

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS
CURSO DE FORMAÇÃO DE OFICIAIS BOMBEIRO MILITAR

JOÃO PHELIPPE RAMOS LIMA

SISTEMA ELÉTRICO DOS VEÍCULOS HÍBRIDOS E ELÉTRICOS: um
estudo sobre os riscos e implicações frente às ocorrências de resgate veicular
atendidas pelo CBMMA

São Luís

2022

JOÃO PHELIPPE RAMOS LIMA

SISTEMA ELÉTRICO DOS VEÍCULOS HÍBRIDOS E ELÉTRICOS: um estudo sobre os riscos e implicações frente às ocorrências de resgate veicular atendidas pelo CBMMA

Monografia apresentada junto ao Curso de Formação de Oficiais Bombeiro Militar da Universidade Estadual do Maranhão, para obtenção do grau de Bacharel em Segurança Pública e do trabalho.

Orientador: Prof. Dr. Mauro Sérgio Silva Pinto

São Luís

2022

Lima, João Phelippe Ramos.

Sistema elétrico dos veículos híbridos e elétricos: um estudo sobre os riscos e implicações frente às ocorrências de resgate veicular atendidas pelo CBMMA / João Phelippe Ramos Lima. – São Luís, 2022.

81f.

Monografia (Graduação em Segurança Pública) - Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2022.

Orientador: Prof. Dr. Mauro Sérgio Silva Pinto.

1. Veículos Híbridos e Elétricos. 2. Veículos Elétricos. 3. Corpo de Bombeiros Militar do Maranhão. I. Título. II. Belo, Venúzia Maria Gonçalves.

CDU: XXX

JOÃO PHELIPPE RAMOS LIMA

SISTEMA ELÉTRICO DOS VEÍCULOS HÍBRIDOS E ELÉTRICOS: um estudo sobre os riscos e implicações frente às ocorrências de resgate veicular atendidas pelo CBMMA

Monografia apresentada junto ao Curso de Curso de Formação de Oficiais Bombeiro Militar da Universidade Estadual do Maranhão, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Segurança Pública.

Aprovado em: / /

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Mauro Sérgio Silva Pinto (Orientador)

Doutor em Engenharia Elétrica
Universidade Estadual do Maranhão

Prof. Me. Denner Robert Rodrigues Guilhon

Mestre em Engenharia de Eletricidade
Universidade Estadual do Maranhão

Capitão QOCBM Yuri Ribeiro Calisto

Bacharel em Segurança Pública
Corpo de Bombeiros Militar do Maranhão

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pela proteção durante toda essa caminhada me proporcionando força e motivação.

À minha família, pela herança moral e por ser o meu refúgio nos momentos difíceis.

À minha namorada, Isadora, que ao longo do Curso caminhou comigo e sempre esteve do meu lado, me apoiando e me impulsionando a alcançar os meus maiores sonhos.

Ao meu orientador, o professor Mauro Sergio Silva Pinto, pela rica orientação sempre com muita paciência e responsabilidade no processo de elaboração deste trabalho.

Aos meus amigos da 14^o Turma, em especial ao Dantas, Vieira, Igor Lima e o Deleon que ao longo desses três anos de curso tornaram-se uma verdadeira família.

A todos os professores, coordenadores e funcionários da Universidade Estadual do Maranhão que me transmitiram conhecimentos de forma direta e indireta contribuindo para minha formação profissional e pessoal.

“A tecnologia e o conhecimento movem o mundo.”

Steve Jobs

RESUMO

O estudo trata sobre os riscos e implicações do sistema elétrico presente nos carros híbridos e elétricos em face das ocorrências de resgate veicular do Corpo de Bombeiros Militar do Maranhão. Traz os seguintes questionamentos: a tropa do Corpo de Bombeiros Militar do Maranhão dispõe de conhecimento e meios necessários para um resgate veicular em carros híbridos e elétricos, atuando de forma segura e minimizando os riscos? Quais os riscos que o desencarceramento de vítimas em veículos elétricos e híbridos pode oferecer ao profissional de salvatagem do Corpo de Bombeiros Militar do Maranhão? Para responder essas perguntas, objetivo geral da investigação foi compreender sobre o sistema elétrico presente nos automóveis híbridos e elétricos, de modo a verificar seus riscos e implicações às ocorrências de salvamento veicular atendidas pelo Corpo de Bombeiros Militar do Maranhão. O estudo caracterizou-se como uma pesquisa aplicada quanto a sua natureza; exploratória e descritiva no que se refere ao seu objetivo; quantitativa e qualitativa quanto à abordagem; e bibliográfica e documental quanto ao procedimento. A técnica de coleta de dados empregada foi o questionário, aplicado via *Google Forms* com o Corpo de Bombeiros Militar do Maranhão que integram os quartéis operacionais da capital e da Área 02, abrangendo combatentes que trabalham tanto na região metropolitana de São Luís quanto nas unidades do interior do estado. A análise dos dados seguiu conforme os objetivos propostos no estudo, foi utilizado o editor de planilhas *Microsoft Excel* (2016) para gerar gráficos representativos dos dados quantitativos e as análises qualitativas foram fundamentadas segundo a literatura científica publicada sobre o tema investigado. Os Resultados demonstraram que os militares do Corpo de Bombeiros Militar do Maranhão possuem um grau reduzido de conhecimento técnico sobre o salvamento veicular com tecnologia híbrida e elétrica, por isso torna-se compreensível a insegurança dos mesmos neste tipo de resgate. Os apontamentos finais do estudo expõem uma baixa incidência de treinamentos para salvamento veicular com tecnologia híbrida e elétrica no âmbito do CBMMA devido à iniciativas de capacitação ainda embrionárias e incipientes voltadas para esse segmento. Essa problemática precisa estar mais no centro das grandes discussões no âmbito do salvamento veicular, uma vez que o sistema elétrico dos veículos híbridos e elétricos trazem riscos ao ambiente de trabalho, principalmente por conter componentes de alta tensão e sem conhecimento técnico adequado o profissional responsável pelo resgate pode acabar se tornando mais uma vítima.

Palavras-chave: veículos híbridos e elétricos; veículos elétricos; corpo de bombeiros militar do Maranhão.

ABSTRACT

The study deals with the risks and implications of the electrical system present in hybrid and electric cars in the face of vehicular rescue occurrences of the Military Fire Brigade of Maranhão. It raises the following questions: does the Maranhão Military Fire Brigade have the necessary knowledge and means for a vehicle rescue in hybrid and electric cars, acting safely and minimizing risks? What are the risks that the extrication of victims in electric and hybrid vehicles can offer the rescue professional of the Military Fire Brigade of Maranhão? To answer these questions, the general objective of the investigation was to understand the electrical system present in hybrid and electric cars, in order to verify its risks and implications for the occurrences of vehicular rescue attended by the Military Fire Brigade of Maranhão. The study was characterized as applied research in terms of its nature; it was configured with an exploratory and descriptive research with regard to its objective; with regard to its approach, it was a quantitative and qualitative research; in relation to the procedure was a bibliographical and documental research. The data collection technique used was the questionnaire, applied via Google Forms with the Military Fire Brigade of Maranhão that integrate the operational barracks of the capital and Area 02, covering combatants who work both in the metropolitan region of São Luís and in the units of the interior of the state. Data analysis followed the objectives proposed in the study, the Microsoft Excel spreadsheet editor (2016) was used to generate representative graphs of the quantitative data and the qualitative analyzes were based on the published scientific literature on the investigated topic. The results showed that the fighters of the Military Fire Brigade of Maranhão have a reduced degree of technical knowledge about vehicular rescue with hybrid and electric technology, so their insecurity in this type of rescue becomes understandable. The final notes of the study show that the low incidence of training for vehicular rescue with hybrid and electric technology in Brazil draws attention, although there are initiatives that support training of firefighters for rescue in traffic accidents with electric cars, they are still embryonic, perhaps this is a problem that needs to be more at the center of the great discussions in the scope of vehicular salvage, since the electrical system of hybrid and electric vehicles brings risks to the work environment, mainly because it contains high voltage components, without adequate technical knowledge the professional responsible for the rescue may end up becoming another victim.

Keywords: hybrid and electric vehicles; electric vehicles; military fire brigade of Maranhão.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxo de energia em um veículo híbrido e elétrico de configuração em série	24
Figura 2 - Fluxo de energia em um veículo híbrido e elétrico de configuração paralela	26
Figura 3 - Sistema de um carro híbrido e elétrico	34
Figura 4 - Anatomia veicular de um carro	35
Figura 5 - Rota do cabo de alta-tensão	37
Figura 6 - Zonas de efeito da corrente alternada que percorre o corpo humano	40

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Círculo hierárquico.....	51
Gráfico 2 - Tempo de serviço atuando no Corpo de Bombeiros Militar do Maranhão	52
Gráfico 3 - O combatente recebeu alguma instrução ou realizou alguma capacitação	53
Gráfico 4 - O combatente se sente seguro ao atuar em uma cena de acidente automobilístico quando envolver carros híbridos e elétricos	54
Gráfico 5 - Possui conhecimento das tecnologias automobilísticas dos carros híbridos e elétricos	55
Gráfico 6 - Existência de tensões maiores que 300V em um veículo híbrido e elétrico.....	56
Gráfico 7 - Possui conhecimento acerca da identificação dos sistemas elétricos dos veículos híbridos e elétricos	57
Gráfico 8 - Sabe o que deve ser feito ou como proceder no sentido de minimizar os riscos no processo de desencarceramento de vítimas nos veículos híbridos e elétricos.....	58
Gráfico 9 - Sabe identificar e localizar todos os subsistemas elétricos dos carros híbridos bem como suas respectivas voltagens	59
Gráfico 10 - Considera os equipamentos e ferramentas voltados ao salvamento veicular em carros híbridos e elétricos da sua unidade eficiente para atuar de forma segura em acidentes com veículos elétricos	60
Gráfico 11 - Seu quartel possui capacitação continua com relação às novas tecnologias veicular	61
Gráfico 12 - Conhece ou utiliza algum aplicativo ou ferramenta que auxilie a identificação e localização dos diferentes modelos de veículos elétricos da frota brasileira.....	62
Gráfico 13 - Possui conhecimento acerca do processo de desativação da bateria dos veículos híbridos e elétricos	63

LISTA DE IMAGENS

Imagem 1 - Chevrolet Volt.....	25
Imagem 2 - BMW i8.....	27
Imagem 3 - Toyota Prius	28
Imagem 4 - Equipamento de proteção individual	33
Imagem 5 - Bateria de um veículo híbrido.....	34
Imagem 6 - Calçado isolante elétrico	44
Imagem 7 - Tampão de emergência da bateria do <i>Toyota Prius</i>	45
Imagem 8 - Visita técnica na concessionária Toyolex São Luís.....	65

LISTA DE SIGLAS

ABMJM –	Academia de Bombeiros Militar “Josué Montello”
ABNT –	Associação Brasileira de Normas Técnicas
BBM –	Batalhão de Bombeiros Militar
CIOPS –	Centro Integrado de Operações de Segurança
CONTRAN –	Conselho Nacional de Trânsito
CBMMA –	Corpo de Bombeiros Militar do Maranhão
EPCA –	Lei de Política Energética e Conservação
NHSB –	National Highway Safety Bureau
NHTSA –	National Highway Traffic Safety Administration
PNGV –	Parceria para uma Nova Geração de Veículos
PRFC –	Plástico Rígido, acentuado por Fibras de Carbono
POP's	Procedimentos Operacionais Padrões
SCI –	Sistema de Comando de Incidentes
UEMA –	Universidade Estadual do Maranhão
VE –	Veículos Elétricos
VHE –	Veículos Híbridos e Elétricos

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	VISÃO GERAL SOBRE A TECNOLOGIA DOS VEÍCULOS HÍBRIDOS E ELÉTRICOS	17
2.1	Contexto Histórico	19
2.2	Funcionamento e Particularidades dos Veículos Híbridos e Elétricos	23
2.2.1	Configuração em série	24
2.2.2	Configuração paralela	25
2.2.3	Configuração mista.....	27
2.2.4	Políticas públicas e incentivos fiscais sobre veículos híbridos e elétricos	28
3	CONHECENDO O SALVAMENTO VEICULAR	31
3.1	Anatomia Veicular dos Carros Híbridos e Elétricos	33
3.2	Gerenciamento de Riscos: medidas e procedimentos de segurança	35
3.2.1	Gerenciamento de riscos aplicado aos sistemas elétricos dos veículos híbridos e elétricos.....	37
3.2.2	Choque elétrico em AC.....	39
3.2.3	Choque elétrico em DC	40
3.2.4	Abordagem segura	41
3.2.5	Mitigação dos riscos e ações de treinamento.....	43
4	METODOLOGIA	47
4.1	Quanto à Natureza	47
4.2	Quanto ao Objetivo	47
4.3	Quanto à Abordagem	48
4.4	Quanto ao Procedimento	48
4.5	Coleta de Dados	49
4.6	Análise dos Dados	50

5	ANÁLISE DOS RESULTADOS	51
6	CONCLUSÃO	67
	REFERÊNCIAS.....	69
	APÊNDICE A – TERMO DE SOLICITAÇÃO PARA COLETA DE DADOS	72
	APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO SOBRE CONHECIMENTOS TÉCNICOS EM RESGATE VEICULAR EM AUTOMÓVEIS HÍBRIDOS E ELÉTRICOS	73
	APÊNDICE C – RESPOSTAS DO QUESTIONÁRIO SOBRE CONHECIMENTOS TÉCNICOS EM RESGATE VEICULAR EM AUTOMÓVEIS HÍBRIDOS E ELÉTRICOS	76

1 INTRODUÇÃO

A evolução da sociedade constantemente esteve atrelada ao desenvolvimento da mobilidade urbana. Dessa forma, com a invenção do primeiro automóvel as longas distancias foram reduzidas permitindo que tanto os serviços quanto as mercadorias ficassem mais disponíveis para todos. À medida que o desenvolvimento econômico atingiu as grandes cidades, iniciou-se a procura por veículos mais rápidos e completos, devido à necessidade de rotas comerciais integralizadas.

De acordo com Santos (2020), os primeiros carros elétricos surgiram na América do Norte por volta dos anos de 1900, tomando mais força no ano de 1902 com a Stuedebaker Automobile Company. Porém, com advento da linha de produção em massa de Henry Ford na época, os carros elétricos ficaram em segundo plano.

No Brasil, com o crescimento acelerado advindo da era do “Milagre Econômico” a empresa Gurgel começou a se expandir no mercado automobilístico. Para atingir melhores indicadores, propôs então um carro diferente, fora dos padrões habituais daquela época. Nesse contexto, surgiu o primeiro carro elétrico do Brasil chamado de *Itaipu*, assim Gurgel assenta pedra fundamental para o crescimento automobilístico tecnológico brasileiro. Porém, em função de falta de logística, incentivo o projeto naufragou, dando lugar aos carros a combustão.

A indústria automobilística foi dominada por diversas décadas pelos automóveis movidos a combustão, graças a sua funcionalidade e versatilidade industrial. Contudo, as preocupações ambientais no início dos anos 2000, a incidência de doenças respiratórias, aliado às flutuações do preço do barril do petróleo e a busca pela diminuição dos gases poluentes causadores do efeito estufa, fomentaram as montadoras a desenvolver veículos mais eficientes e menos poluidores (CALDEIRA, 2004)

Desse modo, os veículos movidos a eletricidade surgem como uma necessidade da resolução dessas questões ambientais, trazendo benefícios para a sociedade, com a promessa de contribuir com a redução dos níveis de poluição atmosférica. Os automóveis híbridos e elétricos transformaram o sistema de transporte terrestre incorporando em seus projetos tecnologias inovadoras e complexas, são considerados uma tendência irreversível.

No Brasil houve o Projeto de Lei 5332/220, do deputado Paulo Teixeira, que proíbe a venda em todo o território nacional de veículos leves novos movidos a gasolina e óleo diesel a partir de 1º de janeiro de 2030 (AGÊNCIA CÂMARA DE NOTÍCIAS, 2021). Seguindo essa mesma linha, há também o Projeto de Lei do Senado nº 304, de 2017 que dispõe sobre a vedação a comercialização e a circulação de automóveis movidos a combustíveis fósseis a partir de 2040 (AGÊNCIA SENADO, 2020).

Essas iniciativas na legislação brasileira vêm acompanhando a tendência de outros países como Inglaterra, França, Índia, Noruega que estão tomando decisões semelhantes de proibir a venda de veículos movidos a combustíveis fósseis como uma forma de combater as mudanças climáticas, demonstrando que os veículos híbridos e elétricos, além serem uma alternativa ecologicamente mais amigável, é de fato um movimento que veio para permanecer.

Nesse percurso, esses veículos destacaram-se pelo desempenho singular em relação à autonomia e baixa taxa de emissão de gases atrelado, sobretudo, aos subsistemas elétricos. Logo, essa pesquisa visa verificar como esta tecnologia de propulsão pode afetar os serviços de resgate e desencarceramento de vítimas de acidentes automobilísticos que envolvam veículos elétricos e híbridos, focando nos perigos e riscos que tais situações podem trazer aos profissionais de salvatagem.

Os sistemas elétricos presentes neste tipo de veículo sejam híbridos ou 100% elétricos operam com tensões geralmente de natureza DC, mas que podem chegar a patamares acima dos 1000V, o que levanta a discussão sobre os riscos em potencial que o socorrista corre durante as ações de desencarceramento de vítimas nos acidentes graves, o que pode inclusive levar o socorrista ao óbito em situações extremas, colapsando os processos de salvatagem que são criticamente dependentes do tempo.

Embora seja uma tecnologia presente em larga escala no Brasil desde 2010, pouco se discute a respeito dos riscos primários e secundários, oferecidos principalmente pelo sistema de alta voltagem desses veículos, tanto às vítimas quanto à equipe de bombeiros durante as ocorrências de resgate.

Sob este cenário, a pesquisa justifica-se pela necessidade de um gerenciamento de riscos nessas ocorrências a fim de minimizar os danos e neutralizar

os perigos corroborando, dessa maneira, para o estabelecimento de uma cena segura. Logo, fica evidente que conhecer a respeito das tecnologias presentes nos carros híbridos e elétricos, bem como sobre o risco de eletrocussão (ocasionado por um corte indevido do cabo de alta tensão, por exemplo), é de tamanha relevância para o sucesso da operação e conseqüentemente segurança da equipe de socorro e das vítimas.

Com base nisso, levando em consideração a importância da temática para a manutenção da segurança da tropa de salvamento do Corpo de Bombeiros Militar do Maranhão (CBMMA), o presente trabalho sugere um estudo sobre os riscos e implicações dos circuitos elétricos presente nos carros híbridos e elétricos em face das ocorrências de resgate veicular. Procura-se, portanto responder as seguintes questões: a tropa do CBMMA dispõe de conhecimento e meios necessários para um resgate veicular em carros híbridos e elétricos, atuando de forma segura e minimizando os riscos? Ademais, quais os riscos que o desencarceramento de vítimas em veículos elétricos e híbridos pode oferecer ao profissional de salvatagem do CBMMA?

Para tanto, o presente estudo tem como objetivo geral compreender sobre o sistema elétrico presente nos automóveis híbridos e elétricos, de modo a verificar seus riscos e implicações às ocorrências de salvamento veicular atendidas pelo CBMMA. Para que isso ocorra, elencou-se seis objetivos específicos: apresentar, por intermédio de investigação bibliográfica, o funcionamento do sistema/subsistema elétrico presente nos Veículos Híbridos e Elétricos (VHE) e Veículos Elétricos (VE); retratar as principais concepções do Salvamento Veicular, focando na importância da gestão dos riscos; evidenciar os perigos de um resgate veicular relacionado aos elementos de tensões elevadas dos carros híbridos e elétricos; mostrar as vantagens do gerenciamento de riscos para a segurança da cena; demonstrar os procedimentos de segurança a serem adotados pela equipe de resgate em ocorrências com VHE; detectar, por meio de questionários, o grau de conhecimento técnico da tropa do CBMMA no que tange às ameaças dos elementos presente nos VE.

Por conseguinte, com intuito de fixar melhor os assuntos tratados nesse estudo, bem como facilitar o entendimento e alcance dos resultados com base nos objetivos traçados, esta pesquisa foi dividida em seis seções. A primeira seção, introduz o tema proposto, sua relevância mediante justificativa para pesquisa e traça um paralelo com

a realidade do CBMMA, além de apresentar a problemática e os objetivos elencados no estudo.

As duas seções subsequentes expõem as tecnologias dos VHE, com fulcro nas implicações frente às operações de resgate veicular e logo em seguida todo contexto histórico até os dias hodiernos desses automóveis. Nelas também estão explanadas o funcionamento e particularidades dos VHE, bem como sua respectiva configuração.

Na seção três foram denotados conceitos gerais do Salvamento Veicular, com foco principalmente na definição da anatomia veicular dos híbridos e elétricos, bem como na doutrina veicular imposta pelos manuais dos Corpos de Bombeiros Militares do Brasil e por último nas ferramentas de trabalho em tensões elevadas. A seção seguinte, traz de maneira mais direta os riscos dos sistemas elétricos dos carros híbridos e elétricos inerentes aos profissionais de salvatagem e às vítimas, com foco principal na gestão e mitigação desses perigos. Trata também dos principais procedimentos de segurança, as ações de minimização do risco em potencial, tal como os recursos materiais e medidas de capacitação da tropa objetivando, dessa maneira, uma cena orgânica e segura.

Nessa esteira, na quarta seção estão retratados os procedimentos metodológicos adotados na pesquisa, na qual está fixado o tipo da pesquisa, sua classificação quanto aos objetivos e natureza, tal qual o local do estudo e a forma de coleta de dados. Enquanto a seção cinco comunica as análises e discussões a respeito do grau de conhecimento técnico da tropa do CBMMA no que tange os riscos de um resgate veicular de sistema híbrido e elétrico. Na última seção conduz os apontamentos finais do estudo, em que será realizado um apanhado geral elencado hipóteses críticas com base em indicadores definidos na pesquisa de campo e nos resultados obtidos.

2 VISÃO GERAL SOBRE A TECNOLOGIA DOS VEÍCULOS HÍBRIDOS E ELÉTRICOS

A tecnologia automotiva se reinventou nos últimos anos principalmente com a chegada dos carros movidos a eletricidade. Segundo Santos (2020), o VHE combina dois tipos de motores (um motor elétrico e outro de combustão interna) para gerar energia de movimento ao veículo. Já o veículo elétrico é dotado de uma bateria que transforma a energia química em energia elétrica que por sua vez transforma-se em energia mecânica movimentando o veículo. Os mesmos valem-se de sistemas de reutilização de energia aumentando sua eficiência energética e, conseqüentemente, sua autonomia e seu alcance. O conhecimento de tais materiais torna-se importante para os profissionais responsáveis pelo resgate veicular em caso de colisão. Assim, os veículos

[...] elétricos (puros ou híbridos) utilizam baterias de alta-tensão, para que a energia seja transferida para o motor ou retomada à bateria em um curto período de tempo. O sistema do Honda Insight, por exemplo, utiliza um módulo de bateria de 144V para armazenar a energia regenerada. O Toyota Prius originalmente utilizava uma bateria de 273,6V, mas em 2004 ela foi alterada para 201,6V. Tensões de 300V são comuns, e em alguns casos até 700V, então claramente existem alguns problemas de segurança em eletricidade ao trabalhar com esses veículos. (DENTON, 2018, p. 17).

É interessante, aliás, lembrar que em ocorrências de resgate veicular com a presença de componentes de alta-voltagem existe a inteira necessidade de uma cena segura. No entanto, o autor deixa claro que há um fato que se sobrepõe a determinados riscos, já que a maioria das empresas automobilísticas investem em segurança automotiva e melhoram cada vez mais os projetos, conforme citado acima. Mesmo assim, não parece haver uma sincronia com o trabalho dos socorristas. É sinal de que há, enfim, uma necessidade de o socorrista se valer de conhecimentos técnicos sobre tais sistemas.

Devido ao risco de eletrocussão com o corte indevido do cabeamento de alta tensão durante a realização do desencarceramento, antes de transcorrido 10 minutos após a desativação do circuito de alta voltagem, tempo em que os capacitores ainda podem armazenar energia, é fundamental que os Resgatistas conheçam a rota do cabeamento de alta tensão para evitar a realização de cortes nesta área (MENÊSES, 2015, p. 110).

Ora, em tese, apesar de os autores citados acima terem uma diferença de 3 anos em suas publicações, percebe-se as mesmas ideias. Caso contrário, existiria uma estagnação na busca por conhecimento na área de resgate veicular aplicado aos carros híbridos e elétricos. Conforme citado acima, não se trata de procedimentos de segurança simples, mas sim de procedimentos que exigem capacidade técnica e conhecimento das rotas dos cabos de alta-tensão, lamentavelmente, não é a realidade dos grupamentos de socorro hoje. É importante considerar que em um cenário de ocorrência, tomado por incertezas e medo é dever do profissional de resgate salvaguardar a integridade das vítimas e em primeiro plano a sua (DENTON, 2018).

Convém ressaltar que nos atendimentos às vítimas presas em ferragens a agilidade, por vezes, resultará no sucesso da ocorrência, mas, em cima disso, deve-se levar em consideração os riscos as duas partes, principalmente nos carros eletrificados. Finalmente, para retirar a vítima sem maiores danos, o corte da lataria do carro torna-se necessário. Ora, a atenção para não cortar um componente elétrico é vital para se evitar, por exemplo, um curto circuito, um choque elétrico fatal, queimaduras e até mesmo incêndios. Nesse sentido, conforme assegura Chapleau (2008, p. 255) “[...] você deve sempre avaliar a cena e ter certeza que é seguro entrar. Evite correr risco de eletrocussão e queimaduras elétricas [...]”.

Ruzzarin, Amaral e Simionovisci (2002, p. 26) mostram que o desenvolvimento técnico do indivíduo está vinculado a uma estreita relação entre busca por conhecimento, habilidades e atitude, conforme pode-se ver abaixo essa combinação:

As competências dos indivíduos são entendidas como a combinação entre competências técnicas (conhecimento) e competências comportamentais (habilidades e atitudes) requeridas para cada função com a descrição daquilo que se espera do cargo; representando as competências; e, por fim, a base a qual indica os esforços de treinamento e desenvolvimento.

Conforme explicado acima o que importa, portanto, é o desenvolvimento do conhecimento técnico dos profissionais responsáveis pelo resgate veicular, principalmente no tocante aos riscos das tecnologias presente nos carros híbridos e elétricos. Essa, porém, é uma tarefa que exige uma capacitação singular nos quartéis operacionais do Corpo de Bombeiro Militar do Maranhão. Vê-se, pois, o autor deixa claro que a necessidade desse conhecimento é real, principalmente pois trata-se de uma atividade de elevado risco para os Resgatistas e para as vítimas.

Sobre as operações de resgate veicular é preciso ressaltar que se trata de uma ocorrência de grande incidência tanto na capital quanto nos interiores do estado do

Maranhão. Por final, o gerenciamento de risco deve ser adotado em ocorrências dessa natureza ora que se torna o caminho mais concreto para a segurança de todas as vidas ali presente.

2.1 Contexto Histórico

O conceito de usar eletricidade para alimentar um automóvel não é novo. O primeiro veículo movido a energia elétrica é creditado a Robert Anderson de Aberdeen, Escócia em 1839. Nos primeiros dias do automóvel de cerca de 1890 a 1905, os VE eram comercializados e vendidos nos EUA, juntamente com veículos com motor a combustão interna e carros a vapor.

O extenso trabalho dos primeiros pioneiros elétricos como Thomas Edison e George Westinghouse estimulou o desenvolvimento de VE durante este período, e a faixa limitada de VE foi bem adequada para a intercidade sistema rodoviário do dia. Mas à medida que as estradas se expandiam, o alcance relativamente curto dos VE tornou-se óbvio. Logo eles cederam a projetos de motores de combustão interna mais econômicos.

Além disso, esses motores de fonte de energia movidos a fósseis não exigiram os longos tempos de recarga exigidos de seus parentes elétricos. A era do veículo do motor de combustão interna tomou conta, e tornou-se líder de tecnologia veicular durante o restante do século XX.

Para veículos híbridos, a Pope Manufacturing Company de Connecticut é creditada com um dos primeiros projetos de protótipos híbridos em 1898. Isso foi seguido logo depois por veículos de produção na Europa baseados em um design de sistema híbrido paralelo que apareceu pela primeira vez no Paris Auto Show em 1901. O Grupo Lohner-Porsche na Alemanha introduziu um veículo elétrico híbrido em 1903 usando motores elétricos nas duas rodas dianteiras. O Lohner-Porsche Chaise é considerado entre o primeiro veículo de tração dianteira de sua época, e apenas na bateria tinha um alcance de quase 40 milhas.

Logo depois, as empresas Mercedes-Mixte se uniram para criar um protótipo de veículo elétrico híbrido. Nos Estados Unidos, dois conhecidos fabricantes de veículos eletrificados, a Baker Company e a Woods Company, saíram independentemente com veículos híbridos em 1917.

Em última análise, no entanto, o mercado não suportava os veículos híbridos elétricos devido a seu custo e complexidade, e eles desapareceram sob o domínio dos veículos de motores de combustão interna à medida que a infraestrutura apoiada pelo petróleo se expandiu.

O interesse renovado por VE ocorreu no final da década de 1960 e início dos anos 1970, como resultado do movimento ambiental e das preocupações com a poluição do ar. Durante esse período, a segurança geral dos veículos automotores também deu um importante passo em frente.

Em 1966, o Congresso dos EUA aprovou o CT de Segurança rodoviária e a Lei Nacional de Segurança de Tráfego e Veículos Automotores (Lei de Segurança veicular). A Lei de Segurança Rodoviária criou o National Highway Safety Bureau (NHSB), que mais tarde se tornou a National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA). A NHTSA é autorizada pelo Governo Federal a estabelecer os EUA. normas de segurança para veículos automotores.

Neste sentido, as preocupações com o aumento da poluição atmosférica nas grandes áreas urbanas foram parte da motivação para o movimento ambiental do final dos anos 1960 e início dos anos 1970. Ampliando essas preocupações foram as crises do petróleo de 1973 e 1979, que levaram a um interesse renovado pela tecnologia de VE. No entanto, o curto alcance e o alto custo das baterias continuaram a ser problemas insuperáveis no mercado. Em 1975, o Congresso interveio com a Lei de Política Energética e Conservação (EPCA) que estabeleceu a meta de que dobrar sua eficiência média de combustível até 1985 e padrões econômicos sejam estabelecidos para caminhões leves.

Em 1976, o Congresso dos EUA promulgou a Lei de Pesquisa, Desenvolvimento e Demonstração de Veículos Elétricos e Híbridos, e isso forneceu foco adicional no desenvolvimento da tecnologia de VE. Esse esforço ajudou a promover avanços em componentes elétricos híbridos, como baterias, motores e controladores, e que levou ao desenvolvimento da tecnologia que continua a ser implementada e aprimorada nos veículos elétricos e híbridos atuais.

Como os preços da gasolina e outros combustíveis caíram no início da década de 1980 e permaneceram baixos ao longo da década, o desejo do público comprador pela economia de combustível diminuiu e o mercado mudou para utilidade, desempenho e luxo. Mais uma vez, no início da década de 1990, novas preocupações surgiram com o meio ambiente (ou seja, o aquecimento global) e a segurança nacional

baseada na dependência do petróleo estrangeiro (ou seja, a Guerra do Golfo de 1991). Em resposta, outras iniciativas legislativas federais importantes, mais notavelmente as Alterações da Lei do Ar Limpo de 1990, e a Lei de Política Energética de 1992.

Em conjunto, essas iniciativas legislativas promoveram o uso de veículos movidos fontes alternativas. As Alterações da Lei do Ar Limpo definem combustíveis alternativos como: metanol, etanol e outros álcoois; gasolina reformulada; diesel reformulado (apenas para caminhões); gás natural; propano; hidrogênio; ou eletricidade. A Lei de Política Energética abordou esses combustíveis, exceto a gasolina e os diesel reformulados, e também define outros combustíveis alternativos derivados da biomassa, combustíveis líquidos derivados do carvão e álcool misturados com outros combustíveis contendo pelo menos 85% de álcool em volume.

Os híbridos produzidos em massa de hoje estão ligados a uma iniciativa que começou no outono de 1993, quando o governo dos EUA e a indústria automobilística americana anunciaram a Parceria para uma Nova Geração de Veículos (PNGV). O objetivo era desenvolver um automóvel com eficiência de combustível de 80 milhas por galão, e o esforço passou a ser referido na mídia popular como o supercarro.

O investimento de US\$ 3 bilhões do programa em nove anos resultou em protótipos separados desenvolvidos pela Chrysler, Ford e General Motors. No entanto, a iniciativa se esvaiu porque a meta arbitrária de 80 milhas por galão resultou em projetos que as montadoras achavam que não poderiam ser produzidos em massa a um preço que os consumidores estariam dispostos a pagar.

Essa atividade estimulou a Toyota a desenvolver independentemente o Prius para o mercado japonês com eficiências de combustível mais práticas, e ao mesmo tempo a Honda também desenvolveu o Insight. No final de 1999, a Honda venceu a Toyota no marketplace dos EUA quando apresentou o Insight, e hoje ambas as montadoras lideram o mercado com veículos híbridos elétricos, com edições posteriores do Toyota Prius entre os favoritos dos consumidores, como é o caso do Corolla Hybrid. Esses veículos fornecem a base para o mercado atual de VHE e VE.

Hoje, embora os VE ainda sejam relativamente incomuns em comparação com veículos convencionalmente abastecidos, não é incomum observar um veículo elétrico híbrido em estradas brasileiras. Em geral, os consumidores públicos estão se tornando cada vez mais conscientes dos híbridos e outros veículos movidos a fontes alternativas.

Os carros elétricos já existem há algum tempo. Eles estrearam em automóveis há mais de um século. Usando o conceito de potência da bateria, cérebros de vanguarda construíram alguns dos primeiros automóveis elétricos na virada do século. Durante esta época, o inventor britânico Robert Anderson construiu o primeiro carro elétrico, e em meados do século XIX, inventores na França e na Inglaterra começaram a construir os primeiros carros elétricos em funcionamento (HOYER, 2008).

Um cientista chamado William Morrison, de Des Moines, Iowa, apresentou o primeiro carro elétrico viável ao mundo por volta de 1890. Seu veículo elétrico de seis lugares só podia percorrer 14 quilômetros por hora, mas ajudou a popularizar a noção de autos elétricos (MATULKA, 2014).

Nova York, nos Estados Unidos, tem mais de sessenta táxis elétricos e experimentou um crescimento no número de automóveis elétricos ao longo do tempo. Um terço de todos os automóveis na estrada em 1900 eram do tipo elétrico. Dez anos após sua introdução, eles continuam a reter uma grande parte do mercado de automóveis (BARAN, 2012).

No início do século XX, o cavalo ainda era o meio de transporte dominante; no entanto, porque para a imensa riqueza dos Estados Unidos, os indivíduos desejavam veículos recém-construídos, como vapor, gasolina e automóveis elétricos (MATULKA 2014).

O golpe de misericórdia para o negócio de VE foi em 1908, quando Henry Ford introduziu seu revolucionário modelo T, movido a gasolina. O modelo T foi vendido por US\$ 650 na época, enquanto que os automóveis elétricos foram por US\$ 1.750. Conforme o número de rodovias aumentava, a necessidade de transporte aumentava, e o preço da gasolina diminuía, os carros elétricos se tornaram obsoletos (MATULKA, 2014).

Mais uma vez, os VE são populares devido a preocupações ambientais e regulamentações mais rigorosas que tratam da descarga de dióxido de carbono e outros poluentes. Introduzido em 1997, o Prius foi o primeiro carro híbrido produzido em massa (MATULKA, 2014).

O anúncio feito em 2006 por uma pequena empresa do Vale do Silício, Tesla Motors, de que começaria a fabricar um carro esportivo elétrico de luxo com um alcance de mais de 200 milhas por carga também contribuiu para o aumento da popularidade dos VE. Tesla recebeu um empréstimo de US\$ 465 milhões dos programas de financiamento do Departamento de Energia em 2010. Tesla tornou-se

o maior fabricante de automóveis da Califórnia devido a seus automóveis inovadores e ecologicamente corretos (MATULKA, 2014).

Veículos elétricos dependem de motores elétricos ao invés de motores a gás para a propulsão. A rede (através de plugues ou cabos aéreos), um sistema de indução eletromagnética, uma célula de combustível que cria eletricidade misturando hidrogênio e oxigênio com água, e a energia mecânica produzida durante a frenagem são todas fontes de energia para VE (frenagem regenerativa quando o veículo é freado). Para o motor elétrico funcionar, esta energia é armazenada em baterias químicas (COSTA, 2013).

Embora existam vários tipos de VE, este estudo se concentrará nos (carros) de estrada, leves e voltados para o passageiro. Devido a suas insignificantes consequências ambientais (ruído e poluição do ar), os automóveis elétricos são classificados como veículos com “zero emissões”. Além disso, a eficiência de seus motores (a capacidade do motor de proporcionar trabalho) pode chegar a 80%, o que é muito mais do que a eficiência de 12% a 18% dos automóveis movidos por motores de combustão interna (DELGADO *et al.*, 2017).

2.2 Funcionamento e Particularidades dos Veículos Híbridos e Elétricos

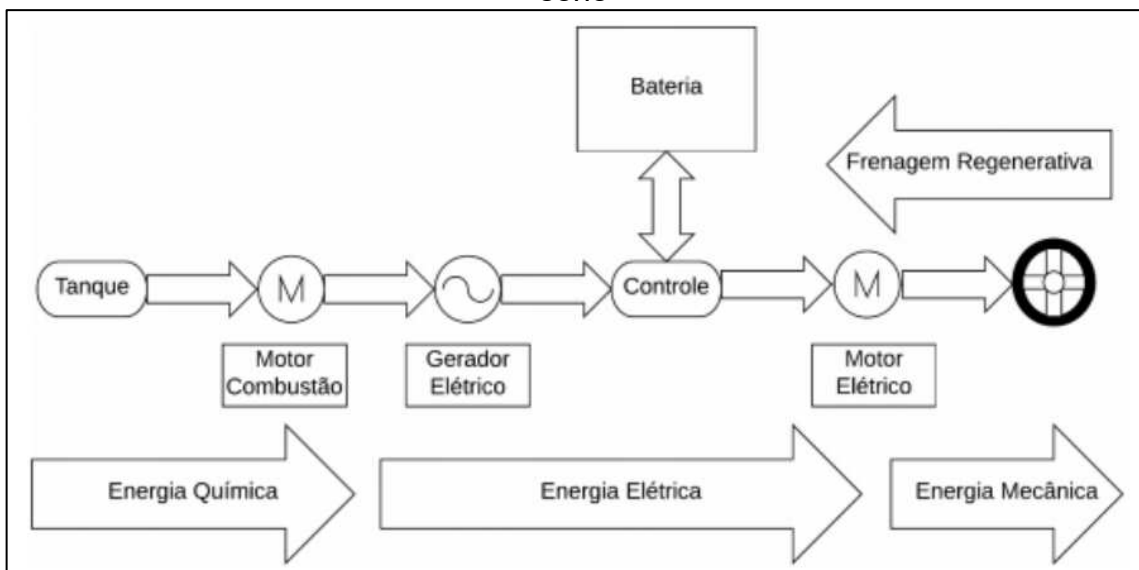
Os VHE apresentam o uso combinado de um motor a combustão interna com um motor elétrico. A energia elétrica que é fornecida para o Motor Elétrico é gerada no próprio veículo através do Motor de Combustão Interna, o qual pode ser abastecido com álcool ou gasolina. A combinação dessas duas tecnologias permite que este tipo de veículo aumente a autonomia do motor a combustão, reduzindo seu consumo, tornando-se mais eficiente em relação àqueles veículos convencionais (CARNEIRO, 2018).

Diante disso, observa-se que os VHE utilizam alguns recursos que favorecem o aumento de sua eficiência como, a frenagem regenerativa para recarregar as baterias, onde se aproveita a energia cinética proveniente da desaceleração do veículo para carregar as baterias, e o desligamento do motor caso o sistema de controle identifique que o veículo não necessite dele. Segundo alguns pesquisadores da área ele pode ser dividido em três tipos: Configuração em Série; Configuração Paralela; Configuração Mista (CHIARADIA, 2015; JACINTO, 2017; CARNEIRO, 2018).

2.2.1 Configuração em série

Na configuração em série o motor à combustão interna apenas aciona um gerador que alimenta o motor elétrico de tração do veículo; o gerador também efetua o carregamento das baterias (CHIARADIA, 2015). Esta configuração se dá através do acoplamento do motor a combustão ao eixo de um gerador elétrico, responsável pela geração de eletricidade que alimenta um motor elétrico e as baterias (JACINTO, 2017). Após conversão de energia que ocorre para o funcionamento deste veículo, uma parcela é transformada em movimento rotacional, que aciona o eixo do gerador e o transforma em energia elétrica (CARNEIRO, 2018). Esta energia pode ser disponibilizada para o motor elétrico, transformando-a novamente em movimento rotacional ou, pode ser retificada e armazenada em baterias para futuros usos (Figura 1).

Figura 1 - Fluxo de energia em um veículo híbrido e elétrico de configuração em série



Fonte: Jacinto (2017).

Os VHE em série apresentam vantagens tanto em baixas velocidades quanto em momentos onde se realizam paradas sucessivas. Isto pode ser atribuído principalmente ao fato Motor de Combustão Interna não tracionar as rodas diretamente. Já o motor elétrico é acoplado diretamente ao eixo das rodas, sendo responsável pela tração e, podendo também atuar como gerador, no caso da frenagem regenerativa (CARNEIRO, 2018). Um exemplo de Veículo híbrido e elétrico de configuração em série, tem-se o Chevrolet Volt (Imagem1).

Imagem 1 - Chevrolet Volt



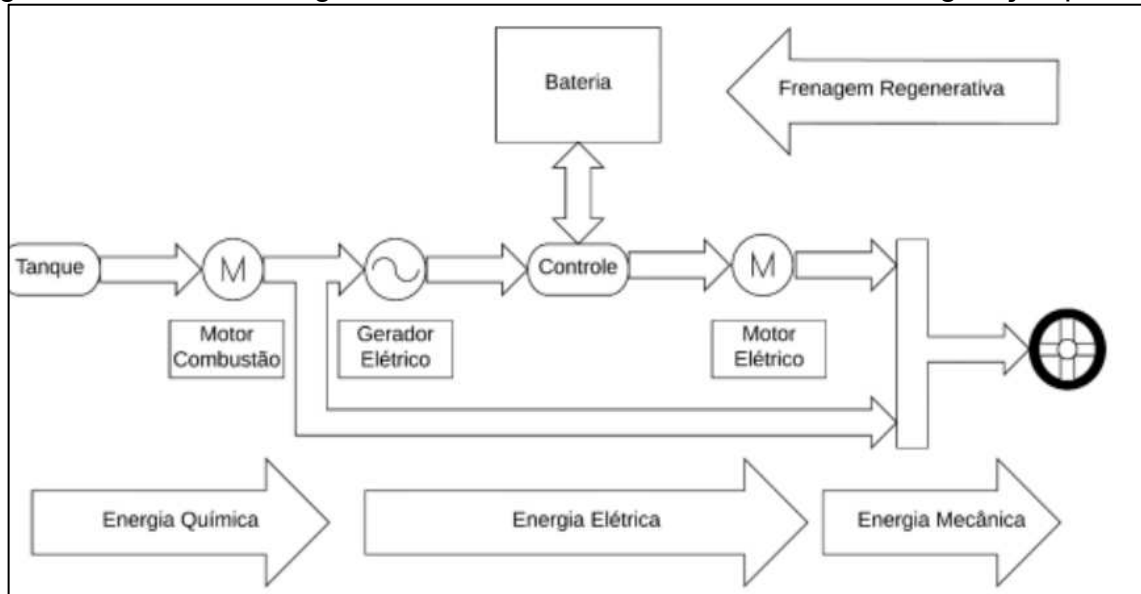
Fonte: Tavares (2019).

Lançado em 2011, este veículo nasceu como um projeto de carro elétrico, porém a marca viu que o custo de produção, problemas com a autonomia e a falta de infraestrutura para recarga seriam problemas que poderiam travar as vendas. Por isso, optaram por um pacote de baterias menor e um motor a gasolina que funciona como um gerador (TAVARES, 2019), resultando em um carro híbrido e elétrico de configuração em série.

2.2.2 Configuração paralela

Nesta configuração trata-se de um veículo convencional com assistência elétrica, isto é, ambos os motores estão acoplados ao eixo de transmissão através de duas embreagens independentes, assim a propulsão pode ser efetuada pelo Motor de Combustão Interna, pelo Motor Elétrico ou por ambos (CHIARADIA, 2015). De acordo com Carneiro (2018), essa configuração possibilita o motor a combustão se manter desligado quando necessário pelo motivo da associação em paralelo permitir uma atuação um pouco mais independente do gerador elétrico em conjunto com a bateria, além de não ser acionado para velocidades baixas devido, após a conversão de energia, apresentar uma parcela de contribuição para tração do eixo das rodas pelo motor a combustão (Figura 2).

Figura 2 - Fluxo de energia em um veículo híbrido e elétrico de configuração paralela



Fonte: Jacinto (2017).

A operação deste tipo de configuração em estradas apresenta vantagens em relação aos veículos híbridos em série, porque dispõe de um sistema em que é possível ação conjunta ou independente de cada motor, dando mais flexibilidade ao veículo. A maioria dos híbridos atualmente comercializados utiliza a forma e transmissão paralela (JACINTO, 2017), o BMW i8 é um exemplo desse tipo de veículo como pode ser visualizado na Imagem 2.

Imagem 2 - BMW i8



Fonte: Autopapo (2018).

Neste carro, tanto o motor elétrico quanto o motor a combustão geram tração para mover as rodas do carro. Por isso, diz-se que os dois funcionam paralelamente. Geralmente, o elétrico está conectado ao eixo dianteiro, e o eixo traseiro é movido pelo motor a combustão (AUTOPAPO, 2018).

2.2.3 Configuração mista

Na Configuração Mista, como próprio nome já diz, ela mescla as características das duas anteriores, procurando assimilar as vantagens de ambas. Nela existe uma ligação mecânica adicional entre o gerador e o motor elétrico, comparado com a configuração série, e um gerador adicional comparado a configuração paralela. Essas diferenças possibilitam desconectar o motor à combustão da transmissão e a operação se torna semelhante ao híbrido série (CASTRO, 2015).

Esta flexibilidade proporciona a utilização do motor elétrico ou a combustão nas suas formas ótimas quando o veículo estiver em rotações baixas ou altas. Entretanto, o fato de o veículo apresentar dois sistemas, seu preço torna-se bem superior

comparado às outras configurações apresentadas, pois além da complexidade mecânica, o carro apresenta um gerador, um conjunto de baterias maior e um sistema de controle mais complexo (CARNEIRO, 2018). O carro verde mais barato à venda no Brasil, em 2018, foi o Toyota Prius, um híbrido com dois motores: elétrico e 1.8 a gasolina, capazes de gerar a potência combinada de 134 cv (Imagem 3).

Imagem 3 - Toyota Prius



Fonte: Autopapo (2018).

Mesmo precisando de combustível para se locomover e para carregar as baterias, o consumo é significativamente mais baixo que o de um automóvel convencional, pois, sempre que possível, o Prius utiliza apenas o propulsor elétrico, sendo um bom exemplo de Veículo Híbrido e Elétrico de Configuração Mista.

2.2.4 Políticas públicas e incentivos fiscais sobre veículos híbridos e elétricos

Haja vista todo conteúdo compartilhado sobre a eletrificação veicular até aqui, percebe-se que essa é uma alternativa para melhorar a eficiência energética e reduzir sensivelmente o impacto ambiental dos veículos automotores. Contudo, observa-se também poucos incentivos fiscais e quase nenhuma discussão sobre políticas públicas a respeito do assunto no contexto brasileiro, mas é interessante destacar

alguns pontos referente a utilização de veículos automotores híbridos e elétricos que já foram empregados alguns territórios estrangeiros que podem servir de exemplo para o Brasil.

O processo de difusão do carro elétrico em todo mundo vem ocorrendo de forma gradativa, o que permite o planejamento do investimento. Na medida em que a frota aumentar, pode-se estimar que a necessidade de maiores investimentos vai ocorrer primeiramente na distribuição de energia elétrica, para suportar a carga dos veículos. Para que os benefícios do veículo elétrico sejam maximizados, é crucial que o aumento em geração seja suprido por novos investimentos que privilegiem fontes renováveis e de baixas emissões (VAZ; BARROS; CASTRO, 2015).

Os principais países do mundo vêm adotando uma série de medidas para incentivar a difusão de VHE. Os incentivos observados são os mais variados e visam, além de tornar a solução economicamente atraente, superar, no caso dos puramente elétricos, obstáculos iniciais como a escassez de infraestrutura de abastecimento e a baixa autonomia (VAZ; BARROS; CASTRO, 2015).

Ademais, benefícios não monetários, como faixas de rolagem exclusivas, estacionamento preferencial, entre outros, já estão em vigência em alguns locais e figuram como importantes diferenciais na decisão de compra do consumidor. Em grandes centros urbanos, onde o tráfego é intenso e há escassez de vagas, esses benefícios tornam-se especialmente relevantes. Os incentivos não monetários podem, portanto, ter considerável efeito sem requerer esforço fiscal por parte dos governos locais (VAZ; BARROS; CASTRO, 2015).

Um dos incentivos financeiros mais utilizados são os subsídios para a compra de veículos verdes e a redução de impostos e taxas no ato da compra e ao longo da vida útil do veículo. Seguindo essa linha de pensamento, Vaz, Barros e Castro (2015, p. 314) narram o caso da Noruega:

O caso norueguês merece destaque tendo em vista que o governo investiu em diversas frentes e com bastante sucesso, tornando o país uma referência mundial de políticas públicas no tema. A criação de infraestrutura de recarga também é fundamental para a difusão dos veículos elétricos, já que sua ausência limita as situações de uso e implica maior disciplina do motorista. Os veículos puramente elétricos disponíveis atualmente têm autonomia que atende à maior parte dos trajetos diários nas grandes cidades, mas que não permitem viagens maiores sem recargas intermediárias. A recarga diária na residência (ou no local de trabalho) do motorista deve se tornar também um hábito. A existência de infraestrutura, portanto, estimula a demanda por veículos elétricos, na medida em que aumenta suas possibilidades de uso.

Além de subsídios diretos, isenções e deduções fiscais e provimento de infraestrutura de recarga, outros incentivos, inclusive não monetários, vêm sendo adotados em níveis diversos de governo por todo o mundo. Dentre tais incentivos, destacam-se: gratuidade em estacionamento públicos, usos de faixas exclusivas, isenção de pedágios em rodovias e de taxas de circulação em centros urbanos, vagas cativas em estacionamentos, descontos no seguro do veículo, dispensa de inspeções veiculares, descontos no valor da eletricidade para recarga de VE, programas voltados à conscientização e à informação do consumidor, realização de demonstrações públicas de VHE. Tais medidas cumprem papel relevante nos locais em que vêm sendo adotadas (VAZ; BARROS; CASTRO, 2015).

Voltando-se para o contexto brasileiro mais uma vez, entende-se que precisa de um estímulo de VHE acessíveis a todas as camadas sociais e aos setores produtivos, esse processo pode ser iniciado por meio dos incentivos fiscais. Os incentivos fiscais sobre a utilização de VHE, podem trazer uma série de benefícios, dentre as principais: ambientais, econômicos e sociais. Ambiental, pela redução de gases de efeito estufa – potencializadores do aquecimento global – e dependência do petróleo, bem como, dos incentivos a investimentos em fontes sustentáveis de energia elétrica. Em conjunto com o aspecto econômico e social, na abertura de novas frentes de trabalho e reinvenção do modelo logístico da sociedade moderna, barateando os custos de transporte, por consequência, reduzindo preços de bens de consumo e possibilitando maior ação do setor de serviços (ALVES JUNIOR; NASCIMENTO, 2021).

3 CONHECENDO O SALVAMENTO VEICULAR

O salvamento veicular é uma atividade crítica e, muitas vezes, arriscada. O resgate de vítimas em acidentes automobilísticos, em especial, envolvendo um trabalho em equipe é complexo e técnico. Vale destacar, que muitas vezes a equipe está sob condições extremas de stress, causadas pelo senso de urgência, presença de curiosos, riscos no ambiente e pressão emocional em função da ânsia de salvar a vítima (CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO, 2022).

Na Lei n. 10.230 de 23 de abril de 2015 que dispõe sobre a Organização Básica do Corpo de Bombeiros Militar do Maranhão, enumera as competências do CBMMA:

Art. 2º Ao Corpo de Bombeiros Militar do Maranhão, órgão com competência para atuar no âmbito do Estado, cabe:

I - desenvolver a política Estadual de Proteção de Defesa Civil, nas ações de proteção da incolumidade e do socorro das pessoas em caso de infortúnio ou de calamidade;

II - prestar socorro nos casos de inundações, alagamentos, deslizamentos, desabamentos e/ou catástrofes, sempre que houver ameaça de destruição de haveres, vítimas ou pessoas em iminente perigo de vida;

III - exercer atividades de polícia administrativa para os serviços de Segurança Contra Incêndio e Pânico e de Salvamento, podendo, por meio de estudos, vistorias, análises, planejamento, fiscalização e controle de edificações, embargar, interditar obras, serviços, habitações e locais de diversões públicas que não oferecerem condições de segurança e de funcionamento;

IV - controlar e fiscalizar a formação de guarda-vidas em meio aquático;

V - realizar serviços de busca e salvamento de pessoas, animais, bens e haveres;

VI - realizar prevenção no meio aquático e serviço de guarda-vidas;

VII - realizar serviços de atendimento e transporte pré-hospitalar em vias e logradouros públicos;

VIII - proceder à perícia de incêndios, bem como o controle de edificações e seus projetos, visando à observância de requisitos técnicos contra incêndio e outros riscos, prevenindo e extinguindo incêndios urbanos e florestais;

IX - desenvolver pesquisas científicas em seu campo de atuação funcional e ações educativas de prevenção de incêndios, socorros de urgência, pânico coletivo e proteção ao meio ambiente, bem como ações de proteção e promoção do bem-estar da coletividade e dos direitos, garantias e liberdades do cidadão, estimulando o respeito à cidadania, por meio de ações de natureza preventiva e educacional ou por meio de convênios;

X - celebrar e manter intercâmbio sobre os assuntos de interesse de suas atribuições com órgãos congêneres de outras unidades da Federação ou Países, além de exercer outras atividades necessárias ao cumprimento de sua competência por meio de convênios. (MARANHÃO, 2015, p. 2).

Dentre as competências expostas pela legislação maranhense, está o salvamento. Compreende-se então, o salvamento veicular como o procedimento utilizado para localizar, acessar, extrair, estabilizar e transportar vítimas que estejam

presas às ferragens de um veículo acidentado. Conforme o relatório quantitativo de ocorrências envolvendo veículos atendidas pelo CBMMA e pelo Centro Integrado de Operações de Segurança (CIOPS), entre anos de 2017 até o mês de julho de 2022 foram realizados 2568 resgates, sendo 1689 destes atendimentos trataram-se de colisão; 470 de incêndio em veículo; 171 capotamentos; 141 foram atendimentos referente a choque; 97 deles voltados somente para o resgate de veículos (MARANHÃO, 2022).

O resgate veicular envolve dois pontos, o desencarceramento e a extração. O desencarceramento trata-se da movimentação e retirada das ferragens que eventualmente podem impedir a sua extração ou o acesso dos socorristas a uma via de retirada da vítima. Desencarcerar é retirar as ferragens da vítima. Já a extração se refere ao processo de retirar a vítima desencarcerada do interior do veículo. Extrair é retirar a vítima das ferragens (CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO, 2022).

O salvamento veicular gira em torno das seguintes ações, conforme descrito no Quadro 1:

Quadro 1 - Ações do salvamento veicular

AÇÕES	DESCRIÇÃO
LOCALIZAR	Chegar até o local; a procura de vítimas dentro de veículos e identificar a situação, próximo aos veículos acidentados.
ACESSAR	É a utilização das técnicas de desencarceramento, é chegar até a vítima deixando-a livre de ferragens.
TRANSPORTAR	É o emprego de técnicas de atendimento pré-hospitalar, e a sua extração do interior do veículo.

Fonte: Adaptado de Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo (2006).

Para segurança da Guarnição que todos estejam portando Equipamento de Proteção Individual (EPI): capa, calça de proteção, capacete com viseira abaixada ou com óculos de proteção, bota cano-longo, cinto alemão com machadinha, luva de procedimentos por baixo da luva de vaqueta (Imagem 4).

Imagem 4 - Equipamento de proteção individual



Fonte: Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Amapá (2018).

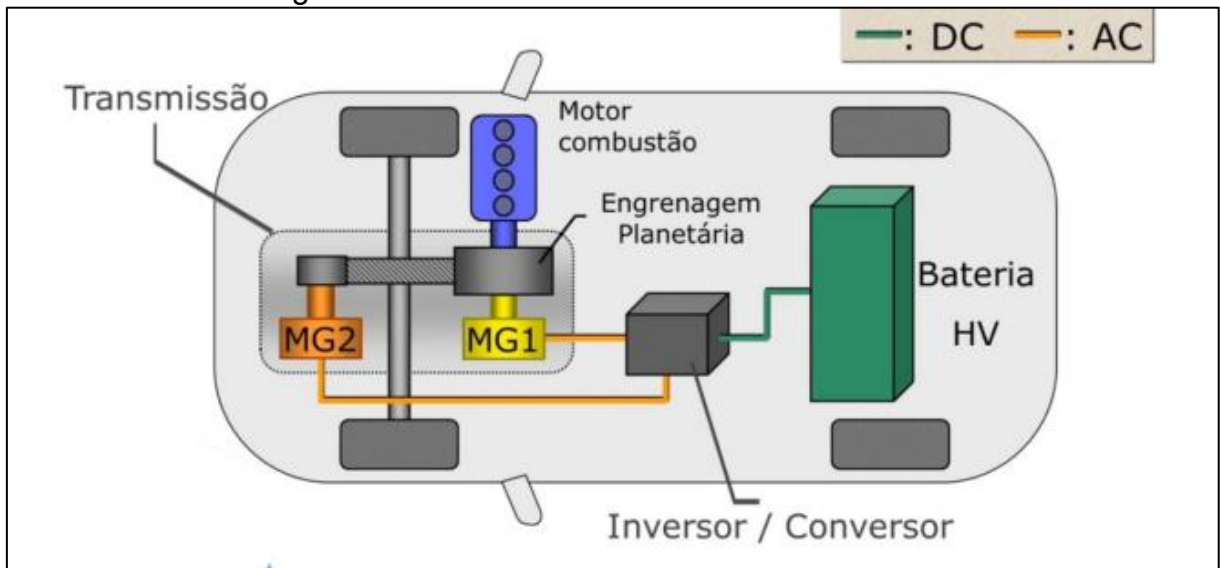
Outro ponto importante a ser mencionado sobre a segurança da Guarnição, são algumas medidas de proteção que devem ser adotadas como carregar materiais de primeiros socorros e a sacola de proteção de ferragens, assim como verificar o desligamento da bateria do veículo. Destaca-se também a proteção da vítima com cobertores como um quesito importante no salvamento veicular.

3.1 Anatomia Veicular dos Carros Híbridos e Elétricos

O conhecimento dos principais aspectos da “anatomia” dos veículos é muito importante e exige o estudo contínuo, tendo em vista a constante evolução da tecnologia automobilística. Os aspectos de construção e segurança variam entre as marcas ou até entre os modelos de uma mesma marca, podendo ainda se diferenciar de acordo com o ano de fabricação. Isso exige dos resgatistas um estudo permanente da “anatomia” dos veículos (CBMSC, 2017).

Os pontos anatômicos observados nos carros híbridos e elétricos que se diferenciam dos veículos tradicionais, são as duas fontes de força que o fazem funcionar, como visto nos tópicos anteriores. Ou seja, o carro híbrido e elétrico possui um motor de combustão e um motor elétrico. Na Figura 3 a seguir observa-se a anatomia da particularidade deste tipo de veículo

Figura 3 - Sistema de um carro híbrido e elétrico



Fonte: Indústria Hoje (2014).

As baterias e os motores deste tipo de veículo possuem uma grande capacidade elétrica e magnética, por isso é importante estar atento aos avisos e recomendações dos fabricantes (Imagem 5):

Imagem 5 - Bateria de um veículo híbrido

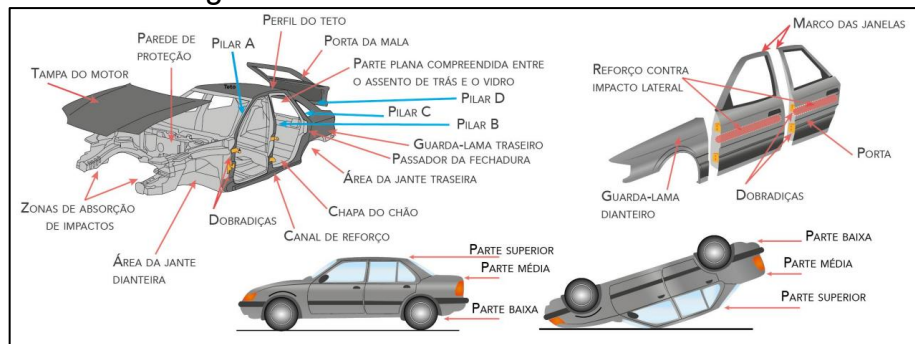


Fonte: Manual de Resgate Veicular da Toyota (2021).

A maior parte dos elementos alta tensão dos VHE concentram-se em uma unidade de força, que usualmente encontra-se “[...] atrás dos assentos traseiros ou abaixo do assoalho do compartimento de bagagem [...] essa unidade é uma caixa de metal completamente selada por parafusos. [...] O motor elétrico fica localizado entre o motor de combustão e a transmissão [...]” (DENTON, 2018, p. 18).

Nos demais aspectos anatômicos os VHE se assemelham com os carros convencionais, por isso ressalta-se os principais aspectos que afetam o resgate das vítimas: estrutura, célula de sobrevivência, zonas colapsáveis, materiais, barra de reforço estrutural, proteção das portas, vidros, pré-tensionador do cinto de segurança, sistemas de proteção automática do teto contra capotamento (CBMSC, 2017), como observado na Figura 4.

Figura 4 - Anatomia veicular de um carro



Fonte: Bombeiros Militar do Estado de Santa Catarina (2017).

Entender os elementos estruturais de um veículo, os pontos de reforços e os materiais empregados na sua construção, faz-se muito necessário para o resgatista, uma vez que saber onde, como e quando cortar ou expandir as ferragens podem ser essenciais para a sobrevivência da vítima.

3.2 Gerenciamento de Riscos: medidas e procedimentos de segurança

Após a compreensão sobre os principais elementos tecnológicos presente nos carros híbridos e elétricos; os principais riscos de seus componentes e alguns conceitos importantes sobre o salvamento veicular, torna-se necessário destacar o gerenciamento dos riscos juntamente com algumas medidas e procedimentos para uma atuação mais segura na cena. O Corpo de Bombeiros Militar de Goiás no bojo de seu Manual Operacional (2016) define gerenciamento de riscos como uma busca por tornar os riscos mais aceitáveis e a operação mais segura atuado sempre sobre a

vulnerabilidade e as ameaças potenciais. Portanto, para melhor compreensão da importância desse tópico destaca-se a necessidade do entendimento de alguns conceitos correlatos, como: operação segura, vulnerabilidade e risco aceitável.

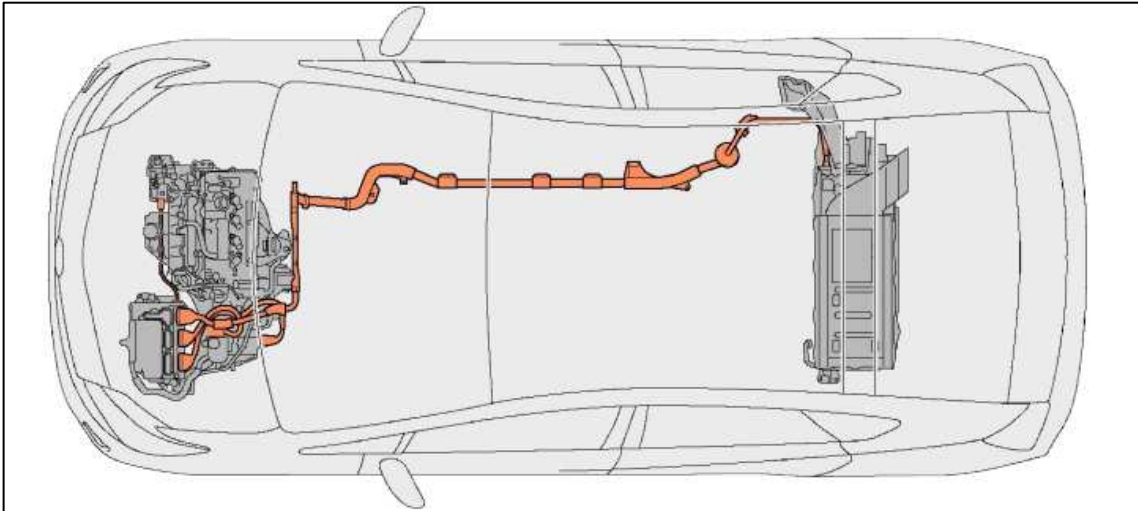
Operação segura: é aquela na qual o risco é aceitável. Perigo: Qualquer fator que possa vir a provocar danos físicos os materiais. É a fonte potencial do dano, ou seja, é algo que gera risco. Risco: é o perigo adicionado da probabilidade, da vulnerabilidade e de outros fatores que podem contribuir para a ocorrência de danos físicos ou materiais. Risco aceitável: risco compatível com a atividade que se deseja desenvolver. Vulnerabilidade: fator que determina o grau de exposição de pessoas ou bens em relação aos perigos. (CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL, 2017, p. 95-96).

Neste aspecto, conforme citado acima, no que tange às operações de resgate veicular, o autor deixa claro que atuar sempre sob um risco aceitável, diminuindo o grau de exposição e minimizar cada vez mais a vulnerabilidade é o objetivo central do gerenciamento de riscos. Desse modo, o treinamento e padronização da equipe de socorro irá acarretar em um bom resgate evitando, dessa maneira, acidentes e possíveis evoluções do sinistro. Ocorre que, nos carros com motores elétricos ou híbridos essa pré-avaliação dos riscos da ocorrência torna-se ainda mais importante, uma vez que os componentes são de difícil identificação e possuidores de elevadas voltagens.

Nos veículos híbridos, os cabos de alta voltagem são identificados por uma cobertura na cor laranja, que podem ser visualizados na figura. Normalmente esses cabos estão protegidos no interior da estrutura do veículo, não estando ao alcance dos resgatistas. Em hipótese alguma os resgatistas devem cortar ou abrir os cabos ou outros componentes de alta voltagem, para a própria segurança. Salienta-se que os veículos híbridos, quando estiverem com os motores elétricos acionados, podem parecer desligados (CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA, 2017, p.60-61).

Nessa esteira, apesar dos autores possuírem doutrinas de trabalho diferente, uma vez que se trata de Corpos de Bombeiros de Estados distintos, a ideia central de suas abordagens sobre o gerenciamento dos riscos no resgate veicular é a mesma. Conforme citado acima, trata-se inegavelmente da mesma essência de trabalho: avaliar, mitigar e prevenir os riscos existentes na ocorrência. Ao se tratar dos automóveis híbridos e elétricos, por exemplo, o autor deixa claro que a avaliação primária é necessária, uma vez que a falta de identificação da rota dos cabos (Figura 5) e o corte indevido de tais componentes com as ferramentas de resgate culminará em danos fatais às vítimas e aos socorristas (MENÊSES, 2015).

Figura 5 - Rota do cabo de alta-tensão



Fonte: Meneses (2015).

Não é exagero afirmar que o perímetro onde aconteceu o acidente pode ser um local de trabalho com os mais variados perigos. Assim, como bem assegura o Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina (2017, p. 71) “[...] é vital que os resgatistas protejam-se adequadamente antes de se engajarem em qualquer ação de resgate, diminuindo sua vulnerabilidade frente às ameaças presentes na cena [...]”. Para isso, o uso de equipamentos de proteção individual para atuar na cena configura-se como imprescindível para a vida do socorrista, aliado a isso para um resgate de sucesso o uso de um procedimento para gerenciamento de crise é fundamental, como é o caso, por exemplo, do Sistema de Comando de Incidentes (SCI).

3.2.1 Gerenciamento de riscos aplicado aos sistemas elétricos dos veículos híbridos e elétricos

Denton (2018, p. 29) mostra que o gerenciamento de risco, ao se trabalhar com tecnologias automotivas de alta tensão, deve ser iniciado a partir de uma inspeção visual detalhada do veículo. Dessa forma, pode-se ver abaixo a importância desta avaliação primária para segurança nas ocorrências:

[...] verifique visualmente o veículo para identificar sinais de perigo aos cabos de alta tensão (normalmente na cor laranja). Sistemas de alta tensão devem ser isolados (a alimentação deve ser desconectada e colocada em situação segura tal que não possa ser acionada de forma invertida), e a ausência de energia comprovada, antes de iniciar qualquer atividade. Sempre isole e trave a fonte de alimentação, conforme instruções do fabricante.

Desta feita, o gerenciamento de risco está pautado em três pilares: conhecimento técnico da equipe, inspeção primária da cena e padronização de procedimentos. Este último pode ser realizado com os Procedimentos Operacionais Padrões (POP's), ferramentas que minimizam ações aleatórias e desvios de conduta às guarnições. Afinal, trata-se de ocorrências com múltiplos riscos para a equipe de socorro, na qual intensificam-se nos carros com sistemas de alta tensão, conforme explicado acima. O autor deixa claro, portanto, é que nos carros híbridos e elétricos as abordagens dos resgatistas devem partir de ações gerenciadas, treinadas, sincronizadas e padronizadas, para que somente assim, o resgate seja realizado de forma segura e com baixos índices de vulnerabilidade.

A gestão de risco no contexto do resgate é um processo totalmente sistemático com o intuito principal de avaliar todos os riscos em potencial que poderá vir acometer a guarnição. Nesse sentido, engana-se quem pensa que a análise de risco em uma ocorrência de salvamento veicular começa quando a equipe chega no local do acidente. Muito antes disso, desde o momento da recepção da ocorrência via rádio o planejamento gerencial da ocorrência deve traçado, isso caracteriza um atendimento técnico e especializado.

Logo, a análise dos riscos aplicada em acidentes de colisão veicular, sobretudo com os carros elétricos é essencial. Para que isso ocorra, medidas de capacitação, estudos técnicos de doutrinas de abordagens nesse tipo de cena, ferramentas de segurança bem como o aprimoramento do conhecimento das tecnologias veiculares torna-se de suma importância para um resgate coeso.

Denton (2016, p. 16-17) define que: “[...] as práticas de segurança são essenciais em quaisquer sistemas automotivos, para a sua segurança e a de outros. Ao trabalhar em sistemas de alta tensão, é ainda mais importante que saiba o que está fazendo [...]”. Sendo assim, é perceptível os perigos ao acessar um veículo elétrico, uma vez que em sua maioria os subsistemas combinam-se em uma unidade força. A tensão é transferida pelos cabos partindo do motor elétrico até as rodas, nesse deslocamento caso algum cabo esteja desconectado, o resgatista deve desligar o sistema de alta tensão prevenindo o risco de curto-circuito do mesmo.

Reiterando o cenário de gerenciamento de risco aplicado aos sistemas elétricos dos VHE, o Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN) no uso da competência que lhe confere, estabeleceu a Resolução nº 749, de 20 de dezembro de 2018, que determina os requisitos específicos para veículos movidos à propulsão híbrida, híbrida

plug-in e elétrica. Nela estão dispostos elementos de exigências para um veículo com relação à sua segurança elétrica, como por exemplo:

Proteção contra choques elétricos [...] Proteção contra contato direto [...] Para a proteção de partes energizadas dentro do compartimento do passageiro ou do porta-malas [...] Para a proteção de partes energizadas que não estejam dentro do compartimento do passageiro ou do porta-malas [...] Marcação de equipamento de alta tensão [...] Cabos de barramentos de alta tensão que não estejam localizados dentro de compartimentos serão identificados por um revestimento externo laranja. (CONTRAN, 2018, não paginado).

Todos componentes descritos na resolução são extremamente relevantes para um desempenho seguro em um salvamento veicular com tecnologia híbrida e elétrica, visto que a mesma originou-se a partir da necessidade de aumentar a segurança nos veículos por meio da harmonização dos requisitos nacionais de segurança veicular.

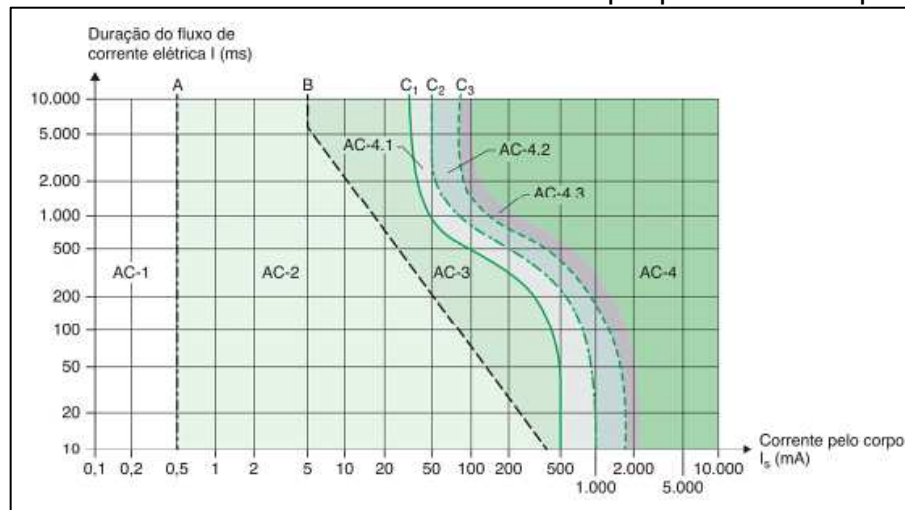
3.2.2 Choque elétrico em AC

Cabe destacar que o choque elétrico é considerado um acidente com alto índice de periculosidade, ora seja por contato direto, ora por contato indireto. Nesse âmbito, o fluxo elétrico na casa de 10 Ma (0,01 A) pode acarretar paralisia de uma pessoa, enquanto uma corrente na casa de 100 Ma (0,1 A) pode levar à morte. Em caso dos acidentes automobilísticos, esses indicadores tornam-se ainda mais preocupantes, tendo em vista que a pele da vítima pode estar úmida e/ou cortada, diminuindo dessa maneira a resistência e aumentando a corrente para níveis perigosos. (BARRETO *et al.*, 2012)

A corrente alternada (*alternating current*) é uma corrente cujo a intensidade, o sentido varia de forma periódica em função do tempo, diferente da corrente contínua que segue um sentido constante ao passar do tempo. Por conta do formato de onda usual dentro do circuito a potência da corrente alternada é senoidal, e isso capacita o transporte da mesma por longas distancias.

Ao se tratar de corrente alternada a proteção contra o respectivo choque elétrico deve ser amparada totalmente em regulamentações nacionais, legislações legais, bem como códigos, manuais e guias oficiais. Consoante IEC 60479-1 (2018) quando uma corrente elétrica atravessa um corpo humano, a dinâmica da zona vai variar de acordo com a magnitude e o tempo que essa pessoa fora submetida. Com base nisso o seguinte gráfico define a inter-relação das zonas com o tempo e a corrente (Figura 6):

Figura 6 - Zonas de efeito da corrente alternada que percorre o corpo humano



Fonte: Denton (2018).

Inferese, portanto, que a inter-relação entre a tensão e a corrente não é linear, haja vista que a impedância do corpo varia conforme a tensão de contato (pele, sangue e músculos). Tais valores de impedância apresentam-se com múltiplas variáveis, como por exemplo o caminho da corrente ou grau de umidade da pele. Portanto, nesse bojo, os efeitos da corrente quando circula pelo corpo, pode ser: Corrente alternada senoidal com ou sem controle de fase.

3.2.3 Choque elétrico em DC

A corrente contínua DC trata-se de um curso único de elétrons ordenados num mesmo sentido por intermédio de uma diferença de potencial. Diante disso, “[...] correntes DC causam uma única contração contínua dos músculos, enquanto correntes AC causam uma série de contrações em função frequência, em termos de fatalidade ambas podem matar [...]” (DENTON, 2018, p. 23).

Pode-se dizer que fibrilação é uma situação na qual a grande maioria dos músculos iniciam movimentos desordenados e independentes. Neste íterim, fica claro que as correntes alternadas e as contínuas são suficientes para causar fibrilação no coração. O mais preocupante, contudo, é constatar que esses níveis, por exemplo, são de 30mA quando a corrente for alternada ou na faixa de 300-500mA quando contínua (DENTON, 2018).

Os cabos de alimentação de alta tensão são indicados pela cor laranja e são conectados aos componentes elétricos de alta tensão, como o inversor/conversor da bateria de alta tensão, motor elétrico, compressor do

A/C e o carregador. Os cabos de alimentação de alta tensão ficam no compartimento do motor elétrico/mecânico e no centro do veículo (através de um duto central) ou em ambos os lados, distante dos painéis da soleira. Além disso, os cabos de alta tensão são usados no sistema de carregamento plug-in. (MANUAL DE RESGATE VEICULAR DA TOYOTA, 2017, p. 37).

Conforme verificado acima, tanto a magnitude das correntes quanto sua duração são fatores relevantes para o choque elétrico. Dessa forma, até mesmo um valor baixo de corrente em contato com corpo humano por um longo período de tempo pode ser fatal. Nesta esteira, é imperativo destacar que acima dos limites de 22mA para AC e 88mA para DC acontecerá o agarramento automático do condutor. Ocorre que, o agrave do choque elétrico está intrinsecamente ligada a taxa de resistência corporal, juntamente com nível de tensão, o tipo da corrente e seu percurso (DENTON, 2018).

Sendo assim, é nítido que a tensão oriunda de uma fonte possui ligeira importância pois a mesma altera de forma direta na gravidade da corrente, uma vez que a tensão resulta do produto entre corrente e resistência, levando em consideração a resistência corporal. Por conseguinte, as correntes contínuas usualmente valem-se de frequência zero, no entanto isso não implica na inexistência total dos riscos, ficando como fator definitivo para o choque o caminho percorrido pela corrente.

3.2.4 Abordagem segura

Segundo Niskier (2005) abordagem segura aos carros elétricos serve para afastar os riscos do choque elétrico ocasionado por uma descarga elétrica indevida, o profissional de resgate deve se certificar do devido aterramento dos motores e demais sistemas elétricos de tensões elevadas com o intuito de transcorrer a corrente para o isolamento, provocando o dispositivo de proteção através do acionamento do curto circuito.

O Manual de Resgate Veicular da Toyota, publicado em 2017, relata que abordagem segura direcionada aos carros híbridos e elétricos é aquela que prioriza tanto o desligamento quanto a desabilitação do sistema elétrico antes de qualquer medida de emergência a ser realizada. Para prevenir, nesses casos, incêndios e partida inesperada do veículo (TOYOTA, 2017).

Abordagem segura aos carros híbridos e elétricos facilita de forma categórica o controle dos riscos, o reconhecimento das ameaças e uma análise das vulnerabilidades. Em todo caso, no resgate veicular, se prioriza a técnica das duas

circunferências em volta do veículo sinistrado, na qual a maior é feita pelo profissional de salvatagem especializado 02 enquanto a circunferência menor pelo especializado 01. Tais movimentos circulares em torno da cena são fundamentais para avaliação de situação de risco e definição de estratégias e táticas operacionais.

Para Meneses (2015, p. 65):

Abordagem segura aos carros híbridos e elétricos permite A organização da cena do acidente é uma conduta de gerenciamento de riscos que está presente em todas as operações. Esta organização envolve alguns aspectos importantes, dos quais destacam-se: Sinalização do Local do Acidente. Os acidentes acontecem nas ruas e estradas, impedindo ou dificultando a passagem normal dos outros veículos. Por isso esteja certo de que situações de perigo vão ocorrer (novos acidentes ou atropelamentos), se você demorar muito, ou não sinalizar o local de forma adequada. Posiciona corretamente a viatura, tomando cuidado de não bloquear o acesso dos demais recursos. Sinaliza a via com cones, de preferência luminosos.

Como se pode verificar nessa citação, abordagem segura aos carros híbridos e elétricos é aplicado Salvamento veicular técnico com doutrinas bem treinadas e definidas pelo chefe de socorro. Evidentemente a aplicação pode ser utilizada para maximizar a segurança da ocorrência, diminuir a incidência de desvios de conduta e de riscos a guarnição, bem como otimização das operações.

Ao se tratar de ocorrências envolvendo VE, é aquela em que todos riscos potenciais tornam-se aceitáveis, ou seja, compatíveis com o tramitar da operação. Assim, essa abordagem minimizar ou extinguir todas as possíveis ameaças, como por exemplo a eletrocussão, objetivando sempre tornar a cena mais segura à guarnição e às vítimas.

Cita-se, como exemplo, um caso prático disso é quando se considera o Plástico Rígido, acentuado por Fibras de Carbono (PRFC) usado em determinadas estruturas veiculares. O PRFC ao ser cortado com as ferramentas de desencarceramento ou com serras circulares, por ser um condutor elétrico, sua poeira de fibra de carbono pode gerar curto circuito, devido a sua aderência superficial.

Ainda para Meneses (2015, p. 52):

Uma das formas de se reduzir o tempo resposta na cena do acidente é o uso de uma abordagem em equipe. Para tanto se exige que a equipe de resgate esteja sempre bem treinada e que cada componente saiba suas atribuições e responsabilidades, aumentando assim a capacidade de resposta rápida e eficiente da equipe de resgate veicular.

Nesse sentido, Abordagem segura aos carros híbridos e elétricos permite o manejo integrado dos recursos e sistematização técnica dos riscos da ocorrência corroborando para eficiência do atendimento.

Logo, é importante compreender que no resgate veicular apesar da celeridade do acesso às vítimas é essencial, a segurança da abordagem deve ser priorizada. Isso se deve aos riscos dos sistemas elétricos e múltiplas vulnerabilidades.

Nesse sentido, exemplifica-se a abordagem segura aos carros híbridos e elétricos como um instrumento de promoção de segurança e eficácia às operações de resgate em automóveis elétricos e/ou híbridos.

3.2.5 Mitigação dos riscos e ações de treinamento

Compreender que determinados sistemas elétricos podem conservar quantia perigosa de corrente mesmo quando o veículo estiver desligado e/ou as baterias isoladas é importante a mitigação dos riscos. Para Liba (2011) a mitigação dos riscos é uma estratégia desenvolvida para possíveis resoluções de problema, bem como visa definir e avaliar os riscos em potencial. Nesse sentido, ações de treinamento e uso de equipamentos de proteção individual isolantes são fundamentais para os operadores.

Com o advento desta NBR em 2017, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) estabeleceu novos padrões para os calçados isolantes usados nos trabalhos envolvendo instalações elétricas de até 500V (Imagem 6). No entanto, somente em 2018 que a norma EN50321-1 forneceu ensaios para utilização de botas mais resistentes a eletricidade-chegando a tensões de até 36.000V correntes AC e 25.500 correntes DC. Além disso, esta última trouxe maior segurança ao profissional que operam em ambientes úmidos, frios e adversos, enquadrando-se, por sua vez, perfeitamente a realidade dos profissionais de salvatagem no Maranhão.

Imagem 6 - Calçado isolante elétrico



Fonte: ABNT NBR 16603 (2017).

De maneira análoga, a utilização desses calçados isolantes poderá ser replicada de forma inovadora ao Corpo de Bombeiro Militar do Maranhão no bojo das ocorrências de resgate veicular, haja vista que sua utilização culminará em uma ferramenta mais prática, rentável e segura aos quartéis. Assim, como bem demonstra as normativas é aconselhável esse uso pois inibe choques elétricos de pequenas e grandes proporções.

- Resistência elétrica: deve ser maior que 1.000 mA;
- Isolamento elétrico: o calçado deve ser capaz de suportar a aplicação de 14.000 V (rms) em 60Hz por 1 min, sendo que o valor da corrente de fuga não deve ser maior do que 0,5 mA;
- Resistência elétrica a úmido: requisitos de testes de ensaio à úmido, considerando a umidade relativa (23 +-2) °C e 85 (+- 5) %, durante sete dias (168h), condição e acordo com a ABNT NBR ISO 20.344:2015, 5.10;
- Costuras na região do cabedal: toda a região do dorso, até o ressaltado, deve estar livre de costuras. Inclui a questão dos solados bloqueados na região frontal do cabedal;
- Componentes de metal: proibidos de qualquer tipo – alma de aço, ilhoses metálicos, fivelas metálicas, zíperes, pregos, rebites etc.;
- Cabedal resistente à penetração e água: obrigatório;
- Novas marcações – requisitos obrigatórios: introdução das marcações SI (segurança isolante elétrico), PI (proteção isolante elétrico) e OI (ocupacional isolante elétrico);
- Novas marcações – indicação de resistência e símbolo elétrico: incluir desenho da simbologia de resistência ao choque elétrico, na parte externa do calçado. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2017, não paginado).

Fica evidente, portanto, que a mitigação dos riscos é um instrumento importante para a manutenção de uma cena segura, quer seja por auxílio de botas isolantes ou por ações de capacitação continuada. É evidente que a implementação das botas isolantes junto à tropa do CBMMA iria mitigar de forma substancial os riscos das operações de resgate em carros elétricos, afastando as vulnerabilidades presentes.

Como bem assegura Denton (2018) para o trabalho com componentes energizados é indispensável a utilização de luvas e botas isolantes juntamente com ferramentas isoladas. Aliado a isso, neste contexto, fica claro que tais medidas somadas ao treinamento constante evitarão curtos-circuitos indesejados.

O mais preocupante, contudo, é constatar que uma vez terminado os trabalhos, certos procedimentos de mitigação devem ser tomados, como por exemplo a desativação do tampão de segurança da bateria localizada no porta mala, na versão do Prius 2022, de acordo com a Imagem 7:

Imagem 7 - Tampão de emergência da bateria do Toyota Prius



Fonte: O autor (2022).

Portanto, a grande maioria dos modelos híbridos ou elétricos são idealizados desde seu projeto base com isolamento da bateria operante em alta tensão, isso se dá com um envolvimento em série de múltiplos sensores de colisão. No entanto, é imperativo afirmar que ao se tratar de um acidente veicular grave, a principal ação do profissional de salvatagem ao se deparar com tal cena é a desativação do circuito da bateria de alta tensão, por intermédio da retirada do tampão de emergência.

4 METODOLOGIA

Como bem nos assegura Marconi e Lakatos (2007), pode-se dizer que a pesquisa é um processo amplo e sistemático, realizado de maneira formal com base em métodos científicos e reflexivos. Neste contexto, fica claro que a pesquisa objetiva descobrir a realidade. O mais preocupante, contudo, é constatar que há custos e dificuldades no processo de coleta de dados para a real fidelidade dos resultados.

4.1 Quanto à Natureza

O presente estudo foi de natureza aplicada, pois segundo Thiollent (2009, p. 36) “A pesquisa aplicada concentra-se em torno dos problemas presentes nas atividades das instituições, organizações, grupos ou autores sociais. Está empenhada na elaboração de diagnósticos, identificação de problemas e busca de soluções.”

Com base nestas colocações, a aplicação prática desta pesquisa volta-se, sobremaneira, para solução de um entrave específico dentro do CBMMA.

4.2 Quanto ao Objetivo

Com relação aos objetivos a pesquisa foi configurada como exploratória e descritiva. Conforme verificado por Gil (2008), as fontes literárias são as bases para a pesquisa exploratória. A pesquisa exploratória trata-se da procura aprofundada de algo inovador, importante e necessário dentro de um tema. Enquanto a descritiva, reveste-se de particular importância uma vez que estuda as peculiaridades de um grupo, traça opiniões e análises dessa população (GIL, 2008).

Sob essa ótica, o estudo foi classificado de tal forma que se pudesse alcançar todos os objetivos propostos de maneira eficiente e eficaz. Ganha particular relevância o levantamento de conhecimentos com base em referências literárias a respeito dos riscos em operações envolvendo carros híbridos e elétricos, caracterizando esta pesquisa como exploratória e também descritiva à medida que caracteriza e descreve a realidade das guarnições do CBMMA, traçando explicações das operações de resgate veicular executadas por seus militares e as necessidades destes.

4.3 Quanto à Abordagem

No que se refere à abordagem, a pesquisa classificou-se como qualitativa e quantitativa. Gil (2008) relata, que a base da abordagem qualitativa sustenta-se na interpretação do pesquisador, considerando perguntas abertas as mais aceitáveis. Já a abordagem quantitativa, fundamenta-se em métricas e gráficos estatísticos como elementos de medidas para os resultados.

Portanto, por tratar-se de uma pesquisa quanti-qualitativa, tendo em vista a interpretação dos dados com base em questionários aplicados aos profissionais de salvatagem, tal qual visa a investigação minuciosa com base na interpretação dos números, ou seja, procura-se entender a problemática e como ela deve ser resolvida. O método utilizado para o desenvolvimento do trabalho foi hipotético-dedutivo, o qual todo escopo da pesquisa caracteriza-se por uma hipótese e uma problemática.

4.4 Quanto ao Procedimento

No que diz respeito ao procedimento, o estudo foi caracterizado como pesquisa bibliográfica, documental e de campo. Pode-se dizer, que a pesquisa bibliográfica foi realizada a partir de materiais já existentes, em mídias impressas e digitais, constituídos em toda fontes literárias para dar base a pesquisa (GIL, 2008). A pesquisa documental por sua vez consiste na exploração de documentos de primeira mão, ou seja, que não passou por tratamento de analítico específico das informações nestes disponíveis (GIL, 2008).

Finalmente, a pesquisa de campo fixou-se como aquela que buscou as informações inerentes e fundamentais a esta pesquisa, por meio direto com o universo e principalmente a amostra pesquisada. Ela exigiu do pesquisador um contato mais direto com os investigados. Prodanov e Freitas (2013, p. 59) expõe que a pesquisa de campo:

[...] é aquela utilizada com o objetivo de conseguir informações e/ou conhecimentos acerca de um problema para o qual procuramos uma resposta, ou de uma hipótese, que queiramos comprovar, ou, ainda, descobrir novos fenômenos ou as relações entre eles. Consiste na observação de fatos e fenômenos tal como ocorrem espontaneamente, na coleta de dados a eles referentes e no registro de variáveis que presumimos relevantes, para analisá-los.

Contudo, vale ressaltar que antes da realização de qualquer pesquisa de campo há necessidade de se efetuar uma pesquisa bibliográfica e documental sobre o tema investigado, este foi exatamente o processo que ocorreu no presente estudo.

4.5 Coleta de Dados

O estudo empregou como coleta de dados para pesquisa bibliográfica a leitura presente em livros, manuais, artigos, revistas, periódico e outras literaturas já existentes. Para a pesquisa documental, a coleta de dados ocorreu por meio da análise dos riscos e implicações do sistema elétricos dos automóveis híbridos e elétricos em ocorrências de resgate veicular, a partir de fichas e documentos arquivados na Academia de Bombeiros Militar “Josué Montello” (ABMJM), sites institucionais e relatórios estatísticos do CIOPS e de empresas (APÊNDICE A).

Como instrumento de coleta de dados para a pesquisa de campo foi aplicado um questionário (APÊNDICE B), com 14 questões do tipo fechadas, com os militares do CBMMA, com o intuito de observar este determinado grupo, compilar informações e deduzir interpretações daquela realidade. Ocorre que, esse levantamento implicou no diagnóstico do conhecimento dos profissionais de resgate veicular a respeito dos riscos e dos sistemas elétricos dos VE e VHE e suas implicações na segurança das ocorrências.

A aplicação do questionário ocorreu de forma *online* por meio da ferramenta *Google Forms*, utilizando-se do critério de acessibilidade direta, ou seja, considerou-se as respostas daqueles que responderam a ele, entre os meses de julho e agosto de 2022, visto que ela apresenta elevado índice de praticidade quando promove flexibilização de resposta e facilitação para àqueles militares lotados no interior do estado, fazendo com que a pesquisa alcance maior número de investigados possíveis. Não obstante, este questionário possui simplicidade de divulgação e ampla análise gráfica das respostas alcançadas.

No que diz respeito a essa forma de coleta de dados, Gil (2008, p. 128) lembra que o questionário pode ser definido como:

[...] a técnica de investigação composta por um número mais ou menos elevado de questões apresentadas por escrito às pessoas, tendo por objetivo o conhecimento de opiniões, crenças, sentimentos, interesses, expectativas, situações vivenciadas etc.

Ao todo, durante a ação de campo, foram coletadas 112 respostas de militares integrados ao CBMMA (APÊNDICE C), aos quais estes responderam perguntas em direcionamento as suas percepções quanto as tecnologias existentes nos carros híbridos e elétricos existentes com ênfase no grau de seus conhecimentos técnicos acerca dos riscos da maneabilidade indevida destes.

A pesquisa foi realizada no domínio do CBMMA, com o foco nos quartéis operacionais da capital e da Área 02, abrangendo combatentes que trabalham tanto na região metropolitana de São Luís quanto nas unidades do interior do estado. Nesse enfoque, a pesquisa foi aplicada nas seguintes unidades: São Luís – MA, compostas pelo 1º Batalhão de Bombeiros Militar(1ºBBM), pelo 2º Batalhão de Bombeiros Militar (2BBM), pelo Batalhão de Busca e Salvamento (BBS), em São José de Ribamar, o 10º Batalhão de Bombeiros Militar(10ºBBM), em Balsas por meio do 4º BBM, em Chapadinha através da 5ª Companhia Independente Bombeiro Militar (5CIBM), além da 4ª Companhia Independente Bombeiro Militar(4CIBM) situada em Barreirinhas-MA, do 5º BBM localizado em Caxias, do 11º BBM em Itapecuru-Mirim e por fim no município de Pinheiro por meio do 8º BBM.

4.6 Análise dos Dados

Em linhas gerais, nota-se que o real intuito das questões era a análise e diagnóstico do nível de capacitação técnica da tropa do CBMMA, tornando a pesquisa relevante uma vez que produz conhecimento e inovação a esses profissionais. Além disso, o estudo pode servir como incentivo para próximas pesquisas e fixará doutrinas de abordagem inovadora quando o acidente veicular envolver componentes elétricos.

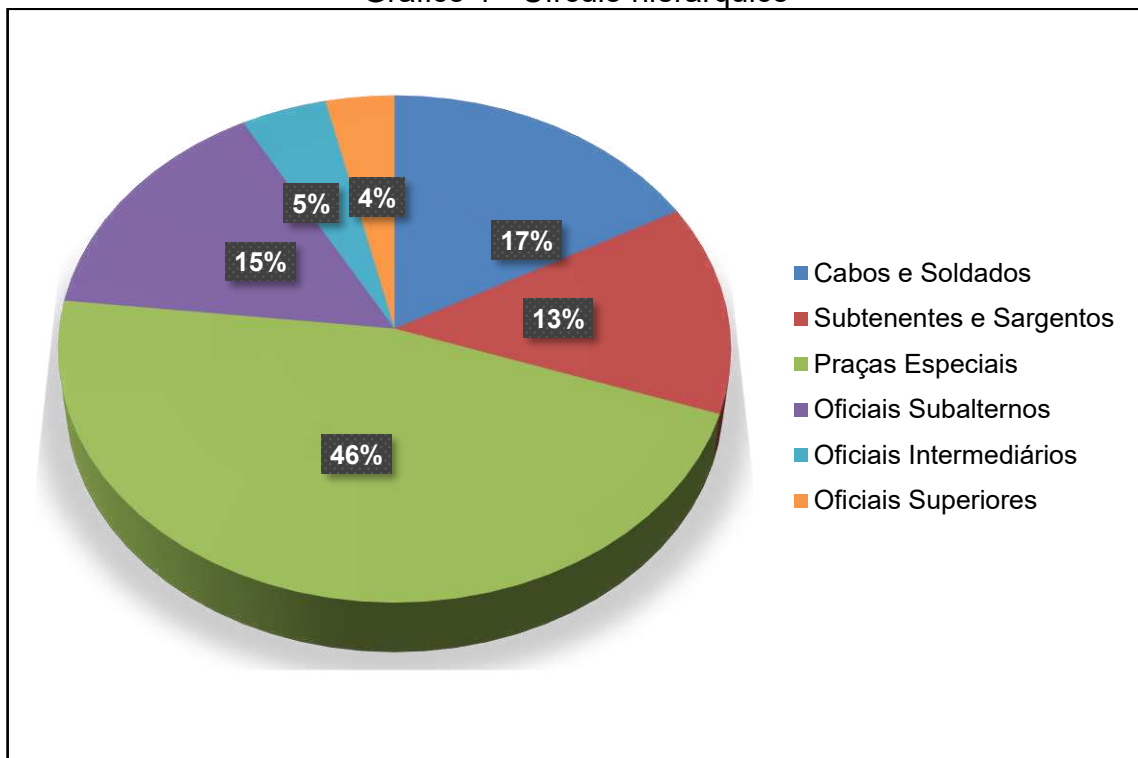
Desse modo, a apresentação dos dados analisados seguiu conforme os objetivos propostos no estudo. Foi utilizado o editor de planilhas *Microsoft Excel* (2016) para gerar gráficos representativos dos dados quantitativos, assim como alguns gráficos gerados pela própria ferramenta *Google Forms*. As análises qualitativas foram fundamentadas segundo a literatura científica publicada sobre o tema investigado, a mesma está disposta conforme os estudos realizados para construção da pesquisa bibliográfica.

5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Atendendo o objetivo específico de detectar o grau de conhecimento técnico da tropa do CBMMA no que tange às ameaças dos elementos presentes nos VE, foi aplicado um questionário via *Google Forms*, com 14 perguntas fechadas, entre os meses de julho e agosto de 2022. Obtiveram-se 112 respostas dos militares do CBMMA que integram os quartéis operacionais da capital e da Área 02, abrangendo combatentes que trabalham tanto na região metropolitana de São Luís quanto nas unidades do interior do estado.

No que diz respeito ao perfil dos militares que responderam ao questionário, a pesquisa apontou que 46% fazem parte do círculo hierárquico de Praças Especiais; 17% são do círculo hierárquico de Cabos e Soldados; 15% são do círculo hierárquico de Oficiais Subalternos; 13% são do círculo hierárquico de Subtenentes e Sargentos; enquanto 5% são do círculo hierárquico Oficiais Intermediários; os 4% restantes fazem parte do círculo hierárquico de Oficiais Superiores e (Gráfico 1).

Gráfico 1 - Círculo hierárquico

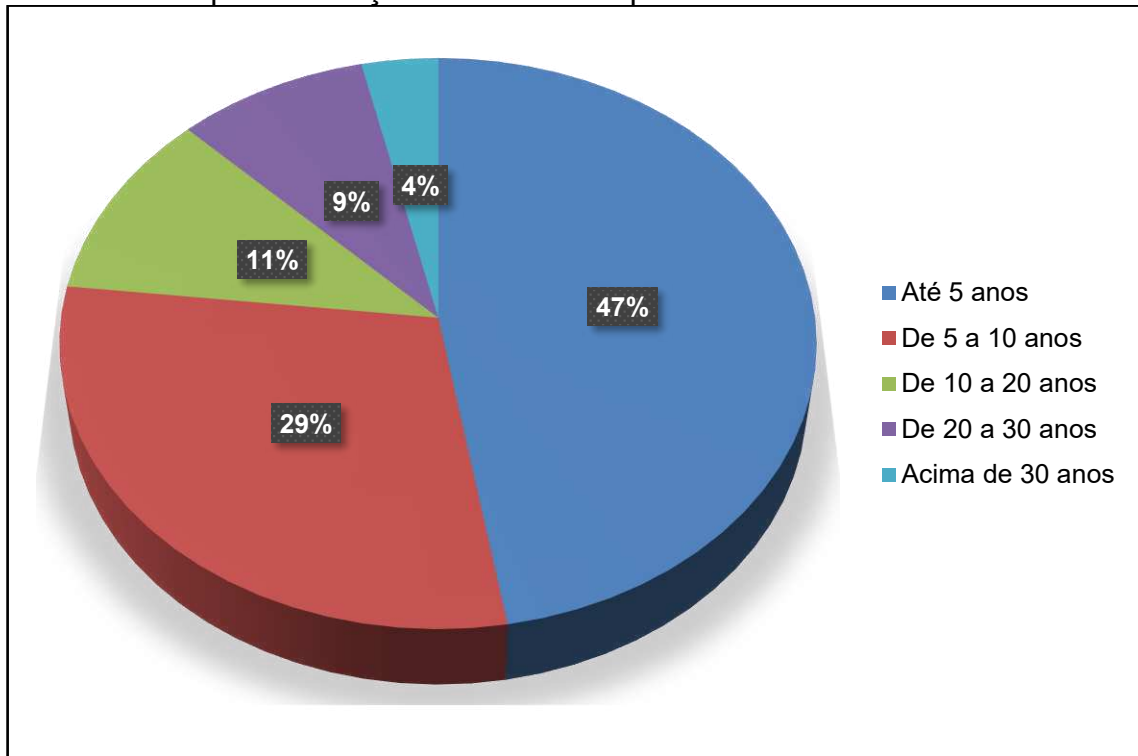


Fonte: Dados de pesquisa.

Ainda no perfil dos entrevistados, foi perguntado a eles o tempo de serviço no CBMMA, a maior parte dos respondentes possui até 5 anos de atuação,

representando 47% destes; enquanto 29% dos militares estão atuando no CBMMA entre 5 a 10 anos de serviço; 11% possuem mais de 10 até 20 anos de atuação; 9% dos combatentes têm mais de 20 até 30 anos de serviço; apenas 4% dos respondentes possuem mais de 30 anos de atuação no CBMMA (Gráfico 2).

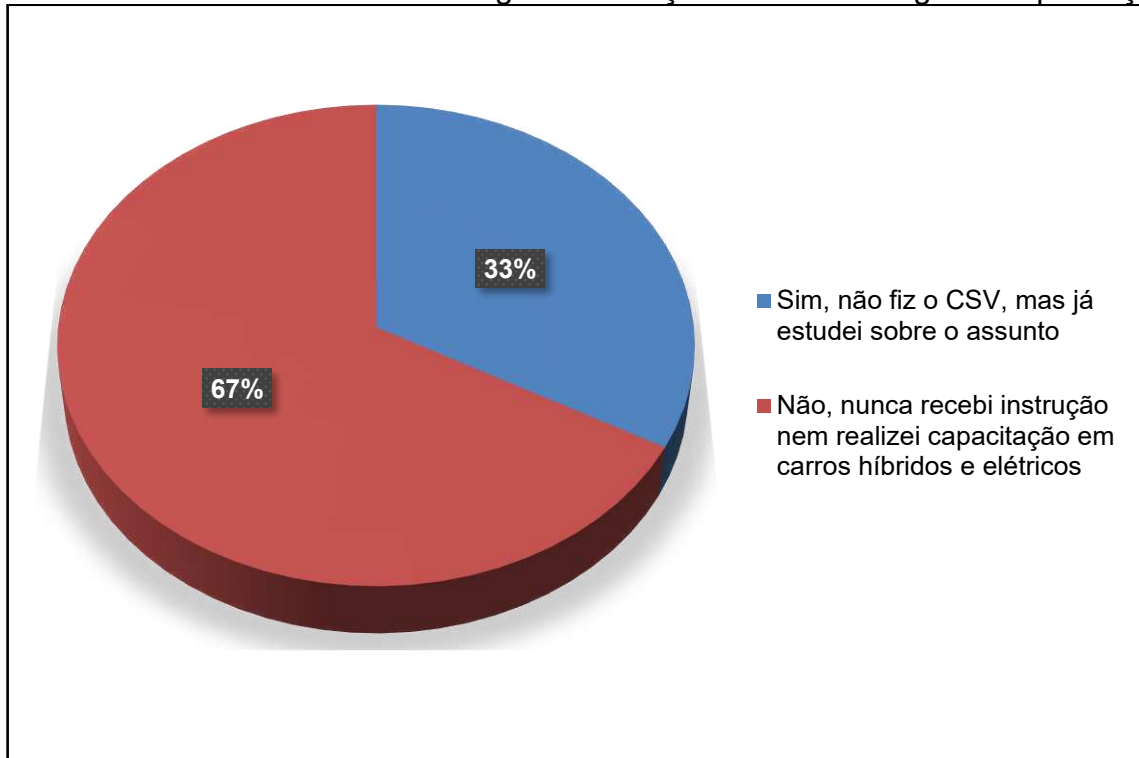
Gráfico 2 - Tempo de serviço atuando no Corpo de Bombeiros Militar do Maranhão



Fonte: Dados de pesquisa.

Saindo do aspecto do perfil dos investigados que responderam ao questionário, foi perguntado se os mesmos já haviam recebido alguma instrução ou realizado alguma capacitação em salvamento veicular voltado para carros híbridos e elétricos, 67% deles responderam que nunca haviam recebido instruções e nem realizado capacitações específicas em carros híbridos e elétricos, enquanto 33% afirmou que não fez o CSV, mas já havia estudado alguma coisa sobre o assunto, ou fizeram algum tipo de treinamento ou receberam instruções sobre o tópico (Gráfico 3).

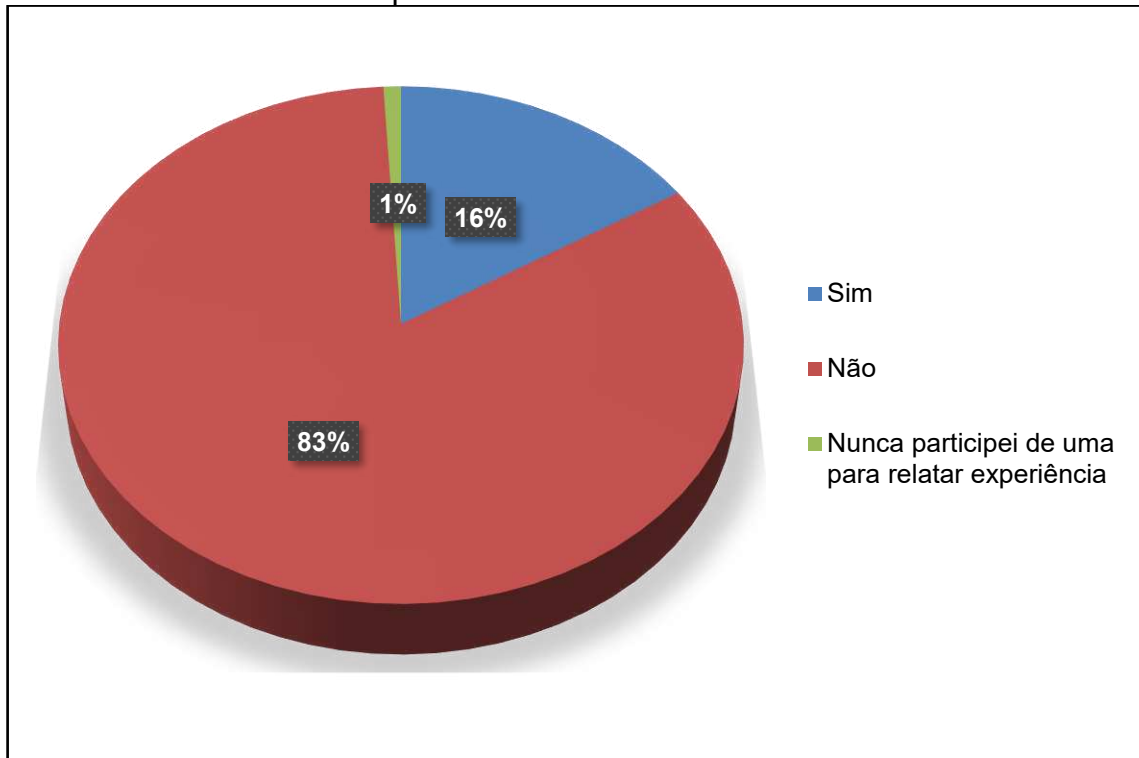
Gráfico 3 - O combatente recebeu alguma instrução ou realizou alguma capacitação



Fonte: Dados de pesquisa.

Os envolvidos também foram questionados se sentiam seguros para atuarem em uma cena de acidente automobilístico quando envolvessem carros híbridos e elétricos, 83% informaram que não se sentiriam seguros, já 16% afirmaram que se sentiriam seguros, enquanto 1% dos respondentes, expôs que pelo fato de nunca ter participado de um resgate deste tipo, não poderia relatar experiência (Gráfico 4).

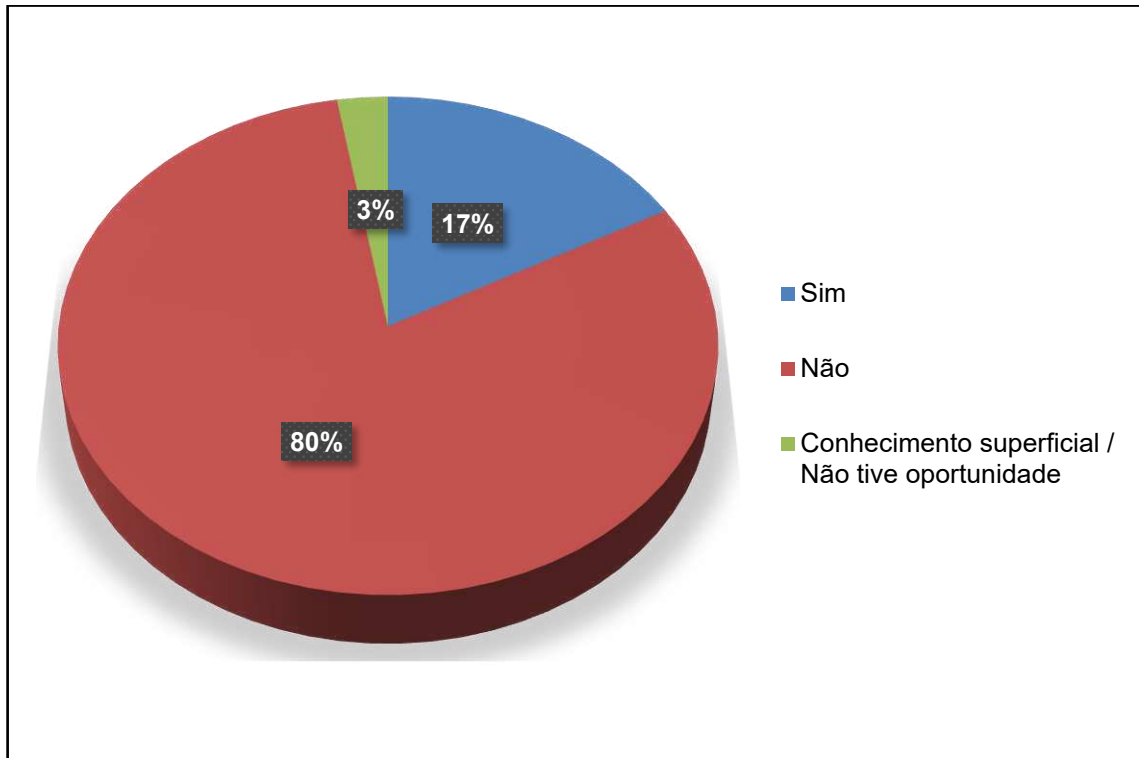
Gráfico 4 - O militar se sente seguro ao atuar em uma cena de acidente automobilístico quando envolver carros híbridos e elétricos



Fonte: Dados de pesquisa.

Quando perguntados se possuíam conhecimento das tecnologias automobilísticas dos carros híbridos e elétricos, 80% dos profissionais responderam que não possuíam conhecimento a respeito, já 17% afirmaram que têm algum conhecimento sobre o assunto, os 3% restantes relataram que sabiam superficialmente sobre o assunto ou não dispuseram de oportunidades para conhecê-lo (Gráfico 5).

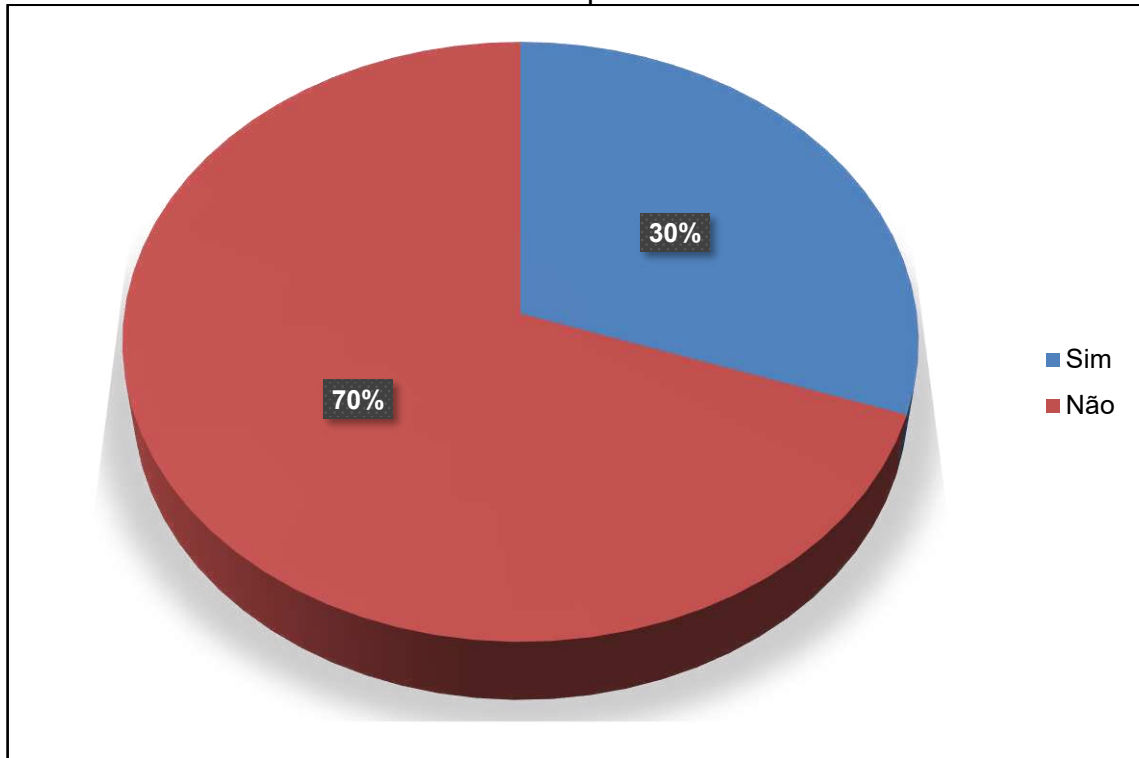
Gráfico 5 - Possui conhecimento das tecnologias automobilísticas dos carros híbridos e elétricos



Fonte: Dados de pesquisa.

Os militares foram questionados se sabiam da existência de tensões maiores que 300V em um veículo híbrido e elétrico, 70% relatou que não, enquanto os 30% restante afirmou que sim, como podemos visualizar no Gráfico 6 a seguir:

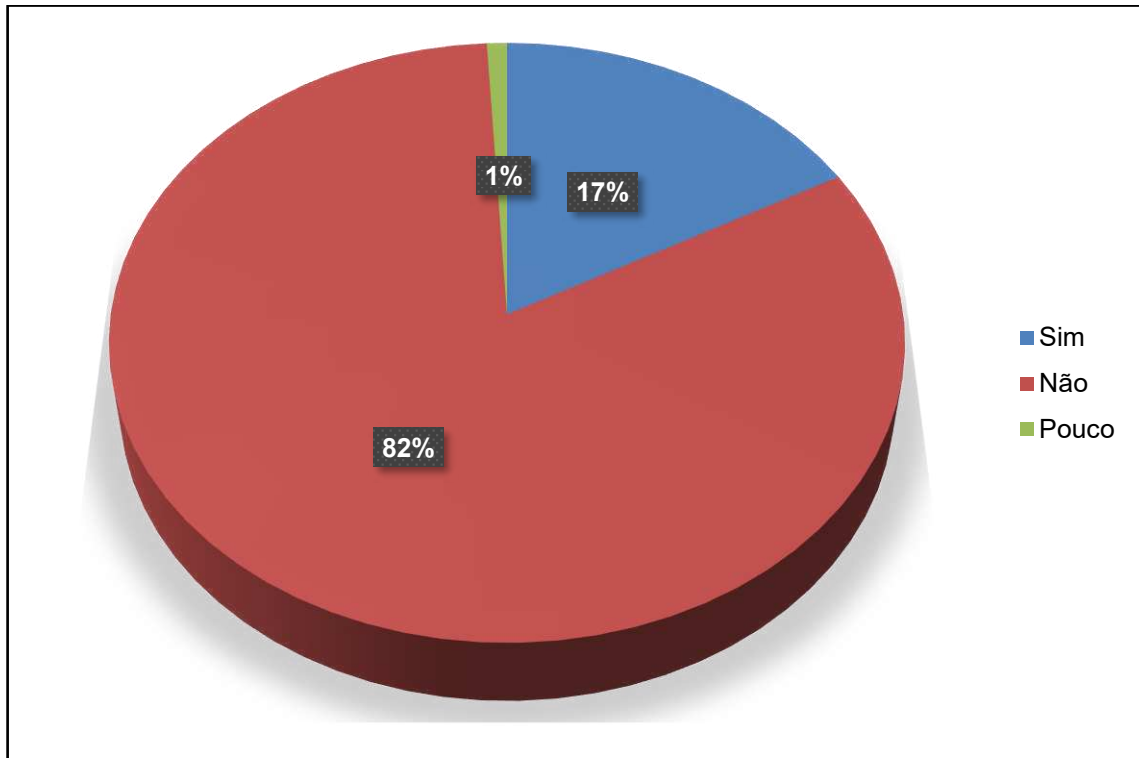
Gráfico 6 - Existência de tensões maiores que 300V em um veículo híbrido e elétrico



Fonte: Dados de pesquisa.

Ao serem perguntados se possuíam conhecimentos referentes à identificação dos sistemas elétricos dos VE, a maior parte afirmou que não (82%), enquanto 17% deles relataram que possuíam certo conhecimento a respeito do assunto e 1% deles demonstrou saber um pouco sobre este tipo de sistema (Gráfico 7).

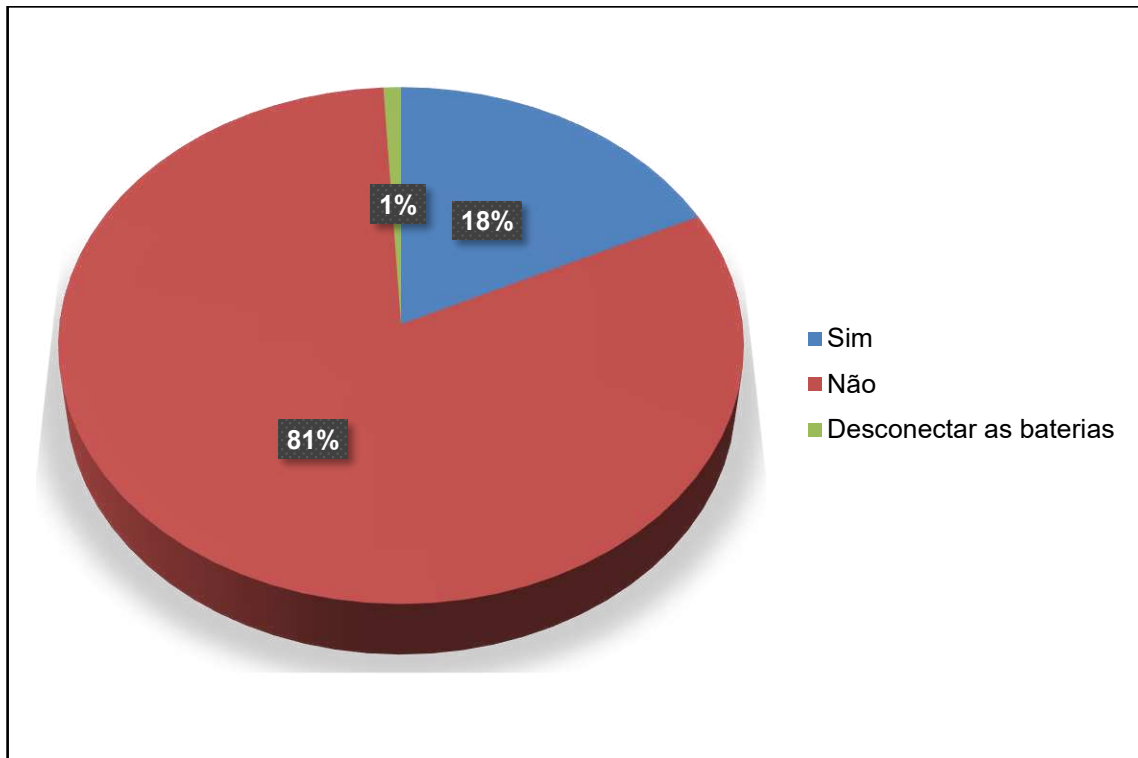
Gráfico 7 - Possui conhecimento acerca da identificação dos sistemas elétricos dos veículos híbridos e elétricos



Fonte: Dados de pesquisa.

Os militares investigados foram questionados a respeito dos procedimentos que devem ser feitos no sentido de minimizar os riscos de eletrocussão no processo de desencarceramento de vítimas nos VHE, 81% discorreu que não saberia como proceder nesses casos, 18% dos combatentes afirmou saber o que deve ser feito neste tipo de situação, 1% relatou que desconectaria as baterias (Gráfico 8).

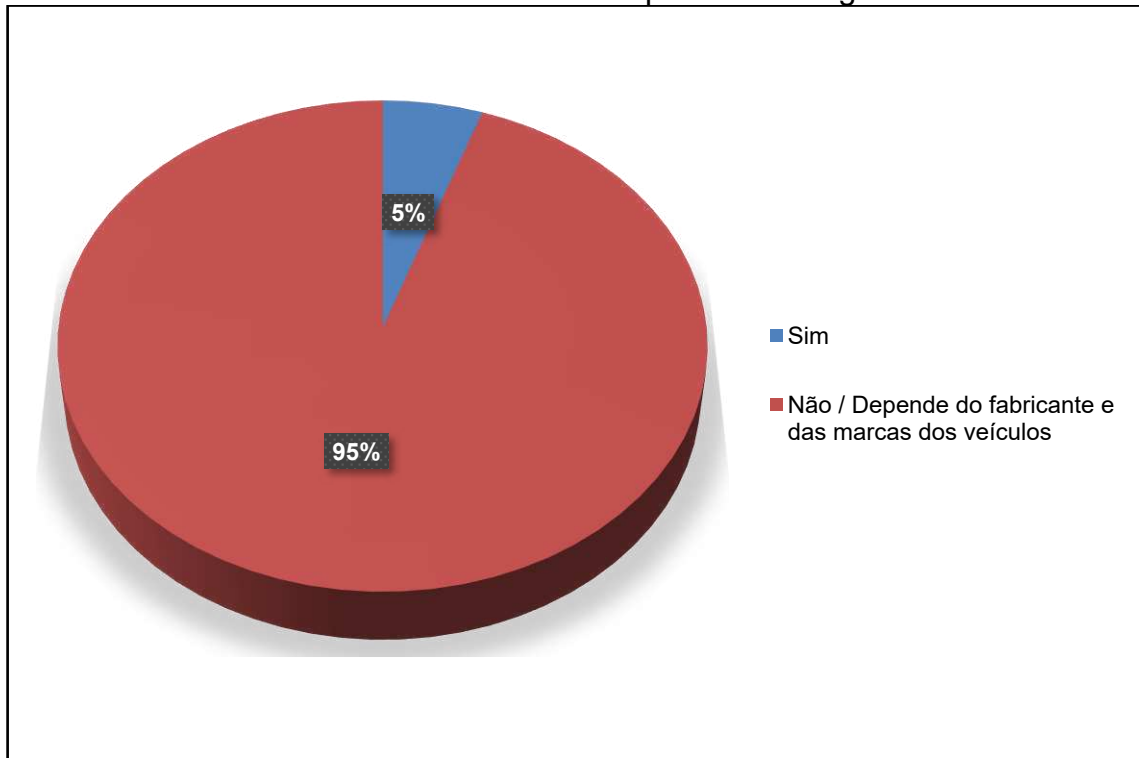
Gráfico 8 - Sabe o que deve ser feito ou como proceder no sentido de minimizar os riscos no processo de desencarceramento de vítimas nos veículos híbridos e elétricos



Fonte: Dados de pesquisa.

Quando perguntados se saberiam identificar e localizar todos os subsistemas elétricos dos carros híbridos bem como suas respectivas voltagens, 95% dos combatentes que responderam ao questionário disseram que não, os 5% restante afirmaram que saberiam ou que esse conhecimento dependeria do fabricante e das marcas dos veículos envolvidos (Gráfico 9).

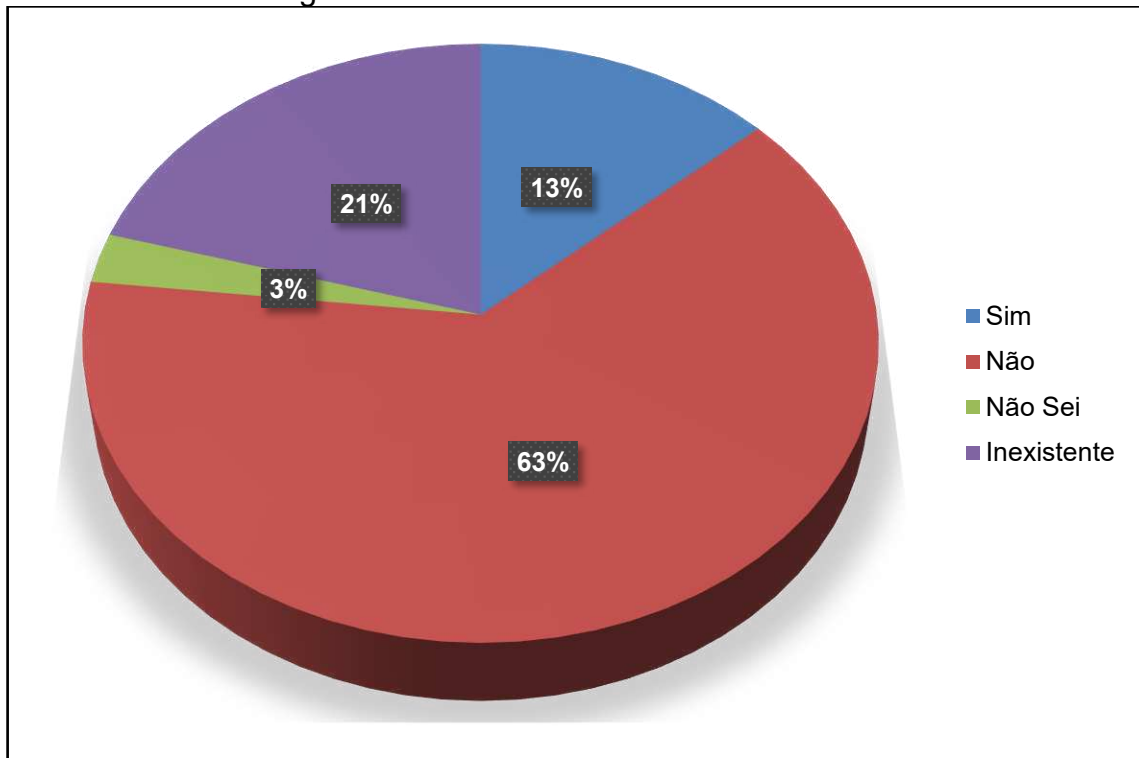
Gráfico 9 - Sabe identificar e localizar todos os subsistemas elétricos dos carros híbridos bem como suas respectivas voltagens



Fonte: Dados de pesquisa.

Com relação aos equipamentos e ferramentas voltados ao salvamento veicular presentes nas unidades de atuação dos combatentes, os mesmos foram questionados se estes dispositivos seriam eficientes para atuar de forma segura em acidentes com VHE, mais 63% deles respondeu que não, 21% relatou a inexistência destas ferramentas em suas respectivas unidades, somente 13% acredita que os equipamentos de suas unidades seriam eficientes para esses casos, os demais 3% não puderam responder a respeito (Gráfico 10).

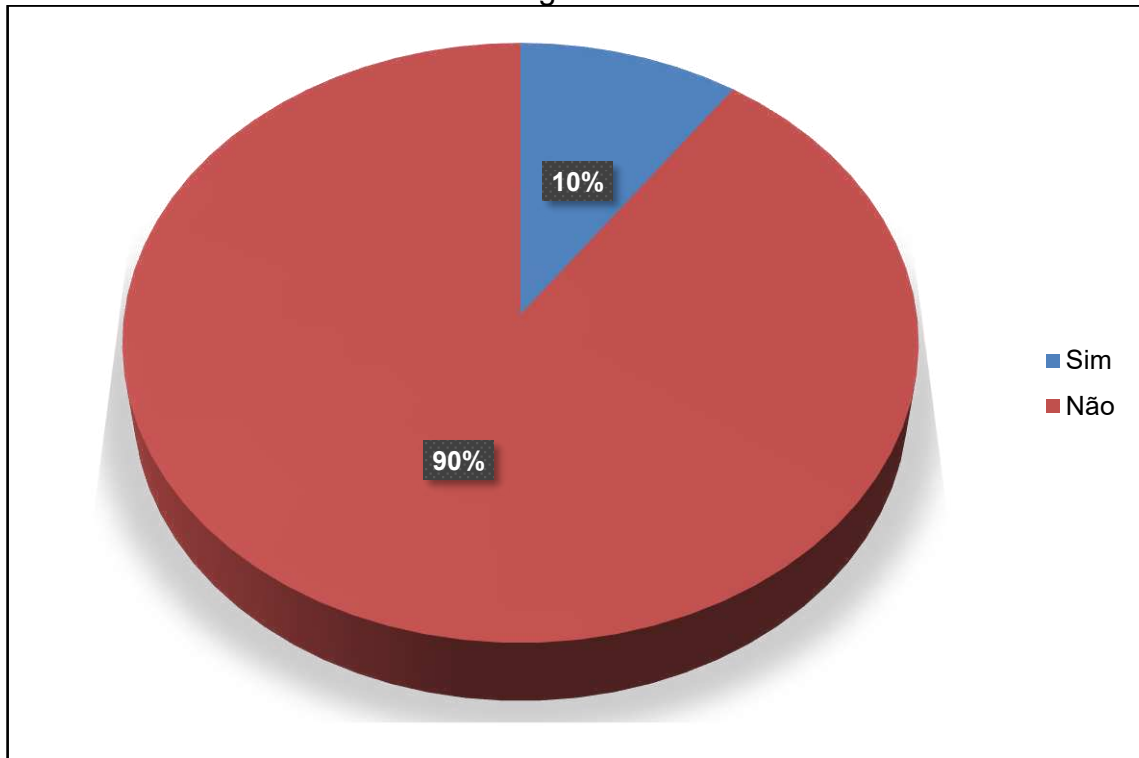
Gráfico 10 - Considera os equipamentos e ferramentas voltados ao salvamento veicular em carros híbridos e elétricos da sua unidade eficiente para atuar de forma segura em acidentes com veículos elétricos



Fonte: Dados de pesquisa.

Ao serem perguntados se seus respectivos quartéis possuem capacitação contínua no que concerne as novas tecnologias veicular, 90% dos combatentes apontaram que não há uma formação contínua em suas unidades e 10% afirmou que a existência dessa formação contínua em seus quartéis (Gráfico 11).

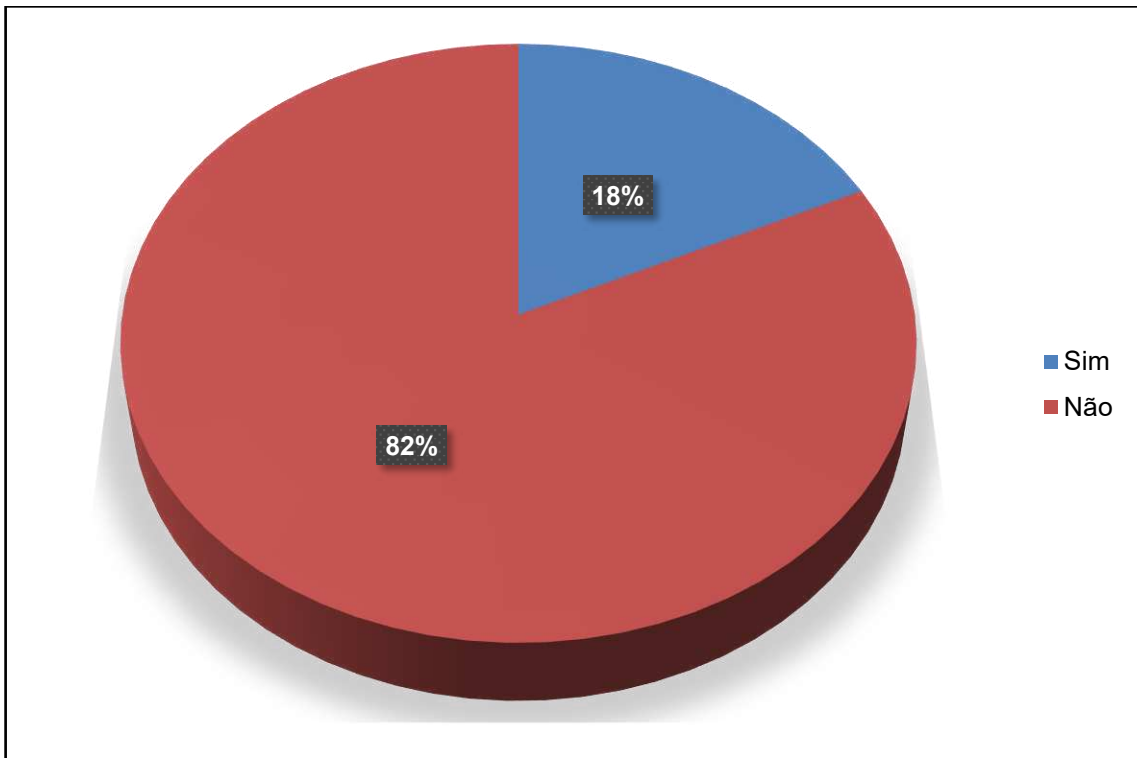
Gráfico 11 - Seu quartel possui capacitação continua com relação às novas tecnologias veicular



Fonte: Dados de pesquisa.

Acerca do uso de aplicativos ou ferramentas que auxiliem na identificação e localização dos diferentes modelos de VE da frota brasileira, quando questionados sobre o assunto, 82% dos militares relataram que não fazem uso destes recursos, 18% afirmou que utiliza sim essas plataformas como uma forma de suporte (Gráfico 12).

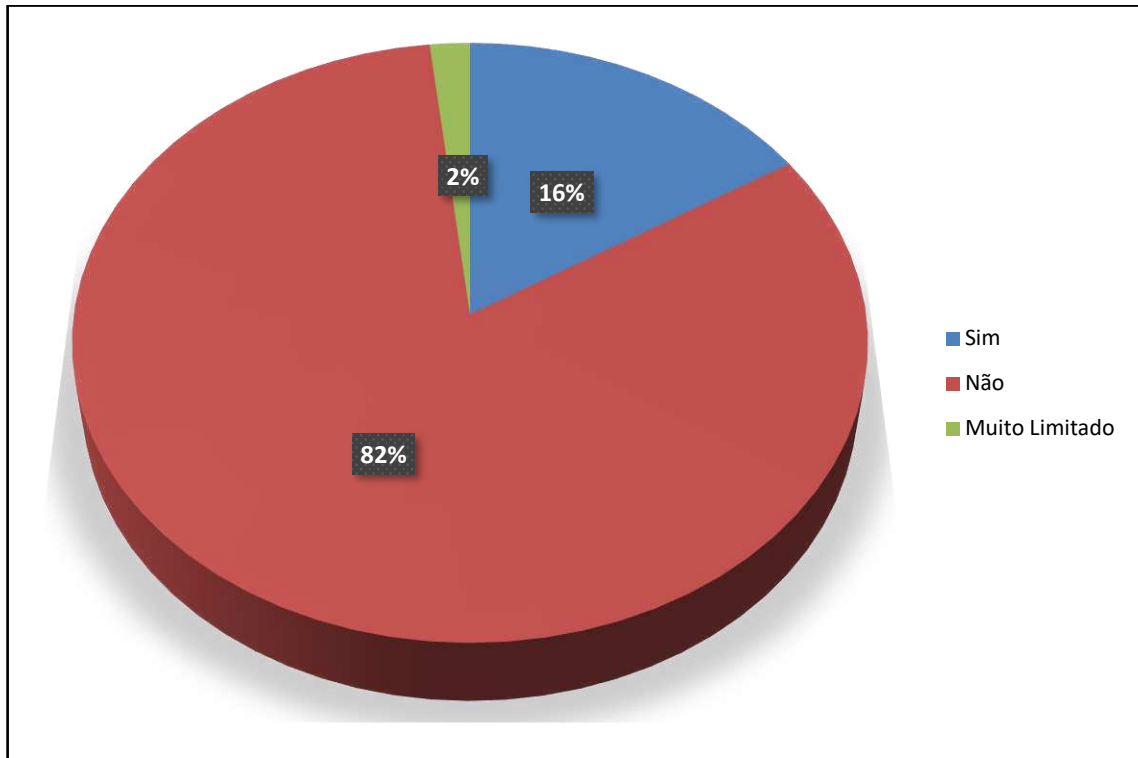
Gráfico 12 - Conhece ou utiliza algum aplicativo ou ferramenta que auxilie a identificação e localização dos diferentes modelos de veículos elétricos da frota brasileira



Fonte: Dados de pesquisa.

Em relação aos conhecimentos referentes aos processos de desativação da bateria dos VHE, ao serem perguntados sobre o assunto 82% respondeu que não possuem conhecimento sobre, 16% afirmou que sabe desativar bateria de VHE, enquanto os 2% restante considera seus conhecimentos a respeito do assunto muito limitado (Gráfico 13).

Gráfico 13 - Possui conhecimento acerca do processo de desativação da bateria dos veículos híbridos e elétricos



Fonte: Dados de pesquisa.

Diante do que foi demonstrado a partir das respostas dos questionários aplicados, percebe-se que os VHE trazem atualização não somente para indústria automobilística, mas também para o Corpo de Bombeiros Militar de todo território nacional, por isso é importante reforçar a relevância em se realizar treinamentos de salvamento veicular com tecnologia híbrida e elétrica. Segundo Major Fábio Contreiras, Comandante do Centro de Instrução Especializada de Bombeiros do Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Rio de Janeiro (CBMERJ):

É fundamental capacitar nossos bombeiros quanto às novas tecnologias elétricas, uma vez que, segundo o Anuário Brasileiro da Mobilidade Elétrica, já são mais de 40 mil veículos desse tipo rodando no país. Neles, o resgate envolve peculiaridades e riscos diferentes dos resgates veiculares tradicionais. Para se ter uma ideia, esses veículos possuem tensões que podem chegar em média a 600 volts, o que exige da equipe de bombeiros um manejo mais cuidadoso no veículo, evitando cortar cabos de cor laranja, por exemplo. Além disso, estudos já realizados nos Estados Unidos mostram que os incêndios ocorridos nesses veículos possuem uma maior agressividade, devido à presença das baterias de íons de lítio. (KLASSMANN, 2021, não paginado).

Diante da fala apresentada e apesar de uma pequena parte dos militares que responderam ao questionário, afirmar que de alguma forma já esteve em contato com o assunto, entende-se que há uma necessidade de estímulos que promovam ações

de treinamentos específicos para salvamentos em carros híbridos e elétricos, dado que consta que os carros elétricos já rodam no país e é necessário se preparar para uma situação de resgate deste tipo.

Ao observar as respostas do questionário aplicado percebe-se um determinado padrão, por meio dele foi possível constatar que os militares possuem um grau reduzido de conhecimento técnico sobre o salvamento veicular com tecnologia híbrida e elétrica, por isso torna-se compreensível a insegurança dos combatentes neste tipo de resgate.

Denton (2018, p. 18), alerta sobre a segurança do trabalho, ferramenta e gestão de riscos no que se refere aos VHE ao discorrer que baterias e motores deste tipo de veículos possuem “[...] alto potencial elétrico e magnético, que pode machucar gravemente ou matar se não manuseados de modo correto [...]”. Portanto, é imprescindível que o combatente neste tipo de resgate além de ter algum tipo de treinamento ou instrução prévia, esteja sempre com seus EPI e faça o gerenciamento de riscos para a segurança da cena.

Em meio a esse contexto, um ponto interessante a ser aludido são as visitas técnicas na oferecidas em um dos módulos da Disciplina Salvamento Veicular ofertada no Curso de Formação de Oficiais Bombeiro Militar (Bacharelado em Segurança Pública) da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA) na Concessionária Toyolex São Luís, localizada na Avenida dos Holandeses no bairro do Calhau.

Nessa parceria entre a UEMA e a Concessionária, estabelecida desde do ano de 2019, os futuros oficiais além de realizarem a visita técnica, também têm a oportunidade de receber uma espécie de capacitação para lidarem com sistemas elétricos de VHE (Imagem 8).

Imagem 8 - Visita técnica na concessionária Toyolex São Luís



Fonte: O autor (2022).

Ao proporcionar a formação aos oficiais, a Universidade está agregando conhecimento técnico sobre novas tecnologias na vida desses profissionais, trazendo perspectivas positivas para esse cenário, porém esse é o primeiro passo de uma longa trajetória, considerando que as visitas somente passaram a ser oferecidas a poucos anos.

A baixa incidência de treinamentos para salvamento veicular com tecnologia híbrida e elétrica no Brasil chama atenção, embora haja iniciativas como as promovidas pela *Nissan Motor Corporation*, que apoia treinamento de bombeiros para salvamento em acidentes de trânsito com carros elétricos, sendo o primeiro oferecido em 2019 na cidade de Chapecó no Estado de Santa Catarina:

A oficina de carros elétricos contou com treinamento teórico, ministrado por um especialista da Nissan, e também prático, com a utilização de modelos Nissan LEAF na simulação dos resgates. Assim, representantes de equipes de bombeiros de 17 estados do Brasil puderam aprender as principais características de um veículo elétrico, os pontos de avaliação deles no momento de um resgate, os procedimentos para desligamento do sistema de energia e como proceder nas intervenções. Para ser ainda mais realista, a simulação incluiu o corte da carroceria dos carros para acesso aos ocupantes. (SALA DE IMPRENSA NISSAN DO BRASIL, 2019, não paginado).

Contudo, iniciativas do tipo ainda são embrionárias, talvez seja uma problemática que precise estar mais no centro das grandes discussões no âmbito do salvamento veicular, uma vez que o sistema elétrico dos VHE traz riscos ao ambiente de trabalho, principalmente por conter componentes de alta tensão, sem conhecimento técnico adequado o profissional responsável pelo resgate pode acabar se tornando mais uma vítima.

6 CONCLUSÃO

Perante os assuntos abordados até aqui, compreende-se os riscos e implicações dos sistemas elétricos dos carros híbridos e elétricos em face das ocorrências de resgate veicular. A literatura científica consultada para construção da pesquisa bibliográfica revelou que há todo um contexto histórico que emoldura o desenvolvimento dos VHE, a partir disso é possível inferir que esses veículos são uma tendência natural e irreversível. Muitos países já vêm ampliando as políticas públicas e os incentivos fiscais sobre esses carros como uma forma de combate às mudanças climáticas, mas também para benefícios sociais e econômicos.

O salvamento veicular é uma das competências do CBMMA, muitas vezes é um procedimento arriscado e complexo que requer muito conhecimento técnico por parte dos profissionais. Dito isso, fica evidente que o gerenciamento de riscos garante segurança à cena, trazendo este aspecto para o caso específico do salvamento veicular em sistemas híbridos e elétricos, as precauções de segurança devem fixar-se principalmente nos quesitos de alta tensões que envolvem os sistemas elétricos dos VHE.

Os procedimentos de segurança que devem ser adotados pela equipe de resgate em ocorrências com VHE, sempre devem estar concentrados em evitar curtos-circuitos, usar luvas isolantes e manusear ferramentas isoladas. Vale ressaltar que o gerenciamento de riscos para casos como estes, está justamente em saber identificar os componentes de alta tensão nos sistemas elétricos e como manuseá-los da forma mais segura.

Com base nisso, o mérito dessa pesquisa equivale a servir como um instrumento vital para a qualificação dos militares do CBMMA, fazendo com que esses profissionais zelem pela preservação da vida e multipliquem conhecimento. Assim, salienta-se ainda que ao abordar sobre os riscos dos componentes elétricos presentes nos VHE e VE, traçando um paralelo com a atividade de salvamento veicular exercida pela tropa selecionada, a presente pesquisa configura-se como fonte de conhecimento para Bombeiros do Maranhão, bem como para todos os habilitados que atuem em resgates similares.

Os questionários aplicados na pesquisa permitiram verificar que o grau de conhecimento técnico da tropa do CBMMA no que se refere os riscos de um resgate veicular sob a presença do sistema híbrido e elétrico ainda é considerado baixo. A

maior parte dos profissionais, cerca de 70% dos entrevistados, relataram que nunca receberam instrução ou treinamento sobre o assunto, ou não teve a oportunidade de conhecê-lo. Essas respostas também vão de encontro com insegurança demonstrada pelos os mesmos ao serem perguntados se sentem aptos para atuarem em uma cena de acidente automobilístico envolvendo carros híbridos e elétricos, 83% responderam que não.

Nesse passo, apesar do baixo grau de conhecimento técnico a respeito dos sistemas elétricos presente nos VHE e VE, é imperativo evidenciar que há combatentes que informaram que conhecem ou de alguma forma já estiveram em contato com assunto, porém eles foram a minoria e muitas vezes declaram conhecer de forma superficial a temática. Contudo, é notável mencionar que atualmente os oficiais estão recebendo instruções acerca tópico investigado, como citado no campo das análises, essa é uma perspectiva animadora para o cenário do CBMMA.

Por conseguinte, infere-se que os objetivos da pesquisa foram atingidos, tendo em vista que foi analisado os componentes elétricos dos VHE e VE, de modo a demonstrar os seus riscos e implicações às ações de acesso veicular, foi descrito os principais procedimentos de segurança e as técnicas de abordagem, bem como foi diagnosticado o nível de capacitação técnica da tropa no que tange aos perigos desses sistemas. Logo, como fulcro nos resultados obtidos foi nítido a conscientização da grande maioria dos entrevistados quanto a necessidade do gerenciamento dos riscos, deixando exposto uma deficiência técnica em relação ao conhecimento das formas de neutralização desses componentes elétricos.

Diante desse cenário, reforça-se a importância do Corpo de Bombeiros Militar do Maranhão incentivar o desenvolvimento de ações de capacitação para operações de resgate em carros híbridos e elétricos no Estado, como forma de solucionar tal deficiência, zelar pela integridade de seus militares e garantir um serviço de excelência à população. Além disso, a capacitação continuada dos militares deve ser estabelecida como rotina nos quartéis operacionais, principalmente em relação às implicações das novas tecnologias. Recebendo mais treinamentos, fica evidente que o profissional poderá atuar de forma mais segura e coesa.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA CÂMARA DE NOTÍCIAS. **Projeto proíbe venda de veículo leve movido a gasolina e diesel a partir de 2030**. Brasília, DF, 27 jan. 2021. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/noticias/722576-projeto-proibe-venda-de-veiculo-leve-movido-a-gasolina-e-diesel-a-partir-de-2030/#:~:text=O%20Projeto%20de%20Lei%205332,1%C2%BA%20de%20janeiro%20de%202030>. Acesso em: 10 ago. 2022.

AGÊNCIA SENADO. **Venda de veículo a gasolina ou diesel pode ser proibida no Brasil em 2030**. Brasília, DF, 10 fev. 2020. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2020/02/12/venda-de-veiculo-a-gasolina-ou-diesel-pode-ser-proibida-no-brasil-em-2030>. Acesse em: 10 ago. 2022.

ALVES JUNIOR, Kleiber de Lima; NASCIMENTO, Robson Mendonça do. **Incentivos fiscais para operações com veículos automóveis elétricos e/ou híbridos**: projeto de lei nº 5.308/20. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Direito) – Faculdade UNA de Catalão, Catalão, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16603**: Equipamento de proteção individual - Calçado isolante elétrico para trabalhos em instalações elétricas de baixa tensão até 500 V em ambiente seco - Requisitos e métodos de ensaios. Rio de Janeiro, 2017.

AUTOPAPO. **Entenda quais são os quatro tipos de carros híbridos**. São Paulo, 7 jul. 2018. Disponível em: <https://autopapo.uol.com.br/noticia/tipos-de-carros-hibridos/>. Acesso em: 5 ago. 2022.

BARAN, Renato. **A introdução de veículos elétricos no Brasil**: Avaliação do impacto no consumo de gasolina e eletricidade. 2012. Tese (Doutorado) – Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

BARRETO, Gilmar *et al.* **Circuitos de corrente alternada**: fundamentos e prática. São Paulo: Editora Oficina de Textos, 2012.

CALDEIRA, Marcos Vinicius Winckler. Estimativa de biomassa e carbono orgânico em povoamentos de *Pinus taeda* L. com diferentes idades. **Biomassa & Energia**, Viçosa, v. 1, n. 4, p. 371-380, 2004.

CARNEIRO, Joana Laila Vital. **Impacto da inserção de veículos elétricos no sistema elétrico de potência brasileiro**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal do Ceará, Sobral, 2018.

CHIARADIA, Carlos Edilson. **Estudo da viabilidade da implantação de frotas de veículos elétricos e híbridos elétricos no atual cenário econômico, político, energético e ambiental brasileiro**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação

em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2015.

CONTRAN. **Resolução nº 749, de 20 de dezembro de 2018**. Estabelece requisitos específicos para veículos movidos à propulsão híbrida, híbrida plug-in e elétrica. Brasília, DF: CONTRAN, 2018.

CORPO DE BOMBEIROS DA POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Manual de salvamento terrestre**. 2. ed. São Paulo: PMESP CCB, 2006.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA. **Manual de capacitação em resgate veicular**. Florianópolis: CBMSC, 2017.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL. **Curso de resgate veicular**. 3. ed. Brasília, DF: CBMDF, 2017.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO. **Resgate veicular**: apostila. Florianópolis: Seção Técnica de Ensino, 2022.

COSTA, Evaldo. O que são os veículos elétricos? São Luís, 30 maio 2013. Disponível no em: <http://www.verdesobrerodas.com.br/p/sobre-o-carro-eletrico.html>. Acesso em: 5 ago. 2022.

DELGADO, Fernanda *et al.* Carros elétricos. **FGV ENERGIA**, Rio de Janeiro, v. 4, n. 7, p. 112, 2017.

DENTON, Tom. **Veículo elétricos e híbridos**. São Paulo: Blucher, 2018.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

HOYER, Karl Georg. **The history of alternative fuels in transportation: the case of electric and hybrid cars**. Amsterdã: Elsevier, 2008.

JACINTO, Thyago de Paula. **Proposta de controle do impacto da inserção de veículos elétricos no custo marginal de operação em estudos de planejamento energético**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) – Faculdade de Engenharia, Universidade Federal de Juiz de Fora, 2017.

KLASSMANN, Bruna. **CBMERJ realiza treinamento de salvamento veicular com tecnologia híbrida e elétrica**. Rio de Janeiro, 19 ago. 2021. Disponível em: <https://www.revistaemergencia.com.br/geral/cbmerj-realiza-treinamento-de-salvamento-veicular-com-tecnologia-hibrida-e-eletrica/>. Acesso em: 10 ago. 2022.

LIBA, Fernanda. **A constituição dos saberes escolares compreendida pelos conceitos de disciplina escolar de Chervel, recontextualização de Bernstein e código disciplinar de Cuesta Fernandes**. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO DA REGIÃO SUDESTE, 10., 2011, Rio de Janeiro. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: Encontro de Pesquisa em Educação da Região Sudeste, 2011.

MARANHÃO. Lei nº 10.230, de 23 de abril de 2015. Dispõe sobre a Organização Básica do Corpo de Bombeiros Militar do Maranhão e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado do Maranhão**, São Luís, n. 75, 24 abr. 2015.

MARANHÃO. Secretaria de Estado da Segurança Pública. **Relatório Quantitativo de Ocorrências envolvendo veículos atendidas pelo CBMMA/CIOPS**. São Luís: Centro Integrado de Operações de Segurança, 2022.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 2007.

MATULKA, Rebecca. The History of the Electric Car. **Energy.gov**, [S. l.], 15. set. 2014. Disponível em: <http://energy.gov/articles/history-electric-car>. Acesso em: 25 jul. 2022.

MENÊSES, João Aduino Oliveira. **Técnicas de resgate veicular**: veículos leves e pesados. Aracaju: Infographic's, 2015.

NISKIER, Júlio. **Manual de instalações elétricas**. São Paulo: Editora Itc, 2005.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do trabalho científico**: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

SALA DE IMPRENSA NISSAN DO BRASIL. **Nissan apoia treinamento de bombeiros para salvamento em acidentes de trânsito com carros elétricos**. Chapecó, 24 maio 2019. Disponível em: <https://brazil.nissannews.com/pt-BR/releases/release-a449928c9189510b67d7f3b8f30341d6-nissan-apoia-treinamento-de-bombeiros-para-salvamentos-em-acidentes-de-transito-com-carros-eletricos>. Acesso em: 10 ago. 2022.

SANTOS, Thiago Marcondes dos. Design science research: pesquisa científica atrelada ao design de artefatos. **RE@ D-**, [S. l.], v. 3, n. 1, p. 37-61, 2020.

TAVARES, Nicolas. **Chevrolet Volt, primeiro híbrido da marca, tem produção encerrada**. São Paulo, 25 fev. 2019. Disponível em: <https://motor1.uol.com.br/news/306828/chevrolet-volt-fim-producao-hibrido/#:~:text=Lan%C3%A7ado%20em%202011%2C%20o%20Chevrolet,que%20poderiam%20travar%20as%20vendas>. Acesso em: 10 ago. 2022.

THIOLLENT, Michel. **Metodologia de pesquisa-ação**. São Paulo: Saraiva, 2009.

TOYOTA. **Manual de resgate veicular da toyota**. Sorocaba: Toyota, 2017.
VAZ, Luiz Felipe Hupsel; BARROS, Daniel Chiari; CASTRO, Bernardo Hauch Ribeiro de. Veículos híbridos e elétricos: sugestões de políticas públicas para o segmento. **BNDES Setorial**, [S. l.], v. 41, p. 295-344, 2015.

APÊNDICE A – Termo de solicitação para coleta de dados



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DO
MARANHÃO



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS
CURSO DE FORMAÇÃO DE OFICIAIS BOMBEIROS MILITAR - CFO BM

TERMO DE SOLICITAÇÃO PARA COLETA DE DADOS

Prezado, Sr. **Cel QOCBM RR Getúlio** da Silva Pereira, Diretor de Operações Bombeiro Militar do Centro Integrado de Operações de Segurança,

Eu, João **Phelippe** Ramos Lima, aluno do Curso de Formação Oficiais do terceiro ano da Academia de Bombeiros Militar *Josué Montello*, portador do CPF: 612043873-46 RG Militar: 2826, telefone para contato: (98) 98258-9384.

Venho através deste documento solicitar, sobremaneira, o número e dados das ocorrências envolvendo **resgate veicular em geral** do banco de informações do CIOPS – Centro Integrado de Operações de Segurança, para o meu trabalho de conclusão de curso. Necessito, se possível, dos dados referentes aos anos de 2017 a 2022.

Ante o exposto, busco informações para que possam embasar o meu Trabalho de Conclusão de Curso cujo tema: Sistema elétrico dos veículos híbridos e elétricos: um estudo sobre os riscos e implicações frente às ocorrências de resgate veicular atendidas pelo CBMMA.

O intuito principal é retratar as principais concepções do Salvamento Veicular, focando na importância da gestão dos riscos, evidenciar os **riscos de um resgate veicular relacionado aos elementos de alta tensão dos carros híbridos e elétricos**, bem como mostrar as vantagens do **gerenciamento de riscos** para a segurança da cena, detectando, por meio de questionários, o grau de conhecimento técnico da tropa do CBMMA no que tange a esses riscos. Por fim, demonstrar os **procedimentos de segurança** a serem adotados pela equipe de resgate.

Por conseguinte, ao relacionar esses dados com os objetivos da pesquisa, pretende-se obter informações mais assertivas e com maior credibilidade. Com isso, estima-se produzir um estudo que atenda a nossa corporação e assim um serviço de mais qualidade para a população maranhense.

Desde já expressei os meus agradecimentos e conto com a sua ajuda.

Respeitosamente,

João Phelippe Ramos Lima
Curso de
Maranhão 0207380-01

JOÃO PHELIPPE RAMOS LIMA

Acadêmico do Curso CFO Bombeiro Militar -UEMA

APÊNDICE B – Questionário sobre conhecimentos técnicos em resgate veicular em automóveis híbridos e elétricos

Esta é uma pesquisa sobre seus conhecimentos na área de salvamento veicular e parte integrante do projeto de pesquisa e extensão. Gostaria de contar com a sua colaboração, respondendo alguns questionamentos que levarão apenas alguns minutos. **Não se preocupe, será mantido total sigilo quanto às suas opiniões. Para cada uma das perguntas abaixo, assinale apenas uma alternativa.**

01 – Qual círculo hierárquico você faz parte?

- Cabos e Soldados
- Subtenentes e Sargentos
- Praças especiais
- Oficiais subalternos
- Oficiais intermediários
- Oficiais superiores

02 – Tempo de serviço atuando no Corpo de Bombeiros Militar do Maranhão

- Até 05 anos
- De 05 a 10 anos
- De 10 a 20 anos
- De 20 a 30 anos
- Acima de 30 anos

03 – Você já recebeu alguma instrução ou realizou alguma capacitação em salvamento veicular voltado para carros elétricos e/ou híbridos?

- Sim, não fiz o CSV, mas já estudei sobre o assunto.
- Não, nunca recebi instrução nem realizei capacitação em carros híbridos e elétricos.

04 – Você se sente seguro ao atuar em uma cena de acidente automobilístico quando envolver carros elétricos e/ou híbridos?

- Sim
- Não

05 – Você possui conhecimento das tecnologias automobilísticas dos carros híbridos e/ou elétricos?

- Sim
- Não

06 – Você sabia que existem tensões maiores que 300V em um veículo elétrico?

- Sim
- Não

07 – Você possui conhecimento acerca da identificação dos sistemas elétricos dos veículos elétricos?

- Sim
- Não

08 – Você sabe o que deve ser feito ou como proceder no sentido de minimizar os riscos de eletrocussão no processo de desencarceramento de vítimas nos veículos híbridos e/ou elétricos?

- Sim
- Não

10 – Sabe identificar e localizar todos os subsistemas elétricos dos carros híbridos bem como suas respectivas voltagens?

- Sim
- Não

11 – Considera os equipamentos e ferramentas voltados ao salvamento veicular em carros híbridos e elétricos da sua unidade eficiente para atuar de forma segura em acidentes com veículos elétricos?

- Sim
- Não
- Inexistente

12 – Seu quartel possui capacitação continua com relação às novas tecnologias veicular?

Sim

Não

13 - Você conhece ou utiliza algum aplicativo ou ferramenta que auxilie a identificação e localização dos diferentes modelos de veículos elétricos da frota brasileira?

Sim

Não

14- Você possui conhecimento acerca do processo de desativação da bateria dos veículos híbridos e elétricos?

Sim

Não

APÊNDICE C – Respostas do questionário sobre conhecimentos técnicos em resgate veicular em automóveis híbridos e elétricos

07/08/2022 09:39

QUESTIONÁRIO SOBRE CONHECIMENTOS TÉCNICOS EM RESGATE VEICULAR EM AUTOMÓVEIS HÍBRIDOS E ELÉ...

QUESTIONARIO SOBRE CONHECIMENTOS TÉCNICOS EM RESGATE VEICULAR EM AUTOMÓVEIS HÍBRIDOS E ELÉTRICOS.

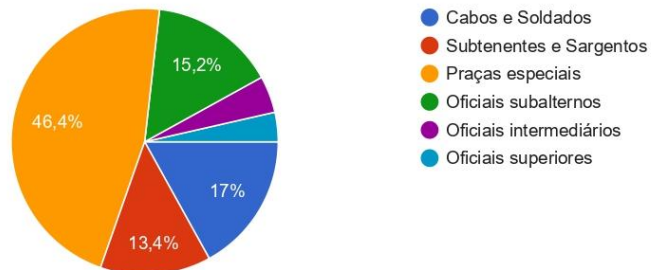
112 respostas

[Publicar análise](#)

01 – Qual círculo hierárquico você faz parte?

[Copiar](#)

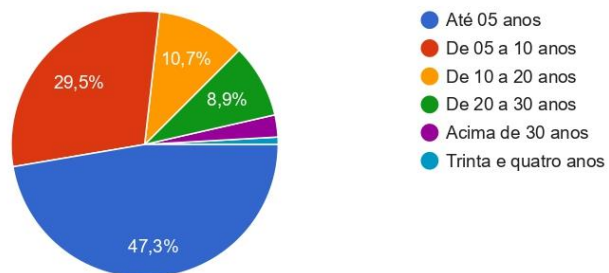
112 respostas



02 – Tempo de serviço atuando no Corpo de Bombeiros Militar do Maranhão.

[Copiar](#)

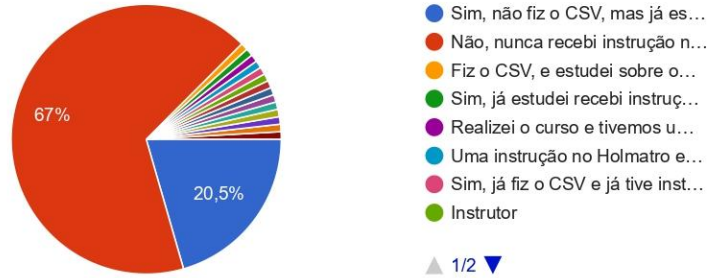
112 respostas



03 – Você já recebeu alguma instrução ou realizou alguma capacitação em salvamento veicular voltado para carros elétricos e/ou híbridos?

Copiar

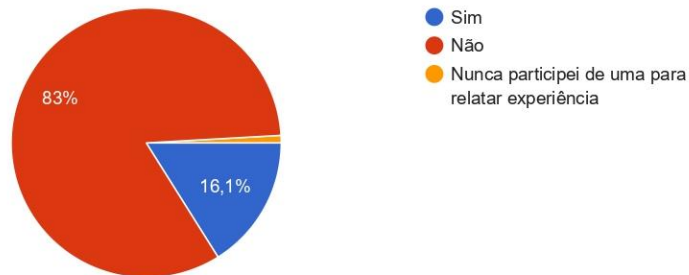
112 respostas



04 – Você se sente seguro ao atuar em uma cena de acidente automobilístico quando envolver carros elétricos e/ou híbridos?

Copiar

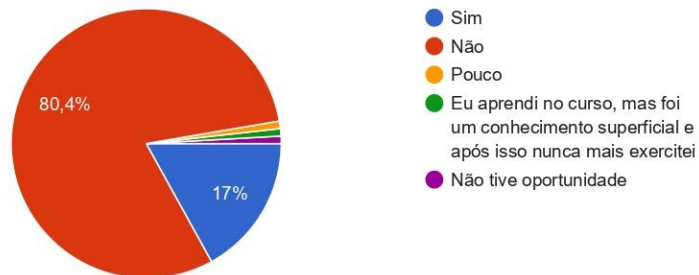
112 respostas

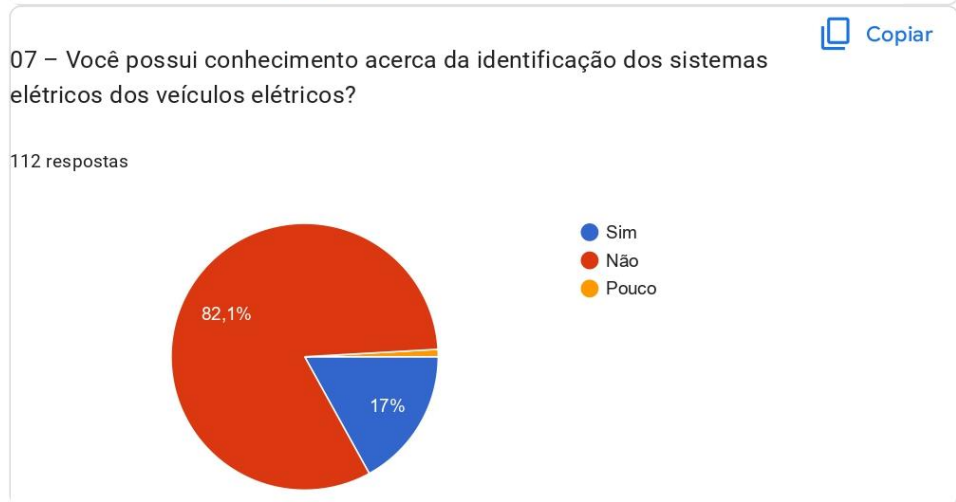
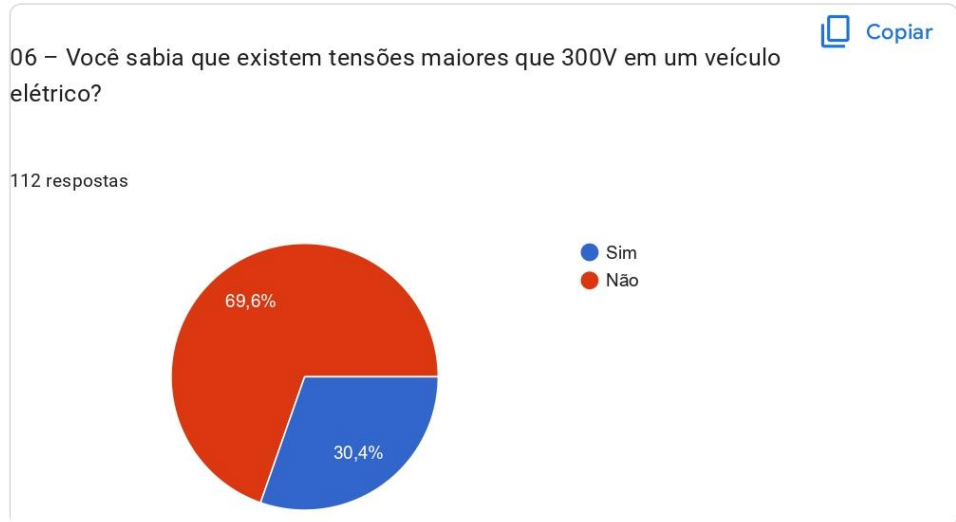


05 – Você possui conhecimento das tecnologias automobilísticas dos carros híbridos e/ou elétricos?

Copiar

112 respostas





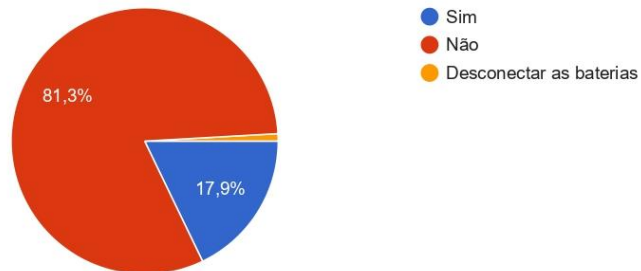
07/08/2022 09:39

QUESTIONÁRIO SOBRE CONHECIMENTOS TÉCNICOS EM RESGATE VEICULAR EM AUTOMÓVEIS HÍBRIDOS E ELÉ...

08 – Você sabe o que deve ser feito ou como proceder no sentido de minimizar os riscos de eletrocussão no processo de desencarceramento de vítimas nos veículos híbridos e/ou elétricos?

 Copiar

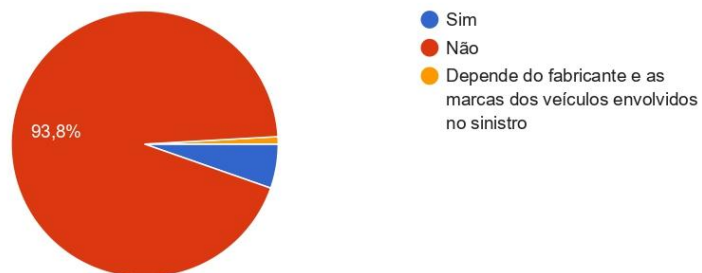
112 respostas



10 – Sabe identificar e localizar todos os subsistemas elétricos dos carros híbridos bem como suas respectivas voltagens?

 Copiar

112 respostas



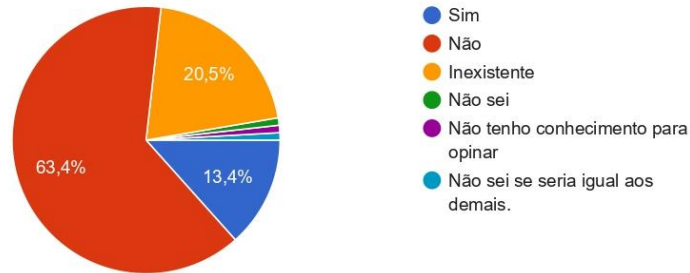
07/08/2022 09:39

QUESTIONÁRIO SOBRE CONHECIMENTOS TÉCNICOS EM RESGATE VEICULAR EM AUTOMÓVEIS HÍBRIDOS E ELÉ...

 Copiar

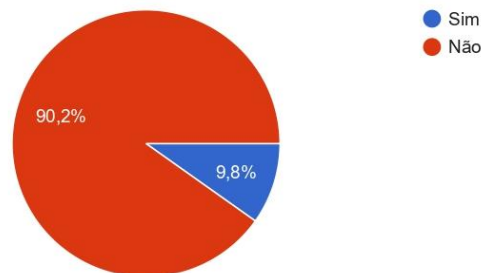
11 – Considera os equipamentos e ferramentas voltados ao salvamento veicular em carros híbridos e elétricos da sua unidade eficiente para atuar de forma segura em acidentes com veículos elétricos?

112 respostas

 Copiar

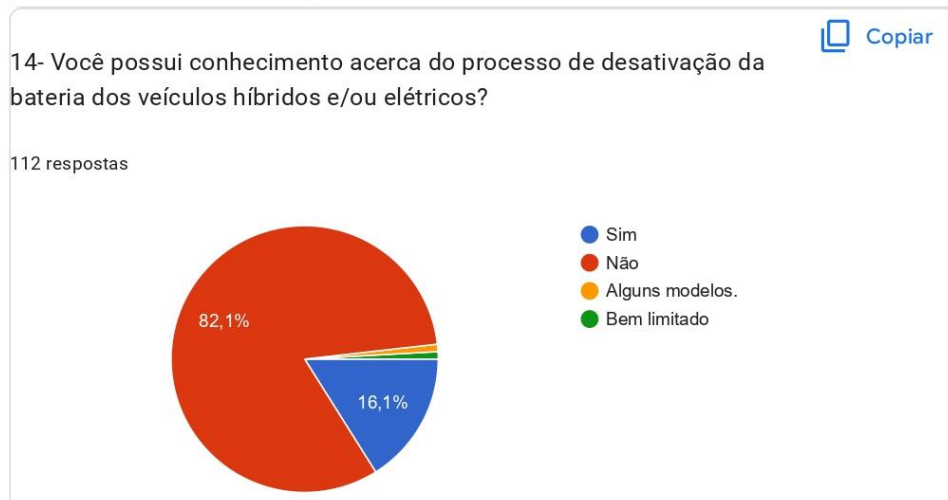
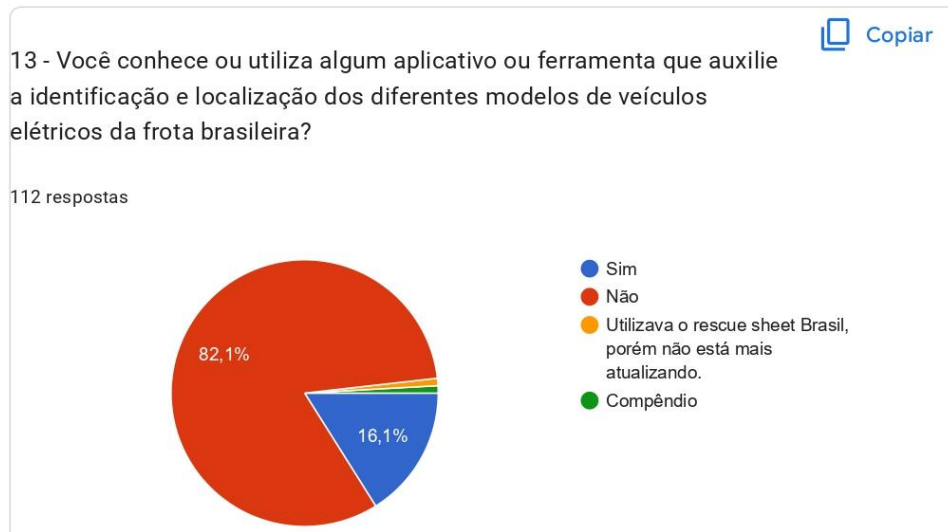
12 – Seu quartel possui capacitação continua com relação às novas tecnologias veicular?

112 respostas



07/08/2022 09:39

QUESTIONÁRIO SOBRE CONHECIMENTOS TÉCNICOS EM RESGATE VEICULAR EM AUTOMÓVEIS HÍBRIDOS E ELÉ...



Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google. [Denunciar abuso](#) - [Termos de Serviço](#) - [Política de Privacidade](#)

Google Formulários

