Kw ou 109 cv de potência

Figura 25 – Gol convertido para elétrico



Fonte: (FUELTECH, 2023)

O Fusca é outro clássico que foi escolhido para conversão em elétrico. O projeto foi realizado em parceria com a Sportsystem, uma oficina parceira. A VCU FuelTech FT450 é responsável por gerenciar o sistema, juntamente com o inversor e o motor elétrico WEG, que são adequados para uso urbano. O veículo elétrico é equipado com um conjunto de baterias de 25 kWh que proporcionam uma autonomia de 150 km e tempo de recarga de aproximadamente 9 horas. Parte do equipamento foi instalado na tubulação da fixação do tanque de combustível, enquanto a outra parte fica na traseira do carro. O motor elétrico da WEG oferece 67 cv de potência e 13,2 kgf,m de torque, permitindo uma velocidade máxima de 140 km/h, superando modelos da JAC, como o E-JS1, e da Renault, como o Kwid E-Tech.

Figura 26 – Fusca convertido para elétrico



Fonte: (FUELTECH, 2023)

A Fueltech afirma que a conversão completa para um carro elétrico custa R\$ 100.000,00 mil, dos quais R\$45.000,00 mil são para o conjunto de bateria de lítio NMC e R\$ 22 mil para o motor e conversor elétrico. No entanto, comparado a outros carros elétricos disponíveis no mercado brasileiro, a adaptação ainda é uma opção mais acessível, já que o Kwid E-TECH, que é o modelo elétrico mais barato do país, tem um preço de R\$ 146.990,00.

2.10 Veículos com potencial para ser convertido

Com o objetivo de avaliar os veículos que possivelmente serão convertidos na década seguinte, apresentamos uma lista dos carros mais vendidos recentemente e suas potências e torques correspondentes.

Tabela 1 – 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: (FENABRAVE, 2023)

Foi feita uma pesquisa para encontrar uma média de potência e torque para carros de 1.000 cilindradas, que seria usada como referência para a escolha dos componentes corretos, como motor e baterias. A potência e o torque finais dependem exclusivamente do orçamento do usuário.

3 Normativas para legalização do veículo elétrico

Este capítulo apresenta normas, checklist e fluxograma para o processo de conversão, desde o processo de documentações para a troca de características até a fase final, procedimento que visa empresas, órgãos governamentais e principalmente pessoas comuns que desejam no futuro desfrutar desta tecnologia. .

3.1 Conversão para Elétrico

As normas para conversão de veículos elétricos variam de país para país. No entanto, no Brasil as normas para conversão de veículos elétricos estão regulamentadas pelo Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN). Algumas das principais normas incluem:

- Requisitos de segurança: os veículos elétricos convertidos precisam atender aos mesmos padrões de segurança que os veículos elétricos fabricados originalmente e à combustão, incluindo iluminação, sinalização e freios.
- Requisitos de registro: os veículos elétricos convertidos precisam ser registrados junto ao Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN) e obter uma nova placa.
- Requisitos de equipamentos: os veículos elétricos convertidos precisam ter equipamentos específicos, como baterias homologadas e dispositivos de carregamento.
- Requisitos de documentação: os proprietários de veículos elétricos convertidos precisam apresentar documentação adequada, incluindo um certificado de conformidade emitido por uma oficina autorizada.

Além disso, é importante lembrar que as leis e regulamentos relacionados à conversão de veículos elétricos no Brasil podem mudar com o tempo, por isso é recomendável verificar regularmente a legislação atual. Para isso temos a portaria N^o 30 do INMETRO.

3.1.1 Portaria n.º 30 do INMETRO

Lei n^o 5.966, de 11 de dezembro de 1973, e tendo em vista o disposto nos artigos 3^o e 5^o da Lei n^o 9.933, de 20 de dezembro de 1999;

Considerando que os veículos rodoviários automotores e rebocados só poderão trafegar após a comprovação de atendimento aos requisitos e condições de segurança estabelecidos no Código de Trânsito Brasileiro - CTB, em seu artigo 103, e nas Resoluções do Conselho Nacional de Trânsito - CONTRAN (INMETRO, 2004).

Considerando que o INMETRO, ou entidade por ele credenciada, deve comprovar a segurança dos veículos rodoviários automotores e rebocados, nos termos dos regulamentos técnicos do INMETRO pertinentes. Considerando as determinações contidas na Resolução CONTRAN nº 25, de 21 de maio de 1998, resolve baixar as seguintes disposições (INMETRO, 2004):

- "Art. 1º Fica estabelecido que as inspeções de segurança veicular, executadas por entidades credenciadas pelo INMETRO, devem ser feitas de acordo com os requisitos estabelecidos nos Regulamentos Técnicos da Qualidade do INMETRO "Inspeção de veículos rodoviários automotores - modificação ou fabricação artesanal" (RTQ 24)".
- "Art. 3º A inobservância das prescrições compreendidas na presente Portaria acarretará aos infratores a aplicação das penalidades previstas no artigo 8º da Lei nº 9.933, de 20 de dezembro de 1999."
- "Art. 4º Revogar a Portaria INMETRO nº 71, de 08 de maio de 1996, a Portaria INMETRO nº 69, de 08 de maio de 1996, e demais disposições em contrário".(INMETRO, 2004)

Essa portaria do (INMETRO, 2004) tem como objetivo estabelecer os critérios a serem seguidos por Organismos de Inspeção Credenciados pelo INMETRO para inspeção de veículos rodoviários automotores modificados ou fabricados artesanalmente. Além disso para efeito de utilização deste Regulamento Técnico, são adotadas as definições constantes na ABNT OU NBR 14040: Inspeção de segurança veicular - Veículos leves e pesados (Partes 6 e 8) e a ABNT OU NBR 10966: Desempenho de sistemas de freio para veículos rodoviários, na NIT-DICOR-002 do INMETRO, na Portaria Conjunta Denatran e INMETRO nº 01/2002.

3.1.2 Check-list dos seguintes sistemas e componentes a serem inspecionados

a) Equipamentos obrigatórios e proibidos.

Pára-choques, Espelhos retrovisores, Limpador e lavador de pára-brisa, Pára-sol, Velocí-

metro, Buzina, Cintos de segurança, Triângulo de segurança, Ferramentas, Estepe. Cinta de segurança da árvore de transmissão, Tanque suplementar, Farol traseiro e Luzes intermitentes de sinalização de teto.

b) Sinalização.

Lanternas indicadoras de direção, Lanternas de posição, Lanternas de freio, Lanterna de freio elevada, Lanternas de marcha-à-ré, Lanternas delimitadoras e lanternas laterais, Luzes intermitentes de advertência, Retrorrefletores e Faixas refletivas.

c) Iluminação.

Faróis principais, Inspeção mecanizada, Faróis de neblina (uso facultativo), Faróis de longo alcance (uso facultativo), Lanterna de iluminação da placa traseira e Luzes do painel.

d) Freios.

Inspeção do equilíbrio de funcionamento dos freios de serviço dianteiros, Inspeção do equilíbrio de funcionamento dos freios de serviço traseiros e/ou demais eixos, Inspeção da eficiência total de frenagem e Inspeção mecanizada dos freios de estacionamento. Inspeção visual dos comandos, servofreio, Reservatório do líquido de freio, Reservatório de ar/vácuo, Circuito de freio (tubulações, conexões, cilindro-mestre, manômetros, válvulas e servomecanismo) e Discos, freio a disco, tambores, freio a tambor e outros componentes.

e) Direção.

Inspeção mecanizada de alinhamento, Volante e coluna, Inspeção de funcionamento do sistema, Mecanismo, barras e braços, Articulações, Servo-direção hidráulica (quando aplicável) e Amortecedor de direção (quando aplicável).

f) Eixos e suspensão.

Inspeção mecanizada do equilíbrio de funcionamento da suspensão dianteira e traseira em veículos das categorias M1 e N1, Inspeção mecanizada da eficiência da suspensão individual por roda, Elementos elásticos (molas), Elementos absorvedores de energia (amortecedores), Elementos estruturais (braços, suportes e tensores), Elementos de articulação, Elementos de regulagem (excêntricos, calços, parafusos reguladores), Elementos limitadores (batentes), Elementos de fixação (grampos, parafusos, rebites), Elementos complementares (estabilizadores) e Suspensão pneumática. (quando aplicável).

g) Pneus e rodas.

Desgaste da banda de rodagem, Tamanho e tipo dos pneus, Simetria dos pneus e rodas, Estado geral dos pneus e Estado geral das rodas ou aros desmontáveis.

h) Sistemas e componentes complementares.

Portas e tampas, Vidros e janelas, Bancos, Sistema de alimentação de combustível (quando aplicável), Sistema de exaustão dos gases (quando aplicável), Carroçaria, Painel de instrumentos, Pára-lamas, Verificar as dimensões do veículo, Instalação elétrica e bateria, Inspeção da resistência estrutural de veículos monobloco das categorias M1 e N1, Sistema

de arrefecimento e Sistema de transmissão e seus elementos.

A descrição de cada item acima de forma explícita será colocado em anexo para que o texto não se torne exaustivo a sua leitura.

Além disso será feito um teste em pista do veículo como uma avaliação complementar à inspeção mecanizada, esta inspeção deve ser executada em velocidade compatível com as condições do local, não excedendo 80 km/h.(INMETRO, 2004). Onde será verificado o funcionamento do velocímetro e tacógrafo, do sistema de direção, do sistema de transmissão, do sistema de suspensão, dirigibilidade e eficiência de frenagem.

O teste de segurança é o mais importante pois ele é imprescindível para a homologação do veículo, como houve alteração na massa do veículo, será realizado um teste de eficiência de frenagem. Conforme o item 7.4.3 da portaria do INMETRO, consiste em verificar a distância necessária para frenagem do veículo conforme a Tabela abaixo. Na frenagem, o veículo não deve derivar para nenhum dos lados.

Tabela 2 – Teste de Frenagem

Categoria	Velocidade (km/h)	Distância de Frenagem (m)
M1	80	50,7
M2	60	36,7
M3	60	36,7
N1	80	61,2
N2	60	36,7
N3	60	36,7

Fonte: (INMETRO, 2004)

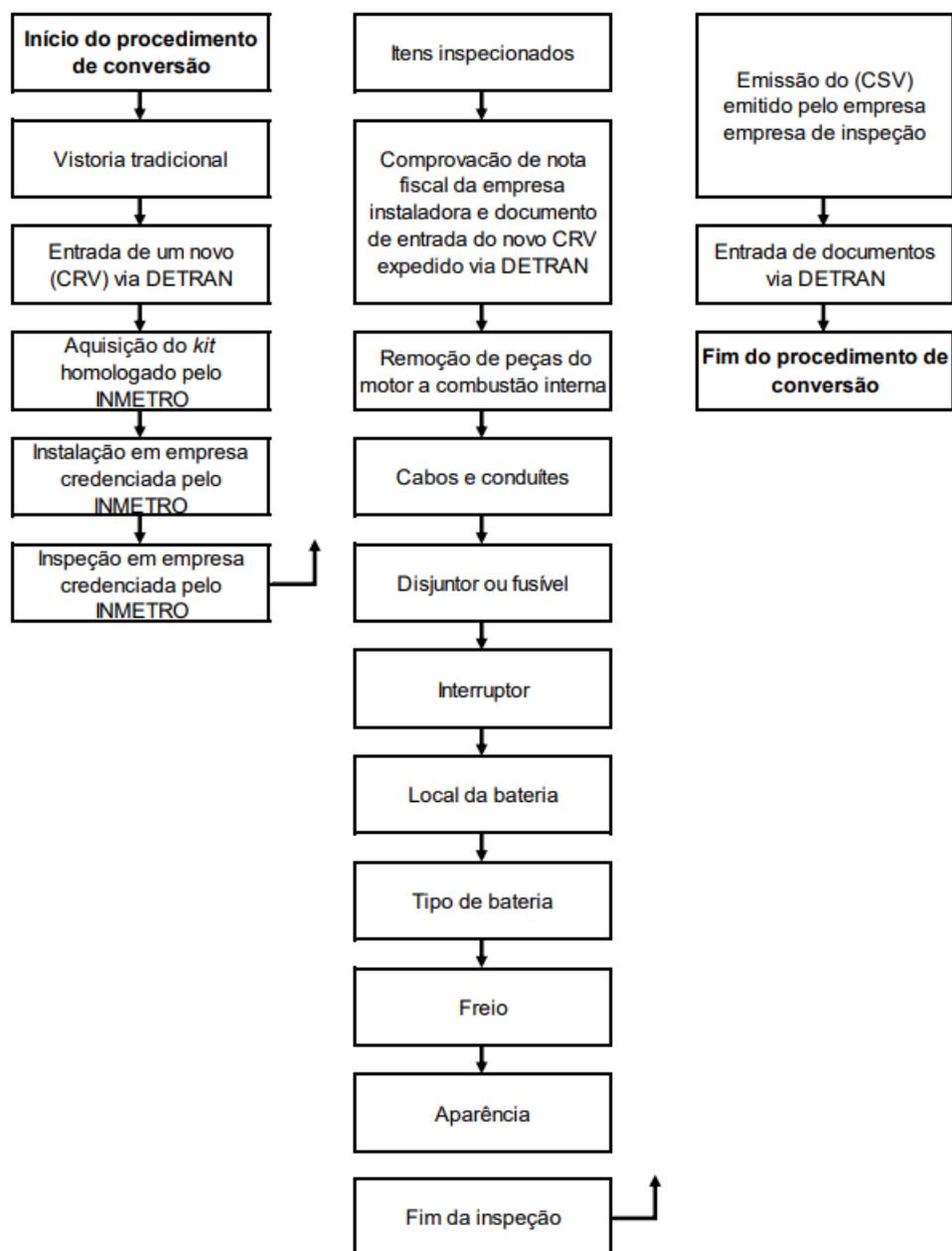
A van se enquadra na categoria N1 por possuir PBT menor ou igual a 35.000 N (3.500 kgf), portanto há uma velocidade de 80 km/h o veículo tem que parar numa distância de 61,2 m. Como este é um dos itens mais importante na inspeção, caso o veículo apresente uma distância de frenagem superior à estabelecida na tabela acima ou um desequilíbrio de frenagem ele será automaticamente reprovado na inspeção.

Concluída a inspeção do veículo rodoviário, o OIC deve registrar e manter registrados todos os resultados encontrados (INMETRO, 2004).

3.1.3 Fluxograma do Processo de Homologação

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 Figuras figuras todo o procedimento que busca facilitar a todos que buscam migrar-se para esta tecnologia elétrica do futuro.

Figura 27 – Fluxograma do processo de conversão



Fonte:(SILVA et al., 2021)

3.2 Detalhamento do Fluxograma

Detalhamento do fluxograma por etapas, segundo (SILVA et al., 2021) para um entendimento geral do processo de conversão.

3.2.1 Vistoria tradicional

Antes da conversão do veículo, é necessário realizar uma vistoria em uma empresa credenciada pelo DETRAN, chamada ECV (Empresa Credenciada de Vistoria). O veículo

pode ser vistoriado na unidade federativa onde estiver registrado ou sendo transferido. Durante a vistoria, são checados itens importantes para a segurança, como numeração de chassi, motor, vidros, sinalização, pneus, placas e lacres, entre outros.

3.2.2 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, 1997b). 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.

3.2.3 Aquisição de Kits Homologado ou a Fabricação dos Componentes

A empresa responsável pela fabricação dos componentes precisa obter autorização para esse tipo de serviço e garantir a qualidade dos produtos que produz. Para isso, ela é submetida a testes pelo INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial) estabelecidos pelo CONTRAN (Conselho Nacional de Trânsito) e fiscalizados pelo DENATRAN (Departamento Nacional de Trânsito). Desta forma, a empresa pode fornecer todas as instruções necessárias para a montagem, que será realizada por uma empresa especializada na instalação, compostos por um manual de instalação, baterias de tração, motor elétrico, inversor, bomba de vácuo para freios, carregadores, conectores, cabos e acessórios

3.2.4 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. As instaladoras deverão emitir um CSC (Certificado de Segurança de Conversão) emitido via DENATRAN.

3.2.5 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.

3.2.6 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. Sendo necessário as notas fiscais de todos os componentes instalados no veículo.

3.2.7 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 serem 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.

3.2.8 Cabos e Conduítes

Para os cabos de alta tensão que serão utilizados na conversão de um veículo elétrico. Os cabos devem ser capazes de suportar tensões de até 400 Volts e ter uma área de seção transversal mínima de 100 mm², com marcações claras de "Alta Tensão" ao longo de todo o revestimento (WEG, 2020). É importante destacar que não é permitido conectar o cabo de alta tensão ao chassi do veículo para fins de aterramento da corrente elétrica. A corrente elétrica pode chegar a 5000 Amperes, dependendo da potência e quantidade de baterias utilizadas. Para garantir a segurança e proteção dos cabos de alta tensão, é necessário utilizar conduítes flexíveis feitos de metal, compósito ou outro material que tenha resistência, resistência a esmagamento e resistência à abrasão comparáveis ao metal ou compósito. Estes conduítes devem ser fixados de forma segura ao chassi do veículo, cobrindo todos os cabos de alta tensão que circulam dentro e fora do veículo.

3.2.9 Disjuntor ou Fusível

Para garantir a segurança do sistema, é necessário incluir um dispositivo de proteção, como um disjuntor ou fusível, no circuito de alta tensão que contém as baterias de tração, o controlador e o motor elétrico. Este dispositivo deve ser capaz de interromper a corrente máxima esperada, que é superior ou igual a 400 Amperes, para garantir a segurança do sistema. Essa corrente é semelhante à encontrada em veículos populares com 1000 cilindradas vendidos nos últimos anos.

3.2.10 Interruptor

O interruptor geral tem a mesma função da chave de ignição em um veículo de combustão interna. A responsabilidade de estabelecer a melhor localização deste interruptor é do engenheiro responsável pelo projeto, sendo o equivalente da chave de ignição em um veículo a combustão.

3.2.11 Local da Bateria

As baterias de tração são montadas em gabinetes seguros, que não conduzem, e que proporcionam acesso restrito e ventilação adequada (natural ou forçada). É possível usar múltiplos compartimentos, mas eles devem ser ligados por cabos de alta tensão revestidos com conduítes de metal, compósito ou outros materiais que possuam resistência a esmagamento e à abrasão comparáveis ao metal ou compósito.

3.2.12 Tipo de Bateria

Se as baterias de tração não forem feitas de chumbo-ácido, é necessário ter um sistema de monitoramento de temperatura que verifica a temperatura de, pelo menos, uma bateria em cada compartimento. Os termopares de isolamento mineral são os sistemas mais comuns para medir a temperatura da bateria, sendo utilizados nas medições dentro dos compartimentos. Este sistema deve alertar o motorista do veículo caso a temperatura da bateria aumente rapidamente ou esteja acima dos níveis seguros.

3.2.13 Freio

Um sistema de vácuo e bomba ou alternativa equivalente é necessário para manter o desempenho e a capacidade adequados do freio. A frenagem em veículos elétricos permite que a energia gerada pelos freios seja transformada em energia para recarregar as baterias de tração. Isso ocorre quando o veículo não está acelerando ou quando o sistema de frenagem é levemente utilizado. A regeneração é possibilitada pelo motor elétrico, que também funciona como gerador durante a redução de velocidade. Em veículos de combustão, a aplicação dos freios resulta em perda de energia térmica devido ao atrito entre as pastilhas e discos. No entanto, é importante destacar que o uso dos freios em veículos elétricos é vital para a prevenção de acidentes, e o motorista não deve confiar apenas na redução de velocidade pelo próprio motor em situações de emergência.

3.2.14 Finalização do procedimento de conversão

Se todos os itens inspecionados pela empresa de inspeção foram aprovados, a empresa de inspeção irá emitir um CSV (Certificado de Segurança Veicular). Com a documentação completa, o proprietário do veículo irá apresentar tudo ao DETRAN juntamente com o certificado de entrada do novo CRV (Certificado de Registro Veicular), que foi emitido pelo DETRAN no início do processo. Em seguida, o DETRAN irá emitir um novo documento, que indicará no campo "observações" do documento que o veículo é um "Veículo Elétrico Convertido", e o processo será concluído.

4 Características do veículo e o processo de conversão da Van a diesel em elétrica

Neste capítulo será feito uma breve apresentação sobre a VAN a ser convertida, apresentando suas características técnicas. Em seguida, descreve todo o processo de conversão da Van a diesel em elétrica, enumerando tanto os componentes e os subsistemas comprados quanto os que precisaram ser desenvolvidos pela equipe.

4.1 Metodologia de Conversão

A conversão de veículos a combustão para elétricos exige uma abordagem sistemática e cuidadosa do processo de pesquisa e trabalho. É importante considerar os requisitos técnicos e os desejos do usuário, como consumo, custo e eficiência, a fim de realizar uma conversão bem-sucedida. No entanto, é preciso ter em mente que não existe ainda uma metodologia científica estabelecida para essa conversão. Portanto, as pesquisas nesta área utilizam metodologias adaptadas de outros campos da ciência, em vez de uma metodologia específica para a conversão de veículos a combustão interna para elétricos.

No livro *Como Converter o seu Carro para Elétrico* (AMARAL, 2018), o autor explica todos os passos que foram necessários para a realização da conversão, desde a escolha do veículo até a escolha dos componentes e materiais que foram utilizados. Ele destaca a importância de seguir uma sequência lógica e planejada, para que o projeto tenha sucesso e possa ser replicado por outras pessoas.

Na sua criação, (AMARAL, 2018) conversão do veículo Volkswagen Gol Geração 4 2008 de motor a combustão para elétrico exigiu uma série de etapas planejadas e executadas de forma cuidadosa. Tudo começou com a seleção do veículo a ser modificado e continuou com a escolha e dimensionamento do motor elétrico, baseado em cálculos de dinâmica veicular. Finalmente, os demais componentes do sistema elétrico de tração, como o banco de baterias, o controlador, o inversor e outros componentes secundários necessários, foram determinados levando em consideração o tipo de motor escolhido e o desempenho desejado para o veículo.

A conversão do veículo começou com um planejamento cuidadoso, que incluiu a definição das fases do projeto. Um cronograma foi criado para cobrir todas as atividades e procedimentos necessários para a conclusão do projeto. A última fase desse cronograma envolveu o trabalho de obtenção da homologação do veículo convertido para elétrico junto aos órgãos de trânsito.

No Trabalho desenvolvido na Faculdade do Gama, Conversão de BR800 e Dimensionamento Do Sistema de Arrefecimento, (DUNICE; ELS, 2017) tem como objetivo dimensionar o sistema motriz elétrico a partir do ensaio do veículo em movimento. Como (DUNICE; ELS, 2017) a utilização exclusiva dos dados do veículo nas equações de dimensionamento da dinâmica veicular para o sistema de tração do carro pode não ser a melhor estratégia. Por isso, os autores propuseram uma metodologia para calcular o sistema elétrico do veículo, baseada na dinâmica inicial do BR 800. Com os resultados obtidos, eles otimizaram o desempenho através de testes em um dinamômetro de rolo e em uma bancada de acionamento de motores. Desta forma, o conjunto motor-controlador-banco de baterias foi projetado para se adequar a uma condução seguindo um ciclo padronizado, baseado nas demandas de potência e energia.

Figura 28 – Gurgel BR800 em dinamômetro de rolo

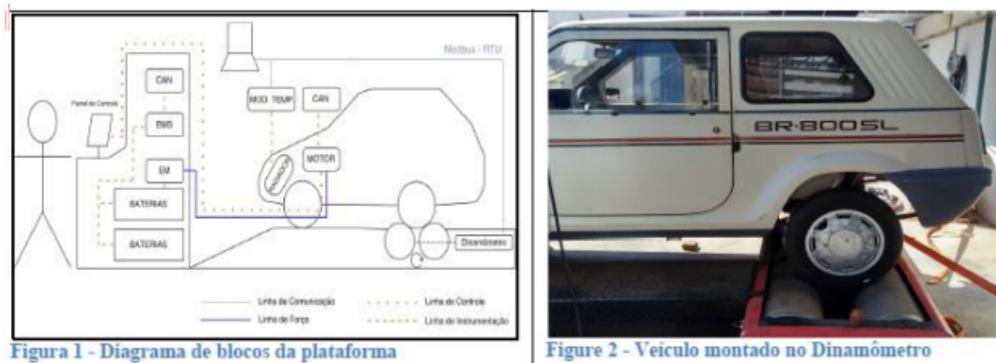


Figura 1 - Diagrama de blocos da plataforma



Figure 2 - Veículo montado no Dinamômetro

Fonte: (DUNICE; ELS, 2017)

(FREITAS, 2012) demonstra no trabalho Projeto e Análise ao Funcionamento de Carros Elétricos, na qual propõem a conversão de um *buggy* para elétrico. O método de pesquisa utilizada para o dimensionamento do sistema motriz é através de simulações de desempenho em comparação ao ciclo de condução europeu, o NEDC (*New European Driving Cycle*), na qual o autor identificou os parâmetros de consumo e potência utilizados na especificação do motor elétrico e do conjunto de baterias.

Com base nas informações de potência e consumo obtidas, a escolha do motor e do conjunto de baterias foi feita. Depois, uma nova simulação foi realizada, incluindo dados sobre o motor elétrico e as baterias selecionadas. No final, verificou-se que tanto o motor quanto as baterias eram insuficientes para alcançar o desempenho desejado para o veículo. Com isso (FREITAS, 2012) foi feita uma busca por novos componentes de motor e baterias, e foram realizadas novas simulações, seguindo o processo até encontrar os componentes apropriados para atender às necessidades do usuário. A metodologia descrita permitiu ao autor identificar os resultados de consumo e potência, ajudando na seleção das baterias e do motor adequados para os parâmetros estabelecidos, prevenindo o super ou subdimensionamento desses componentes. No entanto, o ciclo de condução europeu não

leva em conta as curvas, inclinações, declives laterais ou longitudinais no trajeto utilizado para a simulação de viagem do veículo (FREITAS, 2012).

No projeto Em Dimensionamento do Sistema de Tração para Veículos Elétricos: tração dianteira in-wheel, (RODRIGUES, 2017) o presente texto descreve uma abordagem nova no dimensionamento da dinâmica veicular na conversão de um veículo a combustão para elétrico. O método proposto é baseado no uso de um ciclo de condução padronizado, a NBR 6601, que simula a condução de um veículo em ambiente urbano.

Através do uso de programas como o Simulink/Matlab, o ciclo padronizado e os dados do veículo foram inseridos. A partir disso, os dados de consumo e potência foram extraídos e utilizados na escolha do motor, das baterias e do conversor adequados para o veículo elétrico..

Já em Análise e Estudos da Conversão de uma Kombi para Tração Elétrica, (PERES, 2007) o estudo investigou a conversão de um Volkswagen Kombi de combustão para elétrico, com o objetivo de obter uma potência e autonomia suficientes para percorrer 10 km a uma velocidade média de 50 km/h. A conversão tinha como objetivo principal desenvolver uma metodologia para substituir um motor a combustão por um elétrico. O autor apresenta uma abordagem lógica para orientar os cálculos da dinâmica veicular, bem como o consumo e potência do veículo..

Com base nas avaliações iniciais, os requisitos mínimos para potência e consumo foram estabelecidos, o que permitiu a escolha inicial de um motor elétrico e um conjunto de baterias. No entanto, quando esses componentes foram testados em novos cálculos, ficou claro que eles não atendiam às especificações necessárias para o veículo alcançar as metas do projeto. Foi realizada uma nova simulação utilizando resultados obtidos anteriormente para encontrar um conjunto adequado de componentes para o veículo. Vale destacar que todas as simulações foram feitas através de softwares e não houve a avaliação prática em campo (PERES, 2007).

Um trabalho que apresenta uma nova perspectiva de conversão elétrica é o Veículos Elétricos e a Geração Distribuída a Partir de Sistemas Fotovoltaicos, (SILVA, 2019) o projeto buscou uma abordagem diferente daquelas apresentadas anteriormente, com o objetivo de converter o veículo Mercedes-Benz Classe A 190, que é a combustão, para elétrico. No entanto, é importante destacar que não foram realizadas simulações para determinar o consumo e a potência do veículo, o que diferencia este projeto das abordagens anteriores. Sem a realização de simulações, o autor não foi capaz de determinar o consumo e potência do veículo, o que tornou impossível escolher os componentes apropriados para a conversão do veículo Mercedes-Benz Classe A 190, com isso (SILVA, 2019) o autor optou por utilizar um motor elétrico com capacidade de 10 kWh e um conjunto de baterias para realizar a conversão do Mercedes-Benz Classe A 190, que inicialmente era a combustão. No entanto, depois de colocar o veículo em funcionamento, o autor verificou que a potência

não era suficiente para alcançar o desempenho desejado. Por isso, foi necessário trocar o motor por um com capacidade de 20 kWh e um novo conjunto de baterias para obter a performance desejada..

O trabalho apresentou um grande desafio em termos de custo, pois o alto valor dos motores e baterias necessários para a conversão, somado ao custo de operação do veículo em condições reais, encarece significativamente o projeto. Além disso, a troca dos componentes, como o motor e as baterias, resultou em perda de investimento para o autor.

A realização de testes práticos é fundamental para determinar o desempenho real do veículo, no entanto, a falta de simulações teóricas ou cálculos iniciais pode levar a problemas como o dimensionamento inadequado, custos adicionais e perda de tempo na conversão. Por isso, é importante realizar simulações antes de realizar a conversão, para buscar as melhores soluções e evitar gastos desnecessários.

O trabalho sobre a Conversão de Veículos Diesel para Tração Elétrica (ARAÚJO, 2013), este trabalho abrange uma avaliação tanto técnica quanto econômica da conversão de um veículo diesel da Força Aérea de Portugal para elétrico. O artigo destaca as vantagens da conversão, avaliando se o investimento em comparação aos custos de um veículo diesel é vantajoso ou não. No entanto, o autor concluiu que, apesar de haver vantagens técnicas, a viabilidade econômica do projeto era questionável, pois o alto custo para a modificação não era compensado pelo tempo, já que as baterias precisam ser substituídas a cada 8 anos, tornando o projeto inviável tanto do ponto de vista financeiro quanto técnico.

Em Estudo da Viabilidade Técnica e Económica da Conversão para Veículo Elétrico (SAMPAIO, 2012), este trabalho analisa a viabilidade técnica da conversão de um carro Volkswagen Golf 1988 de combustão para elétrico. Envolve a realização de uma análise técnica e inclui um tópico sobre a legalização do veículo, embora o trabalho tenha sido desenvolvido em Portugal, com normas técnicas distintas das do Brasil, logo não são aplicáveis aqui.

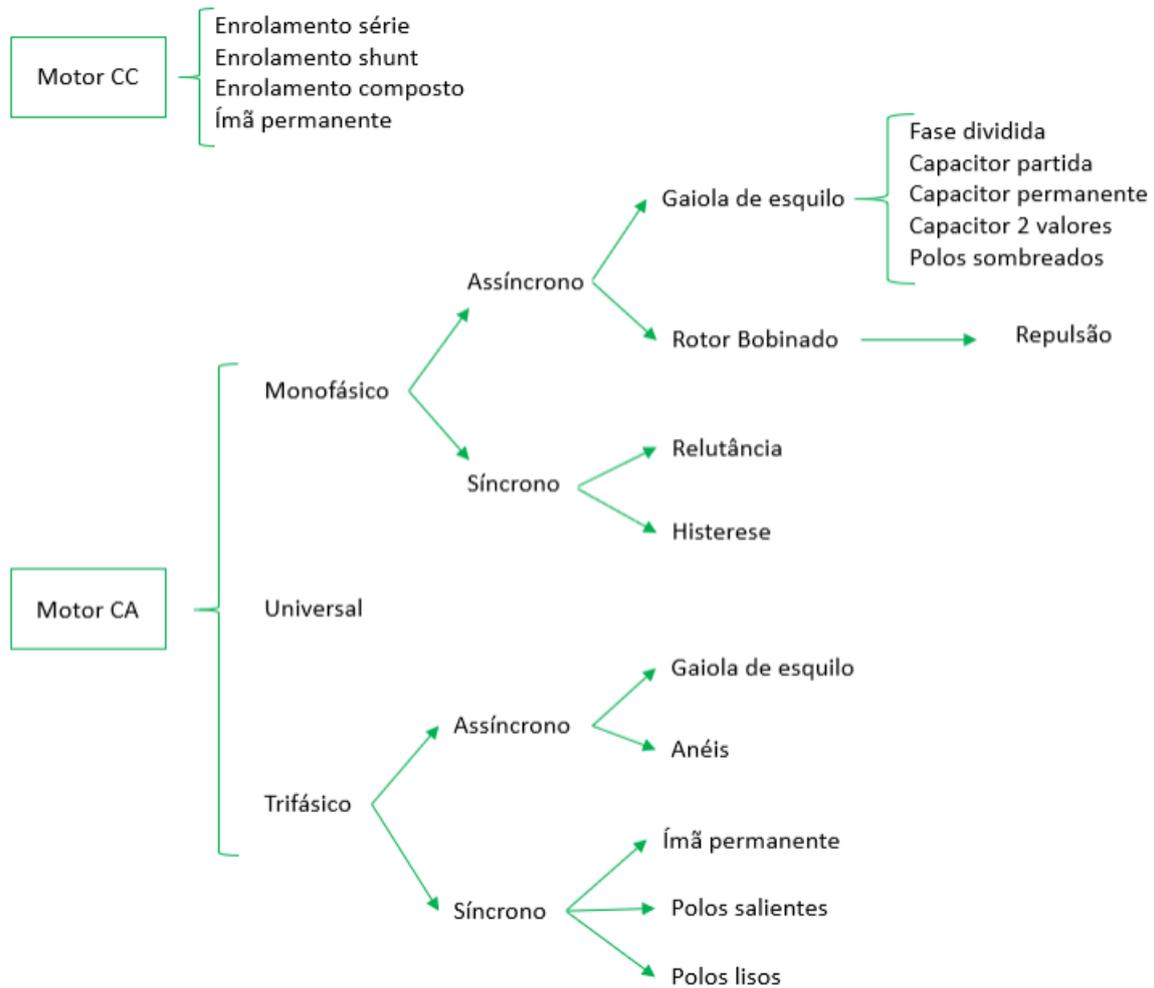
Poucos dos estudos realizados mencionam a aprovação das modificações por órgãos reguladores e os processos envolvidos para legalização do veículo elétrico, bem como os custos relacionados à rodagem do veículo após a conversão. É importante levar em conta esses aspectos ao realizar a conversão de veículos a combustão para veículos elétricos. Este trabalho faz parte de um projeto maior de eletro mobilidade denominado Tecnomobele que tem como principal objetivo a conversão de uma VAN diesel para elétrica. Esse projeto já gerou dois artigos que foram publicados no Cobem 2021 (26th International Congress of Mechanical Engineering), são eles: Adaptation of VAN forelectris propulsion and design of steering, cooling and assistance subsystems e Methodology for optimizing size converting internal combustion utilities vehicle to electric traction, além de dois trabalhos de

Este projeto tem como objetivo contribuir para a análise dos requisitos legais para a legalização do veículo elétrico após sua conversão. O trabalho visará verificar se o veículo atende às normas estabelecidas pelos órgãos competentes para poder transitar nas estradas brasileiras. Além disso, há poucos estudos no Brasil sobre conversão de veículos a combustão e elétricos, mesmo com a eletrificação de veículos a combustão sendo um mercado em ascensão. Veículos elétricos trazem muitos benefícios, tanto para o meio ambiente quanto para a economia, como por exemplo, a ausência de emissão de gases poluentes, a falta de poluição sonora e a economia no combustível e manutenção do veículo.

4.2 Motores Elétricos

Os motores elétricos possuem a habilidade de transformar energia mecânica em elétrica, por isso são amplamente utilizados na indústria devido às suas inúmeras vantagens, tais como: baixo custo, fácil transporte, limpeza e simplicidade de controle. Apesar de seu projeto ser simples, eles podem ser construídos com uma estrutura robusta. (MATTEDE, 2021). Através da fonte de alimentação, podemos distinguir em dois grupos: motores CC e motores CA (PETRUZELLA, 2013). A figura abaixo mostra o esquema da classificação dos motores elétricos.

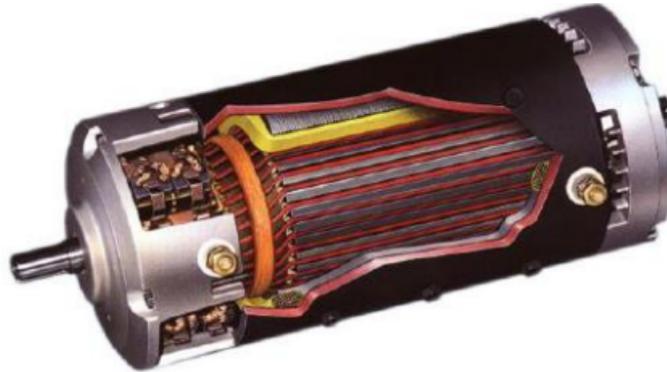
Figura 29 – Diagrama de blocos da classificação dos motores elétricos



Fonte: (WEG, 2020)

O motor de corrente contínua é um motor alimentado por uma fonte de energia em corrente contínua. A troca de energia que ocorre entre o estator e o rotor pode acontecer de duas maneiras, por meio de escovas ou por um sistema sem escovas (*brushless*), e com a variação de tensão é possível controlar a velocidade (AZEVEDO, 2018). Os motores de Corrente contínua em série são conhecidos por funcionarem em potência constante e, já o motor cc em paralelo (*shunt*), tem seu funcionamento com velocidade constante. Os motores cc em série tem velocidade direcionada para tração e características de binária, acaba-o tornando ideal para uso em carros elétricos os motores, contudo esse tipo de motor tem limitações quanto a torque elevados, fazendo que caísse em desuso por grande parte das montadoras nos últimos tempos (FREITAS, 2012).

Figura 30 – Motor CC em corte



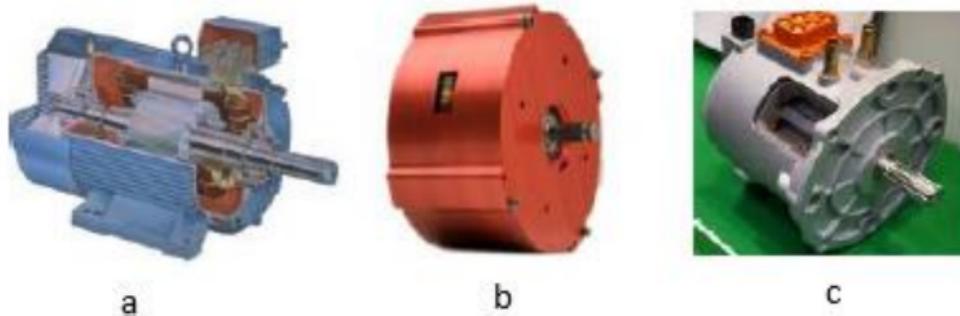
Fonte: (FREITAS, 2012)

O motor de corrente alternada é construído para ter dois campos magnéticos girando (AZEVEDO, 2018). Para isso, o estator gera um campo magnético que se move em relação à posição das espiras e à forma da onda de tensão. No rotor, pode haver um campo magnético, que é induzido ou não. Quando os campos magnéticos se interagem, é gerado um torque que move o motor, fazendo-o sair da inércia e entrar em funcionamento. (VASCONCELOS, 2015).

O motor CA pode ser de indução ou assíncrono, tendo um pequeno atraso da velocidade de rotação do rotor em relação ao campo magnético girante. Já o síncrono não possui este atraso entre a velocidade de rotação do rotor e o campo magnético girante, sendo a velocidade do rotor proporcional à frequência de alimentação do estator e acompanha o campo magnético girante (FREITAS, 2012). Os motores CA podem ser polifásicos ou monofásicos, isso vai depender da quantidade de fases que recebe da alimentação. (VASCONCELOS, 2015).

O motor CA síncrono do tipo ímã permanente é reconhecido por gerar um campo magnético estacionário, onde as correntes circulantes no estator do motor síncrono produzem um campo magnético girante, de uma forma que no exata no motor os dois campos magnéticos, e o campo do estator à medida gira, o campo do rotor tenderá a se alinhar. Esse tipo de motor tende a ter um torque elevado e se comparamos com o de indução com uma mesma faixa de potência, o de ímã permanente é relativamente pequeno (AZEVEDO, 2018). A grande desvantagem é o seu preço elevado devido ao alto custo dos ímãs (FREITAS, 2012). A Figura abaixo mostra imagens de diferentes tipos de motores CA.

Figura 31 – Exemplos de motores CA: a) motor de indução, b) motor de imã permanente, c) motor de relutância comutada



Fonte: (FREITAS, 2012)

Isso significa que a aceleração é imediata e precisa, pois o torque é produzido diretamente pelo motor elétrico, sem a necessidade de uma transmissão intermediária. Isso torna os carros elétricos muito ágeis e responsivos, com uma aceleração rápida, diferentemente dos veículos a combustão, que dependem de uma transmissão para produzir um torque elevado. (VASCONCELOS, 2015).

Os motores mais indicados para veículos elétricos é o motor CA, conhecido como *brushless*, devido a sua capacidade de ter um alto torque e não ter grande necessidade de manutenção. Entretanto, como a utilização de uma fonte de energia CC, acaba havendo a necessidade de um conversor de corrente contínua para corrente alternada, ou um inversor de frequência para a conversão da frequência da energia advinda da fonte de alimentação CC (VASCONCELOS, 2015).

Por fim, a definição de um motor para um veículo elétrico decorre de inúmeras variáveis, como potência, custo, rendimento, faixa de velocidade de operação, controlabilidade e tração. Além disso, os motores com rotor bobinado não são muito utilizados devido a presença de escovas, o que exige manutenção com mais frequência (AZEVEDO, 2018).

4.3 Baterias

As baterias para veículos elétricos são responsáveis por armazenar energia, e alimentar o motor elétrico, que por sua vez gera a tração nas rodas. Atualmente, as baterias mais utilizadas em veículos elétricos são as de hidreto metálico de níquel (NiMH), chumbo-ácido (PbA), zinco, íon-lítio e fosfato de lítio ferro (LIFEPO4).

As baterias de chumbo-ácido tem em sua estrutura o eletrodo de chumbo em uma solução de ácido sulfúrico. Tendo a capacidade de fornecer correntes elevadas em pequeno período de tempo, além disso não tem o efeito memória e são relativamente

baratos (FREITAS, 2012). Esse tipo de bateria é utilizada em larga escala pela indústria automotiva, principalmente para fornecer energia para o sistema de partida, de iluminação e de ignição e para tracionar motores de veículos elétricos em máquinas industriais. Pelo ponto de vista ambiental, as baterias são extremamente prejudiciais à natureza apesar de serem baterias de baixo custo, então há todo um processo no momento de descarte, outra desvantagem é que possui duração dos ciclos muito inferior em relação a outras baterias (AZEVEDO, 2018). Contudo, apesar de ser a bateria mais utilizada atualmente em veículos convencionais, a bateria de chumbo não é a mais adequada para utilização em veículos elétricos.

Já as baterias de hidreto metálico de níquel é formado por uma liga metálica com alta capacidade de armazenamento de hidrogênio, com isso gera uma alta densidade de energia e capacidade de armazenamento (AZEVEDO, 2018). A bateria de hidreto metálico de níquel é uma alternativa mais ecologicamente correta em comparação à bateria de chumbo-ácido, já que não contém metais tóxicos. Além disso, ela apresenta uma baixa tendência de "memória" e tem uma alta resistência à oxidação, com um grande número de ciclos de carga e descarga. Devido a estas vantagens, a indústria está procurando substituir as baterias de níquel-cádmio (NiCd) por baterias de hidreto metálico de níquel em veículos elétricos. No entanto, as baterias de hidreto metálico de níquel também possuem algumas desvantagens, como vida útil limitada, falta de tolerância à sobrecarga, mau desempenho em altas temperaturas, geração de calor durante a recarga e densidade energética menor em comparação com as baterias de lítio. (FREITAS, 2012).

As baterias que utilizam o zinco como eletrodo são conhecidas como baterias de zinco, possuindo uma gama de opções como as baterias de zinco-prata (ZnAg) e as de zinco-ar (Zn-ar). As baterias de zinco-prata são bastante seguras, pois não contém metais tóxicos para o homem e a natureza e ainda pode ser reciclada, tendo como principal aplicação o setor militar, espacial e câmeras de televisão. Mas devido ao alto custo, principalmente, devido a parada, acaba por inviabilizar a utilização pela indústria (FREITAS, 2012). As baterias de zinco-ar estão em desenvolvimento para utilização em veículos elétricos, com o objetivo principal de reduzir o custo do quilowatt-hora de energia pela metade em comparação com as baterias de lítio. Elas funcionam através da oxidação do zinco, onde o catodo é o próprio oxigênio da atmosfera, proporcionando mais espaço no interior da bateria para o ânodo. Além disso, a bateria tem uma maior capacidade de armazenamento de energia em comparação com outros tipos devido às suas dimensões menores. (FREITAS, 2012). Apesar de ser bastante utilizada em aparelhos eletrônicos de uso pessoal, como relógios, aparelhos de audição, calculadoras, entre outros, no entanto, ainda possui a capacidade de desempenho adequado para o uso em grandes máquinas elétricas, e por essa razão que as pesquisas estão em desenvolvimento para que se possa alcançar um bateria que seja apropriada para uso em veículos elétricos.

As baterias de íons de lítio são incrivelmente populares nos dias de hoje e podem ser aplicadas a veículos elétricos. Essas baterias possuem vida útil prolongada, baixa toxicidade, alta densidade energética, tem baixa manutenção ou, dependendo do modelo, é totalmente livre de manutenção, não tem memória, bom desempenho e segurança quando empregadas em veículos elétricos (AZEVEDO, 2018). Segundo (FREITAS, 2012) as baterias de íons de lítio tem as diferentes variações: 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 ($\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$). Todas as variantes citadas possuem características semelhantes quanto à densidade energética, vida útil, toxicidade e desempenho. Mas, é preciso deixar claro que para evitar risco de incêndio e explosão, é necessário um monitoramento através de um sistema conhecido como BMS (*Battery Management System*).

As baterias de lítio-ferro-fosfato (LiFePO_4) são conhecidas pela sua alta capacidade energética. Elas não apresentam o efeito memória, tem uma auto descarga mínima e mantêm uma tensão nominal constante durante a descarga. Além disso, possuem uma vida útil longa e estabilidade elevada. Em caso de sobrecarga, não há risco de explosão ou incêndio, mas esse risco pode surgir devido ao aquecimento pela necessidade de energia quando a bateria está descarregada. No entanto, o monitoramento da carga energética da bateria através de um sistema BMS pode prevenir isso. (FREITAS, 2012). A bateria de lítio-ferro-fosfato é a mais utilizada pelas montadoras para aplicações em veículos elétricos .

4.4 Inversor de Frequência

O inversor de frequência é equipamento que tem a capacidade de converter corrente contínua (CC) em corrente alternada (CA), a partir de uma fonte de energia elétrica de corrente contínua (CC), como baterias ou células de combustível (SILVA, 2019). Assim o diferencial de potencial elétrico em corrente alternada deve ter amplitude, frequência e conteúdo harmônico adequados às cargas a serem alimentadas (SILVA, 2019).

A sua estrutura é composta por quatro blocos funcionais básicos, são eles: um retificador, um link CC, um inversor e um módulo controlador, o inversor de frequência tem como capacidade a conversão da tensão da rede ou de uma fonte de energia CC, de amplitude e frequência fixas, em uma tensão de amplitude e frequência variáveis e controláveis (OLIVEIRA, 2018). Essa particularidade é muito importante para um veículo elétrico pois permite variar a velocidade do equipamento por meio de vários métodos diferentes. Um automóvel elétrico equipado com um conjunto de baterias CC e um motor elétrico CA é de suma importância um inversor para que a carga vindo da bateria seja adequada para prover a frequência e amplitude do motor corretamente. A Figura abaixo

mostra exemplos de inversores de frequência.

Figura 32 – Inversores de frequência



Fonte: (ARAÚJO, 2013)

4.5 Controlador

Os controladores de motores são dispositivos que controlam alguns parâmetros do veículo como velocidade, aceleração e, em alguns casos podendo ter controle na frenagem regenerativa do veículo (FREITAS, 2012). Os primeiros veículos elétricos equipados com motores de corrente contínua usavam potenciômetros para controlar a velocidade. O funcionamento consistia em variar a resistência do potenciômetro de acordo com a posição do pedal de acelerador. Quanto maior a resistência, menor o fluxo de corrente da bateria para o motor, e conseqüentemente, a velocidade do veículo era regulada. (FREITAS, 2012).

Este tipo de controle, no entanto, é ineficiente devido ao efeito Joule no resistor. Atualmente, uma tecnologia chamada PWM (Modulação de Largura de Pulso) é utilizada para melhorar o sistema de controle. Ela realiza a conversão de tensão CC para tensão CA, regula a corrente da bateria entre o motor e a bateria, permite a inversão da rotação do motor e pode converter o motor em um gerador durante a frenagem regenerativa no motor elétrico. (FREITAS, 2012).

A alimentação controlada por PWM vem com algumas desvantagens em relação ao motor, como eficiência reduzida, aumento da temperatura e ruído (FREITAS, 2012). No entanto, o problema com PWM é a quando queremos agregar outros tipos de controladores como FOC (Field Oriented Control) ou conversor de frequência, através de diferentes estratégias que geram controladores de motores mais eficientes e menores em seu tamanho (SILVA, 2019). Por isso, não é incomum que o inversor tenha seu próprio sistema de controle integrado que não requer a compra de equipamentos de controle respectivamente para o controle motor.

A existência de um controlador, integrado ou não ao conversor de frequência, é de extrema importância porque o mesmo é responsável por controlar a velocidade, potência e

torque do motor elétrico, o que reflete diretamente na condução e desempenho do veículo (SILVA, 2019).

4.6 Sistema de Gerenciamento de Bateria (BMS)

Sistema de Gerenciamento de Bateria ou Sistema de Gerenciamento de Bateria (BMS) é um sistema eletrônico projetado para monitorar e controlar o carregamento e descarregamento de uma bateria para evitar que a bateria funcione fora de sua faixa de operação segura (ELECTROPEDIA, 2022). As baterias dos veículos têm níveis de carga mínimos e máximos que devem ser observados para evitar que os requisitos de energia que excedam os limites estabelecidos para as baterias causem condições de superaquecimento e as danifiquem completamente, resultando também em risco de incêndio ou explosão. Os sistemas BMS atuais são: Voltagem, Corrente e Temperatura (ELECTROPEDIA, 2022).

Ressalto que o Sistema de Gestão de Bateria (BMS) tem como função principal proteger a bateria de possíveis danos durante o processo de carregamento e descarregamento. Durante o carregamento, o BMS evita a sobrecarga e a subcarga da energia na bateria, redirecionando a energia que entra para as baterias que não estão totalmente carregadas. Já durante o descarregamento, o BMS monitoriza a carga em cada bateria e impede que ela descarregue além do limite de segurança estabelecido. Quando a bateria alcança o limite mínimo seguro de energia, o BMS indica que é hora de recarregá-la, minimizando o risco de superaquecimento e outros danos. Em ambos os casos, o BMS agindo de forma proativa pode minimizar os riscos potenciais de danos à bateria.

Ao monitorar os parâmetros de corrente e tensão, o BMS previne a subida ou descida excessiva dos valores de tensão e corrente (ELECTROPEDIA, 2022). Ao monitorar a temperatura, o BMS monitora os tempos de aquecimento e resfriamento da bateria para notificar quando qualquer um desses dois parâmetro atingir um limite seguro, evitando perda de capacidade da bateria devido ao super resfriamento e incêndio ou explosão por superaquecimento (ELECTROPEDIA, 2022). Portanto, BMS é indispensável, para o sistema armazenamento de energia para veículos elétricos. Conforme mostrado na figura abaixo demonstra a sua importância.

No subsistema de resfriamento da bateria, diferentes métodos podem ser empregados, incluindo ventilação, refrigeração a ar ou serpentinas, ou refrigeração a água. Para a refrigeração a ar, o conjunto de baterias é posicionado em uma área do veículo que permite uma grande circulação de ar e está longe de fontes de calor. Além disso, ventiladores são instalados dentro do conjunto de baterias para ajudar a remover o ar quente através da convecção. (AMARAL, 2018).

No sistema de refrigeração a água, é instalado um circuito de água fechado dentro da bateria para dissipar o calor tanto interna como externamente. Isto permite a remoção do calor excessivo do interior da bateria quando a temperatura aumenta, ou ainda trazer calor quando a temperatura ambiente é menor do que a temperatura ideal para o funcionamento da bateria. Dessa forma, o sistema de refrigeração a água permite que a bateria opere dentro da faixa de temperatura especificada pelo fabricante. (ARAÚJO, 2013).

Outra tática usada por algumas montadoras é usar o próprio sistema de ar condicionado veicular para refrigeração de baterias (FREITAS, 2012). O tipo de sistema de refrigeração escolhido dependerá da localização da bateria, número de baterias e custo de instalação para poder resfriar o sistema.

Quando se trata da refrigeração do motor, o resfriamento já vem acoplado através de diferentes estratégias para o motor. Os motores são classificados como máquinas abertas que possui arrefecimento a ar. Nesse caso, o ar circula dentro do motor com o movimento do rotor, então a extração do ar quente do interior do motor se dar através da abertura estrategicamente definidos para que a refrigeração deste tipo de motor seja determinada por convecção (FREITAS, 2012). Este tipo de resfriamento nem sempre é eficaz, nessa situação, é necessário criar um método adicional para que possa ser removido o calor em excesso do motor antes que o mesmo seja instalado no veículo para que não haja problema com o aquecimento demasiado do motor (TANAKA, 2013).

Motores refrigerados por fluido como água ou óleo são melhores no gerenciamento de controle de temperatura, sendo superior aos motores refrigerados a ar neste aspecto (OLIVEIRA, 2018). Esses motores refrigerado com esses tipos de fluidos possui dutos para a passagem do fluido instalado entre o carcaça do motor e bobina, assim o fluido circula no motor e remove o calor do motor e o libera para exterior do motor (FREITAS, 2012). Na figura abaixo podemos ver a refrigeração de um motor a água.

Figura 34 – Motor elétrico da WEG refrigerado a água



Fonte: (FREITAS, 2012)

4.8 Componentes Auxiliares

Alguns componentes adicionais não são exclusivos para veículos elétricos, mas são essenciais para assegurar a operação segura destes. Tais componentes incluem: voltímetro, amperímetro, interruptor de inércia, botão de emergência, potenciômetro ou acelerador eletrônico, sensor de velocidade e sensor de temperatura.

Voltímetro e amperímetro monitoram, respectivamente, a tensão e a corrente das baterias. Esses componentes devem ser conectados ao monitor no qual é montado no painel do veículo para fácil visualização pelo motorista do veículo. Com essas informações, o motorista pode observar a carga restante ainda acumulada na bateria (AMARAL, 2018).

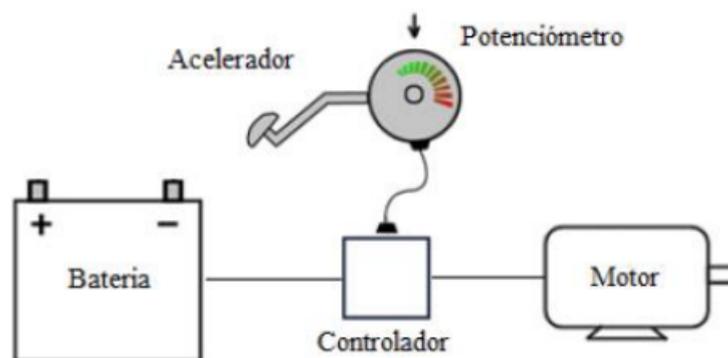
O interruptor de inércia tem a função de desconectar a bateria em caso de colisão do veículo. O interruptor de inércia deve ser instalado na frente do veículo, estrategicamente localizada para que, em caso de colisão, possa ser acionado instantaneamente. Há uma bola eletromagnética dentro do dispositivo, quando o interruptor é acionado pelo impacto da colisão, saindo da posição, abrindo o interruptor (CONSTANTINO, 2015). Uma vez ligado, o interruptor desliga o sistema de propulsão veículo e desconecta o sistema de bateria para evitar uma possível descarga energia de alta tensão da bateria.

O botão de emergência tem o mesmo princípio de funcionamento do interruptor de inércia, facilitando a desconexão do sistema de energia na ativação. No entanto, sua operação é manual, para que o motorista possa ligá-lo e desligá-lo a qualquer momento quando julgar necessário para sua segurança e a segurança de outros passageiros no veículo ou de eletromecânicos que farão a manutenção do veículo (CONSTANTINO, 2015).

4.8.1 Acelerador

O acelerador eletrônico, funciona por meio de uma interface eletrônica que captura o movimento da alavanca do acelerador, e em seguida envia um sinal para o controlador, informando a velocidade desejada pelo motorista. Desta forma, o controlador ajusta a quantidade de energia enviada para o motor, o que resulta em uma alteração na velocidade do veículo. O acelerador eletrônico é uma alternativa mais precisa e eficiente ao potenciômetro, oferecendo uma resposta mais rápida e suave aos comandos do motorista (AMARAL, 2018). Este dispositivo é normalmente utilizado em carros que não apresenta acelerador eletrônico de fábrica. A figura abaixo demonstra um esquema de controle de velocidade e aceleração de um veículo elétrico ajustado por potenciômetro. Quando o pedal do acelerador está pressionado, a posição do potenciômetro gira, enviando um sinal para o controlador envia mais energia da bateria para o motor, assim aumentando a velocidade do veículo.

Figura 35 – Esquema básico do controle de velocidade/aceleração de um veículo elétrico



Fonte: (FREITAS, 2012)

Para veículos equipados de fábrica com acelerador eletrônico, é necessário adicionar um sistema acelerador capaz de enviar a tensão variável ao controlador, essa diferença seria através da pressão exercida no pedal do acelerador pelo condutor. Informando ao controlador quando aumentar ou diminuir a quantidade de energia é enviado ao motor, fazendo com que ele aumente ou diminua a velocidade (AMARAL, 2018).

4.8.2 Sensores

Um sensor de velocidade deve ser instalado junto ao motor para monitorar a rotação e mostrar ao motorista a velocidade do veículo. Sensor *hall* mais comumente usado para tais funções (AMARAL, 2018).

O objetivo do sensor de temperatura é controlar a temperatura do motor enquanto ele está em funcionamento. O motor elétrico pode atingir temperaturas semelhantes aos motores a combustão durante sua operação. Se por alguma razão o motor operar fora da faixa de temperatura recomendada pelo fabricante, isso pode causar problemas graves,

como a redução da vida útil do motor ou até mesmo a sua perda total. Por esta razão, o monitoramento da temperatura do veículo é vital, pois permite que o condutor verifique se o motor está funcionando corretamente, sem anomalias e mantido na faixa de temperatura recomendada pelo sistema de resfriamento. Estes dados são informados ao motorista através de um painel instalado na cabine do veículo, fornecendo informações em tempo real.(AMARAL, 2018).

Além dos componentes auxiliares citados acima, ainda temos alguns componentes como, fusíveis, contactores e conectores que compõem qualquer tipo de veículo e devem ser dimensionados para o veículo de acordo com as especificações dos componentes elétricos nele instalados (AMARAL, 2018). Esses componentes têm a função de agregar aos circuitos elétricos do veículos, facilitando a remoção e reinserção das conexões, fusíveis pode proteger os componentes elétricos e eletrônicos e constituir os circuitos de alta corrente (AMARAL, 2018).

4.9 Apresentação Da Van

A Peugeot Boxer Longa 2.8 HDI 2008 Diesel é uma van que foi fabricada há 13 anos e não é mais produzida pela montadora, tendo sido substituída por modelos mais recentes. Com capacidade para transportar até 16 pessoas, esta van é frequentemente utilizada para transporte de passageiros, incluindo escolares e viagens rodoviárias.

Com o objetivo de torná-la um veículo elétrico, uma equipe multidisciplinar de estudantes de engenharia, técnicos e professores do campus Gama da Universidade de Brasília (UnB) está realizando o projeto Tecnomobele. Uma vez concluído, a van será utilizada para transporte de pessoas no campus Gama da UnB. Atualmente, ela está sendo guardada no galpão do prédio LDTEA, no campus da UnB Gama, aonde esta guardada após a realização da conversão para tração elétrica.

O veículo em questão, foi descontinuado pela montadora e foi substituído por dois novos modelos. Infelizmente, não há mais um manual do proprietário disponível, o que dificulta a obtenção de informações técnicas sobre a VAN. Como solução, as informações foram obtidas em um site especializado em fichas técnicas de veículos. A Tabela 3 é os principais dados técnicos da van.

Tabela 3 – Dados do Motor da Van Peugeot Boxer Longa 2.8 HDI 2008

MOTOR	Diesel - 4 cilindros em linha, 8 válvulas
Cilindrada	2.800 cm ³
Potência máxima (cv/rpm)	127/3600
Torque máximo (kgfm/rpm)	30,6/1800
Sistema de alimentação	Eletrônica, injeção direta, turbo compressor e intercooler
Transmissão	Manual de 5 marchas
Taxa de compressão	18,5
Embreagem	Hidráulica

Fonte: (CARROSNAWEB, 2022)

Na Tabela 4, seguem as características estruturais do veículo:

Tabela 4 – Características técnicas da VAN

Freios	Disco
Rodas/Pneus	205/75 R16
Suspensão Dianteira (Elemento elástico)	Independente, McPherson (Mola helicoidal)
Suspensão Traseira (Elemento elástico)	Eixo rígido (Feixe de molas semielípticas)
Tanque de Combustível	80 litros
Capacidade de Carga	1520 kg
Peso (Em ordem de marcha)	1980 kg
Peso Bruto Total	3500 kg
Velocidade Máxima	156 km/h

Fonte: (CARROSNAWEB, 2022)

Na Tabela 5, são explicitadas as dimensões externas do veículo:

Tabela 5 – Dimensões da Van Peugeot Boxer Longa 2.8 HDI 2008

COMPARTIMENTO DE CARGA	
Capacidade	12 m ³
Comprimento	3.360 mm
Altura	1.808 mm
Largura	1.881 mm
DIMENSÕES EXTERNAS	
Comprimento	5.599 mm
Altura	1.998 mm
Largura	2.450 mm
Distância entre Eixos	3.700 mm

Fonte: (CARROSNAWEB, 2022)

Durante o processo de conversão da VAN Peugeot Boxer Longa 2.8 HDI 2008 Diesel para tração elétrica, alguns componentes foram retirados, como o motor original. O escapamento do tanque e a caixa de câmbio foram mantidos. Além disso, o sistema de ar condicionado e o sistema de motor também foram removidos e separados em dois subsistemas distintos.

O subsistema de motor inclui componentes como o motor de 127 cv, partida, mangueiras, filtro de ar, reservatório de água, radiador e escapamento. Já o subsistema de ar condicionado é composto pelo compressor, condensador e mangueiras.

No entanto, a equipe de conversão percebeu que alguns subsistemas precisariam ser adaptados, como o subsistema de engrenagem e embreagem, o subsistema de freios (bomba, vácuo de água, mangueiras e reservatório de freio) e o subsistema de direção hidráulica. Essas adaptações serão necessárias para garantir o funcionamento adequado da VAN elétrica após a conversão.

4.10 Processo de Conversão da Van

O processo é realizado de acordo com o conceito de engenharia síncrono no projeto TECNOMOBILE desenvolvido no campus da Universidade FGA-Gama de Brasília. O desenvolvimento de métodos de dimensionamento de veículos elétricos, o projeto e dimensionamento de sistemas eletrônicos, a desmontagem do carro e a instalação de equipamentos elétricos foram realizados por diferentes grupos de engenheiros, técnicos e estudantes de diversas áreas da engenharia, incluindo engenharia automotiva, elétrica Engenharia, Engenharia Eletrônica e Engenharia de Software. Os grupos são divididos em quatro grupos: Engenharia Automotiva, Engenharia de Energia, Engenharia Eletrônica e a equipe responsável pelo dimensionamento de Baterias. Cada equipe é responsável por uma área do projeto.

A equipe de engenharia automotiva é responsável por desmontar o sistema de tração a combustão da van e montar o sistema de tração elétrica, enquanto a equipe de engenharia eletrônica é responsável pelo desenvolvimento da rede CAN e dos sistemas eletrônicos. A equipe de Engenharia de Energia é responsável pelo dimensionamento e teste de sistemas elétricos, e a equipe de dimensionamento de baterias é responsável pelo desenvolvimento de métodos para dimensionamento de baterias e requisitos de energia e potencia para veículos elétricos, compra de baterias, documentos de trabalho e busca de parceiros e fornecedores para componentes auxiliares. Todas as atividades de diferentes grupos são realizadas simultaneamente. Como tal, foi projetado para aumentar a velocidade e flexibilidade de dimensionamento, instalação e teste de componentes elétricos e sistemas de controle.

Em seguida, descreveremos o processo de seleção de componentes elétricos, desenvolvimento de componentes e sistemas auxiliares, e desmontagem do sistema de tração a combustão de um veículo e montagem de um sistema de tração elétrica. Todas as operações de dimensionamento de componentes, aquisição e fluxo de trabalho são realizados por todos os membros da equipe do projeto. Todas as imagens e fluxos de trabalho descritos abaixo são de uma coleção de projetos TECNOMOBELE construídos durante o desenvolvimento do projeto.

4.11 Componentes do Sistema de Tração Elétrica

4.11.1 Motor

Segundo (SILVA, 2021), para determinar os requisitos de potência e energia para converter a van em elétrica foi utilizado como base pra um determinado percurso uma Van Escolar realizado e os resultados obtido no teste de campo foram. Assim ficou estipulado que a potencia media e potencia máxima necessário é, respectivamente, 19,54 cv e 125,25 cv , esses números são levados em consideração carga total do veículo: a massa do veiculo + a massa da carga. No entanto, por razões econômicas, o motor Van foi selecionado para o processo de conversão considerando a potência média e não a potência de pico, que é menor que a potência de pico do motor.

As principais características do motor adotado são resumidas na Tabela abaixo:

Tabela 6 – Características do motor elétrico CA do tipo Gaiola de Esquilo da WEG

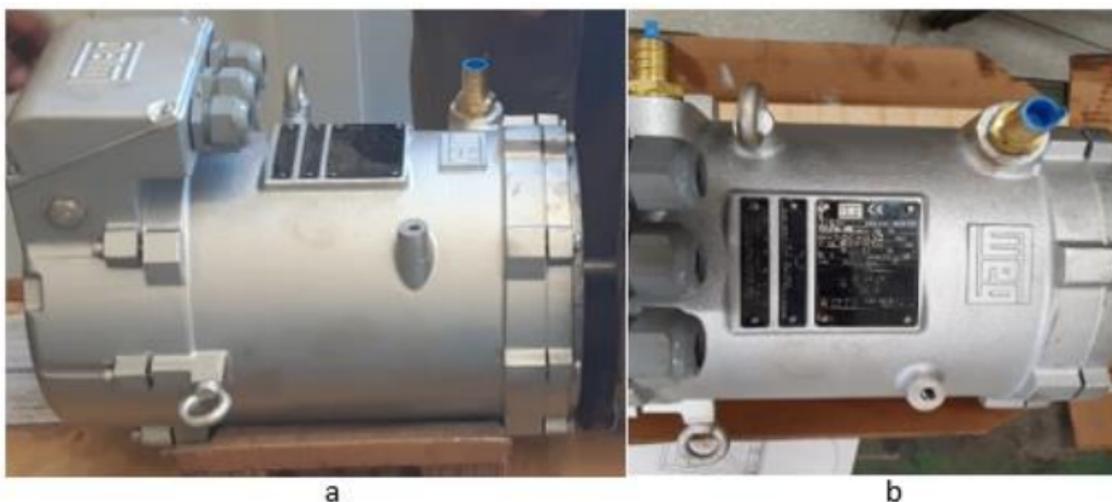
PARÂMETRO	VALOR	UNIDADE
Saída	30	kW
Potência de Pico	60	kW
Tensão Nominal da Bateria	230	V
Tensão Mínima da Bateria	0	V
Tensão Máxima da Bateria	0	V
Corrente Padrão	154	A
Corrente Mínima	60	A
Corrente Máxima	430	A
Velocidade Padrão	4560	rpm
Velocidade Máxima	9000	rpm
Torque Padrão	62,9	Nm
Torque de Pico	125	Nm

Fonte: Acervo do projeto TecnomobeLe (2020-2021)

Embora a potência média do motor elétrico adquirido seja superior à potência média calculada para a van, a sua potência de pico é muito inferior ao valor definido para os mesmos parâmetros. Além disso, de acordo com o fabricante, o motor selecionado é 90,5% eficiente. Portanto, não é o motor ideal para uma van transportar sua carga projetada dentro de uma rota simulada, mas pode ser suficiente para transportar um motorista e um passageiro sem dificuldade significativa (SILVA, 2021).

Abaixo, na Figura, uma imagem com uma foto do motor selecionado.

Figura 36 – Motor CA M01 WEG Gaiola de Esquilo: a) Vista lateral; b) Vista superior



Fonte: (TECNOMOBELLE, 2020-2021)

4.11.2 Inversor

A determinação do tipo de inversor a se adquirir depende do tipo de motor elétrico utilizado. Normalmente, as empresas fabricantes de motores elétricos também produzem inversores e conversores de potência, e apontam para o inversor/conversor ideal para uso com o motor elétrico selecionado pelo cliente (SILVA, 2021). Em vez de dimensionar inversor de frequência, foi definido um de inversor de frequência com base no que foi especificado pelo fabricante do motor como o inversor de frequência ideal para o motor. A partir disso, obtemos o inversor WEG modelo CVW500 conforme mostrado na imagem.

Figura 37 – Inversor de frequência WE CVW500



Fonte: (WEG, 2003)

A tabela abaixo apresenta as principais características do inversor escolhido:

Tabela 7 – Principais Características do Inversor WEG CVW500

CARACTERÍSTICA	VALOR NOMINAL	UNIDADE
Faixa de Tensão	130 a 400	Vcc
Corrente de Saída	275	A
Corrente de Sobrecarga	500	A
Frequência Máxima de Saída	500	Hz
Proteção	IP66	
Peso	15	kg

Fonte: Acervo do projeto Tecnomobele (2020-2021)

As instruções para seleção de contatores, resistores e fusíveis de proteção para sistemas inversores/motores e sistemas motorizados já estão incluídas no manual do inversor CVW500. A parametrização do inversor deve ser feita utilizando o software WPS do fabricante e o protocolo CAN desenvolvido dentro do próprio projeto TECNOMOBELLE. Parametrização do inversor com controle e monitoramento de sistemas motor-inversores.

Ele faz isso inserindo dados do motor, entre eles o sentido de rotação, tempos de aceleração e desaceleração, velocidade, torque máximo, fluxo do motor, tensão do motor e tensão da bateria para indicar ao controlador do inversor como o motor deve se comportar. O inversor CVW500 WEG já possui um controlador que trabalha com controle vetorial e escalar. O controle vetorial com encoder divide a corrente em duas partes, a saber:

- a) Corrente direta I_d (orientada com o vetor de fluxo eletromagnético do motor);
- b) Corrente de quadratura I_q (perpendicular ao vetor de fluxo do motor).

Este método permite controlar o motor por velocidade e torque (WEG, 2003). O controle escalar é um controle simples baseado em uma curva que associa a frequência e a tensão do motor a cada ponto de operação. O inversor funciona como fonte de tensão e gera valores de frequência e tensão de acordo com essa curva. No entanto, este modo de controle só pode ser utilizado para testes simples, não para tração (WEG, 2003).

O inversor CVW500 WEG também possui parâmetros que permitem a conexão de um sistema controlador/inversor utilizando o protocolo CAN. Assim, foi desenvolvido um protocolo CAN para interligação com o controlador/inversor de forma a integrar estes componentes no sistema de monitorização geral dos subsistemas da Van.

4.11.3 Baterias

De acordo com (SILVA, 2021) optou-se por utilizar na Van 64 baterias de 3,2 V e 50 Ah, já que era a quantidade a disposição do projeto. A Figura abaixo mostra a bateria utilizada.

Figura 38 – Bateria de Lítio-Ferro-Fosfato (LIFEPO4) HIPOWER



Fonte: (TECNOMOBILE, 2020-2021)

Essa bateria tem como característica principais os dados apresentados na Tabela abaixo:

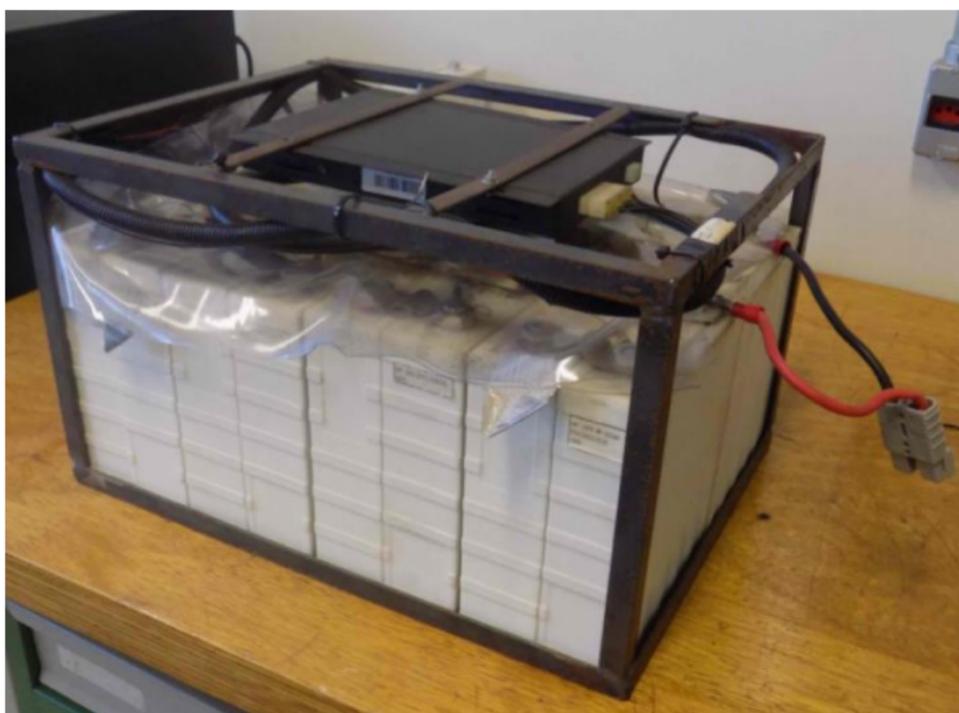
Tabela 8 – Características da bateria LIFEP04

CARACTERÍSTICA (un.)	VALOR
Dimensões Externas LxWxH (mm)	152 x 50 x 190
Peso (kg)	1,89
Tensão de Carga (V)	3,65
Corte de Tensão de Carga (V)	3,65
Corrente Padrão (A)	50
Corrente Máxima (A)	100
Tensão de Descarga (V)	3,2
Corte de Tensão de Descarga (V)	2,5
Corrente Padrão (A)	16,7
Corrente de Pico Máxima (A)	150

Fonte: Acervo do projeto Tecnomobele (2020-2021)

As células são distribuídas em 4 módulos, cada módulo contém 16 células/bateria. Cada módulo possui seu próprio sistema de monitoramento, baseado no uso de BMS (Battery Management System) e concentradores BMS-HUB, e utiliza malha de ferro para proteção física das baterias (SILVA, 2021). A imagem abaixo mostra um dos módulos de bateria.

Figura 39 – Módulo de baterias dentro da grade de proteção; acima das células, o BMS do módulo



Fonte: Acervo do Projeto Tecnomobele (2020-2021)

As características de cada módulo são apresentadas na Tabela abaixo:

Tabela 9 – Dados do módulo de baterias

CARACTERÍSTICA (un.)	VALOR
Tensão Total (V)	50
Energia (kWh)	2,5
Peso (kg)	34,7
Tamanho LxWxH (mm)	310 x 410 x 200

Fonte: Acervo do projeto Tecnomobele (2020-2021)

Um sistema de gerenciamento de bateria foi projetado para facilitar o controle unificado de toda a unidade. Abaixo, continuamos a descrição do sistema.

4.11.4 Sistema de Gerenciamento de Bateria (BMS)

O sistema de gerenciamento de bateria ou BMS (Battery Management System) defenido para monitorar a bateria é do tipo passivo. Sem muita tecnologia embutida, ele pode monitorar a tensão e a temperatura da bateria e tem a capacidade de realizar balanceamento de carga com resistores sem bloquear a passagem da corrente de carga ou descarga (SILVA, 2021). A figura mostra uma imagem do BMS usado em cada módulo da bateria.

Figura 40 – Sistema de Gerenciamento de Bateria (BMS)



Fonte: Acervo do Projeto Tecnomobele (2020-2021)

Para conectar todos os BMS's, um para cada módulo de bateria, um concentrador BMS-HUB é usado para estabelecer a conexão entre a bateria e o protocolo CAN e para facilitar o gerenciamento geral da bateria, para que haja um trabalho mais harmonioso entre os quatro BMS's.

Figura 41 – BMS - HUB



Fonte: Acervo do Projeto Tecnomobele (2020-2021)

Para visualizar os parâmetros da bateria, é utilizado um display HMI. O display HMI conectado ao dispositivo BMS mostra os dados de cada módulo de bateria durante o tempo de carregamento, bem como a tensão, corrente e temperatura do módulo da unidade, o que facilita o monitoramento de toda a unidade. A figura mostra o display HMI.

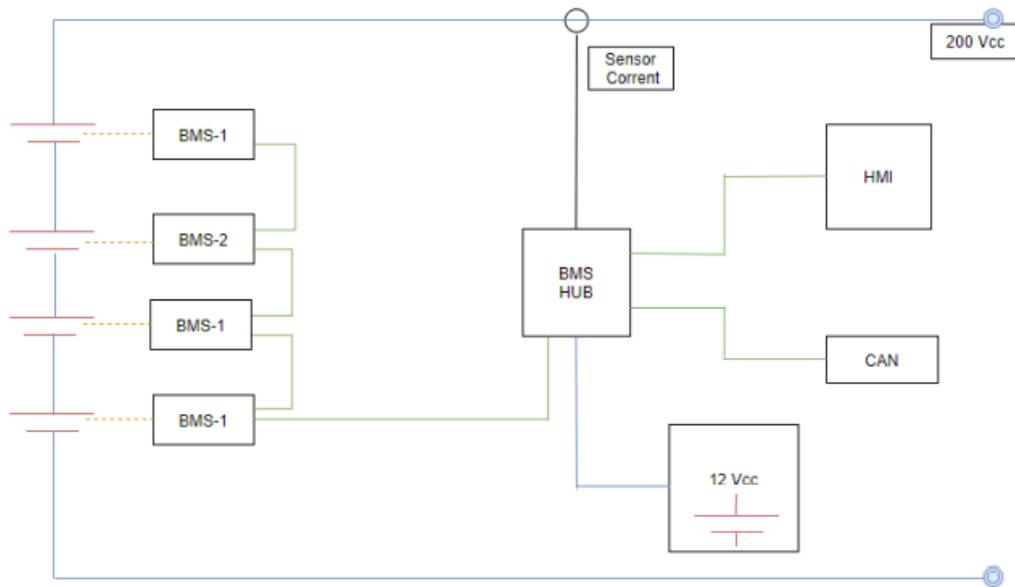
Figura 42 – Display HMI monitora tensão, corrente e temperatura



Fonte: Acervo do Projeto Tecnomobele (2020-2021)

A figura abaixo mostra o diagrama esquemático do sistema de monitoramento da bateria e a relação entre os componentes acima.

Figura 43 – Diagrama do sistema de gerenciamento do banco de baterias



Fonte: Acervo do Projeto Tecnomobe (2020-2021)

Com o diagrama acima, espera-se que a bateria possa ser monitorada quanto a possíveis danos à bateria devido a altas temperaturas ou carga ou descarga além dos padrões especificados pelo fabricante.

4.12 Componentes e Sistemas Auxiliares

4.12.1 Componentes Adquiridos

4.12.1.1 Bomba de Vácuo

A van a diesel originalmente tinham uma bomba de vácuo para controlar o servo de freio que era controlada pelo motor de combustão interna. Ao remover o motor de combustão interna e instalar o motor elétrico, foi essencial a aquisição de uma bomba de vácuo elétrica para substituir o antigo sistema servo-freio hidráulico por um novo sistema elétrico e conectar ao freio hidráulico original (KHALIL; ALL, 2021). Na figura abaixo mostra a bomba de vácuo elétrica usada no novo sistema do servo freio.

Figura 44 – Bomba de vácuo



Fonte: Acervo do Projeto Tecnomobele (2020-2021)

Foi necessário esta substituição pois o hidrovacu original dependia do motor diesel para operá-lo mecanicamente. Ao substituir o motor diesel por um elétrico, o vácuo do motor hidráulico também precisava ser substituído, isso ocorreu porque o hidrovacu hidráulico para de funcionar quando o motor elétrico está parado, com isso diminuiu a segurança do veículo. Além disso, a substituição do hidrovacu hidráulico por uma bomba de vácuo elétrica eliminou a dependência do sistema de freio em relação ao motor de tração, isso significava que poderia operar mesmo quando o motor de tração não está funcionando. Foi adicionado um sensor que monitora a pressão de vácuo da bomba, sua finalidade é enviar um sinal ao controlador, que verifica o sinal em relação a um valor ótimo predeterminado. Se o sinal e o valor ideal corresponderem, o controlador assume que o sistema está funcionando conforme o esperado (KHALIL; ALL, 2021).

4.12.1.2 Bomba de Água

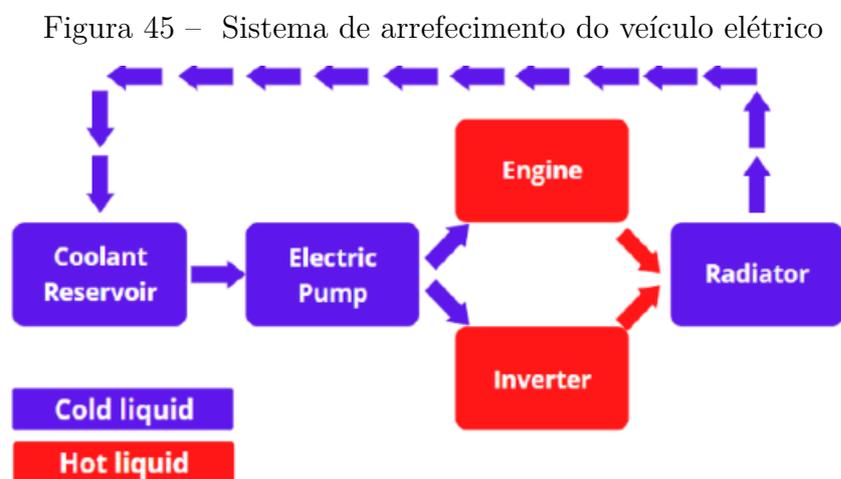
O sistema de refrigeração original da Van foi projetado para lidar com cerca de 65 kWh de perda de calor. Por outro lado, um novo sistema de tração com motor elétrico com eficiência superior a 90% perde apenas 3 kWh na forma de calor, portanto o novo sistema de refrigeração deve ser dimensionado para retirar apenas 3 kWh de calor do motor elétrico e conversor de frequência (KHALIL; ALL, 2021). Para tanto, foi adquirida uma bomba d'água com características que atendem às especificações de perda de calor do motor e conversor de frequência descritas na tabela abaixo.

Tabela 10 – Características da geração de calor pelo motor elétrico e pelo inversor de frequência

COMPONENTE	CARACTERÍSTICAS
MOTOR VE-M01	60 kW
Fluxo máximo	18 L/min
Fluxo mínimo	2,0 bar
INVERSOR CVW500	1,75 – 3,6 kW
Fluxo mínimo	8 L/min
Fluxo máximo	20 L/min
Pressão de trabalho	0,5 – 2,0 bar
Pressão máxima	2,5 bar

Fonte: (KHALIL; ALL, 2021)

A bomba de água é inserida em um novo sistema de refrigeração especialmente projetado para resfriar o sistema do inversor-motor. O sistema de refrigeração da van diesel original foi parcialmente removido, deixando o radiador original para formar o novo sistema de refrigeração. O novo sistema é composto por uma bomba d'água, reservatório, motor e inversor, e um radiador (KHALIL; ALL, 2021) conforme mostrado abaixo.



Fonte: (KHALIL; ALL, 2021)

No esquema acima, o líquido frio do reservatório é forçado a circular pelo sistema pela bomba d'água e, ao passar pelo inversor e pelo motor elétrico, leva o líquido quente desses dois componentes para o radiador, onde ocorre a troca de calor. com a troca de calor o líquido é resfriado, que retorna novamente ao reservatório (KHALIL; ALL, 2021). O sistema se torna eficiente porque não precisa remover a mesma quantidade de calor que era produzida anteriormente pelo motor de combustão interna original da Van (SILVA, 2021).

4.12.1.3 Assistente de Direção Elétrico

A coluna de direção elétrica do Volkswagen UP é usada no sistema de direção da Van convertida em elétrica. Originalmente, Van tinha um sistema de direção Sistema hidráulico, na qual o funcionamento é assistido por uma bomba de óleo suportada por um motor de combustão interna. Com a remoção do motor de combustão interna, foi primordial a substituição da bomba de óleo pelo um sistema elétrico, que passou a fazer parte do sistema de direção (KHALIL; ALL, 2021).

A nova direção eletro-hidráulica foi retirada da Volkswagen UP e adaptada à direção da Van. O sistema de direção assistida não só é mais eficiente que o original, como também utiliza menos energia durante a operação, pois sua demanda de energia só ocorre quando o sistema precisa, diferentemente do sistema original, cuja demanda de energia é constante, com ou sem movimento de marcha ou não (KHALIL; ALL, 2021). A imagem abaixo mostra a coluna de direção do UP.

Figura 46 – Coluna de direção elétrica do Volkswagen UP adaptada



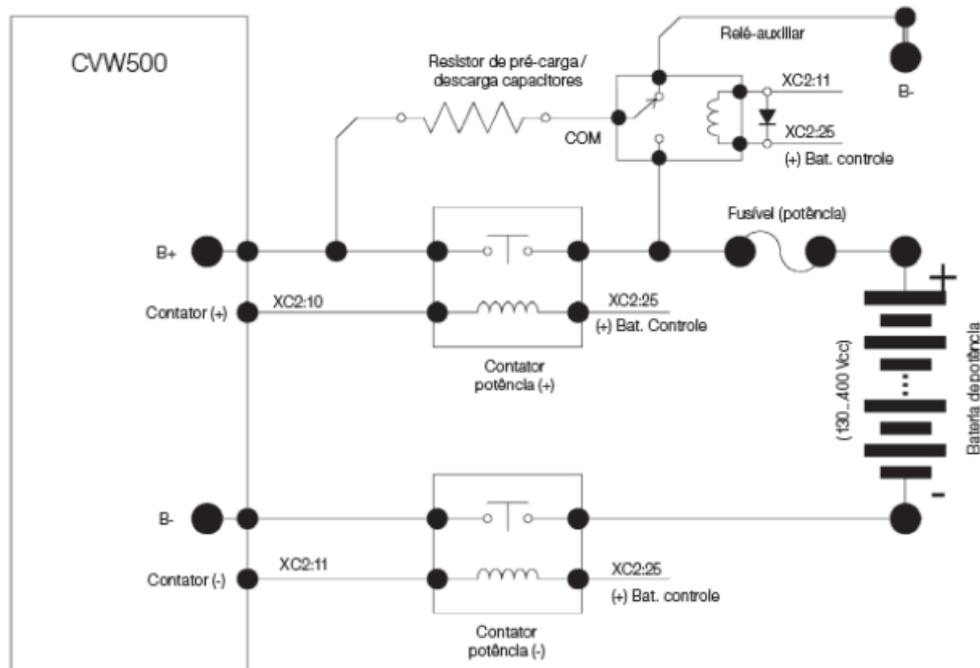
Fonte: Acervo do Projeto Tecnomobele (2020-2021)

4.12.1.4 Contator de Potência

A corrente máxima da bobina suportada pela eletrônica do contator não deve ultrapassar 1,5 A (WEG, 2003). Para proteger o sistema contra danos, o inversor emite comandos sempre que ocorre uma falha, Abrindo automaticamente o contator de potência para desconectar a bateria do circuito de alimentação do inversor e pré-carregar e descarregar rapidamente os capacitores dentro do inversor. Dois contadores de potência

foram obtidos e instalados conforme o diagrama da Figura abaixo. As especificações do contator de potência é determinado pelo fabricante do inversor de frequência.

Figura 47 – Diagrama de montagem dos contatores de potência no sistema bateria-inversor

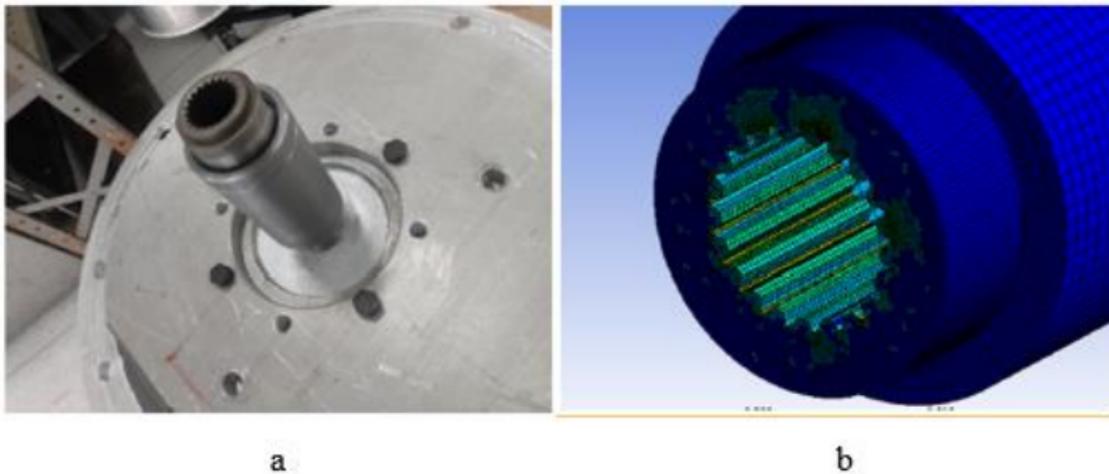


Fonte: Acervo do Projeto Tecnomobele (2020-2021)

4.12.1.5 Eixo de Acoplamento do Conjunto Motor-Transmissão

A conexão entre o motor elétrico e a transmissão requer o dimensionamento do eixo de conexão e da placa de conexão a serem fixadas no câmbio para suportar as cargas de torção causadas pelo movimento de rotação do motor elétrico e pela inércia do acionamento, um momento oposto à carga de torque aplicado produzido pelo motor. Um eixo do tamanho especificado deve suportar um torque máximo de 125 Nm do motor elétrico. O dimensionamento foi realizado através de simulações no software Ansys 2018 com malhas com a maioria dos elementos próximos de 1 (quanto mais próximo a qualidade dos elementos da malha de 1, melhor a malha) (KHALIL; ALL, 2021). O material utilizado para simular e fabricar o eixo é o aço SAE 1045 com limite de escoamento de 310 MPA. No entanto, a simulação retornou um valor máximo de tensão de von-Mises de 22,5 MPA (KHALIL; ALL, 2021). O resultado foi um eixo com um fator de segurança de 13,77 e uma deformação máxima de $6,1 \times 10^8$ metros, valor muito baixo para o material utilizado (KHALIL; ALL, 2021). A Figura abaixo apresenta o eixo e o prato de acoplamento de um lado e, do outro, a malha utilizada na simulação numérica da resistência do eixo.

Figura 48 – (a) Flange de suporte do motor, prato de fixação e acoplamento do eixo; (b) Qualidade dos elementos da malha obtida na simulação numérica do eixo



Fonte: (KHALIL; ALL, 2021)

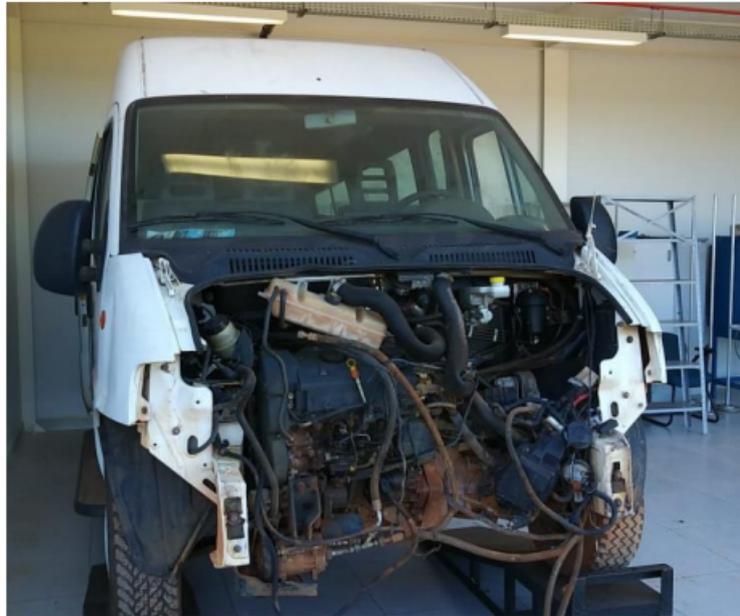
Considerando o limite de ruptura do material de 565 MPA e os esforços a que o eixo será submetido, portanto, fica claro que o torque produzido pelo motor não levará o eixo à ruptura (KHALIL; ALL, 2021).

4.13 Processo de Montagem do Veículo Elétrico

4.13.1 Desmontagem do Veículo

A etapa inicial da conversão envolve a desmontagem da VAN e a remoção do motor a combustão e seus componentes complementares, tais como o motor, sistema de arrefecimento, tubos de alimentação, sistema de escapamento e o tanque de combustível. A imagem abaixo ilustra a frente da VAN após a desmontagem.

Figura 49 – Van Peugeot Boxer Longa 2.8 HDI 2008 com a frente desmontada



Fonte: Acervo do Projeto Tecnomobele (2020-2021)

Enquanto alguns componentes foram retirados e descartados, outros foram reaproveitados ou substituídos por componentes similares mas dimensionados para atender as necessidades dos sistemas de tração elétrica instalados nos veículos. A tabela mostra os componentes que foram removidos ou adaptados do veículo.

Tabela 11 – Componentes removidos e adaptados da Van

COMPONENTE	PROCEDIMENTO
Motor de combustão interna	Removido
Filtro e linha de ar	Removido
Reservatório de expansão	Reutilizado
Sistema de exaustão, silenciosos e tubulações	Removido
Tanque de gás e mangueiras	Removido
Embreagem	Removido
Bomba d'água	Substituído
Direção hidráulica	Removido
Bomba de vácuo	Substituído
Ar condicionado	Removido
Radiador	Reutilizado
ECU	Removido
Coluna de direção	Adaptado

Fonte: (KHALIL; ALL, 2021)

4.13.2 Instalação do Motor Elétrico

Com o sistema de tração removido, a frente do veículo é desmontada e o motor elétrico é instalado, conectado à transmissão e apoiado por um “suporte” que lhe dar sustentação. A Figura abaixo mostra o motor elétrico instalado no veículo.

Figura 50 – Motor elétrico acoplado à caixa de marchas, à direita, e sustentado pelo “suporte”, à esquerda



Fonte: Acervo do Projeto Tecnomobele (2020-2021)

A montagem do motor elétrico na caixa de transmissão requer uma placa e um eixo de acoplamento (mencionado no tópico anterior) para conectar a saída do motor à entrada do câmbio (KHALIL; ALL, 2021). O motor está preso na parte superior e inferior, enquanto a transmissão está presa na parte superior para evitar a oscilação do componente. A figura abaixo mostra o teste para determinar a posição do acoplamento do motor na transmissão.

Figura 51 – Motor elétrico acoplado à caixa de marchas, à direita, e sustentado pelo “suporte”, à esquerda



Fonte: Acervo do Projeto Tecnomobele (2020-2021)

4.13.3 Conversão do Câmbio Manual em Automático

O caixa de transmissão sofreu alterações para poder melhor se adaptar ao novo motor elétrico. Para isso, foram retiradas tanto a quinta marcha quanto a marcha a ré e removida a embreagem. Com isso, o câmbio tornou-se manual, mas sem embreagem, sem marcha ré e quinta marcha. O deslocamento do veículo em ré será realizada pela inversão da rotação do motor elétrico (KHALIL; ALL, 2021). A figura abaixo apresenta o trabalho de manutenção e modificação do câmbio.

Figura 52 – Modificação do câmbio



Fonte: (KHALIL; ALL, 2021)

4.13.4 Sistema de Direção

A direção foi ajustada com a ideia de reutilizar o maior número possível de peças da van original. Como o sistema de direção a ser instalado é elétrico, foi retirado todo

o sistema hidráulico do sistema de direção original: bomba, tanque e mangueiras. Em seguida, é feito um desvio para manter a caixa de direção lubrificada. Depois da alteração da direção, a cruzeta original da van foi utilizada. Esta cruzeta foi adicionada à coluna de direção elétrica do Volkswagen Up, a parte superior da direção é deixada como está, apenas a parte inferior da coluna de direção do Volkswagen Up é instalada na Van que foi convertida em elétrica (TECNOMOBILE, 2020-2021).

Essa modificação foi necessária porque a operação da direção hidráulica original era realizada pelo motor diesel. Com a substituição do motor diesel por um motor elétrico, cada vez que o van estar em repouso, o motor elétrico também estaria em repouso, assim o movimento de direção ficaria difícil e exigiria muito esforço do motorista para dirigir. Com o sistema de direção elétrica alimentado por 12 V, essa dificuldade não existe mais (TECNOMOBILE, 2020-2021).

5 Análise dos requisitos legais e Homologação

O objetivo deste capítulo é descrever as leis de trânsito brasileiras relativas à aprovação de conversão para veículos elétricos e os custos associados ao processo de homologação.

5.1 Sistema Nacional de Trânsito

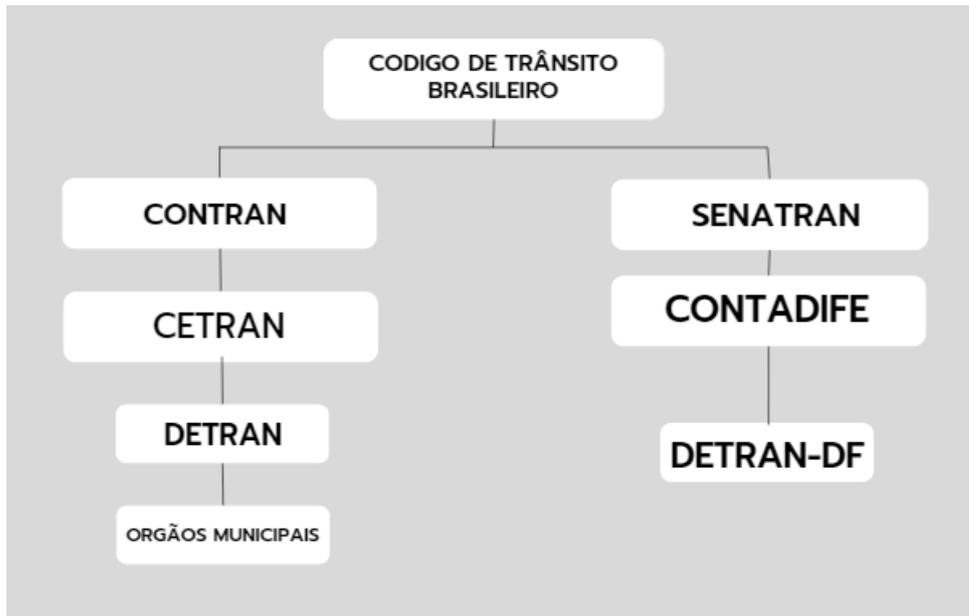
O Código de Trânsito Brasileiro (CTB), estabelecido pela Lei nº 9.503/1997, substituiu o antigo Código Nacional de Trânsito instituído pela Lei nº 5.108/1966, e é responsável por regular o sistema de trânsito nacional, incluindo as regras para veículos e condutas no trânsito. Vamos analisar a legislação sobre a conversão de veículos com motor a combustão interna para veículos elétricos no contexto do sistema nacional de trânsito.

O sistema nacional de trânsito é composto por órgãos e entidades da Federação, do Distrito Federal, dos Estados e dos Municípios, e tem como objetivo planejar, gerenciar, regulamentar, pesquisar, registrar, licenciar veículos, formar, qualificar e reciclar motoristas, educar, engenharia, operação do sistema viário, além de policiamento, fiscalização, julgar infrações e aplicar penalidades.

Em geral, a Política Nacional de Trânsito visa garantir segurança, mobilidade, conforto e proteção ambiental no transporte. Para alcançar esse objetivo, o CTB divide o sistema nacional de trânsito em três principais instituições: o Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN), a Secretaria Nacional de Trânsito (Senatran), os Conselhos Estaduais de Trânsito (CETTRAN) e o Conselho de Trânsito do Distrito Federal (CONTRADIFE), e os órgãos municipais. O CONTRAN e o DENATRAN são responsáveis pela regulamentação nacional de trânsito, enquanto os órgãos estaduais e municipais monitoram e fiscalizam as regras de trânsito. Os Departamentos de Trânsito Estaduais (DETRAN) são subordinados aos CETTRAN e têm a responsabilidade de executar e fiscalizar as regras de trânsito dentro dos estados.

Em relação à hierarquia do sistema nacional de trânsito, os órgãos municipais são subordinados aos órgãos estaduais (DETRAN, CETTRAN e CONTRADIFE), que por sua vez são subordinados ao SENATRAN, que é subordinado ao CONTRAN. O CTB é a lei suprema no sistema de trânsito brasileiro. A homologação para conversão em veículo elétrico deve seguir as normas de trânsito brasileiras do estado onde o veículo está localizado. A organização esta descrita está resumida na figura abaixo.

Figura 53 – Sistema Nacional de Trânsito



Fonte: Autoral

A seguir, continuamos nossa análise da legislação relacionada à legitimação da conversão de veículos de combustão interna para veículos elétricos

5.2 Código de Trânsito Brasileiro - CTB

O código de trânsito brasileiro é responsável por estabelecer as regras mais básicas que os agentes envolvidos no trânsito do país devem seguir. No caso dos veículos de transporte, o artigo 96.^o descreve o tipo de veículo em termos de tração, tipo e categoria.

Em termos de tração, os veículos podem ser divididos em: veículos a combustão, elétricos, propulsão humana, de tração animal e reboque ou semirreboque. Quanto ao tipo, o veículo pode ser: Passageiro, Carga ou Misto. Quanto às categorias, os veículos podem ser classificados como: Oficial, Diplomático, Privado, Teste ou Aluguel.

A Van Peugeot HDI 2.8 2008 Diesel objeto desse projeto pode ser classificada:

- quanto à tração: veículo a combustão interna;
- quanto à espécie: veículo misto (pode transportar tanto carga quanto passageiros);
- quanto à categoria: veículo particular.

Portanto, a Van citada é classificada como: veículo a combustão interna misto particular.

5.3 Conversão de Tração Veicular no Código Brasileiro De Trânsito

Uma vez que a Van citada seja classificado como veículo a combustão interna, 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, 1997b). Então segundo o artigo 98 do CTB para a conversão para tração elétrica, é necessária a prévia autorização da autoridade competente para efetuar alterações nas características de fábrica do veículo.

Veículos novos ou usados que sofrerem alterações ou conversões de combustíveis são obrigados a atender aos mesmos exigências da ABNT 14040 e as exigências de emissão de poluentes e ruídos previsto pelos órgãos ambientais competentes e pelo CONTRAN (Conselho Nacional de Trânsito), cabendo à entidade executora das modificações e ao proprietário do veículo, a responsabilidade pelo cumprimento das exigências (CTB, 1997b).

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, 1997a). O CRV é emitido no ato do primeiro emplacamento de seu veículo onde todas as características estão registradas. Mudança de características a exemplo da propulsão deve ser comunicada ao DETRAN (Departamento Estadual de Trânsito) para alteração. Além disso também tem a emissão do 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).

A conversão de veículos a combustão para elétricos, as resoluções do Contran e do Denatran estabelecem os procedimentos e os requisitos de documentação necessários para aprovação da conversão de veículos.

5.4 Resolução CONTRAN 291/2008

A Resolução CONTRAN nº 291, de 29 de agosto de 2008, especifica os códigos de marca/modelo/versão e dá outras providências a serem concedidas aos automóveis. A resolução estipula que, primeiramente, para obter um código de marca/modelo/versão específico, o veículo deve obter um Certificado de Adequação do Código de Trânsito ou CAT, que atesta que o veículo atende à classificação prevista na Tabela 1. A mesma norma, para classifica veículos por tipo/marca/tipo é leva em consideração o tipo de carroceria, capacidade de carga, tipo de transporte e tração do veículo. Este certificado deve ser obtido junto ao DENATRAN e é imprescindível para o registro e licenciamento

do veículo no DETRAN estadual.

O artigo 2º da Resolução nº 291/2008 estipula que, conforme consta na Tabela II da mesma Resolução (atualizada pela Portaria DENATRAN nº 65, de 26 de março de 2016), os veículos cujos sistemas de tração sofreram as modificações devem estar sujeitos à homologação obrigatória e um novo código de marca/modelo/versão como requisito para o registro do veículo de modificado. Antes de iniciar uma modificação, deve-se obter autorização prévia da Autoridade Executiva de Trânsito da unidade federativa onde o veículo está registrado e uma cópia autenticada do CAT, nota fiscal da modificação deve ser apresentada ao DETRAN após a modificação junto com o certificado de segurança do veículo (CSV) emitido por instituição técnica licenciada pelo DENATRAN. Não são aceitas conversões por pessoas físicas ou jurídicas não autorizadas a realizar tais serviços (Art. 2º, § 1).

Sem a autorização prévia para realizar modificações que exijam homologação obrigatória, o proprietário estará sujeito às penalidades previstas em lei e terá a homologação, registro e licenciamento do veículo negados pelo DETRAN e DENATRAN após a modificação.

5.5 Portaria Denatran 190/2009

A portaria nº 190, de 29 de junho de 2009, regulamenta o procedimento para concessão de marca/modelo/código de versão de veículo ao Registro Nacional de Veículos Automotores (RENAVAM) e para emissão de Certificado de Adequação à legislação de Trânsito (CAT), que deve ser solicitado juntamente com o DENATRAN. Em caso de conversão de veículos a combustão para veículos elétricos, deverá ser apresentado e obtido o Certificado de Segurança Veicular (CSV) - Anexo VII da Portaria 190 – emitido por Instituição Técnica de Engenharia (ITL) licenciada pelo DENATRAN (Art.2º, § 2 e § 3) e credenciada pelo INMETRO. De qualquer forma, apenas uma pessoa jurídica pode realizar modificações em um veículo, convertendo um veículo com motor de combustão interna em um veículo elétrico, e também precisa demonstrar sua capacidade de gerenciar a qualidade do produto por meio de um órgão credenciado pelo INMETRO.

Caso a empresa não seja é um órgão credenciado do INMETRO capaz de gerenciar a qualidade do produto, deve apresentar um certificado de Capacitação Técnica (CCT) emitido especificamente pelo órgão técnico de licenciamento, a Instituição Técnica Licenciada – ITL, acreditada pelo INMETRO e licenciada pelo DENATRAN (Art. 2º, § 6) para a realização de modificações veiculares, Para um sistema de gestão da qualidade, a empresa deve apresentar um certificado válido que comprove a existência do sistema. Após o envio de todos os documentos acima, o DENATRAN emitirá os códigos de marca/modelo/versão CAT e RENAVAM.

5.6 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 (LIS, 2012).

5.6.1 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.

5.6.1.1 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 abaixo:

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

Tabela 12 – 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)

5.7 Alterações para Adequação à Legislação Atual

De tempos em tempos, a legislação de trânsito é confrontada com novos requisitos de componentes de segurança ou novos níveis de emissão de poluentes que os veículos que saem da fábrica precisam cumprir para serem autorizados para venda e circulação legal no país. A Lei nº 11.910, de março de 2009, estabelece que todos os veículos fabricados a partir de 1º de janeiro de 2014 deverão estar equipados com sistemas de airbag frontal para o motorista e passageiros para melhorar a segurança dos ocupantes do veículo em caso de acidente. Por sua vez, a Resolução CONTRAN nº 380, de 28 de abril de 2011, estabelece que todo veículo produzido a partir de 1º de janeiro de 2014 deverá ser equipado com freios ABS de fábrica, respeitando a definição de freios ABS dada no artigo 2º da mesma resolução.

Os veículos sujeitos a modificação e homologação obrigatória também estão sujeitos à legislação nos termos do artigo 6.º, n.º III, da resolução CONTRAN nº 380 de 28 de abril de 2011, com exceção dos veículos produzidos antes de 1 de janeiro de 2014. Portanto, se um veículo convertido para elétrico foi fabricado a partir de 1º de janeiro de 2014, caso não possua freios AIRBAG e ABS, eles precisarão ser instalados para poder ser homologado no DETRAN da unidade federativa.

5.8 Passo a passo para a homologação

Aqui está um guia passo a passo para legalizar um veículo elétrico convertido no Brasil:

Primeiro Passo: Procurar o Detran

A primeira coisa a fazer é ir ao Departamento Estadual de Trânsito (Detran) e informar sua intenção de modificar o seu carro. Será realizada uma vistoria padrão com

o veículo em sua forma original, durante a qual serão avaliados todos os componentes, como luzes, cintos de segurança, número do chassi, motor, etc. É importante verificar se o seu veículo está em boas condições antes da vistoria, pois isso evitará a reprovação antes mesmo de fazer a conversão.

Caso a modificação no veículo tenha ocorrido sem prévia autorização do Detran-DF, o proprietário fica sujeito as penalidades previstas no Código de Trânsito Brasileiro e deverá providenciar a regularização do veículo junto ao Núcleo de Exame Veicular e de Emissão de Gases Poluentes (Nuevep).

Segundo Passo: Encontrar uma Oficina Qualificada

Com a autorização do Detran, você deve procurar uma oficina qualificada para realizar a conversão. É importante que você contrate um profissional para fazer o trabalho, pois eles deverão emitir notas fiscais, que serão necessárias no futuro.

Se você decidir realizar a conversão por conta própria, é importante lembrar que a lei prevê implicações mais sérias para o proprietário do veículo. Neste caso, você terá que assinar uma declaração na qual assume a responsabilidade civil e criminal por qualquer problema que possa colocar em risco o veículo e seus ocupantes.

Terceiro Passo: Inspeção Técnica pelo Inmetro

Após a realização da conversão, o próximo passo é procurar o Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro) para realizar a inspeção técnica. Uma vez concluída a inspeção, o organismo de inspeção credenciado (OIV) deve registrar e manter registrado todos os resultados encontrados.

Se o veículo passar na inspeção técnica, o OIV deve emitir o Certificado de Segurança Veicular (CSV), que deve ser preenchido de acordo com as normas estabelecidas pelo Inmetro (NIE-DQUAL-025). Será emitido um laudo atestando que ele está apto para rodar. Este documento é conhecido como Certificado de Segurança Veicular (CSV). Uma das vias do documento fiscal emitido pelo OIV referente à inspeção deve ser anexada à primeira via do CSV.

Se o veículo for reprovado na inspeção técnica, você terá um mês para realizar os ajustes necessários e refazer a inspeção. Durante este prazo de 30 dias, você tem direito a três tentativas. Lembre-se de sempre realizar as correções necessárias e refazer a inspeção dentro do prazo estipulado para evitar problemas futuros. O laudo é assinado por um engenheiro, o INMETRO certifica que o sistema foi instalado corretamente e garante as boas condições de uso.

Quarto passo: Verificação Realizada a modificação, retornar com o veículo acompanhado da Nota Fiscal do serviço realizado ao Núcleo de Inspeção Técnica Veicular (Nuinsp) para receber o encaminhamento a um dos Institutos Técnico Licenciado – ITL

(Finatec, ITV e SETA), que irá certificar se a modificação atendeu aos regulamentos do INMETRO. Certificada a regularidade da modificação, será emitida pela ITL o Certificado de Segurança Veicular – CSV.

Quinto Passo: Entrada de documentos no Detran

Com todos os documentos e o CSV necessários, é hora de retornar ao DETRAN. Lá, será emitido um boleto para o pagamento do Certificado de Registro do Veículo (CRV) e do Certificado de Registro e Licenciamento do Veículo (CRLV).

Antes da emissão dos documentos, será realizada uma nova vistoria no veículo para verificar se ele atende aos requisitos necessários. Com o pagamento dos boletos, o DETRAN irá emití-los e o veículo estará oficialmente legalizado.

Lembre-se de guardar todos os documentos em um lugar seguro e acessível, pois eles poderão ser solicitados em caso de fiscalização ou venda do veículo.

Sexto passo: Finalização do processo de homologação

Depois de realizar o pagamento dos boletos, você deve solicitar a "alteração de características do veículo" no Detran. É importante que você traga consigo todos os documentos necessários, incluindo o CSV, as notas fiscais da oficina e a declaração de responsabilidade, se for o caso. Depois disso, será emitido um novo documento para o seu veículo constado no campo "observações" a alteração de características, que irá refletir as modificações realizadas. Este é o último passo na legalização do seu veículo convertido para elétrico.

Requisitos para concluir todo processo de modificação:

1. Ser proprietário ou representante legal.
2. Débitos vencidos e vincendos quitados.
3. Autorização prévia do Detran-DF para realizar modificação desejada.
4. Inspeção veicular.
5. Nota Fiscal de realização do serviço da modificação.
6. Se PROPRIETÁRIO: cópia comum acompanhada do original da identificação pessoal oficial, com foto recente e estar em bom estado de conservação, e Cadastro de Pessoa Física – CPF.
7. Se REPRESENTANTE LEGAL: cópia autenticada ou comum do documento de identificação pessoal oficial, acompanhada do original, em bom estado de conservação, com foto atualizada; CPF; e documentos que comprovem a representação legal (Ex.: Procuração, Contrato Social, Estatuto ou Ata da assembleia que nomeia os seus representantes, Requerimento Empresário Individual, Termo de Curatela, Termo de Tutela, Autorização Judicial, Escritura Pública

de Formal de Partilha e outros). Em casos de Pessoa Jurídica, acrescentar Cadastro Nacional de Pessoal Jurídica – CNPJ.

8. Certificado de Registro do Veículo – CRV (DUT).
9. Certificado de Registro e Licenciamento de Veículo – CRLV.

No fluxograma abaixo temos marcado com "X" o que não foi realizado na Van da UnB, podemos ver que muitos processo não foram realizados ou faltar fazer, para o Detran o veiculo esta fora conformidade porque não foram repetido os processos citados acima. Já em verde em "check" são procedimentos já realizadas na van e estar de acordo que é exigidos por órgãos competentes.

Figura 54 – Fluxograma dos itens realizado na van



Fonte: Elaborado pelo autor, a partir de (SILVA et al., 2021)

5.9 Custos Associados ao Processo de Homologação

Os custos associados à aprovação da conversão de veículos de combustão em veículos elétricos não são fixos. Eles são baseados na idade do veículo, estado de conservação, modificações feitas, se a empresa de modificação possui certificado de competência técnica

e sistema de gestão da qualidade para realizar a modificação e por uma entidade certificada pelo INMETRO e reconhecida pelo DETRAN (Art. 2º, § 6, Decreto nº 190/2009). Caso a empresa fabricante não possua qualificação técnica para realizar o ensaio de segurança do veículo modificado, deverá agendar a visita de uma equipe de técnicos do SENATRAN e do INMETRO para demonstrar sua competência para a realização do ensaio (Art. 8º, Portaria 190/2009), ou contratar empresa que possua essa capacitação para a realização dos ensaios de segurança.

Caso seja necessária a visita de técnicos do SENATRAN e do INMETRO, todas as despesas de deslocamento serão custeadas pela empresa de modificação do veículo. Em ambos os casos, há custos variáveis para empresas, e por conta dessa mudança, os órgãos de trânsito o valor antecipadamente. Em qualquer caso, a empresa fabricante deve ser autorizada pelo DETRAN a modificar as características de fábrica do veículo. Por outro lado, dependendo do ano e estado do veículo, o DETRAN pode exigir novas modificações no veículo para adaptá-lo à legislação em vigor. Tudo isso pode aumentar o custo das conversões certificadas para veículos elétricos.

Dependendo dos resultados dos testes de segurança, o DETRAN também pode exigir algumas modificações no veículo para melhorar a segurança dos ocupantes do veículo e pessoas externas (pedestres e outros veículos automotores), como a instalação de airbags dianteiros e freios ABS. O custo associado à instalação desses componentes pode ficar entre R\$ 3.000 e R\$ 20.000 (RIBEIRO, 2020), dependendo do tipo de veículo. No entanto, esses custos não são necessários para veículos já fornecidos com itens de fábrica e veículos fabricados antes das exigências legais para esses itens. Há também uma lista de documentos, certidões e relatórios que os proprietários devem apresentar ao DETRAN para regular sua situação, começando com a autorização para modificação ou transformação, passando pelo Certificado de Adequação à Legislação de Trânsito (CAT) e terminando com o Certificado de Segurança Veicular (CSV) e outros documentos.

Os valores a seguir são fornecidos pelo DETRAN-DF (Distrito Federal) e não refletem os valores implementados pelo DETRAN em outros estados. Esses valores podem variar de acordo com o estado e, embora haja alguma padronização, os procedimentos também podem mudar à medida que requisitos locais adicionais são adicionados. No entanto, a tabela abaixo dá uma ideia do custo básico dos documentos para aprovar a conversão para veículos elétricos.

Aos custos da documentação foi somado os valores dos testes de segurança e manutenção e inspeção dos sistemas de freios ABS e *airbag*, levando em consideração a importância desses itens para a segurança do veículo e a emissão da documentação necessária para a homologação de um veículo convertido em veículo elétrico (BRITO; REIS, 2020) Abaixo segue a tabela que resume os documentos exigidos pelo DETRAN do Distrito Federal e os custos para obtê-los;

Tabela 13 – Custo de documentação de homologação de veículo convertido para elétrico no Distrito Federal

DOCUMENTO	CUSTO (R\$)
Autorização Prévia Para Alteração De Característica Veicular	53,00
Vistoria tradicional Anterior a Modificação	113,00
Complemento De Autorização Para Alteração De Característica Veicular Quando Exigido CSV	190,00
Atestado De Capacidade Técnica	163,00
Certificado De Adequação À Legislação De Trânsito (Emitido Pelo DENATRAN)	266,00
Certificado De Registro De Veículo	161,00
Certificado De Registro De Licenciamento Do Veículo	93,00
Laudo De Vistoria Veicular Normal	126,00
Laudo De Vistoria Veicular Normal –	37,00
- Complemento Para a Inspeção Técnica De Segurança Veicular	
CUSTO PARCIAL	
Ensaio de Segurança e Custos associados a Airbag e freios ABS	5.000,00
CUSTO TOTAL	6.202,00

Fonte: Autoral (2022)

A tabela não inclui os custos associados à visita dos técnicos do DETRAN para realizar o exame de capacitação técnica, que podem variar dependendo do tempo gasto, do transporte e da alimentação dos agentes do órgão de trânsito. É importante lembrar que as taxas mencionadas são baseadas na premissa de que a documentação do veículo está em dia e que o licenciamento e demais documentos estão de acordo com as normas de trânsito brasileiras em vigor. Caso isso não seja verdade, o custo poderá ser aumentado, já que será necessário pagar todas as taxas atrasadas, incluindo aquelas referentes aos anos em que não foram pagas. Além disso, uma taxa adicional pode ser gerada para a legalização da documentação do veículo, que deve ser feita antes de solicitar a autorização para alterar as características do veículo.

5.10 Resultados

O processo de conversão de veículos para elétricos é dinâmico e adequado para profissionais da área de vistorias, instaladoras e fabricantes de kits e peças graças ao uso de um fluxograma elaborado em etapas detalhadas. As responsabilidades de cada empresa estão bem definidas, fiscalizadas pelo Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN) e pelo SENATRAN. Empresas credenciadas pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO) são responsáveis pela segurança, desde a fabricação dos kits até a vistoria final. A documentação é feita pelo Departamento Nacional de

Trânsito (DETRAN).

O setor de veículos elétricos é considerado um grande investimento para o futuro da mobilidade urbana, com previsão de 50% das vendas de veículos elétricos em 2030. Governos estaduais e nacionais podem apoiar o setor por meio de incentivos fiscais, como isenção de IPVA para veículos elétricos originais ou convertidos, e oferecendo uma infraestrutura de pontos de recarga em cidades. Além disso, incentivos em cidades que usam sistemas de rodízio para circular, e autorização para que veículos elétricos circulem livremente, aumentam a confiança dos usuários na conversão ou compra de veículos elétricos.

O estudo destaca a importância de avançar em cada item de segurança, procedimentos e pontos para futuras melhorias no processo de conversão de veículos elétricos, a fim de torná-lo cada vez mais justo e alinhado ao desenvolvimento de energia limpa e renovável.

Com certeza, a conversão de veículos a elétricos e a sua legalização ainda são processos caros e burocráticos, que requerem uma série de documentos e procedimentos. Além disso, a falta de incentivos fiscais e a infraestrutura de recarga limitada também dificultam o crescimento da conversão de veículos elétricos.

Por essa razão, é necessário que sejam criadas leis que visem a desburocratização desse processo e torná-lo mais acessível ao público. Isso incluiria a simplificação dos procedimentos e a redução dos custos envolvidos, bem como a criação de incentivos fiscais e a ampliação da infraestrutura de recarga.

Ao tornar a conversão de veículos a elétricos mais acessível, podemos contribuir para a transição para uma mobilidade mais limpa e renovável, além de promover a indústria de veículos elétricos e criar empregos na área. Portanto, é importante que sejam tomadas medidas efetivas para aprimorar e desburocratizar o processo de conversão de veículos a elétricos.

6 Conclusão

A pesquisa foi fundamental para o início das discussões em relação a conversão de veículos elétricos. O objetivo deste trabalho é produzir um documento para legalizar a conversão da Van Boxer Peugeot 2.8 HDI Diesel para elétrico. Este é o primeiro projeto de conversão realizado para esse tipo de veículo, o que significa que, se for bem-sucedido, poderá servir como modelo para outras conversões.

No entanto, é preciso destacar que, como esse projeto não tinha a intenção inicial de ser legalizado, muitas das etapas necessárias para a homologação não foram realizadas. Isso torna o processo de legalização muito complexo e demorado para o cidadão comum. É importante salientar que qualquer alteração sem a devida autorização dos órgãos competentes, como o Detran, pode dificultar ainda mais o processo de legalização.

No entanto, como se trata de um projeto de estudo da universidade e de seus estudantes, é possível utilizar a política da Universidade de Brasília para superar essas barreiras junto aos órgãos de trânsito. Além disso, as normas de segurança são claras e rigorosas, visando garantir a segurança dos usuários. São essas normas, na sua maioria, que impedem a homologação do veículo devido a questões que não seguem os padrões estabelecidos pelo INMETRO.

Este trabalho pode ser uma referência importante para futuros projetos de conversão de veículos elétricos, ajudando a garantir que todas as etapas necessárias sejam seguidas e o processo de homologação seja alcançado com sucesso. É importante destacar que o cumprimento de todas as normas de segurança é essencial para garantir a segurança dos usuários e evitar problemas futuros com órgãos regulatórios. Além disso, projeto desenvolvido nas universidades no setor de conversão, como a Universidade de Brasília, pode ajudar a superar as barreiras burocráticas enfrentadas no processo de legalização. Em resumo, este trabalho pode servir como um guia para futuros projetos de conversão de veículos elétricos e ajudar a simplificar e tornar mais eficiente o processo de legalização.

Referências

- AMARAL, E. C. G. do. *Como Converter o seu Carro para Elétrico*. 1^a ed, Brasília: [s.n.], 2018.
- ANFAVEA. *Anuário da Indústria Automobilística Brasileira 2022*. 2022. Disponível em: <<https://anfavea.com.br/anuario2022/2022.pdf>>.
- ARAÚJO, F. A. S. de. Conversão de veículos diesel para tração elétrica. Dissertação de Mestrado em Engenharia Mecânica apresentada no Instituto Politécnico de Lisboa, Lisboa, Portugal, 2013.
- AZEVEDO, M. H. de. *Carros Elétricos: viabilidade econômica e ambiental de inserção competitiva no mercado brasileiro*. Trabalho de Conclusão de Curso para obtenção do grau de bacharel em Engenharia de Controle e Automação na Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto: [s.n.], 2018.
- BINACIONAL, I. *Veículos elétricos*. 2022. Disponível em: <<https://www.itaipu.gov.br/tecnologia/veiculos-eletricos>>.
- BNDES. *Veículos Elétricos: um mercado em ascensão*. 2018. Disponível em: <<https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/conhecimento/noticias/noticia/veiculos-eletricos>>.
- BRITO, E. A.; REIS, A. *Gênios ou Malucos? Eles transformaram Gol, Gurgel e Fusca em Elétrico*. UOL Carros: [s.n.], 2020. Disponível em: <<https://www.uol.com.br/carros/noticias/redacao/2018/05/25/genios-ou-malucos-eles-transformaram-gol-gurgel-e-fusca-em-eletricos.htm>>.
- CANALTECH. *O Brasil está preparado para lidar com a crescente frota de carros elétricos?* 2016. Disponível em: <<https://canaltech.com.br/carros/650-brasil-esta-preparado-para-lidar-com-a-crescente-frota-de-carros-eletricos-6365>>.
- CARROSNWEB. *Ficha técnica Peugeot Boxer Longa 2.8 HDI 2008*. 2022. Disponível em: <<https://www.carrosnaweb.com.br/fichadetalhe.asp?codigo=19683>>.
- CONSTANTINO, P. A. B. G. *Metodologia do Dimensionamento do Sistema de Tração para Veículos Elétricos*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Mecânica, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Lisboa, Portuga: [s.n.], 2015.
- CTB. *CTB – Lei N° 9.503. Código brasileiro de trânsito, Art. 123*. Brasília, DF: [s.n.], 1997.
- CTB. *Lei N° 9.503. Código brasileiro de trânsito, Art. 98*. Brasília, DF: [s.n.], 1997.
- DELGADO, F. *CARROS ELÉTRICOS*. FGV: [s.n.], 2017. 1-112 p.
- DUNICE, P. P.; ELS, R. H. V. *Conversão de BR800 e Dimensionamento Do Sistema de Arrefecimento*. Congresso do 13 salão Latino-Americano de Veículos Híbridos-Elétricos, São Paulo: [s.n.], 2017.

- ELECTROPEDIA. *Battery and Energy Technologies, Battery Management Systems (BMS)*. Data De Acesso: 15/06/2022: [s.n.], 2022. Disponível em: <<https://www.mpoweruk.com/bms.htm>>.
- ELETRA. *Eletra - Tecnologia de Tração Elétrica*. 2023. Disponível em: <<https://www.eletrabus.com.br/>>.
- ENGIE. *Venda de carros elétricos deve chegar a 180 mil em 2030*. 2022. Disponível em: <<https://www.alemnaenergia.engie.com.br/venda-de-carros-eletricos-deve-chegar-a-180-mil-em-2030/#:~:text=No%20Brasil%2C%20apesar%20da%20discreta,unidades%20por%20ano%20em%202030.>>>
- FENABRAVE. *DADOS DE MERCADO - FENABRAVE*. 2023. Disponível em: <https://www.fenabreve.org.br/portal/files/2022_12_2.pdf>.
- FOUNDATION, E. M. *The Circular Economy Applied to the Automotive Industry*. 2015. Disponível em: <<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/news/the-circulareconomy-applied-to-the-automotive-industry-2>>.
- FREITAS, J. C. de N. Projeto e análise ao funcionamento de carros elétricos. Dissertação de Mestrado em Engenharia Mecânica, Universidade do Minho. Guimarães, Portugal, 2012.
- FUELTECH. *FuelTech Elétric*. 2023. Disponível em: <<https://fueltech.com.br/pages/fte>>.
- HELMERS, E.; MARX, P. *Electric cars: technical characteristics and environmental impacts*. Environmental Sciences Europe: [s.n.], 2012. Disponível em: <<https://enveurope.springeropen.com/articles/10.1186/2190-4715-24-14>>.
- IBGE. *Projeção da População*. 2022. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/index.html>>.
- INMETRO. *Portaria n.º 30 de 22 de janeiro de 2004*. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - Inmetro Divisão de Programas de Avaliação da Conformidade - Dipac Rua Santa Alexandrina nº 416 - 8º andar - Rio Comprido - Rio de Janeiro/RJ, 2004. 73 p.
- INNE, I. nacional de eficiência energética;. *SOBRE VEÍCULOS ELÉTRICOS*. 2010. Disponível em: <http://www.inee.org.br/veh_sobre.asp?Cat=veh>.
- INSIDEEVS. *Carro elétrico pode ficar 20% mais barato com isenção de imposto*. 2022. Disponível em: <<https://insideevs.uol.com.br/news/581923/carro-eletrico-imposto-importacao-lei/>>.
- INSIDEEVS. *Stellantis inicia conversão para elétricos no Brasil em parceria com o SENAI*. 2023. Disponível em: <<https://insideevs.uol.com.br/news/631987/stellantis-retrofit-conversao-carros-eletricos/>>.
- KHALIL, S.; ALL et. *TECNOMOBELET – Adaption Of Van For Electric Propulsion And Design Of Steering, Cooling And Braking Assistance Subsystems*. 26th ABCM International Congress of Mechanical Engineering, November 22-26, Florianópolis, SC, Brazil: [s.n.], 2021.

- LIS. *Sessão 2012. Veículos elétricos convertidos – Lei da Virgínia. Virgínia, VI. 2012.*
- MATTEDE, H. *Motor trifásico*. 2021. Disponível em: <<https://www.mundodaeletrica.com.br/motor-trifasico-como-funciona-e-qual-sua-aplicacao/>>.
- MATTEDE henrique. *Carros elétricos, tipos e características*. 2019. Disponível em: <<https://www.mundodaeletrica.com.br/carros-eletricos-tipos-e-caracteristicas/>>.
- MDIC. *INMETRO. Ministério do desenvolvimento, indústria e comércio exterior, instituto nacional de metrologia, normalização e qualidade industrial. portaria n° 203. brasilia, DF: [s.n.], 2002.*
- METROPOLES. *Não aguenta mais o preço da gasolina? Veja como instalar GNV no DF*. 2022. Disponível em: <<https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/transito/conteudo-Senatran/estatisticas-frota-de-veiculos-senatran>>.
- NISSAN. *nissan Leaf 2023*. 2023. Disponível em: <<https://www.nissan.com.br/veiculos/modelos/leaf.html>>.
- OLIVEIRA, T. C. de. *Estudo da tecnologia empregada em veículos elétricos com autonomia estendida: comparativo experimental com veículos híbridos*. Trabalho de conclusão de curso de engenharia automotiva, Universidade de Brasília, 2018.
- PERES, L. A. P. *Análise e estudos da conversão de uma kombi para tração elétrica*. Artigo apresentado no VE 2007 - 5º Seminário e Exposição de Veículos Elétricos A Bateria, Híbridos e de Célula Combustível, Centro Cultural Light –, Rio de Janeiro, 2007.
- PETROBRAS. *Gás Natural Veicular*. 2022. Disponível em: <<https://petrobras.com.br/pt/nossas-atividades/produtos/automotivos/gas-natural-veicular/>>.
- PETRUZELLA, F. D. *Motores elétricos e acionamentos*. Porto Alegre: [s.n.], 2013.
- RETROFIT electric. *electric retrofit - kits pra conversão a carros elétricos*. 2023. Disponível em: <<https://www.electricretrofit.com.br/produtos>>.
- RIBEIRO, A. do N.; MENEGHIN, P.; ELS, R. H. V. *Developing technology for a brazilian hybrid electric mini car*. Latin American Conference Sustainable Development on Energy, Water and Environmental Systems, Buenos Aires, p. 1–10, 2020.
- RIBEIRO, R. *Correio Técnico: dá para instalar Airbags e ABS em carro antigo?* Revista Quatro Rodas, publicado em 15/02/2019, atualizado em 23/12/2020: [s.n.], 2020.
- RODRIGUES, J. C. B. *Dimensionamento do Sistema de Tração para Veículos Elétricos: tração dianteira in-wheel*. Trabalho de Conclusão de Curso para obtenção do grau de bacharel em Engenharia Eletrônica na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa: [s.n.], 2017.
- SAMPAIO, N. M. A. *Estudo da viabilidade técnica e econômica da conversão para veículo elétrico*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Eletrotécnica apresentada no Instituto Superior de Engenharia do Porto, Porto, Portugal, 2012.
- SENATRAN. *Estatísticas - Frota de Veículos - SENATRAN*. 2022. Disponível em: <<https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/transito/conteudo-Senatran/estatisticas-frota-de-veiculos-senatran>>.

- SILVA, J. E. da. *Veículos Elétricos e a Geração Distribuída a Partir de Sistemas Fotovoltaico*. Dissertação de Conclusão de Curso para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Elétrica na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba: [s.n.], 2019.
- SILVA, P. C. da. *ANÁLISE DE VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DA CONVERSÃO DE VAN PEUGEOT A COMBUSTÃO PARA ELÉTRICA*. Trabalho de conclusão de curso em engenharia automotiva, Universidade de Brasília.: [s.n.], 2021.
- SILVA, T. N. et al. *ESTUDO DE NORMAS PARA A CONVERSÃO DE VEÍCULOS COM MOTORES A COMBUSTÃO INTERNA PARA ELÉTRICOS*. Revista Vincci – Periódico Científico da UniSATC, n. especial Engenharia Mecânica, p. 105-128, 2021: [s.n.], 2021.
- TAKAHIRA, R. *Entenda quais são os quatro tipos de carros híbridos*. comissão técnica de veículos elétricos e híbridos da Sociedade de Engenheiros da Mobilidade (SAE): [s.n.], 2018. Disponível em: <<https://autopapo.uol.com.br/noticia/tipos-de-carros-hibridos/>>.
- TANAKA, C. N. *Metodologia do Dimensionamento do Sistema de Tração para Veículos Elétricos*. Dissertação de Mestrado apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Ciências, Universidade de São Paulo, São Paulo: [s.n.], 2013.
- TECNOMOBILE, P. Conversão da van boxer longa peugeot 2.8 hdi 2008 diesel para elétrica. Universidade de Brasília, 2020–2021. Disponível em: <<https://github.com/Tecnomobile-FGA/>>.
- URBS. *Curitiba apresenta o Hibribus na Rio+20*. 2022. Disponível em: <<https://www.urbs.curitiba.pr.gov.br/noticia/transporte>>.
- VASCONCELOS, P. S. D. *Estudo De Viabilidade Técnica E Econômica De Um Veículo Elétrico Urbano De Carga*. Monografia apresentada ao curso de Graduação em Engenharia Elétrica do Departamento de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.: [s.n.], 2015.
- VIEIRA, M. V. B.; ELS, R. H. V.; KHALIL, S. B. Avaliação de um veículo a combustão interna convertido para tração elétrica. Congresso de iniciação científica Universidade de Brasília, p. 1–9, 2015.
- WEG. *Características de motores elétricos industriais trifásicos*. Curso ofertado pela WEG e realizado na modalidade remota entre os dias 14/08/2020 e 30/08/2020: [s.n.], 2020.
- WEG, M. do U. I. C. *MANUAL DO USUÁRIO – WEG, Inversor de Frequência CVW500, WEG, s/l, s/d. MARCONI, Maria de Andrade, e LAKATOS, Eva Maria, Fundamentos de Metodologia Científica, 5ª ed., São Paulo, Atlas. 2003.*

ANEXO A – Anexo

**MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E
COMÉRCIO EXTERIOR - MDIC
INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E
QUALIDADE INDUSTRIAL - INMETRO
Portaria n.º 30 de 22 de janeiro de 2004.**

O PRESIDENTE DO INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL - Inmetro, no uso de suas atribuições legais, conferidas pela Lei nº 5.966, de 11 de dezembro de 1973, e tendo em vista o disposto nos artigos 3º e 5º da Lei nº 9.933, de 20 de dezembro de 1999;

Considerando que os veículos rodoviários automotores e rebocados só poderão trafegar após a comprovação de atendimento aos requisitos e condições de segurança estabelecidos no Código de Trânsito Brasileiro - CTB, em seu artigo 103, e nas Resoluções do Conselho Nacional de Trânsito - Contran;

Considerando que o Inmetro, ou entidade por ele credenciada, deve comprovar a segurança dos veículos rodoviários automotores e rebocados, nos termos dos regulamentos técnicos do Inmetro pertinentes;

Considerando as determinações contidas na Resolução Contran nº 25, de 21 de maio de 1998, resolve baixar as seguintes disposições:

- Art. 1º Fica estabelecido que as inspeções de segurança veicular, executadas por entidades credenciadas pelo Inmetro, devem ser feitas de acordo com os requisitos estabelecidos nos Regulamentos Técnicos da Qualidade do Inmetro "Inspeção de veículos rodoviários automotores - modificação ou fabricação artesanal" (RTQ 24) e "Inspeção de veículos rodoviários rebocados com PBT até 7.500 N - modificação ou fabricação artesanal" (RTQ 25).
- Art. 2º O RTQ 24 e o RTQ 25 encontram-se disponibilizados no site www.inmetro.gov.br ou no seguinte endereço:
Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - Inmetro
Divisão de Programas de Avaliação da Conformidade - Dipac
Rua Santa Alexandrina nº 416 - 8º andar - Rio Comprido
20261-232 Rio de Janeiro/RJ
- Art. 3º A inobservância das prescrições compreendidas na presente Portaria acarretará aos infratores a aplicação das penalidades previstas no artigo 8º da Lei nº 9.933, de 20 de dezembro de 1999.
- Art. 4º Revogar a Portaria Inmetro nº 71, de 08 de maio de 1996, a Portaria Inmetro nº 69, de 08 de maio de 1996, e demais disposições em contrário.
- Art. 5º Esta Portaria entrará em vigor a partir da data de sua publicação.

ALFREDO CARLOS ORPHÃO LOBO
Presidente do Inmetro em Exercício

RTQ 24 - INSPEÇÃO DE VEÍCULOS RODOVIÁRIOS AUTOMOTORES - MODIFICAÇÃO OU FABRICAÇÃO ARTESANAL

SUMÁRIO

1. Objetivo
2. Responsabilidade
3. Documentos Complementares
4. Siglas
5. Definições
6. Condições Gerais
7. Condições Específicas
8. Resultado da Inspeção

Anexo - Lista de Inspeção de Veículos Rodoviários Automotores Modificados ou Fabricados Artesanalmente

1. OBJETIVO

Este Regulamento Técnico estabelece os critérios a serem seguidos por Organismos de Inspeção Credenciados pelo Inmetro para inspeção de veículos rodoviários automotores modificados ou fabricados artesanalmente.

2. RESPONSABILIDADE

A responsabilidade pela revisão deste Regulamento Técnico é do Inmetro.

3. DOCUMENTOS COMPLEMENTARES

CTB - Lei 9.503/97

Resolução Contran nº 25/1998

NIE-DQUAL-025 do Inmetro

NIT-DICOR-002 do Inmetro

Portaria Conjunta Denatran e Inmetro nº 01/2002

NBR 10966: Desempenho de sistemas de freio para veículos rodoviários

NBR 14040: Inspeção de segurança veicular - Veículos leves e pesados

- Parte 1 Diretrizes básicas
- Parte 2 Identificação
- Parte 3 Equipamentos obrigatórios e proibidos
- Parte 4 Sinalização
- Parte 5 Iluminação

- Parte 6 Freios
- Parte 7 Direção
- Parte 8 Eixos e suspensão
- Parte 9 Pneus e rodas
- Parte 10 Sistemas e componentes complementares
- Parte 11 Estação de inspeção de segurança veicular

4. SIGLAS

Inmetro	Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
Dqual	Diretoria de Qualidade
Contran	Conselho Nacional de Trânsito
Denatran	Departamento Nacional de Trânsito
	SBAC Sistema Brasileiro de Avaliação da Conformidade
RBC	Rede Brasileira de Calibração
CTB	Código de Trânsito Brasileiro
RTQ	Regulamento Técnico da Qualidade
CSV	Certificado de Segurança Veicular
OIC	Organismo de Inspeção Credenciado
CRLV	Certificado de Registro e Licenciamento de Veículo
CRV	Certificado de Registro de Veículo
NBR	Norma Brasileira Registrada
PBT	Peso Bruto Total
GNV	Gás Natural Veicular

5. DEFINIÇÕES

Para efeito de utilização deste Regulamento Técnico, são adotadas as definições constantes na NBR 14040 (Partes 6 e 8), na NIT-DICOR-002 do Inmetro, na Portaria Conjunta Denatran e Inmetro nº 01/2002, e as seguintes:

5.1 Alteração das características originais do veículo

Toda e qualquer modificação realizada no veículo, referente à sua parte estrutural e aos componentes originais de fábrica.

5.2 Veículo modificado

Veículo que sofreu alteração de suas características originais de fábrica.

5.3 Veículo fabricado artesanalmente

Veículo projetado e fabricado sob a responsabilidade de pessoa física ou jurídica, atendendo a todos os preceitos de construção veicular, de modo que o nome do primeiro proprietário sempre coincida com o nome do fabricante.

5.4 Inspeção visual

Avaliação realizada através da observação visual, auditiva e sensorial do funcionamento dos comandos e componentes do veículo.

5.5 Inspeção mecanizada

Avaliação realizada com o auxílio de equipamentos específicos, que determina, através de medida, a condição de desempenho de componentes e/ou sistemas do veículo.

5.6 Categoria M

Veículo rodoviário automotor de passageiros e uso misto, com pelo menos 04 (quatro) rodas ou 03 (três) rodas e PBT maior do que 10.000 N (1.000 kgf).

5.7 Categoria M1

Veículo rodoviário automotor com no máximo 08 (oito) lugares, além do lugar do condutor e com PBT menor ou igual a 35.000 N (3.500 kgf).

5.8 Categoria M2

Veículo rodoviário automotor com mais de 08 (oito) lugares, além do lugar do condutor e com PBT menor ou igual a 50.000 N (5.000 kgf).

5.9 Categoria M3

Veículo rodoviário automotor com mais de 08 (oito) lugares, além do lugar do condutor e com PBT maior que 50.000 N (5.000 kgf).

5.10 Categoria N

Veículo rodoviário automotor para transporte de carga, com pelo menos 04 (quatro) rodas ou com 03 (três) rodas com PBT maior que 10.000 N (1.000 kgf).

5.11 Categoria N1

Veículo rodoviário automotor com PBT menor ou igual a 35.000 N (3.500 kgf).

5.12 Categoria N2

Veículo rodoviário automotor com PBT maior que 35.000 N (3.500 kgf) e menor ou igual a 120.000 N (12.000 kgf).

5.13 Categoria N3

Veículo rodoviário automotor com PBT maior que 120.000 N (12.000 kgf).

6. CONDIÇÕES GERAIS

6.1 Documentação a ser apresentada

Para a execução da inspeção de segurança veicular, para fins de caracterização do veículo rodoviário, o OIC deve solicitar a apresentação dos seguintes documentos:

6.1.1 Veículos modificados

- a) CRLV ou CRV ou documentos fiscais de aquisição do veículo.
- b) Documento de identificação do proprietário ou condutor do veículo.
- c) Documentos fiscais de aquisição dos principais componentes/conjuntos utilizados na modificação do veículo.

6.1.2 Veículos fabricados artesanalmente

- a) Documento de identificação do proprietário ou condutor do veículo.
- b) Desenhos técnicos com as dimensões e especificações técnicas do veículo.
- c) Anotação de responsabilidade técnica (ART) do engenheiro responsável pelo projeto e fabricação do veículo.
- d) Documentos fiscais de aquisição dos principais componentes/conjuntos utilizados na fabricação do veículo.
- e) Declaração do proprietário e do engenheiro responsável de que o veículo atende integralmente aos requisitos de segurança veicular pertinentes à legislação vigente, conforme projeto de engenharia e memorial descritivo arquivados sob sua responsabilidade.

6.2 Documentação para arquivo

Para fins de arquivo o OIC deve reter os seguintes documentos (fotocópias):

6.2.1 Veículos modificados

- a) CRLV ou CRV ou documentos fiscais de aquisição do veículo.
- b) Documento de identificação do proprietário ou condutor do veículo.

6.2.2 Veículos fabricados artesanalmente

- a) Documento de identificação do proprietário ou condutor do veículo.
- b) Desenhos técnicos com as dimensões e especificações técnicas do veículo.
- c) Anotação de responsabilidade técnica (ART) do engenheiro responsável pelo projeto e fabricação do veículo.
- d) Declaração do proprietário e do engenheiro responsável de que o veículo atende integralmente aos requisitos de segurança veicular pertinentes à legislação vigente, conforme projeto de engenharia e memorial descritivo arquivados sob sua responsabilidade.

7. CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

7.1 Procedimentos para realização da inspeção de segurança veicular

7.1.1 O OIC deve realizar as inspeções segundo os seus procedimentos técnicos de inspeção documentados.

7.1.2 O OIC deve possuir lista de inspeção que contemple, no mínimo, os itens constantes no Anexo.

7.1.3 OIC deve realizar a verificação da emissão de gases poluentes ou da opacidade e ruído dos veículos rodoviários automotores quando houver evidência da substituição do motor, de seus componentes ou componentes do sistema de exaustão.

7.1.4 O OIC deve realizar o registro fotográfico colorido e digitalizado dos veículos rodoviários automotores, de forma que permita quando posicionados na linha de inspeção mecanizada, durante a inspeção, a visualização completa da dianteira/lateral direita e traseira/lateral esquerda dos mesmos, ou visualização completa da dianteira/lateral esquerda e traseira/lateral direita, evidenciando claramente as suas placas, a identificação da data (dia/mês/ano), o horário (hora:minuto) da realização da inspeção, o nome do OIC, e o seu número de credenciamento.

7.1.4.1 O registro fotográfico da visualização traseira/lateral esquerda ou lateral direita, deverá ser impresso no verso das 1ª e 2ª vias do CSV, de acordo com a NIE-DQUAL-025 do Inmetro.

7.1.5 O OIC deve realizar a impressão de 02 (dois) decalques do número do chassi dos veículos rodoviários (quando aplicável).

7.1.5.1 No caso da aprovação técnica da inspeção, os decalques devem ser colados nas 1ª e 2ª vias do CSV, de acordo com a NIE-DQUAL-025 do Inmetro.

7.1.6 O OIC deve calibrar a pressão dos pneus conforme especificação do fabricante do veículo.

7.1.7 As inspeções realizadas com o uso do equipamento para verificação de folgas devem ser feitas com o uso simultâneo de dispositivo que mantenha pressionado o pedal do freio de serviço durante a realização das mesmas.

7.1.8 As inspeções realizadas com o uso do equipamento para verificação de folgas em veículos das categorias M3, N2 e N3 devem ser feitas com o uso simultâneo de dispositivo de elevação do eixo dianteiro para alívio do peso incidente sobre as rodas.

7.1.9 A inspeção mecanizada realizada com o uso do banco de provas de suspensão é aplicável somente para veículos das categorias M1 e N1.

7.1.10 As inspeções realizadas em veículos modificados ou fabricados artesanalmente e que possuam sistema de GNV deverão ser complementadas com os critérios estabelecidos no RTQ 37 do Inmetro (quando aplicável).

7.1.11 As inspeções dos veículos rodoviários devem ser feitas levando-se em consideração o seu peso em ordem de marcha, exceto para aqueles ensaios específicos que necessitam de aplicação de massas.

7.2 Critérios para realização da inspeção

7.2.1 O OIC deve realizar as inspeções segundo os critérios estabelecidos neste RTQ.

7.2.2 O OIC deve verificar e anotar as seguintes características do veículo:

- a) Quantidade de eixos e rodas.
- b) Eixos motrizes (quantidade e localização).
- c) Distância entre eixos (mm).
- d) Comprimento externo (mm).
- e) Largura externa (mm).
- f) Altura do veículo com peso em ordem de marcha (mm).
- g) Balanço traseiro (mm).
- h) Altura livre do solo (mm).
- i) Peso do veículo em ordem de marcha (N).
- j) Distribuição de peso, por eixo, em ordem de marcha (N).
- k) Peso admissível por eixo (N).
- l) Capacidade de carga declarada pelo fabricante (N).
- m) Capacidade máxima de tração (N).
- n) PBT (N).

7.3 Sistemas e componentes a serem inspecionados:

- a) Equipamentos obrigatórios e proibidos.
- b) Sinalização.
- c) Iluminação.
- d) Freios.
- e) Direção.
- f) Eixos e suspensão.
- g) Pneus e rodas.
- h) Sistemas e componentes complementares.

7.3.1 Equipamentos obrigatórios e proibidos

7.3.1.1 Pára-choques

Verificar o estado geral, dimensões, fixação, corrosão, deformações e saliências cortantes.

Os pára-choques devem ser os limitantes das extremidades do veículo, estar fixados rigidamente na estrutura ou no chassi do veículo e apresentar bom estado de conservação, sem deformações e saliências cortantes.

A largura máxima do pára-choque não deve ser maior que a largura total do veículo e a mínima não pode ser inferior a 100 mm de cada lado com relação à largura total do reboque.

A estrutura e resistência dos pára-choques devem ser compatíveis com a massa do veículo.

No caso do pára-choque traseiro de veículo de carga, deve-se verificar se suas dimensões e pintura atendem à legislação de trânsito vigente.

Critério(s) de reprovação: É motivo de reprovação a constatação da(s) seguinte(s) ocorrência(s), dentre outras previstas em regulamentação específica:

- Dimensões/posição não regulamentares ou não existência do dianteiro e/ou traseiro.
- Fixação deficiente (dianteiro e/ou traseiro).
- Excessivamente deformados ou apresentando saliências cortantes.
- Pintura não regulamentar do pára-choque traseiro (categorias N2 e N3).

7.3.1.2 Espelhos retrovisores

Verificar estado geral, fixação, localização, ajuste e visibilidade.

O espelhos retrovisores devem atender à legislação de trânsito vigente.

O procedimento a seguir deve ser adotado em veículos de fabricação artesanal ou quando a modificação no veículo afetar o posicionamento ou visibilidade dos retrovisores:

O espelho retrovisor interno deve ser instalado de tal maneira que proporcione ao condutor uma visão para trás de ampliação unitária e que apresente um campo de visibilidade com um ângulo de visão ambinocular de pelo menos 20° e ainda um ângulo vertical suficiente para possibilitar a visão da superfície de uma estrada plana entre a linha do horizonte e um ponto afastado de, no máximo, 60 m da traseira do veículo:

- a) Campo de visão ambinocular é definido como a área total que pode ser vista por ambos os olhos do condutor e que se estende desde o limite externo do ângulo de visão de um olho até o limite externo do outro olho.
- b) O ângulo de 20° é medido à partir do ponto correspondente a imagem virtual ambinocular dos olhos e não do plano do espelho. É tolerada a obstrução parcial da visibilidade pelos passageiros traseiros ou pelos apoios da cabeça.
- c) O suporte do espelho retrovisor interno deve proporcionar uma fixação estável e que possibilite ajustes angulares nos planos horizontal e vertical.

O espelho retrovisor externo do lado do condutor deve ser instalado de tal maneira que proporcione ao condutor, com ampliação unitária, uma visão ambinocular da superfície de uma estrada plana que se estenda até o horizonte e que compreenda a área delimitada por:

- a) Uma linha reta ortogonal ao eixo longitudinal do veículo, distante 10,67 m para trás dos olhos do condutor, quando o assento do mesmo estiver em sua posição mais recuada;
- b) Uma linha reta gerada pela interseção do plano vertical tangente ao veículo no seu ponto mais largo, no lado do condutor com o plano da estrada;

c) Uma linha reta paralela e distante 2,44 m da reta definida na alínea b.

Para este retrovisor admite-se uma obstrução parcial da área de visão pelo contorno traseiro da carroçaria ou do pára-lama. O espelho não deve ser obstruído pela parte do pára-brisa não varrida pelo limpador de pára-brisa.

O espelho retrovisor externo do lado oposto do condutor deve ser instalado de tal maneira que proporcione ao condutor (ampliação unitária e visão ambinocular), de pelo menos parte de uma via plana e horizontal que se estenda até o horizonte e que compreenda a área delimitada por:

- a) Uma linha reta ortogonal ao eixo longitudinal do veículo, distante 20 m (categorias M1 e N1) ou 4 a 30 m (veículos de outras categorias) para trás dos pontos oculares, quando o assento do mesmo estiver em sua posição mais recuada;
- b) Uma linha reta gerada pela interseção do plano vertical tangente ao veículo no seu ponto mais largo, no lado do condutor com o plano da estrada;
- c) Uma linha reta paralela e distante 4 m da reta definida na alínea b (veículos da categoria M1 e N 1) ou uma linha reta paralela e distante 0,75 m a 3,5 m da reta definida na alínea b (veículos de outras categorias).

Critério(s) de reprovação: É motivo de reprovação a constatação da(s) seguinte(s) ocorrência(s), dentre outras previstas em regulamentação específica:

- Inexistente, quando obrigatório.
- Danificado ou com visibilidade deficiente.
- Localização irregular.
- Fixação ou ajuste deficiente.

7.3.1.3 Limpador e lavador de pára-brisa

Verificar estado geral, fixação, deformações, conformidade dos limpadores com o veículo e o funcionamento do limpador e do lavador.

O funcionamento do limpador de pára-brisa deve ser verificado, com o motor ligado, nas respectivas velocidades de acionamento, devendo existir no mínimo 02 (duas) velocidades distintas e parada automática (quando aplicável). A velocidade menor deve ser de 20 ciclos por minuto e a maior com, no mínimo, 15 ciclos por minuto a mais do que a menor.

O sistema do limpador de pára-brisa deve proporcionar o máximo de visibilidade, devendo ser capaz de limpar o pára-brisa com auxílio de esguichos de água ou de uma mistura conveniente. As palhetas do limpador devem estar em boas condições, proporcionando a limpeza de pelo menos 75% da área varrida e com o pára-brisa molhado.

Critério(s) de reprovação: É motivo de reprovação a constatação da(s) seguinte(s) ocorrência(s), dentre outras previstas em regulamentação específica:

- Limpador inexistente.
- Lavador inexistente (quando obrigatório).
- Funcionamento não conforme.
- Fixação/conservação deficiente.
- Limpadores/lavadores não conformes.
- Área de varredura não conforme.

7.3.1.4 Pára-sol

Verificar regulagem, dimensões, localização e fixação.

O pára-sol deve ser móvel, ter dimensões e posições tais que não prejudiquem a visão da linha do horizonte do condutor do veículo.

Critério(s) de reprovação: É motivo de reprovação a constatação da(s) seguinte(s) ocorrência(s), dentre outras previstas em regulamentação específica:

- Inexistente (condutor).
- Posição/dimensões inadequadas.
- Fixação/regulagem deficiente.

7.3.1.5 Velocímetro

Verificar existência e integridade.

Critério(s) de reprovação: É motivo de reprovação a constatação da(s) seguinte(s) ocorrência(s), dentre outras previstas em regulamentação específica:

- Inexistente.
- Integridade deficiente.

7.3.1.6 Buzina

Verificar funcionamento.

Critério(s) de reprovação: É motivo de reprovação a constatação da(s) seguinte(s) ocorrência(s), dentre outras previstas em regulamentação específica:

- Inexistente.
- Funcionamento deficiente.

7.3.1.7 Cintos de segurança

Verificar conformidade, estado geral, fixação, quantidade dos cintos e funcionamento dos fechos.

Inspeccionar o funcionamento do sistema retrator, desenrolando totalmente os cadarços manualmente e verificando se a tensão do sistema é suficiente para enrola-los imediatamente até o fim, quando liberados.

Verificar visualmente os pontos de fixação do cinto de segurança quanto ao estado geral da estrutura (se necessário retirar o assento do banco traseiro) e quanto ao posicionamento dos pontos de ancoragem dos cintos de segurança no veículo, verificando se estão em posição ergonômica adequada.

O posicionamento dos pontos de fixação deve atender aos seguintes parâmetros:

- a) No meio do curso do banco (ajuste longitudinal), a fixação dos cintos à estrutura do veículo deve se dar no prolongamento da bissetriz do ângulo formado pelas linhas médias do assento e encosto (para bancos com regulagem contínua de encosto, este deve formar um ângulo de 25° com a vertical).
- b) O 3° (e 4° ponto, quando houver) deve se localizar acima da altura dos ombros, devendo o cinto passar na parte central da clavícula da pessoa sentada.
- c) A distância entre os pontos de fixação inferior dos cintos, deve ser no mínimo, de 350 mm.

Os pontos de fixação dos cintos de segurança devem apresentar cobrejunta metálica (para distribuição das tensões) e utilizar parafusos com um diâmetro mínimo de 12 mm (classe 8.8) para fixação simples e dupla. No caso de se usar um parafuso passante, este deve possuir arruela lisa, arruela de pressão e porca autotravante.

Os cadarços devem possuir marca ou etiqueta do fabricante de maneira legível, não devendo apresentar descontinuidades nas costuras e no tecido do cadarço.

Os fechos devem estar livres de rebarbas ou cantos vivos e devem poder ser abertos somente com uma das mãos. A tecla do fecho deve ser na cor vermelha, contrastando com o fecho. Para cintos de 3, 4 ou 5 pontos, o fecho deve liberar simultaneamente todas as partes do cinto.

Os dispositivos de regulagem devem estar localizados numa posição de fácil acesso para ajuste pelo usuário, na condição de uso.

A quantidade de cintos de segurança deve ser compatível com o número de lugares do veículo.

Critério(s) de reprovação: É motivo de reprovação a constatação da(s) seguinte(s) ocorrência(s), dentre outras previstas em regulamentação específica:

- Conservação deficiente.
- Quantidade insuficiente.
- Fixação/funcionamento não conforme.
- Fechos inoperantes.
- Não conforme com ano de fabricação do veículo.

7.3.1.8 Extintor de incêndio

Verificar estado geral, conformidade, fixação, localização, capacidade, pressão interna e validade.

O extintor de incêndio deve estar em seu suporte, em local de fácil acesso. A validade da carga do extintor deve estar dentro do prazo, bem como o lacre de segurança deve estar intacto. A localização, tipo e a capacidade de carga respectiva para cada veículo, devem estar conforme a legislação em vigor e aos seguintes parâmetros:

- a) Automóveis, camionetas de carga e de uso misto e caminhões com capacidade de carga até 6 t devem possuir um extintor com carga de pó químico seco ou de gás carbônico de 0,5 kg.
- b) Caminhões com capacidade de carga superior a 6 t devem possuir um extintor com carga de pó químico seco ou de gás carbônico de 2 kg.
- c) O veículo de transporte coletivo (categorias M1, M2 e M3) deve possuir um extintor com carga de pó químico ou de gás carbônico de 4 kg.
- d) O veículo de transporte de inflamável líquido ou gasoso deve possuir um extintor com carga de pó químico seco de 8 kg ou 02 extintores com carga de gás carbônico de 6 kg cada.

Critério(s) de reprovação: É motivo de reprovação a constatação da(s) seguinte(s) ocorrência(s), dentre outras previstas em regulamentação específica:

- Inexistente.
- Capacidade e tipo não adequados ao veículo.
- Conservação deficiente.
- Lacre e/ou selo inexistente ou não conforme.
- Fixação deficiente ou localização não adequada.
- Pressão abaixo da recomendada.

- Validade vencida.

7.3.1.9 Triângulo de segurança

Verificar estado geral e conformidade com a legislação.

O triângulo de segurança não deve possuir trincas e nem estar quebrado, devendo ser fixado em local protegido e estar em conformidade com a legislação vigente e com os seguintes parâmetros:

A sua forma, quando montado, deve ser de um triângulo equilátero, com área refletiva de cor vermelha.

Critério(s) de reprovação: É motivo de reprovação a constatação da(s) seguinte(s) ocorrência(s), dentre outras previstas em regulamentação específica:

- Inexistente.
- Conservação deficiente.
- Não conforme com a legislação.

7.3.1.10 Ferramentas

Verificar existência (quando aplicável) e conservação.

As ferramentas devem estar em boas condições e devidamente acondicionadas.

Critério(s) de reprovação: É motivo de reprovação a constatação da(s) seguinte(s) ocorrência(s), dentre outras previstas em regulamentação específica:

- Inexistentes, quando obrigatórias.
- Conservação deficiente.

7.3.1.11 Estepe

Verificar originalidade, estado geral e fixação.

O estepe deve estar em perfeito estado de conservação e estar devidamente fixado, não permitindo sua movimentação indevida.

Critério(s) de reprovação: É motivo de reprovação a constatação da(s) seguinte(s) ocorrência(s), dentre outras previstas em regulamentação específica:

- Não conforme com o original.
- Inexistente, quando obrigatório.
- Conservação/fixação deficiente.

7.3.1.12 Protetores de rodas traseiras de veículos das categorias N1, N2 e N3 (quando aplicável)

Verificar estado geral e fixação.

Critério(s) de reprovação: É motivo de reprovação a constatação da(s) seguinte(s) ocorrência(s), dentre outras previstas em regulamentação específica:

- Inexistente, quando obrigatório.
- Fixação/conservação deficiente.

7.3.1.13 Tacógrafo (quando aplicável)

Verificar estado geral e lacre.

Critério(s) de reprovação: É motivo de reprovação a constatação da(s) seguinte(s) ocorrência(s), dentre outras previstas em regulamentação específica:

- Inexistente, quando obrigatório.
- Integridade deficiente.
- Falta de lacre.

7.3.1.14 Cinta de segurança da árvore de transmissão

Verificar estado geral e fixação.

Deve-se verificar a existência de cinta de segurança, contra queda eventual da extremidade dianteira da árvore de transmissão, nos casos em que não haja o apoio natural de travessas de chassi.

Critério(s) de reprovação: É motivo de reprovação a constatação da(s) seguinte(s) ocorrência(s), dentre outras previstas em regulamentação específica:

- Inexistente, quando obrigatório.
- Fixação/conservação deficiente.

7.3.1.15 Detector de radar

Verificar existência.

Critério(s) de reprovação: É motivo de reprovação a constatação da(s) seguinte(s) ocorrência(s), dentre outras previstas em regulamentação específica:

- Existência.

7.3.1.16 Tanque suplementar

Verificar existência de tanque suplementar.

Critério(s) de reprovação: É motivo de reprovação a constatação da(s) seguinte(s) ocorrência(s), dentre outras previstas em regulamentação específica:

- Existência de tanque suplementar em veículos das categorias M1 e N1.

7.3.1.17 Farol traseiro

Verificar existência.

Critério(s) de reprovação: É motivo de reprovação a constatação da(s) seguinte(s) ocorrência(s), dentre outras previstas em regulamentação específica:

- Existência de farol traseiro.

7.3.1.18 Luzes intermitentes de sinalização de teto

Verificar cor e conformidade com a legislação vigente.

Critério(s) de reprovação: É motivo de reprovação a constatação da(s) seguinte(s) ocorrência(s), dentre outras previstas em regulamentação específica:

- Existência de luzes intermitentes de sinalização de teto em veículo não autorizado.
- Cor não adequada.
- Funcionamento deficiente.

7.3.2 Sistema de sinalização

7.3.2.1 Lanternas indicadoras de direção

Verificar estado geral, posicionamento, funcionamento e cor da luz emitida.

Critério(s) de reprovação: É motivo de reprovação a constatação da(s) seguinte(s) ocorrência(s), dentre outras previstas em regulamentação específica:

- Uma ou mais não funcionam.
- Comutação deficiente.
- Frequência irregular.
- Visualização deficiente.
- Conservação deficiente.
- Cor não regulamentada.
- Fixação deficiente.
- Posicionamento não regulamentado.

7.3.2.2 Lanternas de posição

Verificar estado geral, posicionamento, funcionamento e cor da luz emitida.

Critério(s) de reprovação: É motivo de reprovação a constatação da(s) seguinte(s) ocorrência(s), dentre outras previstas em regulamentação específica:

- Uma ou mais não funcionam.
- Interruptor com atuação deficiente.
- Visualização deficiente.
- Conservação deficiente.
- Cor não regulamentada.
- Fixação deficiente.
- Posicionamento não regulamentado.

7.3.2.3 Lanternas de freio

Verificar estado geral, posicionamento, funcionamento e cor da luz emitida.

Critério(s) de reprovação: É motivo de reprovação a constatação da(s) seguinte(s) ocorrência(s), dentre outras previstas em regulamentação específica:

- Uma ou as duas não funcionam.
- Visualização deficiente.

- Conservação deficiente.
- Cor não regulamentada.
- Fixação deficiente.
- Posicionamento não regulamentado.

7.3.2.4 Lanterna de freio elevada

Em caso de sua existência, verificar quanto ao estado geral, posicionamento, funcionamento e cor da luz emitida.

Critério(s) de reprovação: É motivo de reprovação a constatação da(s) seguinte(s) ocorrência(s), dentre outras previstas em regulamentação específica:

- Funcionamento não conforme.
- Cor não regulamentada.
- Fixação deficiente.
- Localização não regulamentada.

7.3.2.5 Lanternas de marcha-à-ré (quando obrigatórias)

Verificar estado geral, posicionamento, funcionamento e cor da luz emitida.

Critério(s) de reprovação: É motivo de reprovação a constatação da(s) seguinte(s) ocorrência(s), dentre outras previstas em regulamentação específica:

- Funcionamento deficiente.
- Cor não regulamentada.
- Conservação deficiente.
- Fixação deficiente.
- Posicionamento não regulamentado.

7.3.2.6 Lanternas delimitadoras e lanternas laterais

Verificar estado geral, posicionamento, funcionamento e cor da luz emitida.

Critério(s) de reprovação: É motivo de reprovação a constatação da(s) seguinte(s) ocorrência(s), dentre outras previstas em regulamentação específica:

- Inexistentes, quando obrigatórias.
- Uma ou mais não funcionam.
- Conservação deficiente.
- Cor não regulamentada.
- Fixação deficiente.
- Posicionamento não regulamentado.

7.3.2.7 Luzes intermitentes de advertência

Verificar o funcionamento.

Critério(s) de reprovação: É motivo de reprovação a constatação da(s) seguinte(s) ocorrência(s), dentre outras previstas em regulamentação específica:

- Funcionamento deficiente.

7.3.2.8 Retrorrefletores

Verificar o estado geral, posicionamento e cor.

Critério(s) de reprovação: É motivo de reprovação a constatação da(s) seguinte(s) ocorrência(s), dentre outras previstas em regulamentação específica:

- Inexistentes, quando obrigatórios.
- Conservação/fixação deficiente.

7.3.2.9 Faixas refletivas

Verificar o estado geral, posicionamento, cor e eficiência.

Existência obrigatória em veículos das categorias N1, N2 e N3, conforme legislação vigente.

Critério(s) de reprovação: É motivo de reprovação a constatação da(s) seguinte(s) ocorrência(s), dentre outras previstas em regulamentação específica:

- Inexistentes, quando obrigatórias.
- Conservação/fixação deficiente.
- Falta de eficiência.

7.3.3 Sistema de iluminação

7.3.3.1 Faróis principais

7.3.3.1.1 Inspeção visual

Verificar estado geral, posicionamento, funcionamento, cor da luz emitida e comutação elétrica.

Critério(s) de reprovação: É motivo de reprovação a constatação da(s) seguinte(s) ocorrência(s), dentre outras previstas em regulamentação específica:

- Um ou mais não funcionam adequadamente.
- Conservação dos faróis e/ou superfícies refletoras deficiente.
- Comutação alta/baixa inoperante.
- Cor emitida não regulamentada.
- Fixação deficiente.
- Aplicação de pintura ou películas sobre as lentes.

7.3.3.1.2 Inspeção mecanizada

Verificar a regulagem dos faróis, conforme indicações a seguir:

- a) Posicionar o regloscópio junto ao farol conforme recomendações do fabricante do aparelho e posicionar seu dispositivo de ajuste ao tipo de veículo conforme a Tabela 1;

- b) Os faróis devem ser inspecionados individualmente, com o motor do veículo em funcionamento, em marcha lenta;
- c) Verificar a intensidade luminosa dos faróis baixos. A intensidade máxima permitida é de 1 lux, na região escura da tela do regloscópio;
- d) Verificar os alinhamentos vertical e horizontal dos faróis baixos. Uma regulagem correta deve proporcionar uma região claro/escuro, cujo limite deve coincidir com as linhas de referência da tela do regloscópio;
- e) Os centros dos fechos luminosos dos faróis altos devem coincidir com a marca central da tela do regloscópio.

Critério(s) de reprovação: É motivo de reprovação a constatação da(s) seguinte(s) ocorrência(s), dentre outras previstas em regulamentação específica:

- Farol desalinhado.
- Facho baixo com ofuscamento acima de 1 lux.

Tabela 1 - Ajuste do Regloscópio

Veículos em que a distância entre a borda superior do refletor do farol e o solo é menor que 140 cm	
Veículos das categorias M1, M2 e N1	12
Veículos com suspensão de nível regulável e com compensador automático de inclinação do fecho luminoso Caminhão trator (categoria N3)	10
Caminhões (categoria N2) Ônibus (categorias M2 e M3)	30
Veículos de qualquer categoria em que a distância entre a borda superior do refletor do farol e o solo é maior que 140 cm	H/3

Nota 1: O regloscópio simula um plano perpendicular ao solo e ao eixo longitudinal do veículo, a uma distância de 10 m do farol, possuindo dispositivo de ajuste ao tipo de veículo.

Nota 2: As posições do dispositivo de ajuste ao tipo de veículo correspondem à distância "e".

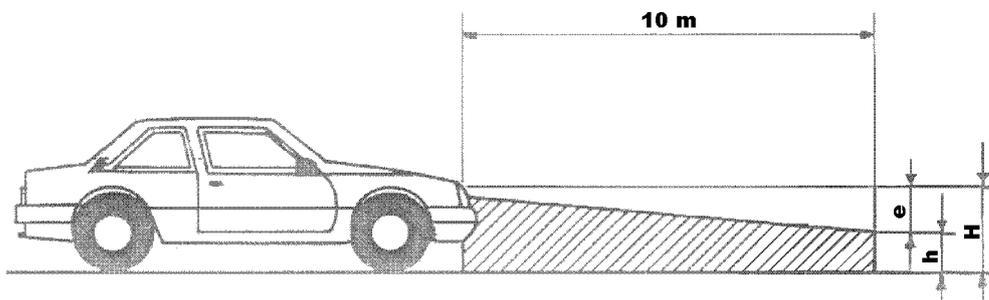
Nota 3: Os parâmetros "e" e "H" são os indicados na figura 1, onde:

H - distância (em centímetros) do centro geométrico do farol ao solo;

h - distância (em centímetros) da linha inferior claro-escuro ao solo, medida em um plano perpendicular ao solo e ao eixo longitudinal do veículo, a uma distância de 10 m do farol;

e = H – h (em centímetros).

Figura 1



7.3.3.2 Faróis de neblina (uso facultativo)

Verificar estado geral, fixação, posicionamento, funcionamento, regulagem e cor da luz emitida.

O funcionamento deve ser independente dos faróis de luz alta e baixa;

Critério(s) de reprovação: É motivo de reprovação a constatação da(s) seguinte(s) ocorrência(s), dentre outras previstas em regulamentação específica:

- Só um funciona.
- Conservação/fixação deficiente.
- Quantidade/localização/cor não regulamentada.
- Acionamento dos faróis não independente dos demais.

7.3.3.3 Faróis de longo alcance (uso facultativo)

Verificar estado geral, fixação, posicionamento, funcionamento, regulagem e cor da luz emitida.

O funcionamento somente deve ser possível com os faróis de luz alta ligados;

Critério(s) de reprovação: É motivo de reprovação a constatação da(s) seguinte(s) ocorrência(s), dentre outras previstas em regulamentação específica:

- Só um funciona.
- Conservação/fixação deficiente.
- Quantidade/localização/cor não regulamentada.
- Acionamento independente da luz alta.

7.3.3.4 Lanterna de iluminação da placa traseira

Verificar estado geral, fixação, posicionamento, funcionamento e cor da luz emitida.

Esta lanterna deve acender simultaneamente às lanternas indicadoras de posição.

Critério(s) de reprovação: É motivo de reprovação a constatação da(s) seguinte(s) ocorrência(s), dentre outras previstas em regulamentação específica:

- Funcionamento deficiente.
- Conservação deficiente.
- Cor não regulamentada.
- Localização/fixação não conforme.

7.3.3.5 Luzes do painel

Com as lanternas de posição e o motor ligados, verificar o funcionamento das luzes de iluminação do painel e lâmpadas-piloto do farol de luz alta e das lanternas indicadoras de direção (pisca-pisca).

As luzes de testemunha para a bateria e pressão de óleo do motor, ao se ligar o veículo, devem acender-se por alguns segundos e apagar-se com o funcionamento do motor

Acionando-se o indicador de direção, com o veículo em funcionamento e posicionando-se a chave seletora de direção para uma das posições, a luz de testemunha deve piscar intermitentemente. A luz indicadora de comutação do fecho alto, deve acender-se quando do acionamento do mesmo.

Critério(s) de reprovação: É motivo de reprovação a constatação da(s) seguinte(s) ocorrência(s), dentre outras previstas em regulamentação específica:

- Funcionamento deficiente da iluminação do painel.
- Funcionamento deficiente das luzes-piloto.

7.3.4 Sistema de freios

7.3.4.1 Inspeção mecanizada dos freios de serviço

7.3.4.1.1 Inspeção do equilíbrio de funcionamento dos freios de serviço dianteiros

Conduzir o veículo posicionando as rodas dianteiras sobre os rolos do frenômetro e acioná-lo. Em seguida, o condutor pressionará gradualmente o pedal de freio, com o motor ligado, até ocorrer deslizamento dos pneus sobre os rolos ou atingir-se a máxima força.

Nessa fase são registradas as forças indicadas no frenômetro para cada uma das rodas do eixo dianteiro e, em função destas, obtêm-se os valores de eficiência por roda e o desequilíbrio.

Critério(s) de reprovação: É motivo de reprovação a constatação da(s) seguinte(s) ocorrência(s), dentre outras previstas em regulamentação específica:

- Desequilíbrio por eixo superior a 20%.

7.3.4.1.2 Inspeção do equilíbrio de funcionamento dos freios de serviço traseiros e/ou demais eixos

Após testado o eixo dianteiro, avançar com o veículo, posicionar as rodas do eixo traseiro e dos demais eixos sucessivamente, quando existentes nos rolos do frenômetro e repetir as operações do item anterior.

Critério(s) de reprovação: É motivo de reprovação a constatação da(s) seguinte(s) ocorrência(s), dentre outras previstas em regulamentação específica:

- Desequilíbrio por eixo superior a 20%.

7.3.4.1.3 Inspeção da eficiência total de frenagem

A eficiência total de frenagem é fornecida automaticamente pelo frenômetro, após testados todos os eixos do veículo.

Critério(s) de reprovação: É motivo de reprovação a constatação da(s) seguinte(s) ocorrência(s), dentre outras previstas em regulamentação específica:

- Eficiência total de frenagem abaixo de 55% em veículos das categorias M1, M2 e N1.

- Eficiência total de frenagem abaixo de 50% em veículos das categorias M3, N2 e N3.

7.3.4.2 Inspeção mecanizada dos freios de estacionamento

Com as rodas do eixo onde atua o freio de estacionamento posicionadas sobre os rolos do frenômetro, o condutor do veículo deve acionar lenta e gradualmente o freio de estacionamento até ocorrer o deslizamento dos pneus sobre os rolos ou atingir a força máxima. Com os valores obtidos, o frenômetro automaticamente calcula e fornece a eficiência total de frenagem do freio de estacionamento.

Critério(s) de reprovação: É motivo de reprovação a constatação da(s) seguinte(s) ocorrência(s), dentre outras previstas em regulamentação específica:

- Eficiência menor que 18%.

7.3.4.3 Inspeção visual

7.3.4.3.1 Comandos

Verificar o curso da alavanca do freio de estacionamento sua trava, cabos e folgas. No freio de serviço verificar o curso do pedal do freio, folgas, tempo de retorno do pedal e fixação.

Critério(s) de reprovação: É motivo de reprovação a constatação da(s) seguinte(s) ocorrência(s), dentre outras previstas em regulamentação específica:

- Estanqueidade deficiente.
- Fixação inadequada de qualquer dos comandos.
- Curso excessivo ou retorno lento do pedal do freio de serviço.
- Curso/folga excessiva do comando do freio de estacionamento.
- Trava do freio de estacionamento inoperante.
- Cabo do freio de estacionamento deteriorado.

7.3.4.3.2 Servofreio

Verificar o estado geral e o funcionamento.

Critério(s) de reprovação: É motivo de reprovação a constatação da(s) seguinte(s) ocorrência(s), dentre outras previstas em regulamentação específica:

- Conservação deficiente.
- Funcionamento deficiente.

7.3.4.3.3 Reservatório do líquido de freio

Verificar o nível do líquido de freio, fixação, estanqueidade, conservação do reservatório e condições da tampa.

Critério(s) de reprovação: É motivo de reprovação a constatação da(s) seguinte(s) ocorrência(s), dentre outras previstas em regulamentação específica:

- Tampa inexistente ou deficiente.
- Conservação deficiente.
- Falta de estanqueidade.

- Nível de líquido insuficiente.
- Fixação deficiente.

7.3.4.6 Reservatório de ar/vácuo

Verificar o estado geral, estanqueidade, fixação e o tempo de enchimento.

Em veículos que possuam sistema pneumático, deve-se descarregar todo o sistema com o veículo desligado, até a pressão chegar a 0 Pa. Em seguida aciona-se o motor e verifica-se o tempo de elevação da pressão do reservatório de ar em 1 bar, lida no manômetro do veículo, que deve ser de, no máximo, um minuto, com o motor em rotação máxima.

Critério(s) de reprovação: É motivo de reprovação a constatação da(s) seguinte(s) ocorrência(s), dentre outras previstas em regulamentação específica:

- Fixação/conservação deficiente.
- Tempo de enchimento inadequado.
- Falta de estanqueidade.

7.3.4.7 Circuito de freio (tubulações, conexões, cilindro-mestre, manômetros, válvulas e servomecanismo)

Verificar o estado geral, fixação, estanqueidade, funcionamento dos manômetros e válvulas e a permanência do pedal na posição após acionado.

As tubulações devem ser verificadas quanto a corrosão, amassamentos, dobras e a correta fixação em seus suportes. Os flexíveis não podem apresentar rachaduras nem ressecamentos. Deve-se verificar os possíveis vazamentos em todo o circuito. Deve-se verificar a fixação da válvula principal de acionamento do sistema (cilindro mestre).

A verificação da estanqueidade em sistemas hidráulicos deve ser realizada através do acionamento do pedal de freio com força moderada e constante, por cerca de 30 segundos, avaliando-se a estabilidade da posição do pedal que não deve ceder.

A verificação da estanqueidade em sistemas pneumáticos deve ser realizada em duas posições do pedal, a meio curso e a curso total, estando o reservatório com a pressão de serviço. Deve-se descarregar todo o sistema com o veículo desligado, até a pressão chegar a 0 Pa. Em seguida aciona-se o motor até o carregamento do sistema com a pressão de serviço. Posteriormente desliga-se o motor e aciona-se o pedal do freio por 30 segundos, verificando se ocorre queda contínua da pressão do sistema.

Critério(s) de reprovação: É motivo de reprovação a constatação da(s) seguinte(s) ocorrência(s), dentre outras previstas em regulamentação específica:

- Conservação/fixação deficiente.
- Falta de estanqueidade.
- Válvula(s) danificada(s).
- Manômetro inoperante ou danificado.

7.3.4.8 Discos, freio a disco, tambores, freio a tambor e outros componentes, quando visíveis e/ou acessíveis

Verificar o estado geral e estanqueidade.

Critério(s) de reprovação: É motivo de reprovação a constatação da(s) seguinte(s) ocorrência(s), dentre outras previstas em regulamentação específica:

- Conservação/fixação deficiente.
- Falta de estanqueidade.

7.3.5 Sistema de direção

7.3.5.1 Inspeção mecanizada de alinhamento

Conduzir o veículo na velocidade especificada pelo fabricante do equipamento por sobre a placa para verificação de alinhamento, com as mãos do condutor fora do volante de direção e sem frear ou acelerar o veículo.

Critério(s) de reprovação: É motivo de reprovação a constatação da(s) seguinte(s) ocorrência(s), dentre outras previstas em regulamentação específica:

- Desalinhamento superior a 7 m/km.

7.3.5.2 Volante e coluna

Verificar o estado geral e avaliar as folgas axiais e radiais do sistema, através de movimentação do volante, sem provocar movimento nas rodas.

Verificar a existência de junta de absorção para segurança, ou opcionalmente, de coluna segmentada, ligada por juntas universais.

O sistema de direção deve estar isento de soldas ou emendas.

O diâmetro do volante de direção pode ser até 20% menor que o volante original.

Critério(s) de reprovação: É motivo de reprovação a constatação da(s) seguinte(s) ocorrência(s), dentre outras previstas em regulamentação específica:

- Folga superior a 1/4 de volta do volante.
- Conservação inadequada.
- Volante não conforme ou com fixação deficiente.
- Folgas axiais excessivas.
- Inexistência de junta de absorção/coluna segmentada.

7.3.5.3 Inspeção de funcionamento do sistema

Girando o volante totalmente para ambos os lados, verificar se o movimento é feito livremente, sem pontos de retenção. Em veículos equipados com sistema servo-assistido, verificar também se, com o motor funcionando, o esforço para movimentar o volante diminui sensivelmente, em comparação com o esforço exigido com o motor desligado.

Critério(s) de reprovação: É motivo de reprovação a constatação da(s) seguinte(s) ocorrência(s), dentre outras previstas em regulamentação específica:

- Funcionamento irregular.
- Esforço excessivo para girar o volante.
- Desequilíbrio no esforço para girar o volante para um lado em comparação com o outro.

7.3.5.4 Mecanismo, barras e braços

Com o veículo posicionado no fosso ou no elevador, acionar o equipamento para verificação de folgas e verificar o estado geral dos componentes, a fixação do mecanismo da direção, folgas dos terminais e da caixa de direção, presença de vazamentos acentuados de óleo/graxa da caixa de direção e o estado das coifas. A barra de direção não deve apresentar trincas, rachaduras e amassamentos. Não se permitem soldas ou emendas em componentes do sistema de direção;

Critério(s) de reprovação: É motivo de reprovação a constatação da(s) seguinte(s) ocorrência(s), dentre outras previstas em regulamentação específica:

- Conservação inadequada.
- Reparação inadequada.
- Fixação deficiente do mecanismo da direção.
- Presença de trincas ou rachaduras nas barras ou braços.
- Presença de deformações e/ou sinais de soldagem.
- Vazamentos de óleo da caixa de direção.
- Coifa solta e/ou danificada.

7.3.5.5 Articulações

Com o veículo posicionado no fosso ou no elevador, acionar o equipamento para verificação de folgas e verificar o estado geral das articulações/terminais, a existência de elementos de trava e as folgas.

Critério(s) de reprovação: É motivo de reprovação a constatação da(s) seguinte(s) ocorrência(s), dentre outras previstas em regulamentação específica:

- Conservação inadequada.
- Reparação inadequada.
- Folgas/desgastes excessivos.
- Deformação/sinais de soldagem.
- Ausência de elementos de trava.

7.3.5.6 Servo-direção hidráulica (quando aplicável)

Com o veículo posicionado no fosso ou no elevador e com o motor ligado, verificar a estanqueidade do sistema e o estado geral da correia de acionamento da bomba hidráulica.

Critério(s) de reprovação: É motivo de reprovação a constatação da(s) seguinte(s) ocorrência(s), dentre outras previstas em regulamentação específica:

- Vazamento de fluido no sistema hidráulico.
- Correias em mau estado ou mal esticadas.
- Fixação dos flexíveis deficiente.

7.3.5.7 Amortecedor de direção (quando aplicável)

Com o veículo posicionado no fosso ou no elevador, verificar a estanqueidade, a fixação e o estado geral.

Critério(s) de reprovação: É motivo de reprovação a constatação da(s) seguinte(s) ocorrência(s), dentre outras previstas em regulamentação específica:

- Vazamento de óleo.

- Conservação/fixação deficiente.

7.3.6 Eixos e sistema de suspensão

7.3.6.1 Inspeção mecanizada do equilíbrio de funcionamento da suspensão dianteira em veículos das categorias M1 e N1 (aplicável também à categoria M2 quando a tara do veículo for compatível com o equipamento)

Conduzir o veículo até o banco de provas de suspensão, posicionando as rodas do eixo dianteiro sobre as placas do equipamento.

Acionando-se o equipamento, o veículo é testado quanto ao índice de transferência de peso individual de cada roda deste eixo e o equipamento calcula e fornece o índice de desequilíbrio de funcionamento da suspensão deste eixo.

Critério(s) de reprovação: É motivo de reprovação a constatação da(s) seguinte(s) ocorrência(s), dentre outras previstas em regulamentação específica:

- Desequilíbrio superior a 15%.

7.3.6.2 Inspeção mecanizada do equilíbrio de funcionamento da suspensão traseira em veículos das categorias M1 e N1 (aplicável também à categoria M2 quando a tara do veículo for compatível com o equipamento)

Conduzir o veículo até o banco de provas de suspensão, posicionando-se as rodas do eixo traseiro sobre as placas do equipamento.

Acionando-se o equipamento, o veículo é testado quanto ao índice de transferência de peso individual de cada roda deste eixo e o equipamento calcula e fornece o índice de desequilíbrio de funcionamento da suspensão deste eixo.

Critério(s) de reprovação: É motivo de reprovação a constatação da(s) seguinte(s) ocorrência(s), dentre outras previstas em regulamentação específica:

- Desequilíbrio superior a 15%.

7.3.6.3 Inspeção mecanizada da eficiência da suspensão individual por roda

Esta medida é fornecida automaticamente pelo equipamento, quando da realização dos ensaios descritos nos itens anteriores.

Critério(s) de reprovação: É motivo de reprovação a constatação da(s) seguinte(s) ocorrência(s), dentre outras previstas em regulamentação específica:

- Uma ou mais rodas com índice de transferência de peso menor que 15%.

7.3.6.4 Verificação do funcionamento da suspensão em veículos das categorias M3, N2 e N3 (aplicável também à categoria M2 quando a tara do veículo não for compatível com o equipamento)

Realizar ensaio de pista conforme o item 7.4.5 deste Regulamento Técnico.

7.3.6.5 Eixos

Com o veículo posicionado no fosso ou no elevador, acionar o equipamento para verificação de folgas e verificar o estado geral, presença de trincas, corrosão, deformações, fixação, empenamento e folgas.

Verificar as pontas/mangas de eixo quanto ao estado geral, corrosão, empenamento e fixação no eixo.

Verificar as folgas transversal e longitudinal nos rolamentos das rodas (oscilação em torno do eixo longitudinal). A folga não deve exceder a especificada pelo fabricante. Quando na coluna Pherson (funciona como articulação), verificar a folga segundo o eixo da coluna Pherson. Verificar a existência de eventuais ruídos que possam significar defeito.

Critério(s) de reprovação: É motivo de reprovação a constatação da(s) seguinte(s) ocorrência(s), dentre outras previstas em regulamentação específica:

- Conservação deficiente/empenamento.
- Fixação deficiente.
- Folgas excessivas.
- Uso de solda para recuperação/reparação.

7.3.6.6 Elementos elásticos (molas)

Com o veículo posicionado no fosso ou no elevador, verificar eventuais modificações das características originais e, após, acionar o equipamento para verificação de folgas e verificar o estado geral, fixação e folgas das molas e feixes.

Deve-se verificar a existência de trincas, corrosão e a ancoragem nas molas helicoidais/feixe. Para veículos que possuam feixe de molas, inspecionar a mola mestra quanto à ancoragem e verificar se não há molas auxiliares partidas. Verificar o estado geral da superfície (corrosão e pontos de concentração de tensão), o empenamento e a abertura entre as lâminas (máximo de 2 mm, exceto no parafuso mestre, sendo que as lâminas de feixes parabólicos não devem se tocar na área de funcionamento). Verificar se as lâminas, na região de atrito, estão lubrificadas ou têm um meio de separação com efeitos similares. Verificar o parafuso mestre e as abraçadeiras quanto ao estado geral, alinhamento e fixação.

Deve-se verificar a barra de torção (quando aplicável) quanto ao seu estado geral e se suas buchas estão ressecadas e/ou cortadas.

No caso de molas de fabricação específica para o veículo inspecionado, devem ser consideradas as seguintes normas técnicas:

- a) NBR 9180 - feixe de molas;
- b) NBR 7331 e NBR 9802 - mola helicoidal;
- c) NBR 8354 - grampos;
- d) NBR 5385 - abraçadeiras.

Nota: Outros tipos de suspensão devem ser acompanhados de projeto construtivo e memória de cálculo.

No caso de molas e componentes provenientes de veículos de série, sua capacidade de carga deve ser equivalente à do veículo inspecionado.

Critério(s) de reprovação: É motivo de reprovação a constatação da(s) seguinte(s) ocorrência(s), dentre outras previstas em regulamentação específica:

- Conservação/fixação deficiente.
- Deformações permanentes.

- Modificações das características originais.
- Folgas excessivas.

7.3.6.7 Elementos absorvedores de energia (amortecedores)

Com o veículo posicionado no fosso ou no elevador, acionar o equipamento para verificação de folgas e verificar o estado geral, fixação e vazamento de fluido hidráulico.

A haste do pistão não deve ter riscos profundos, oxidação ou incrustações e a superfície externa do amortecedor não deve apresentar corrosão e mossas. (quando visível)

Os amortecedores devem ser provenientes de veículos cuja utilização e cuja capacidade de carga sobre os eixos veiculares sejam compatíveis (análise comparativa).

O curso dos amortecedores deve estar adequado ao curso da suspensão. Os amortecedores podem atuar como batentes da suspensão desde que estejam especificados pelo fabricante para esta finalidade.

Critério(s) de reprovação: É motivo de reprovação a constatação da(s) seguinte(s) ocorrência(s), dentre outras previstas em regulamentação específica:

- Conservação/fixação deficiente.
- Vazamento de fluido hidráulico.

7.3.6.8 Elementos estruturais (braços, suportes e tensores)

Com o veículo posicionado no fosso ou no elevador, acionar o equipamento para verificação de folgas e verificar o estado geral, fixação e folgas.

No quadro geral ou travessa, verificar a existência de trincas, amassados profundos, emendas preenchidas com materiais plásticos e oxidação e sua fixação à estrutura principal do veículo.

Nos braços da suspensão (bandeja), verificar a existência de soldas, corrosão, empenamentos, emendas e amassados profundos. Verificar também, a fixação dos braços na travessa ou quadro central.

Deve-se verificar a cinemática do sistema para ver se não está trabalhando forçado ou se gera interferência com outro elemento ou com o chassi.

Critério(s) de reprovação: É motivo de reprovação a constatação da(s) seguinte(s) ocorrência(s), dentre outras previstas em regulamentação específica:

- Presença de trincas ou deformações significativas.
- Conservação/fixação deficiente.
- Folgas excessivas.
- Uso de solda para recuperação/reparação.

7.3.6.9 Elementos de articulação

Com o veículo posicionado no fosso ou no elevador, acionar o equipamento para verificação de folgas e verificar o estado geral, fixação e folgas.

Verificar o suporte de articulação (jumelo) quanto ao estado geral. Forçar lateralmente para verificar a folga no sistema. Verificar as buchas quanto à corrosão e envelhecimento úmido e por solventes. Verificar os pinos e suas travas.

Os terminais e os pivôs devem estar com os guarda-pós em perfeitas condições e não devem apresentar vazamentos.

Nas buchas dos braços da suspensão, quando metálicas, verificar a existência de corrosão, folgas e lubrificação. Quando de elastômero, devem possuir pouca folga, não devendo estar ressecadas e nem possuir cortes.

Critério(s) de reprovação: É motivo de reprovação a constatação da(s) seguinte(s) ocorrência(s), dentre outras previstas em regulamentação específica:

- Conservação/fixação deficiente.
- Folga excessiva.

7.3.6.10 Elementos de regulagem (excêntricos, calços, parafusos reguladores)

Com o veículo posicionado no fosso ou no elevador, acionar o equipamento para verificação de folgas e verificar o estado geral, fixação e folgas.

Verificar se há capacidade de regulagem dentro dos limites requeridos pela suspensão e se o dispositivo tem mecanismo de travamento irreversível, após ajustado.

Critério(s) de reprovação: É motivo de reprovação a constatação da(s) seguinte(s) ocorrência(s), dentre outras previstas em regulamentação específica:

- Conservação/fixação deficiente.
- Folga excessiva.

7.3.6.11 Elementos limitadores (batentes)

Com o veículo posicionado no fosso ou no elevador, verificar o estado geral e fixação.

Verificar quanto ao envelhecimento e solventes. Deve haver boa ancoragem ao chassi e boa coesão com as suas terminações metálicas. Verificar se trabalha apenas à compressão. As partes metálicas não devem estar corroídas.

Critério(s) de reprovação: É motivo de reprovação a constatação da(s) seguinte(s) ocorrência(s), dentre outras previstas em regulamentação específica:

- Inexistente(s).
- Conservação/fixação deficiente.

7.3.6.12 Elementos de fixação (grampos, parafusos, rebites)

Com o veículo posicionado no fosso ou no elevador, acionar o equipamento para verificação de folgas e verificar o estado geral e fixação.

Verificar os grampos quanto à corrosão e deformações. Verificar o aperto das porcas e seu travamento. Verificar a disposição em que estão, juntamente com as cobrejuntas ou orelhas de fixação, observando se está adequada estruturalmente a junção do feixe de molas ao eixo.

Critério(s) de reprovação: É motivo de reprovação a constatação da(s) seguinte(s) ocorrência(s), dentre outras previstas em regulamentação específica:

- Conservação/fixação deficiente.

7.3.6.13 Elementos complementares (estabilizadores)

Com o veículo posicionado no fosso ou no elevador, acionar o equipamento para verificação de folgas e verificar o estado geral e fixação.

Verificar a cinemática do conjunto barra estabilizadora-suspensão para ver se o conjunto não trabalha forçado.

Critério(s) de reprovação: É motivo de reprovação a constatação da(s) seguinte(s) ocorrência(s), dentre outras previstas em regulamentação específica:

- Inexistente quando obrigatório.
- Conservação/fixação deficiente.
- Folgas excessivas.
- Funcionamento forçado.

7.3.6.14 Suspensão pneumática. (quando aplicável)

Com o veículo posicionado no fosso ou no elevador, verificar o estado geral, fixação e estanqueidade do sistema.

Critério(s) de reprovação: É motivo de reprovação a constatação da(s) seguinte(s) ocorrência(s), dentre outras previstas em regulamentação específica:

- Conservação/fixação deficiente.
- Falta de estanqueidade.

7.3.7 Pneus e rodas

7.3.7.1 Desgaste da banda de rodagem

Através de inspeção visual dos indicadores de desgastes e, quando necessário, com o auxílio do verificador de profundidade, verificar o desgaste da banda de rodagem.

Critério(s) de reprovação: É motivo de reprovação a constatação da(s) seguinte(s) ocorrência(s), dentre outras previstas em regulamentação específica:

- Um ou mais pneus com profundidade de sulco menor que 1,6 mm em qualquer parte do pneu.

7.3.7.2 Tamanho e tipo dos pneus

Verificar o tamanho e tipo dos pneus, os quais devem estar de acordo com a especificação do fabricante do veículo.

Critério(s) de reprovação: É motivo de reprovação a constatação da(s) seguinte(s) ocorrência(s), dentre outras previstas em regulamentação específica:

- Em desacordo com as especificações do fabricante.
- Existência de pneu reformado no eixo dianteiro de veículo das categorias M2 ou M3.

7.3.7.3 Simetria dos pneus e rodas

Verificar a simetria dos pneus e rodas no mesmo eixo, ou seja, que o tipo de construção da carcaça, o tipo de construção da roda, as dimensões e capacidade de carga dos pneus e a montagem sejam idênticos em ambos os lados do eixo.

Critério(s) de reprovação: É motivo de reprovação a constatação da(s) seguinte(s) ocorrência(s), dentre outras previstas em regulamentação específica:

- Pneus e/ou rodas diferentes no mesmo eixo.

- Montagem simples e dupla no mesmo eixo.

7.3.7.4 Estado geral dos pneus

Verificar o estado geral dos pneus.

Pneus com reparos de emergência, com a colocação de manchões, cortes profundos nas bandas mostrando descontinuidade do reforço do tecido, bolhas ou ainda, cortes nos ombros ou indícios de ressuscagem devem ser reprovados.

Pneumáticos reformados devem ter a gravação do nome da empresa reformadora e respectivo número de seu CNPJ.

Critério(s) de reprovação: É motivo de reprovação a constatação da(s) seguinte(s) ocorrência(s), dentre outras previstas em regulamentação específica:

- Existência de bolhas.
- Existência de cortes ou quebras com exposição dos cordões.
- Existência de separação da banda de rodagem.

7.3.7.5 Estado geral das rodas ou aros desmontáveis

Verificar o estado geral das rodas ou aros desmontáveis e elementos de fixação.

Verificar existência de rodas que se sobressaiam à carroçaria.

É vedado o uso de adaptadores de furação de rodas (p.ex.: 5 para 4 furos), assim como a prática de refuração de tambores com readaptação de parafusos.

As rodas de fabricação própria devem atender a legislação vigente.

Critério(s) de reprovação: É motivo de reprovação a constatação da(s) seguinte(s) ocorrência(s), dentre outras previstas em regulamentação específica:

- Falta de um ou mais elementos de fixação por roda.
- Amassamentos que comprometam a fixação da roda e/ou ocasionem perda de ar.
- Existência de trincas.
- Rodas recuperadas/reparadas em veículos das categorias M2 ou M3.
- Empenamento acentuado.
- Corrosão acentuada.
- Existência de uma ou mais rodas que se sobressaiam à carroçaria.
- Não conformes com a legislação.

7.3.8 Sistemas e componentes complementares

7.3.8.1 Portas e tampas

Verificar o estado geral de seus componentes, condições de abertura e fechamento, funcionamento das maçanetas das portas e das fechaduras e trincos.

Deve-se verificar o funcionamento das portas e tampas, se estão abrindo e fechando sem folgas excessivas. As fechaduras e travas deverão possuir segunda trava ou segundo estágio (exceto a tampa traseira). Verificar ainda o correto funcionamento das travas de segurança, de modo que, uma vez acionadas, tornem inoperante o acionamento das fechaduras pelo lado externo.

No caso de fabricação própria de fechos, travas ou dobradiças, os mesmos devem ser testados conforme a Resolução Contran nº 486/74.

Critério(s) de reprovação: É motivo de reprovação a constatação da(s) seguinte(s) ocorrência(s), dentre outras previstas em regulamentação específica:

- Porta(s) e/ou tampa(s) com componentes corroídos ou deteriorados.
- Tampa(s) com deficiências de abertura e/ou fechamento.
- Porta(s) com deficiências de abertura e/ou fechamento.
- Dupla posição de bloqueio das portas inoperante.

7.3.8.2 Vidros e janelas

Verificar a existência dos vidros e janelas, sua conservação, folgas, visibilidade, ancoragem e o funcionamento do sistema de acionamento.

Verificar se há deslocamento na ancoragem dos encaixes quando, com as mãos, aplica-se uma pressão sobre os vidros. Os vidros devem conter a gravação da identificação do fabricante e da transparência mínima.

Os vidros, assim como películas aplicadas por sobre os vidros, devem atender à legislação de trânsito vigente.

Critério(s) de reprovação: É motivo de reprovação a constatação da(s) seguinte(s) ocorrência(s), dentre outras previstas em regulamentação específica:

- Ausência de vidro.
- Vidro/janela com ancoragem/fixação deficiente.
- Vidro ou película não regulamentados.
- Sistema de acionamento dos vidros deficiente.

7.3.8.3 Bancos

Verificar a estrutura, travas e fixação, as folgas e o estado de conservação dos bancos, que não devem apresentar rasgos, falhas de costura, molas soltas, saliências ou falhas no seu enchimento, que comprometam a segurança.

Os encostos não devem possuir folgas excessivas, quando em posição travada.

As travas de segurança do trilho de regulagem de altura e do encosto devem estar em perfeito funcionamento.

Devem ser utilizados, de preferência, bancos aprovados pelos fabricantes de veículos. Caso contrário os bancos devem ser ensaiados conforme Resolução Contran nº 463/73.

Os bancos devem estar fixados em locais que assegurem resistência mecânica e os parafusos, trilhos e ancoragens devem ser compatíveis com os esforços solicitados.

As travas de segurança, obrigatórias no encosto, no trilho do assento e na regulagem de posicionamento do encosto, devem ter resistência compatível com a resistência do banco, não devendo permitir movimentação do banco quando submetido a esforço, em sua diversas posições.

Critério(s) de reprovação: É motivo de reprovação a constatação da(s) seguinte(s) ocorrência(s), dentre outras previstas em regulamentação específica:

- Estrutura comprometida do banco.
- Fixação deficiente do banco.
- Funcionamento deficiente das travas do assento e/ou encosto do banco do condutor.

7.3.8.4 Sistema de alimentação de combustível

Com o veículo posicionado no fosso ou elevador, verificar vazamentos, fixação e estado geral dos componentes.

A tampa do reservatório de combustível deve estar adequadamente posicionada e oferecer a devida vedação quanto a vazamentos.

O reservatório de combustível não deve possuir oxidação, amassados profundos, sua fixação deve estar adequada, devendo estar localizado em posição protegida contra colisões.

A tubulação de combustível deve estar em perfeito estado de conservação, não devendo apresentar vazamentos, amassados, cortes, grandes vincos, posicionada em local apropriado (fora do habitáculo) e devidamente conectada e fixada.

Critério(s) de reprovação: É motivo de reprovação a constatação da(s) seguinte(s) ocorrência(s), dentre outras previstas em regulamentação específica:

- Vazamento de combustível.
- Conservação/fixação deficiente.
- Não existência/deficiência da tampa do reservatório.

7.3.8.5 Sistema de exaustão dos gases

Com o veículo posicionado no fosso ou elevador e com o motor em funcionamento, verificar o estado geral, corrosão, fixação e vazamento de gases.

Deve-se verificar a existência e condições da mangueira de retorno dos gases do cárter.

O sistema de exaustão não deve apresentar furos ou juntas de vedação danificadas que permitam vazamentos de gases, nem partes descobertas passando pelo lado externo do veículo que possam causar queimaduras às pessoas.

Em veículos modificados que tiveram alterações no sistema de exaustão e nos veículos de fabricação artesanal devem ser verificados os níveis de ruído, de emissão de gases poluentes, e opacidade, conforme a legislação vigente.

Critério(s) de reprovação: É motivo de reprovação a constatação da(s) seguinte(s) ocorrência(s), dentre outras previstas em regulamentação específica:

- Corrosão acentuada.
- Vazamento de gases.
- Fixação deficiente.
- Nível de ruído não conforme.
- Nível de emissão de gases poluentes ou opacidade não conforme.

7.3.8.6 Sistema de engate do veículo trator

Verificar o estado geral e fixação do sistema.

Critério(s) de reprovação: É motivo de reprovação a constatação da(s) seguinte(s) ocorrência(s), dentre outras previstas em regulamentação específica:

- Conservação/fixação deficiente.

7.3.8.7 Carroçaria

7.3.8.7.1 Componentes gerais

Com o veículo no fosso ou elevador, verificar o estado de conservação da carroçaria e seus elementos, quanto à corrosão, trincas, deformações e a presença de saliências cortantes.

Devem ser examinadas todas as partes salientes do veículo, as quais devem estar de acordo com as condições originais de fabricação. Em caso de acessórios não originais, estes devem estar instalados de forma a não oferecerem riscos.

Deve-se verificar a integridade dos elementos internos do habitáculo, para que não ofereçam riscos aos passageiros.

Deve-se verificar a existência de pontos de corrosão que possam comprometer os elementos estruturais, ou qualquer outra parte que coloque em risco o seu perfeito funcionamento, inclusive quanto à segurança dos usuários e transeuntes.

Deve-se verificar visualmente, se o teto não incorre em falta de resistência estrutural. Para as adaptações de teto solar, deve ser verificado se foi compensada a perda de resistência estrutural eventualmente ocasionada pela respectiva abertura.

Deve-se verificar, no caso de teto convencional, escamoteável ou removível, se este, quando em uso, cumpre adequadamente sua função de proteção a intempérie, incluindo suas complementações laterais.

Deve-se verificar o estado geral do assoalho, quanto à existência de corrosão acentuada, de soldas expostas sem proteção, de buracos não vedados e de fendas na chapa e a compatibilidade entre resistência e carga através da aplicação de esforços compatíveis com os diversos locais examinados.

Deve-se verificar o estado geral e a existência de revestimento térmico e/ou acústico da parede corta fogo entre o compartimento do motor e o habitáculo.

A pintura deve atender à função de proteger as partes metálicas contra a oxidação, não devendo apresentar bolhas, trincas e outros indícios de existência de focos de corrosão. Deve também ter uma cor predominante, podendo ter faixas decorativas.

Critério(s) de reprovação: É motivo de reprovação a constatação da(s) seguinte(s) ocorrência(s), dentre outras previstas em regulamentação específica:

- Corrosão acentuada ou trincas que comprometam a integridade.
- Presença de saliências cortantes.
- Deformações estruturais.
- Não integridade dos elementos internos do habitáculo.
- Soldas inadequadas.
- Inexistência/conservação deficiente de revestimento e/ou da parede corta-fogo.
- Pintura deficiente.

7.3.8.7.2 Painel de instrumentos

Verificar o painel de instrumentos quanto à existência dos instrumentos e indicadores obrigatórios, assim como seu funcionamento, identificação e conformidade com a legislação de trânsito.

O painel de instrumentos deve ser dotado de velocímetro, hodômetro e indicador de combustível, além de luzes de testemunha para bateria, óleo do motor, indicador de direção e fecho de luz alto nas suas devidas cores ou identificados por seus símbolos.

Os interruptores ou acionadores de luz indicadora de direção, limpador de pára-brisa, comutador de fecho de luz (alto e baixo) e acionamento dos faróis devem ser identificados com símbolos próprios.

Critério(s) de reprovação: É motivo de reprovação a constatação da(s) seguinte(s) ocorrência(s), dentre outras previstas em regulamentação específica:

- Instrumento/indicador não conforme ou ausente.
- Instrumento/indicador deficiente.
- Ausência de identificação de instrumento/indicador.

7.3.8.7.3 Pára-lamas

Deve-se verificar o estado geral dos pára-lamas, que devem estar em perfeito estado de conservação e bem fixados.

Deve-se verificar se o pára-lama cobre toda a parte superior do pneu, de maneira a evitar a projeção centrífuga de lama ou partículas.

Nota: Para efeito desta verificação não se deve considerar prolongamentos flexíveis.

Critério(s) de reprovação: É motivo de reprovação a constatação da(s) seguinte(s) ocorrência(s), dentre outras previstas em regulamentação específica:

- Corrosão acentuada ou trincas que comprometam a integridade.
- Presença de saliências cortantes.
- Fixação deficiente.
- Funcionalidade deficiente.

7.3.8.7.4 Dimensões

Verificar e registrar as dimensões do veículo.

As dimensões do veículo devem atender ao previsto na legislação de trânsito, que estabelece a largura máxima de 2.600 mm e altura máxima de 4.400 mm. O comprimento máximo compreendido entre o veículo trator e o veículo rebocado é de 19.800 mm. O balanço traseiro máximo é de 3.500 mm.

Critério(s) de reprovação: É motivo de reprovação a constatação da(s) seguinte(s) ocorrência(s), dentre outras previstas em regulamentação específica:

- Dimensão em desacordo com a legislação de trânsito.

7.3.8.8 Instalação elétrica e bateria

Verificar fixação, estado geral e conexões.

Deve-se verificar a fixação da bateria e sua proteção contra eventual curto circuito.

Deve-se verificar a fiação interna do veículo, que não deve apresentar emendas desprotegidas ou mal fixadas e estar conforme a Resolução Contran nº 680/87, alterada pela Resolução Contran nº 692/88 e seus anexos.

Deve-se verificar a existência e a fixação da caixa de fusíveis.

Critério(s) de reprovação: É motivo de reprovação a constatação da(s) seguinte(s) ocorrência(s), dentre outras previstas em regulamentação específica:

- Conservação ou posicionamento inadequados/fixação deficiente da bateria.
- Conservação ou posicionamento inadequados/fixação deficiente da fiação/caixa de fusíveis.
- Conexões elétricas entre o veículo trator e o reboque ou semi-reboque deficientes.
- Sistema em desacordo com a legislação de trânsito.

7.3.8.9 Chassi/estrutura

7.3.8.9.1 Inspeção visual

Com o veículo no fosso ou elevador verificar se o chassi/estrutura do veículo, ao longo de toda sua extensão, apresenta fissuras, corrosão ou deformações acentuadas, que possam comprometer sua integridade.

Deve-se verificar a existência de pontos de corrosão na carroçaria, no chassi e nos demais complementos, que no caso de existirem, não devem comprometer os elementos estruturais, ou qualquer outra parte que coloque em risco o seu perfeito funcionamento, inclusive quanto à segurança dos usuários e transeuntes.

No caso de veículo que sofreu alongamento, verificar se as medidas estão compatíveis com a legislação vigente. As alterações estruturais introduzidas no chassi devem estar de acordo com as instruções do seu fabricante.

As abas das longarinas e das travessas não podem estar perfuradas, exceto nos casos previstos pelo fabricante do veículo. Sempre que possível deve-se usar os furos já existentes nas almas das longarinas.

Quando necessário, podem ser acrescentados furos nas almas das longarinas, observando-se que:

- a) Seja mantida uma distância mínima de 50 cm da borda do furo até a face interna da aba;
- b) Os furos não possuam diâmetro maior que 19 mm;
- c) Não existam mais do que 04 (quatro) furos dentro de uma área incluída por duas linhas verticais separadas por 50 mm;
- d) Os furos devem estar distanciados entre si, no mínimo, em 02 (duas) vezes o diâmetro do maior furo;
- e) Os alongamentos/encurtamentos de chassi, onde existir solda que não esteja especificada pelo fabricante, devem possuir reforços na parte interna do chassi, especialmente na zona da aba, que tenham a mesma espessura da chapa do chassi e comprimento, no mínimo, de 02 (duas) vezes a extensão do cordão de solda. Neste casos a solda deve ser transversal, ter cordões contínuos, sem pontos intercalados.

No caso de plataformas (estrutura treliçada em substituição ao chassi tradicional de longarina) deve-se verificar as soldas, as possíveis rachaduras, os pontos de corrosão, etc.

Critério(s) de reprovação: É motivo de reprovação a constatação da(s) seguinte(s) ocorrência(s), dentre outras previstas em regulamentação específica:

- Presença de fissuras, corrosão, deformações acentuadas.
- Dimensionamento inadequado.
- Soldas irregulares.

7.3.8.9.2 Inspeção da resistência estrutural de veículos monobloco das categorias M1 e N1

Atestar, em veículo que sofreu substituição de conjuntos estruturais, a resistência de sua estrutura através do seguinte procedimento:

- a) Estabelecer, como pontos de referência, a parte superior dos amortecedores e medir sua distância ao solo;
- b) Carregar o veículo até atingir o seu PBT, através de lastros correspondentes aos pesos dos passageiros (70 kg/passageiro) e de sua carga útil;
- c) Suspender o veículo de modo que o mesmo fique apoiado em apenas 02 rodas, diagonalmente opostas. Os apoios devem ser colocados em linha diagonal ao veículo e as outras 02 rodas não devem estar apoiadas no solo;
- d) Manter o veículo nesta posição durante de uma hora, quando devem ser verificadas as interferências ocorridas nos elementos de suspensão, coxins e tubulações, travas, portas, tampas e elementos móveis da carroçaria, observando também ocorrências de trincas ou deformações estruturais do veículo.
- e) Descer o veículo, retirar os lastros, observar um tempo de repouso para que o sistema de suspensão volte à condição inicial e realizar novas medições da distância dos pontos de referência ao solo.
- f) Comparar as medições feitas antes e depois, verificando se houve ou não deformação permanente do monobloco. Uma diferença significativa entre as medidas comprova ter havido deformação no veículo.

Critério(s) de reprovação: É motivo de reprovação a constatação da(s) seguinte(s) ocorrência(s), dentre outras previstas em regulamentação específica:

- Ocorrência de trincas na estrutura.
- Ocorrência de deformações estruturais permanentes no veículo, comprovadas pela comparação de medidas antes e depois do teste.
- Interferências excessivas nos elementos móveis da carroçaria.
- Deslocamento e/ou quebra de qualquer dos vidros.

7.3.8.10 Sistema de arrefecimento

Verificar vazamentos no sistema, estado de conservação das mangueiras e correias e a fixação dos componentes do circuito.

Critério(s) de reprovação: É motivo de reprovação a constatação da(s) seguinte(s) ocorrência(s), dentre outras previstas em regulamentação específica:

- Vazamentos significativos do líquido de arrefecimento.
- Conservação/fixação deficiente.

7.3.8.11 Sistema de transmissão e seus elementos

Verificar o sistema de transmissão e seus elementos, tais como caixa de mudanças, juntas, diferencial, árvore de transmissão (quando existente) cruzetas e mancais intermediários, quanto a folgas anormais, vazamentos de óleo, ancoragem da caixa de mudança e do diferencial.

Verificar a conservação/fixação das coifas de proteção das juntas articuladas (homocinéticas), e seu cintamento.

Critério(s) de reprovação: É motivo de reprovação a constatação da(s) seguinte(s) ocorrência(s), dentre outras previstas em regulamentação específica:

- Conservação/fixação deficiente de elemento da transmissão.
- Coifas soltas ou danificadas.
- Vazamentos significativos.

7.4 Inspeção em pista

A inspeção em pista deve ser realizada como uma avaliação complementar à inspeção mecanizada.

Esta inspeção deve ser executada em velocidade compatível com as condições do local, não excedendo 80 km/h.

7.4.1 Funcionamento do velocímetro ou tacógrafo

Verificar o funcionamento do velocímetro ou tacógrafo.

Critério(s) de reprovação: É motivo de reprovação a constatação da(s) seguinte(s) ocorrência(s), dentre outras previstas em regulamentação específica:

- Funcionamento deficiente

7.4.2 Funcionamento do sistema de direção

Verificar o sistema de direção quanto ao seu funcionamento, não devendo ocorrer ruídos, rangidos no manuseio e nem desalinhamento em pista. Soltando-se o volante, o veículo não deverá ter tendência a derivar para os lados. O posicionamento do volante em relação ao painel, deve ser centralizado.

Critério(s) de reprovação: É motivo de reprovação a constatação da(s) seguinte(s) ocorrência(s), dentre outras previstas em regulamentação específica:

- Não funcionamento ou funcionamento deficiente

7.4.3 Eficiência de frenagem

Verificar a distância necessária para frenagem do veículo conforme a Tabela 2 abaixo. Na frenagem, o veículo não deve derivar para nenhum dos lados.

Verificar o empenamento dos discos ou a ovalização dos tambores, pressionando levemente o pedal do freio e, mantendo-se uma baixa velocidade, observar se o pedal oscila.

Verificar o travamento prematuro das rodas traseiras em frenagem.

M1	80	50,7
M2	60	36,7
M3	60	36,7
N1	80	61,2
N2	60	36,7
N3	60	36,7

Critério(s) de reprovação: É motivo de reprovação a constatação da(s) seguinte(s) ocorrência(s), dentre outras previstas em regulamentação específica:

- Distância de frenagem superior à estabelecida na Tabela 2.
- Desequilíbrio de frenagem.

7.4.4 Funcionamento do sistema de transmissão

Verificar com o veículo em velocidade de manobra e girando o volante ora totalmente para um lado e ora para outro, a existência de ruídos, estalos, vibrações ou qualquer outra sinalização que possa indicar defeito das juntas universais.

Verificar, desengrenando o veículo ao atingir a velocidade média de aproximadamente 60 km/h, em pista lisa, e mantendo-o em movimento pela própria inércia, a eventual ocorrência de ruídos, vibrações, etc. que possam indicar defeito em qualquer setor da transmissão, inclusive nos rolamentos das rodas.

Verificar se todas as marchas engrenam adequadamente, em operação normal do veículo, inclusive a marcha-à-ré.

Verificar, com acelerações intermitentes de modo a provocar solavancos na condução do veículo, se não há escape de marcha, especialmente na marcha (relação) mais longa da caixa.

Critério(s) de reprovação: É motivo de reprovação a constatação da(s) seguinte(s) ocorrência(s), dentre outras previstas em regulamentação específica:

- Funcionamento deficiente.
- Existência de ruídos, estalos ou vibrações anormais.
- Dificuldade de engrenamento das marchas.
- Escape de marcha.

7.4.5 Funcionamento do sistema de suspensão

Verificar a existência de ruídos ou folgas no sistema de suspensão, atentando para manutenção do alinhamento do veículo quando em movimento. A suspensão não deve permitir que o veículo sofra grandes trepidações e nem a perda de estabilidade em alta velocidade. Sobre pista irregular, o veículo não deve emitir ruídos oriundos do sistema de suspensão.

Em curvas sucessivas e de diferentes raios, deve-se verificar se a inclinação e as oscilações de roll do veículo são demasiadas, o que implica em perda de estabilidade direcional e desconforto para os passageiros.

Os pneumáticos não devem apresentar desbalanceamento, não devendo transmitir vibrações ao volante e ao sistema.

Critério(s) de reprovação: É motivo de reprovação a constatação da(s) seguinte(s) ocorrência(s), dentre outras previstas em regulamentação específica:

- Funcionamento deficiente.
- Inclinação excessiva do veículo para um dos lados.
- Traseira e/ou frente do veículo muito baixa.
- Trepidação e instabilidade do veículo, especialmente quando em alta velocidade.
- Condução do veículo muito dura, tendendo a pular em pistas irregulares.
- Inclinação acentuada do veículo nas curvas.

- Som de pancada ou som de guincho (rangendo) quando o veículo passa sobre pistas irregulares.
- Som de pancada forte vindo da suspensão dianteira quando o veículo faz curvas (que aumenta se as rodas estão livres de peso).
- Som de pancada surda vindo da parte de trás quando se acelera muito (veículo com tração traseira).
- Som de pancada vindo da frente do veículo durante a frenagem ou aceleração.

7.4.6 Dirigibilidade

Verificar se existe interferência ou dificuldade de acionamento dos pedais, do câmbio, facilidade de acionamento do freio de estacionamento, funcionamento do cinto de segurança do condutor, equipamentos e acessórios que interfiram na segurança do veículo.

Verificar, na posição do condutor do veículo, sob condições diversas de iluminação externa, a ocorrência de superfícies refletivas, dentro do campo de visão, que possam vir a causar ofuscamento do condutor, comprometendo a dirigibilidade do veículo.

Verificar quanto ao posicionamento dos passageiros, a facilidade de utilização do cinto de segurança, o acesso à entrada e saída do veículo ou outras irregularidades que possa constatar. Critério(s) de reprovação: É motivo de reprovação a constatação da(s) seguinte(s) ocorrência(s), dentre outras previstas em regulamentação específica:

- Dificuldade de acesso aos comandos/instrumentos.
- Ocorrência de superfícies refletivas ofuscantes.
- Dificuldades no posicionamento dos passageiros.

8. RESULTADO DA INSPEÇÃO

8.1 Concluída a inspeção do veículo rodoviário, o OIC deve registrar e manter registrados todos os resultados encontrados.

8.2 No caso da aprovação técnica na inspeção, deve ser emitido o CSV, cujo preenchimento deve ser realizado de acordo com a NIE-DQUAL-025 do Inmetro.

8.3 Uma das vias do documento fiscal emitido pelo OIC, referente ao serviço de inspeção, deve ser anexada à 1ª via do CSV.

Anexo - Lista de Inspeção de Veículos Rodoviários Automotores Modificados ou Fabricados Artesanalmente

1.0	Dados Gerais
1.1	Marca/modelo:
1.2	Nº do chassi ou placa do veículo:

2.0	Documentação do Veículo	A	R	OBS
2.1	Veículos modificados			
2.1.1	CRLV ou CRV ou documento fiscal de aquisição do veículo			
2.1.2	Documento do proprietário ou condutor do veículo			
2.1.3	Decalques do nº do chassi (02)			
2.2	Veículos fabricados artesanalmente			
2.2.1	Documento de identificação do proprietário ou condutor do veículo			
2.2.2	Desenho técnico com as dimensões e especificações técnicas do veículo			
2.2.3	Anotação de responsabilidade técnica (ART) do engenheiro responsável pelo projeto e fabricação do veículo			
2.2.4	Declaração do proprietário e do engenheiro responsável de que o veículo atende integralmente aos requisitos de segurança veicular pertinentes à legislação vigente, conforme projeto de engenharia e memorial descritivo arquivados sob sua responsabilidade.			

3.0	Pesos e Dimensões	A	R	OBS
3.1	Quantidade de eixos e rodas _____/_____			
3.2	Eixos motrizes (quantidade e localização) _____			
3.3	Distância entre eixos _____mm			
3.4	Comprimento externo _____mm			
3.5	Largura externa _____mm			
3.6	Altura com peso em ordem de marcha _____mm			
3.7	Balanço traseiro _____mm			
3.8	Altura livre do solo _____mm			
3.9	Peso do veículo em ordem de marcha _____N			
3.10	Distribuição do peso, por eixo, em ordem de marcha (N)			
3.11	Peso admissível por eixo _____N			
3.12	Capacidade de carga declarada pelo fabricante (N)			
3.13	Capacidade máxima de tração _____N			
3.14	PBT _____N			

Item	Descrição	A	R	OBS
7.3.1	Equipamentos obrigatórios e proibidos			
7.3.1.1	Pára-choques			
7.3.1.2	Espelhos retrovisores			
7.3.1.3	Limpador e lavador de pára-brisa			
7.3.1.4	Pára-sol			
7.3.1.5	Velocímetro			
7.3.1.6	Buzina			
7.3.1.7	Cintos de segurança			
7.3.1.8	Extintor de incêndio			
7.3.1.9	Triângulo de segurança			
7.3.1.10	Ferramentas			
7.3.1.11	Estepe			
7.3.1.12	Protetores de rodas traseiras de caminhões (quando aplicável)			
7.3.1.13	Tacógrafo (quando aplicável)			
7.3.1.14	Cinta de segurança da árvore de transmissão			
7.3.1.15	Detector de radar			
7.3.1.16	Tanque suplementar			
7.3.1.17	Farol traseiro			
7.3.1.18	Luzes intermitentes de sinalização de teto			
7.3.2	Sistema de sinalização			
7.3.2.1	Lanternas indicadoras de direção			
7.3.2.2	Lanternas de posição			
7.3.2.3	Lanternas de freio			
7.3.2.4	Lanterna de freio elevada			
7.3.2.5	Lanternas de marcha-a-ré (quando obrigatórias)			
7.3.2.6	Lanternas delimitadoras e lanternas laterais			
7.3.2.7	Luzes intermitentes de advertência			
7.3.2.8	Retrorefletores			
7.3.2.9	Faixas refletivas			
7.3.3	Sistema de iluminação			
7.3.3.1	Faróis principais			
7.3.3.1.1	Inspeção visual			
7.3.3.1.2	Inspeção mecanizada			
7.3.3.2	Faróis de neblina (uso facultativo)			
7.3.3.3	Faróis de longo alcance (uso facultativo)			

7.3.3.4	Lanterna de iluminação da placa traseira			
7.3.3.5	Luzes do painel			
7.3.4	Sistema de freios			
7.3.4.1	Inspeção mecanizada dos freios de serviço			
7.3.4.1.1	Equilíbrio de funcionamento dos freios de serviço dianteiros			
7.3.4.1.2	Equilíbrio de funcionamento dos freios de serviço traseiros e/ou demais eixos			
7.3.4.1.3	Eficiência total de frenagem			
7.3.4.2	Inspeção mecanizada dos freios de estacionamento			
7.3.4.3	Inspeção visual			
7.3.4.3.1	Comandos			
7.3.4.3.2	Servofreio			
7.3.4.3.3	Reservatório do líquido de freio			
7.3.4.6	Reservatório de ar/vácuo			
7.3.4.7	Circuito de freio (tubulações, conexões, cilindro-mestre, manômetros, válvulas e servomecanismo)			
7.3.4.8	Discos, freio a disco, tambores, freio a tambor e outros componentes, quando visíveis e/ou acessíveis.			
7.3.5	Sistema de direção			
7.3.5.1	Inspeção mecanizada de alinhamento			
7.3.5.2	Volante e coluna			
7.3.5.3	Inspeção de funcionamento do sistema			
7.3.5.4	Mecanismo, barras e braços			
7.3.5.5	Articulações			
7.3.5.6	Servo-direção hidráulica (quando aplicável)			
7.3.5.7	Amortecedor de direção (quando aplicável)			
7.3.6	Eixos e sistema de suspensão			
7.3.6.1	Equilíbrio da suspensão dianteira			
7.3.6.2	Equilíbrio da suspensão traseira			
7.3.6.3	Eficiência da suspensão individual por roda			
7.3.6.4	Verificação em pista			
7.3.6.5	Eixos			
7.3.6.6	Elementos elásticos (molas)			
7.3.6.7	Elementos absorvedores de energia (amortecedores)			
7.3.6.8	Elementos estruturais (braços, suportes e tensores)			
7.3.6.9	Elementos de articulação			
7.3.6.10	Elementos de regulação (excêntricos, calços, parafusos)			

	reguladores)			
7.3.6.11	Elementos limitadores (batentes)			
7.3.6.12	Elementos de fixação (grampos, parafusos, rebites)			
7.3.6.13	Elementos complementares (estabilizadores)			
7.3.6.14	Suspensão pneumática (quando aplicável)			
7.3.7	Pneus e rodas			
7.3.7.1	Desgaste da banda de rodagem			
7.3.7.2	Tamanho e tipo dos pneus			
7.3.7.3	Simetria dos pneus e rodas			
7.3.7.4	Estado geral dos pneus			
7.3.7.5	Estado geral das rodas ou aros desmontáveis			
7.3.8	Sistemas e componentes complementares			
7.3.8.1	Portas e tampas			
7.3.8.2	Vidros e janelas			
7.3.8.3	Bancos			
7.3.8.4	Sistema de alimentação de combustível			
7.3.8.5	Sistema de exaustão dos gases			
7.3.8.6	Sistema de engate do veículo trator			
7.3.8.7	Carroçaria			
7.3.8.7.1	Componentes gerais			
7.3.8.7.2	Painel de instrumentos			
7.3.8.7.3	Pára-lamas			
7.3.8.7.4	Dimensões			
7.3.8.8	Instalação elétrica e bateria			
7.3.8.9	Chassi/estrutura			
7.3.8.9.1	Inspeção visual			
7.3.8.9.2	Resistência estrutural			
7.3.8.10	Sistema de arrefecimento			
7.3.8.11	Sistema de transmissão e seus elementos			
7.4	Inspeção em pista			
7.4.1	Funcionamento do velocímetro ou tacógrafo			
7.4.2	Funcionamento do sistema de direção			
7.4.3	Eficiência de frenagem			
7.4.4	Funcionamento do sistema de transmissão			
7.4.5	Funcionamento do sistema de suspensão			
7.4.6	Dirigibilidade			

Legend a	A - Aprovado R – Reprovado OBS – Observação
-------------	--