



ESCOLA DE SARGENTOS DE LOGÍSTICA E COLÉGIO MILITAR DA VILA MILITAR
CURSO DE GESTÃO DE MATERIAL BÉLICO PARA OFICIAIS DO QUADRO DE MATERIAL BÉLICO
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO



MARIA ELISA CORSINO

ALLEX EDUARDO VERAS SILVA (ORIENTADOR)

ANÁLISE DO EMPREGO DE VEÍCULOS MILITARES ELÉTRICOS EM SUBSTITUIÇÃO AOS MOVIDOS
A COMBUSTÍVEIS SÓLIDOS

RIO DE JANEIRO

2024

MARIA ELISA CORSINO

**ANÁLISE DO EMPREGO DE VEÍCULOS MILITARES ELÉTRICOS EM SUBSTITUIÇÃO AOS MOVIDOS
A COMBUSTÍVEIS SÓLIDOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Escola de Sargentos de Logística e Colégio Militar da Vila Militar – EsSLog/CMVM, como requisito parcial de conclusão do Curso de Gestão de Material Bélico para Oficiais do Quadro de Material Bélico.

Orientador: Alex Eduardo Veras Silva.

RIO DE JANEIRO

2024

MARIA ELISA CORSINO

**ANÁLISE DO EMPREGO DE VEÍCULOS MILITARES ELÉTRICOS EM SUBSTITUIÇÃO AOS
MOVIDOS A COMBUSTÍVEIS SÓLIDOS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Escola de Sargentos
de Logística e Colégio Militar da
Vila Militar – EsSLog/CMVM,
como requisito parcial de
conclusão do Curso de Gestão de
Material Bélico para Oficiais do
Quadro de Material Bélico.
Orientador: Alex Eduardo Veras
Silva.

Data da aprovação: ____/____/____

EXAMINADOR

Cap Inf Alex Eduardo Veras Silva / Orientador

RESUMO

ANÁLISE DO EMPREGO DE VEÍCULOS MILITARES ELÉTRICOS EM SUBSTITUIÇÃO AOS MOVIDOS A COMBUSTÍVEIS SÓLIDOS

AUTOR: Maria Elisa Corsino

ORIENTADOR: Cap Allex Eduardo Veras Silva

O seguinte trabalho tem por finalidade analisar a possibilidade de emprego de veículos militares elétricos nas frotas brasileiras e verificar se há benefícios imediatos ou futuros na substituição aos movidos a combustíveis sólidos. A proposta é baseada no possível benefício que a implementação de veículos elétricos (VE) poderiam agregar à Força Terrestre. Essa indagação é oriunda do advento de estudos de diversos exércitos estrangeiros analisando o emprego estratégico dessas viaturas. Dessa maneira, este trabalho busca, de forma objetiva: explorar características de veículos elétricos e identificar infraestrutura necessária para a implementação no Brasil; explorar a implementação e uso de veículos elétricos em outros Exércitos; analisar a aplicabilidade de tais carros nas missões diárias das Organizações Militares (OM) do Exército Brasileiro; e por fim, realizar uma análise de forças e fraquezas na utilização de veículos elétricos. Para atingir tais objetivos foi realizada uma pesquisa qualitativa, ao passo que foi feita uma pesquisa bibliográfica e documental acerca do objeto de estudo.

Palavras-chave: Veículos Militares Elétricos; Inovação Tecnológica Militar.

ABSTRACT**ANALYSIS OF THE USE OF ELECTRIC MILITARY VEHICLES AS
SUBSTITUTES FOR SOLID-FUELS POWERED ONES**

AUTHOR: Maria Elisa Corsino
ADVISOR: Cap Alex Eduardo Veras Silva

The following study aims to analyze the possibility of employing electric military vehicles in Brazilian military fleets and to determine if there are immediate or future benefits in the replacement of those powered by solid fuels to electric powered ones. The proposal is based on the potential benefits that the implementation of electric vehicles (EVs) could bring to the Terrestrial Forces. This inquiry arises from the advent of studies conducted by various foreign armies analyzing the strategic use of these vehicles. Thus, this work seeks, in an objective manner, to: explore the characteristics of electric vehicles and identify the minimal infrastructure needed for implementation in Brazil; to explore the implementation and use of electric vehicles in other armies; to analyze the applicability of such vehicles in the daily missions of the Brazilian Army's Military Organizations; and finally, to conduct an analysis of the strengths and weaknesses of using electric vehicles in the military context. To achieve these objectives, a qualitative research approach was employed, including a bibliographic and documentary review of the subject studied.

Key-Words: Military Electric Vehicles; Military Technology Innovation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Idealização de um artista sobre os chassis sendo desenvolvidos pelas empresas General Dynamics Land Systems (GDLS) and British Aerospace Systems (BAE) envolvidas no desenvolvimento do sistema.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABVE Agência Brasileira de Veículos Elétricos

EB Exército Brasileiro

OM Organização Militar

TCC Trabalho de Conclusão de Curso

VE Veículo Elétrico

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
1.1 OBJETIVOS.....	8
1.1.1 Objetivo Geral	8
1.1.2 Objetivo Específico	8
2. REFERENCIAL TEÓRICO	9
2.1 VEÍCULOS ELÉTRICOS.....	9
2.1.1 Caracterização de Veículos Elétricos	9
2.1.2 Infraestrutura Necessária	11
2.2 VEÍCULOS ELÉTRICOS EM OUTROS EXÉRCITOS.....	11
3. REFERENCIAL METODOLÓGICO	14
4. DISCUSSÃO	15
4.1 ANÁLISE DE CENÁRIOS DE APLICAÇÃO DE VEÍCULOS ELÉTRICOS NA FORÇA TERRESTRE BRASILEIRA.....	15
4.2 POSSÍVEIS VANTAGENS E DESVANTAGENS NA UTILIZAÇÃO DE VEÍCULOS ELÉTRICOS.....	15
4.2.1 Vantagens	15
4.2.2 Desvantagens	16
5. CONCLUSÃO	18
REFERÊNCIAS.....	19

1. INTRODUÇÃO

Devido à evolução da tecnologia e os acontecimentos militares do cenário atual, percebe-se que a utilização de veículos militares com propulsão elétrica é uma tendência para compor as frotas de diversos países. Tal evolução traz a possibilidade futura ao Brasil de se tornar uma opção em setores diversos, particularmente dentro da frota do Exército Brasileiro. Uma eventual troca, total ou parcial, poderia possibilitar uma redução no consumo e na dependência significativa que o país possui em combustíveis fósseis.

“O ritmo de entrada da eletromobilidade nos transportes veiculares são incertezas críticas que impactam em diversas cadeias energéticas e industriais, incluindo fornecedores de bens e serviços dos segmentos automotivo, petrolífero, bioenergia, eletricidade, transportes, consumidores e cidadãos. A magnitude e a complexidade dessas transformações evidenciam a importância das decisões a serem tomadas no planejamento energético de longo prazo”. (BELISÁRIO, 2021, pg. 12)

Há a possibilidade de reduzir significativamente o uso de combustíveis fósseis do modal rodoviário se fossem implementados veículos elétricos ou híbridos nas frotas de transporte brasileiras.

“(…), o setor de transporte tem papel central no consumo de energia no cenário nacional. Segundo o Anuário Estatístico de Transporte publicado pelo Ministério da Infraestrutura em 2020, o modal rodoviário é responsável por 95% da energia consumida em transporte no Brasil, o equivalente a 873 milhões de megawatts-hora (LICHOTTI; BUONO, 2022). Vale destacar também que entre 2000 e 2016, o aumento chegou a ser de 180% (CAVALCANTI; ROSCOE, 2019). ” (LISBOA, 2023, pg. 21)

De forma a exemplificar a importância de estudar a implementação de veículos elétricos no Brasil, traz-se o Conflito Rússia-Ucrânia, uma vez que ele “aumentou o preço das fontes de energia tradicionais e diminuiu a demanda do consumidor de veículos movidos a combustíveis sólidos, aumentando ainda a demanda por veículos movidos a novos tipos de energia” (LIU; CHEN; ZHANG, 2023, tradução nossa). É inegável o quanto a insurgência de conflitos armados nacionais e internacionais, assim como sanções e embargos econômicos podem afetar todo o mercado internacional e afetar indiretamente as capacidades militares de

uma nação, sobretudo se ela depender exclusivamente de insumos que poderiam ser diversificados.

1.1 OBJETIVOS

Este estudo se justifica pela tendência no mercado nacional e internacional em implementar cada vez mais veículos elétricos e carros híbridos, como alternativas aos modais atuais de energia que são supridos por combustíveis fósseis. Tal estudo busca verificar a possibilidade de implementação de tais viaturas dentro do Exército Brasileiro (EB), relatar qual o cenário em que elas poderiam ser utilizadas e quais as medidas que precisariam ser tomadas para sua implementação.

Desta forma, sugere-se que o presente trabalho se torne uma fonte de embasamento inicial de ponto de vista logístico sobre a temática, de forma que haja uma discussão mais aprofundada sobre o assunto. Vale ressaltar que este tema envolve diretamente a possibilidade de modernização e evolução dos meios táticos da Força Terrestre.

1.1.1 Objetivo Geral

Analisar a possibilidade de emprego de veículos militares elétricos nas frotas brasileiras e verificar se há benefícios imediatos ou futuros na substituição aos movidos a combustíveis sólidos.

1.1.2 Objetivo Específico

Explorar características de veículos elétricos e identificar infraestrutura necessária para a implementação no Brasil.

Explorar a implementação e uso de veículos elétricos em outros Exércitos.

Analisar a aplicabilidade de tais carros nas missões diárias das Organizações Militares (OM) do EB.

Realizar uma análise de forças e fraquezas na utilização de veículos elétricos.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A seção apresenta uma conceituação do que são Veículos elétricos (VE) e explora suas características e capacidades, além de abordar a infraestrutura básica necessária para a sua utilização. A construção textual se faz com o intuito de se aprofundar no material em estudo para melhor entender o seu eventual emprego e embasar a discussão posterior.

2.1 VEÍCULOS ELÉTRICOS

Os veículos elétricos estão retornando ao cenário mundial com força, nisso, há a promessa que eles substituam parcialmente parte dos veículos movidos somente a combustíveis sólidos, tanto por questões de superação de entraves tecnológicos, preocupações ambientais, quanto segurança energética dos países, como dita Castro e Ferreira (2010). Dentro deste cenário onde aos poucos estes veículos estão se inserindo no mercado consumidor, há alguns entraves claros.

Em uma primeira análise, é evidente que há uma diferença significativa de preços entre veículos movidos a combustíveis sólidos e os carros elétricos, sendo estes últimos, mais caros. “Além de não gozarem de economias de escala, os veículos elétricos enfrentam elevados custos de baterias, desconfiança dos consumidores e carência de infraestrutura” (CASTRO e FERREIRA, 2010, pg. 274).

Por outro lado, diversos incentivos fiscais estão sendo oferecidos para a aquisição de veículos elétricos. Um estudo que analisa a inserção desses automóveis na frota rodoviária brasileira sugere que, em termos de infraestrutura, a adoção de carros elétricos poderia inicialmente ocorrer em serviços de menor escala, como “serviços de entregas urbanas com trajetos menores, entregas a domicílios e serviços auxiliares” (PIZZOLATO e SILVA, 2022, pg. 10).

2.1.1 Caracterização de Veículos Elétricos

Os veículos elétricos podem ser tanto puramente elétricos ou contar com sistemas híbridos de combustão, onde nesse cenário os componentes elétricos são responsáveis “por combinarem um motor de combustão interna com um gerador, uma bateria e um ou mais motores elétricos. Sua função é reduzir o gasto de energia associado à ineficiência dos

processos mecânicos se comparados aos sistemas eletrônicos” (PIZZOLATO e SILVA, 2022, apud, RASKIN e SHAH, 2006).

“Além das baterias, os veículos elétricos têm outros componentes que não fazem parte dos veículos com motor a combustão interna. Da mesma forma, componentes relacionados ao motor a combustão, como o sistema de exaustão e o tanque de combustível, não fazem parte de um veículo puramente elétrico. Entre os novos componentes, um motor elétrico, um inversor de potência, uma transmissão de velocidade única e um carregador embarcado passarão a constituir parte relevante do custo de um automóvel.” (PIZZOLATO e SILVA, 2022, pg. 285)

Em questão das capacidades, esses veículos contam com serviços de carga e descarga da bateria, podendo ela ser física ou em movimento com o sistema CoM (Charge-on-the-move). Há também a possibilidade de ligar tais veículos diretamente com a rede elétrica, como dita PIZZOLATO e SILVA (2022):

“(…) têm suas baterias recarregadas em **pontos de recarga sem fio** (...), de descarregamento, **quando houver instalações de recarga no estabelecimento**, (...). Também há a possibilidade dos veículos serem recarregados durante o percurso, o que aceleraria a operação, reduzindo o tempo de recarga no carregamento e descarregamento de mercadorias ou intervalos, aproveitando-se do fato de percorrerem rotas pré-determinadas onde há o **sistema CoM** (Charge-on-the-move). Há veículos que se alimentam **diretamente pela rede elétrica pelo sistema de catenária**, fazendo com que o veículo se mantenha ligado a ela em movimento, com a ausência de estoque de energia em quantidade suficiente em acumuladores internos nos veículos como as baterias e podem ser denominados RPEV (Road Powered Electric Vehicle). Os exemplos mais conhecidos são dos trens e dos antigos bondes. No meio rodoviário, o exemplo mais conhecido são os caminhões trolley que foram introduzidos no transporte de carga em 2016, na Suécia (Plötz et al., 2019)” (grifo nosso).

Há também a questão do tempo de recarga, onde:

“Os elevados tempos de recarga de um veículo elétrico retiram bastante mobilidade aos seus utilizadores, pois algumas baterias necessitam ser carregadas por cerca de 8 horas. A incapacidade de se utilizar o veículo nestas horas, correndo ainda o risco da bateria não ter carga suficiente para realizar os quilômetros necessários, é apontado

como um fator causador de alguma apreensão por parte dos condutores.” (PORCHERA, 2016, pg. 8 apud FONTOÍNHAS, 2013)

No quesito de autonomia dos carros elétricos, há bastante variação nos estudos, porém “apesar de, continuamente se atingirem recordes de autonomia em condições controladas, a autonomia de um carro elétrico de gama média ainda ronda entre os 150 km a 200 km” (FONSECA, 2018, pg. 3). Contudo, quando se coloca os custos como fator de análise:

“Tanto no Brasil como no cenário internacional, normalmente há vantagem econômica no quesito custo por km percorrido ao utilizar veículos movidos a energia elétrica. De acordo com VENDANA (2019), o brasileiro pagou em média 33 centavos para rodar um quilômetro com gasolina, 32 centavos para rodar a mesma distância com etanol e, se utilizasse a energia elétrica, teria pagado apenas 10 centavos”. (MENA, SANTOS, SAIDEL, 2020, pg. 2)

No que se refere aos custos, uma comparação realizada por Propfe (2012) entre veículos movidos a combustíveis sólidos e veículos elétricos com diferentes estruturas híbridas revela uma disparidade significativa nos preços. Os veículos elétricos tendem a ser mais caros, em grande parte devido ao custo da bateria, que representa cerca de um terço do custo de produção. No entanto, o estudo também aponta que os custos operacionais dos veículos elétricos são inferiores em todas as categorias analisadas. Destaca-se, por exemplo, que o custo de energia pode ser reduzido em até 69% com a adoção de sistemas de direção elétrica. Além disso, os custos de manutenção são menores, uma vez que não há necessidade de troca de óleo e o desgaste dos freios é reduzido devido à recuperação de energia no sistema. O autor também menciona os incentivos fiscais e a facilidade nas inspeções de manutenção, que são simplificadas pela automação dos processos.

2.1.2 Infraestrutura Necessária

É evidente a necessidade de mudança na infraestrutura do país como um todo para que esses carros possam ser amplamente utilizados. Atualmente há locais de abastecimento elétrico em alguns postos e centros comerciais mais modernos, porém de maneira limitada ao se analisar a possível vantagem em utilizar os VE em âmbito nacional, uma vez que “segundo estimativa da Tupi Mobilidade, empresa do Grupo de Infraestrutura da Agência Brasileira de Veículos Elétricos (ABVE), em julho havia 8.800 eletropostos, públicos e semipúblicos

disponíveis no Brasil.” (ABVE, 2024). Essa quantidade poderia ser significativamente reduzida ao avaliarmos quais pontos estão efetivamente em operação e quais poderiam ser adequadamente utilizados por veículos militares. Isso se deve ao fato de que os eletropostos atendem a diferentes modelos de plug-in e existem também aqueles de uso restrito.

Assim, a implementação de pontos de carregamento para esses veículos está diretamente relacionada ao aumento da autonomia veicular e é um pré-requisito essencial para seu uso, conforme descrito a seguir:

“Os veículos elétricos precisam de estruturas novas, que possibilitem a recarga em vias públicas. Esses pontos viabilizariam a realização de viagens e a aquisição dos veículos por indivíduos que não têm garagem privativa. Adicionalmente, a existência de pontos de recarga públicos confere maior liberdade aos usuários, que não precisam ficar restritos aos carregadores domésticos. Assim, seria facilitada a criação de mecanismos que incentivem a distribuição da carga ao longo do dia, evitando, assim, uma sobrecarga nos horários de pico.”. (PIZZOLATO e SILVA, 2022, pg. 298)

2.2 VEÍCULOS ELÉTRICOS EM OUTROS EXÉRCITOS

Se, após uma análise detalhada e estudos sobre a implementação, fosse tomada a decisão de introduzir veículos elétricos ou híbridos na Força Terrestre, o Exército Brasileiro não seria o primeiro a fazê-lo.

“Em 2019, o Departamento de Defesa dos Estados Unidos da América (EUA) investiu cerca de 1,6 mil milhões de dólares em inovação e desenvolvimento de teste de energias alternativas, o que reflete a importância para a missão militar (ROBYN e MARQUESE, 2019) e, para esse fim, têm vindo a considerar a utilização de Veículos Elétricos (VEs) nas suas frotas (PARKER e KRAMER, 2011; Department of Defense, 2018)”. (SANTOS, 2021, pg. 2, grifo nosso)

De acordo com DALSIJØ (2008), está em desenvolvimento no Exército Americano o *Future Combat Systems (FCS)*, que consiste no maior programa idealizado pelo Exército dos Estados Unidos que almeja substituir um grande espectro de veículos e implementar alta tecnologia. O autor dita em seu trabalho que um sistema de propulsão elétrico híbrido vai dirigir e prover propulsão elétrica para oito veículos blindados diferentes.

Figura 1 - Idealização de um artista sobre os chassis sendo desenvolvidos pelas empresas General Dynamics Land Systems (GDLS) and British Aerospace Systems (BAE) envolvidas no desenvolvimento do sistema.



Fonte: DALSJØ, Per (2008)

Os EUA não estão sozinhos em sua implementação tecnológica, há também outras nações que adotaram essa abordagem:

“Por outro lado, **o Japão já tem mais de duas décadas de experiência nesta área** (Perdiguero and Jiménez, 2012), constituindo grupos de trabalho especializados (United Nations, 2018). **O Exército Japonês, que considera a tipologia de veículos híbridos cada vez mais relevante neste caso, vai mais longe, porque consideram opções para a substituição dos veículos de combate** (Taira et al., 2017). (...) À semelhança dos casos apresentados anteriormente, **o Ministério da Defesa Canadano corrobora a versão Japonesa**, uma vez que consideram a redução de mão-de-obra de manutenção, dependência de combustível, e maior eficiência no que diz respeito ao ruído, como uma mais-valia (Giesbrecht, 2018)”. (SANTOS, 2021, pg. 2, grifo nosso)

3. REFERENCIAL METODOLÓGICO

Foi escolhida uma metodologia qualitativa, conforme Godoy (1995, p. 2):

“Segundo esta perspectiva, um fenômeno pode ser melhor compreendido no contexto em que ocorre e do qual é parte, devendo ser analisado numa perspectiva integrada. Para tanto, o pesquisador vai a campo buscando “captar” o fenômeno em estudo a partir da perspectiva das pessoas nele envolvidas, considerando todos os pontos de vista relevantes. Vários tipos de dados são coletados e analisados para que se entenda a dinâmica do fenômeno.”

Esta investigação é exploratória, uma vez que se encaixa em tal conceito "exploração: função central nas ciências sociais em que o uso de um método flexível de coletas de dados, cujos princípios de seleção permitem que os conceitos descobertos preliminarmente sejam sucessivamente revisados e complementados durante o processo de pesquisa” (GASQUE, 2007, pg. 89).

Para embasar este Trabalho de Conclusão de Curso, foram escolhidas as pesquisas documental e bibliográfica, de forma que todos os dados oferecidos neste trabalho estão justificados em fontes concretas. “A pesquisa bibliográfica é feita a partir do levantamento de referências teóricas já analisadas, e publicadas por meios escritos e eletrônicos, como livros, artigos científicos, páginas de *websites*” (FONSECA, 2002, p. 32) enquanto “A pesquisa documental recorre a fontes mais diversificadas e dispersas, sem tratamento analítico, tais como; tabelas estatísticas, jornais, revistas, relatórios, documentos oficiais, (...)” (FONSECA, 2002, p. 32).

Tais escolhas justificam-se pelo trabalho de se basear em uma análise de dados junto ao cenário atual das frotas terrestres brasileiras.

4. DISCUSSÕES

4.1 ANÁLISE DE CENÁRIOS DE APLICAÇÃO DE VEÍCULOS ELÉTRICOS NA FORÇA TERRESTRE BRASILEIRA

Diante dos dados apresentados, é evidente que o Brasil ainda carece da infraestrutura necessária para uma transição imediata e generalizada de veículos movidos a combustíveis fósseis para elétricos. Atualmente, a substituição de veículos pesados por elétricos na frota terrestre é incipiente no mercado internacional, embora esses veículos sejam cruciais no modal rodoviário brasileiro, gerando altos custos com combustíveis e manutenção. A evolução dos motores elétricos e híbridos está mais avançada entre os veículos leves, como as viaturas administrativas do Exército, no qual se enquadrariam as Viaturas Administrativas utilizadas pelo Exército.

De acordo com a ABVE (2024), o Estado de São Paulo abriga uma quantidade significativa de postos de combustíveis, representando quase 50% do total no país. Com a tendência crescente de adoção de veículos elétricos nos próximos anos, bem como o aumento estrutural do setor, é fundamental realizar uma análise mais aprofundada. Essa análise deve considerar a autonomia dos veículos e a logística de carregamento das baterias, a fim de identificar os contextos em que esses veículos seriam mais eficazes. Inicialmente, é recomendável evitar a substituição de veículos que realizam longas distâncias por viagem, priorizando em vez disso veículos que operam em trajetos curtos e diários, como aqueles designados a comandantes de organizações militares.

4.2 POSSÍVEIS VANTAGENS E DESVANTAGENS NA UTILIZAÇÃO DE VEÍCULOS ELÉTRICOS

4.2.1 Vantagens

Em um primeiro ponto, temos como vantagem a redução da emissão de gás carbônico, diretamente atrelada com a diminuição ou até mesmo substituição completa de combustíveis sólidos pelo sistema elétrico. Desta forma, não só o custo com combustíveis seria extremamente atenuado, como também possibilitaria à frota militar terrestre alternativas estratégicas de mobilidade. É notório que a aquisição de petróleo está em mãos do mercado

internacional, já que a produção brasileira não consegue suprir a demanda nacional, o preço dos combustíveis derivados estará sempre a mercê de fatores políticos internacionais, como embargos comerciais e conflitos armados na região de maior produção, causando instabilidade de preços e obstáculos na aquisição.

Concomitantemente a isso, temos a diminuição nos custos de operação. Estes custos estão divididos em dois fatores principais, custo de abastecimento/recarga da bateria e custos de manutenção. Em questão de recarga de bateria, ela poderá ser feita enquanto a viatura não estiver sendo utilizada, como horários noturnos e fora do expediente de serviço. Além disso, se o cenário nacional seguir o internacional, existirão eletropostos de recarga gratuita ou de custo significativamente reduzido, contudo, como foi explorado por MENA et al (2010) “o brasileiro pagou em média 33 centavos para rodar um quilômetro com gasolina, 32 centavos para rodar a mesma distância com etanol e, se utilizasse a energia elétrica, teria pagado apenas 10 centavos”.

No que tange os custos referentes à manutenção, motores híbridos e elétricos possuem uma menor necessidade de inspeções periódicas de manutenção devido a seus sistemas automatizados. Além disso, devido à redução de aparatos mecânicos do motor, há uma menor necessidade de trocas de fluidos e maior longevidade de seus componentes. É válido ressaltar a existência de incentivos fiscais governamentais dados a proprietários de VE.

Por fim, é interessante para um exército se inovar tecnologicamente e acompanhar o cenário bélico internacional. A intermodalidade de um Exército e diversificação de suas capacidades traz maiores custos de manutenção e dificuldades de aquisição, contudo, oferecem também, após medidas serem implementadas e estudadas, uma maior capacidade estratégica e logística. O Exército aumenta suas possibilidades e recursos, se tornando menos refém de insumos, como os combustíveis fósseis neste caso estudado.

4.2.2 Desvantagens

A primeira grande desvantagem foi abordada no tópico anterior que analisou os cenários de aplicação de veículos elétricos na frota terrestre militar brasileira. Como ainda não está difundido motores elétricos em veículos pesados e ainda há carros blindados em estudo, a implementação mais próxima seria a de veículos leves, como dito anteriormente, viaturas administrativas. Desta maneira, atualmente ainda é bem restrita a gama de oportunidade de implementação imediata.

Outro fator limitante a ser analisado é a autonomia destas viaturas, uma vez que giram em torno de 300km de autonomia, para conseguirem realizar viagens mais longas seria necessária uma rede de postos de abastecimentos em rodovias e em quartéis de pernoite, podendo estender missões que com combustíveis sólidos são feitas em um dia ou dois, em missões de uma duração mais prolongada. Além disso, é necessário realizar um estudo acerca das capacidades da bateria da viatura a ser adquirida, qual sua limitação diária de uso e principalmente quanto tempo de recarga ela necessita entre uma viagem e outra. Todos esses fatores são essenciais ao decidir qual viatura pode ser empregada em qual missão.

Ainda sobre a recarga de bateria, atualmente não há uma infraestrutura ideal para a utilização de tais viaturas em empregos mais emergentes, como é de costume o militar. Embora esse mercado seja emergente e esteja em constante crescimento, ele afunila muito as regiões onde tais carros seriam mais viáveis, principalmente por não ter postos difundidos por todo território nacional.

No quesito de custos, temos os custos principalmente de aquisição. Apesar de ter os incentivos fiscais citados, pela modernidade da bateria de tais motores, que consiste em cerca de um terço do seu valor, o seu custo é elevado em comparação a veículos comuns movidos a combustíveis sólidos.

Por fim, no quesito manutenção, seria necessária junto com a aquisição de tais materiais, a negociação de capacitação de pessoal militar para realizar as manutenções necessárias a tais viaturas. Tal fato se torna necessário devido à existência de componentes adicionais que carros comuns não costumam ter, além de suas próprias peculiaridades no que tange a manutenção preventiva e corretiva.

5. CONCLUSÃO

O objetivo geral deste trabalho foi analisar a possibilidade de emprego de veículos militares elétricos nas frotas brasileiras e verificar se há benefícios imediatos ou futuros na substituição aos movidos a combustíveis sólidos, desta forma, concluiu que foi realizada esta análise em cima dos objetivos específicos destrinchados ao longo deste TCC.

Acerca da exploração das características de veículos elétricos e identificação da infraestrutura necessária para a implementação de tais veículos no Brasil, concluiu que foram expostos os dados necessários, após extensa pesquisa bibliográfica e documental, dos pontos cruciais e gerais de tais viaturas. Foram abordadas as seguintes características: autonomia, recarga de bateria, custos de operação e custos de manutenção. No que tange a infraestrutura necessária, foi identificado o aparato mínimo e a atual situação em que o Brasil se encontra em relação a eletropostos.

No que tange a exploração de implementação e uso de veículos elétricos em outros Exércitos, concluiu que o material de referência bibliográfica não é muito extenso. Ficou evidente o interesse de diversas nações na implementação da hibridização e eletrização de motores em suas frotas militares terrestres e consequente elaboração de implementação de projetos, contudo, esse conhecimento ainda não se encontra completamente palpável a consulta e aprofundado estudo.

Ao analisar a aplicabilidade de tais carros nas missões diárias das OM do EB, concluiu-se que, em um primeiro momento, seria mais palpável a inserção de VE como substitutos às Viaturas Administrativas. Contudo, é necessário analisar as vantagens e desvantagens de tal implementação para e fator de decisão designá-las para missões mais adequadas às suas capacidades.

Por fim, após ser realizada uma análise de forças e fraquezas na utilização de veículos elétricos no contexto do Exército Brasileiro, ficou evidenciado que muito ainda tem que se reestruturas para viabilizar o uso de tais viaturas. Porém, uma vez possuidor da infraestrutura necessária, seria de grande valia possuir exemplares elétricos ou de motor híbrido dentro da conjuntura de capacidades da Força Terrestre Brasileira.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA BRASILEIRA DE VEÍCULOS ELÉTRICOS. **Até julho, emplacamentos de veículos eletrificados em 2024 já supera total de 2023**. 2024. Disponível em: <https://abve.org.br/ate-julho-vendas-de-eletrificados-em-2024-ja-supera-total-de-2023/>.

CASTRO, Bernardo Hauch Ribeiro de; FERREIRA, Tiago Toledo. **Veículos elétricos: aspectos básicos, perspectivas e oportunidades**. BNDES Setorial, n. 32, set. 2010, p. 267-310, 2010.

DALSJØ, Per. **Hybrid electric propulsion for military vehicles - overview and status of the technology**. Forsvarets Forskningsinstitut (FFI), Norwegian Defence Research Establishment, 2008.

FONSECA, Filipe Miguel Ribeiro da. **Avaliação do impacto da introdução de cargas auxiliares na autonomia de veículos elétricos**. Tese de Doutorado, 2018.

FONSECA, João da. **Apostila de metodologia da pesquisa científica**. Curso de Especialização em Comunidades Virtuais de Aprendizagem, UECE, Fortaleza, 2002.

GASQUE, Kelley Cristine G. D. **Teoria fundamentada: nova perspectiva à pesquisa exploratória**. In: MUELLER, Suzana Pinheiro Machado (Org.). Métodos para a pesquisa em Ciência da Informação. Brasília: Thesaurus, 2007.

GODOY, Arilda Schmidt. **Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades**. RAE - Revista de Administração de Empresas, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 57- 63, 1995.

LISBOA, Guilherme Henrique Gonçalves. **Estudo da transição do uso de combustíveis fósseis para energias renováveis no segmento de transporte**. Universidade Estadual Paulista (Unesp), 2023.

LIU, Wei; CHEN, Xiao; ZHANG, Jihong. **The Russia-Ukraine conflict and the automotive energy transition: Empirical evidence from China**. Energy, v. 284, p. 128562, 2023.

MENA, Rafael M.; SANTOS, Milana L.; SAIDEL, Marco A. **Análise de Veículos Elétricos a Bateria no Brasil: Uma Abordagem SWOT**. Simpósio Brasileiro de Sistemas Elétricos-SBSE, v. 1, n. 1, 2020

OLIVEIRA, Emanuel Filipe Cunha. **Micro-Carro Elétrico: Uma Realidade Cidadina Emergente**. Dissertação de Mestrado. Universidade de Aveiro (Portugal), 2015.

PORCHERA, Gustavo da Silva Oliveira et al. **Vantagens e barreiras à utilização de veículos elétricos**. SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA, v. 13, 2016.

PROPFÉ, Bernd et al. **Cost analysis of plug-in hybrid electric vehicles including maintenance & repair costs and resale values**. World Electric Vehicle Journal, v. 5, n. 4, p. 886-895, 2012.

SANTOS, Ricardo et al. **Desenvolvimento de um Modelo Teórico–Conceptual para Implementação de Veículos Elétricos: Estudo de Caso do Exército Português**. Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação, p. 1-14, 2021.

SILVA, A. C. A. C. da; PIZZOLATO, N. D.. **Utilização de veículos elétricos no transporte de carga e os desafios para implementação no Brasil**. Ambiente & Sociedade. São Paulo. Vol. 25, 2022.

THOMÉ, Belisario Antonio. **Veículos elétricos em órgãos públicos: metodologia para substituição gradual da frota a combustão por veículos elétricos**. Dissertação de Mestrado da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), 2021.