

idp

idn

MESTRADO PROFISSIONAL

EM ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA

**A ADOÇÃO DE VEÍCULOS ELÉTRICOS PARA A ATIVIDADE
OPERACIONAL DA POLÍCIA MILITAR DO DISTRITO FEDERAL**

GLEISON BEZERRA DE LIMA

Brasília-DF, 2025

GLEISON BEZERRA DE LIMA

**A ADOÇÃO DE VEÍCULOS ELÉTRICOS PARA A
ATIVIDADE OPERACIONAL DA POLÍCIA MILITAR DO
DISTRITO FEDERAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Administração Pública, do Instituto Brasileiro de Ensino, Desenvolvimento e Pesquisa, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre.

Orientador

Professor Doutor Felipe Lopes da Cruz.

Brasília-DF 2025

GLEISON BEZERRA DE LIMA

**A ADOÇÃO DE VEÍCULOS ELÉTRICOS PARA A
ATIVIDADE OPERACIONAL DA POLÍCIA MILITAR DO
DISTRITO FEDERAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Administração Pública, do Instituto Brasileiro de Ensino, Desenvolvimento e Pesquisa, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre.

Aprovado em 14 / 03 / 2025

Banca Examinadora

Prof. Dr. Felipe Lopes da Cruz - Orientador

Prof. Dr. Lana Montezano da Silva

Prof. Dr. Paulo Henrique Ferreira Alves

L732a Lima, Gleison Bezerra de
A adoção de veículos elétricos para a atividade operacional da Polícia Militar do Distrito Federal / Gleison Bezerra de Lima. – Brasília: IDP, 2025.

185 f.
Inclui bibliografia.

Dissertação – Instituto Brasileiro de Ensino, Desenvolvimento e Pesquisa – IDP, Mestrado Profissional em Administração Pública, Brasília, 2025.
Orientador: Prof. Dr. Felipe Lopes da Cruz.

1. Princípio da eficiência. 2. Eficiência Operacional. 3. Segurança pública. I. Título.

CDD: 352

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Ministro Moreira Alves
Instituto Brasileiro de Ensino, Desenvolvimento e Pesquisa

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, dedico este trabalho àquele que tudo comanda, Senhor Deus, que nos concede saúde e sabedoria em nossa jornada sobre a terra.

Agradeço também à minha esposa, companheira incansável em cada etapa. Sua presença, trazendo tranquilidade e apoio, foi essencial para que eu superasse os desafios diários. Você me deu equilíbrio e força, e sempre encontrou tempo para revisar pacientemente meus textos, contribuindo para este e outros projetos. Por ser minha maior parceira, dedico a você esta conquista com todo amor e gratidão.

Aos meus pais, que sempre me cercaram de amor, coragem e sabedoria, ofereço este trabalho como reflexo do que me ensinaram, agir com zelo, integridade e responsabilidade. Seus exemplos de perseverança e integridade guiam meus passos, especialmente nas escolhas difíceis e nos momentos em que lutar com dignidade foi e é essencial.

Agradeço ao Prof. Felipe Lopes da Cruz pela orientação, paciência e valiosas contribuições, que foram essenciais para o desenvolvimento deste trabalho. Seu comprometimento e dedicação fizeram este projeto possível.

Ao amigo Daniel, pelas horas empenhadas em me ajudar revisando infindáveis páginas de texto nas normas ABNT.

Aos meus irmãos Moteros, que, transcendendo as fronteiras do profissionalismo, levamos a irmandade construída para as estradas da vida."

Aos amigos André Miranda e Diovane pela amizade e companheirismo interprofissional, sempre presente nos momentos necessários, mesmo em suas férias.

Aos irmãos das Operações Especiais, aqueles que são "forjados no fogo mais forte", pelo companheirismo e a irmandade de sempre;

"que nunca envergonhemos nossa fé, nossa família ou os nossos camaradas." Trecho da Oração das Operações Especiais

Agradeço aos entrevistados que cederam seu tempo e contribuíram para este trabalho (Dr. Paulo Emílio Agüero, proprietário da 2P Health Care; Cap. Demarzo da PMESP; Gabriel Ayroso, Agente de Polícia da PRF, William Guedes, Agente de Polícia da PF.

Por fim, dedico este trabalho aos meus três filhos, a quem tanto cobro em proficiência e dedicação em tudo o que fazem. Que este esforço possa, de alguma forma, contribuir para um futuro melhor para eles.

“O que uma visão pode oferecer, e o que a visão predominante do nosso tempo oferece de forma enfática, é um estado especial de graça para aqueles que acreditam nela.

Aqueles que aceitam essa visão são considerados não apenas factualmente corretos, mas moralmente um patamar superior. Em outras palavras, aqueles que discordam com a visão predominante são vistos não apenas como equivocados, e sim como pecadores”

Thomas Sowell 1995

RESUMO

Uma instituição, pública ou privada, deve buscar eficiência e economicidade para aproveitar as oportunidades oferecidas pelas novas tecnologias. Diante da possibilidade de adoção de veículos elétricos (VEs) para a atividade operacional da Polícia Militar do Distrito Federal (PMDF), torna-se necessário analisar essa mudança de matriz energética e suas implicações no desempenho das atividades operacionais. A transição para VEs apresenta-se como uma alternativa alinhada aos objetivos de sustentabilidade e redução de custos, especialmente no contexto da estratégia ESG (Ambiental, Social e Governança). O Objetivo da Pesquisa era “Identificar quais são os benefícios e os impactos da adoção de veículos elétricos (VEs) como viaturas operacionais como parte da frota da PMDF, buscando diagnosticar e observar aspectos operacionais, financeiros e institucionais envolvidos”. O estudo evidenciou limitações dessa tecnologia, como autonomia reduzida, desafios de recarga e custos elevados de implementação de infraestrutura. Além disso, observou-se que a fragilidade dos VEs em terrenos acidentados e a necessidade potencial de manutenção especializada podem comprometer sua eficácia em atividades policiais contínuas e emergenciais. A avaliação de experiências de outras forças policiais, nacionais e internacionais, serviu como referência e destacou desafios significativos para a adaptação plena dos VEs às demandas operacionais. Esta pesquisa adotou uma abordagem mista, combinando métodos predominantemente qualitativos com quantitativos, para avaliar a viabilidade da adoção de VEs como viaturas operacionais pela PMDF. A coleta de dados incluiu questionários aplicados a 232 policiais militares de diferentes unidades (BOPE, ROTAM, GTOPE e policiamento de área), além de entrevistas semiestruturadas com gestores de frotas de instituições públicas e privadas. Os dados foram analisados por meio de técnicas descritivas e temáticas, cruzando informações sobre desempenho operacional, custos, infraestrutura e percepções dos usuários. Os resultados indicam que, embora os VEs ofereçam vantagens ambientais e potencial redução de custos a longo prazo, sua aplicação na atividade operacional da PMDF enfrenta desafios significativos. A autonomia limitada, a carência de infraestrutura de recarga e a vulnerabilidade das baterias em terrenos irregulares comprometem sua eficácia em operações contínuas e emergenciais. Além disso, o alto custo inicial de aquisição e a necessidade de

manutenção especializada representam barreiras financeiras e operacionais. Como principal contribuição, este estudo fornece uma análise abrangente para embasar a decisão estratégica da PMDF, concluindo que, no cenário atual, a adoção de VEs como viaturas operacionais não é recomendável devido às limitações técnicas e operacionais identificadas. Como alternativa, sugere-se a avaliação de tecnologias híbridas ou biocombustíveis, que alinham sustentabilidade e eficiência operacional.

Palavras chave: Polícia Militar. Veículos Elétricos. Eficiência Operacional. Infraestrutura de Recarga. Segurança Pública.

ABSTRACT

Public or private institutions must pursue efficiency and cost-effectiveness to leverage the opportunities offered by new technologies. Given the potential adoption of electric vehicles (EVs) for the operational activities of the Military Police of the Federal District (PMDF), it is essential to analyze this shift in energy sources and its implications for operational performance. The transition to EVs presents itself as an alternative aligned with sustainability and cost-reduction goals, particularly within the ESG (Environmental, Social, and Governance) strategy framework. The research objective was to "identify the benefits and impacts of adopting electric vehicles (EVs) as operational patrol vehicles in the PMDF fleet, diagnosing operational, financial, and institutional aspects involved." The study revealed limitations of this technology, including reduced range, recharging challenges, and high infrastructure implementation costs. Additionally, the fragility of EVs on rough terrain and the potential need for specialized maintenance could compromise their effectiveness in continuous and emergency policing operations. An assessment of experiences from other police forces, both national and international, served as a reference and highlighted significant challenges for the full adaptation of EVs to operational demands. This research adopted a mixed-methods approach, combining predominantly qualitative and quantitative methods, to evaluate the feasibility of adopting EVs as operational patrol vehicles for the PMDF. Data collection included surveys administered to 232 military police officers from different units (BOPE, ROTAM, GTOPE, and area policing), as well as semi-structured interviews with fleet managers from public and private institutions. The data were analyzed using descriptive and thematic techniques, cross-referencing information on operational performance, costs, infrastructure, and user perceptions. The results indicate that while EVs offer environmental benefits and potential long-term cost reductions, their deployment in PMDF operations would face significant challenges. Limited range, insufficient charging infrastructure, and battery vulnerability on uneven terrain would hinder their effectiveness in continuous and emergency operations. Furthermore, the high initial acquisition costs and the need for specialized maintenance represent financial and operational barriers.

As its primary contribution, this study provides a comprehensive analysis to support PMDF's strategic decision-making, concluding that, under current conditions, adopting EVs as operational patrol vehicles is not advisable due to the identified technical and operational limitations. As an alternative, the study recommends evaluating hybrid technologies or biofuels, which align sustainability with operational efficiency.

Keywords: Military Police; Electric Vehicles; Operational Efficiency; Charging Infrastructure; Public Security.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABVE	Associação Brasileira do Veículo Elétrico
ADAC	Allgemeiner Deutscher Automobil-Club
AISP	Área de Interesse de Segurança Pública
BEV	Veículos Elétricos à Bateria
BMW	Bayerische Motoren Werke (Fábrica Bávara de Motores)
BOPE	Batalhão de Operações Especiais
BPM	Batalhão de Polícia Militar
BYD	Build Your Dream
CARB	California Air Resources Board (Conselho de Recursos Aéreos do Estado da Califórnia)
CTB	Código de Trânsito Brasileiro
DPTS	Diretoria de Patrimônio, Transporte e Suprimentos
ESG	Environmental, Social and Governance
FCEV	Veículos Elétricos a Hidrogênio
FIPE	Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas
GDF	Governo do Distrito Federal
GTOP	Grupo Tático Operacional
GWM	Great Wall Motors
HEV	Veículos Elétricos Híbridos
IEA	International Energy Agency
KERS	Kinetic Energy Recovery System – (Sistema de recuperação de energia cinética)
MCI	Motor a combustão interna
NCAP	New Car Avaliação Program
PHEV	Veículos Elétricos Híbridos Plug-in
PMDF	Polícia Militar do Distrito Federal
PPA	Plano Plurianual
PF	Polícia Federal
PRF	Polícia Rodoviária Federal
ROTAM	Rondas Táticas Móvel
SAAN	Setor de Armazenagem e Abastecimento Norte



SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SREC	Sistema de Recuperação de Energia Cinética
UPM(s)	Unidade(s) de Polícia Militar
USP	Universidade de São Paulo
VE(s)	Veículo(s) Elétrico(s)
VCI	Veículo de Combustão Interna
VPC	Veículo de Patrulha e Cerco
VPI	Veículo de Patrulha e Interceptação
VTR(s)	Viatura(s) (Veículo Policial)
VSO	Veículos de Suporte Operacional



LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 Tipos de Carregadores Tomadas Veiculares	46
Figura 2 Tempo de recarga de acordo ao carregador e o VE	47
Figura 3 Tipos de Veículos Elétricos	61
Figura 4 Veículos Elétricos e suas Autonomias	65
Figura 5 BYD modelo E5 Sedan - GCM SP	73
Figura 6 BYD modelo E6 SUV - GCM SP	74
Figura 7 Nuvem de Palavras mais frequentes nas questões abertas 5.3 e 5.4	106
Figura 8 Veículo D1 da fabricante BYD	114
Figura 9 Veículos D1 da Frota da 2P Health Care	114
Figura 10 Trajeto Brasília-DF – Goiânia – GO	116
Figura 11 Nissan Leaf utilizado no teste na PMESP	120
Figura 12 Alocação de Bateria Veicular do BYD Shark	135
Gráfico 1 Público Participante do Questionário	93
Gráfico 2 Tempo de Serviço Geral da Amostragem	94
Gráfico 3 Qual o seu tempo de serviço na PMDF? (GTOP)	94

Gráfico 4	Tempo de Serviço - ROTAM	95
Gráfico 5	Tempo de Serviço – VTRs de Área	95
Gráfico 6	Frequência em Exceder a Veloc. da Via ou Transp. de Obstáculos	97
Gráfico 7	Frequência em que Excede Velocidade ou transpõe obstáculos durante o serviço	98
Gráfico 8	O que prevalece no atendimento de ocorrência; Celeridade ou Segurança de deslocamento?	98
Gráfico 9	Envolvimento em acidentes com VTR durante o serviço	99
Gráfico 10	Tempo de Serviço vs Acidente com VTR	100
Gráfico 11	Estado da VTR pós Acidente	101
Gráfico 12	Intensidade de Patrulhamento? - GTO	102
Gráfico 13	Intensidade de Patrulhamento – VTR de Área	103
Gráfico 14	Tempo de Patrulhamento por Serviço de 12h	103
Gráfico 15	Km percorridos em turno de serviço 12h	104
Gráfico 16	Características de Terreno da Área de Patrulhamento	104
Gráfico 17	Impactos no assoalho da VTR durante patrulhamento	105

LISTA DE QUADROS

Quadro 1

Análise Documental

83

Quadro 2

Objetivos e Ações relativos à Aplicação do Questionário

84

Quadro 3

Detalhamento do Questionário

84

Quadro 4

Objetivos e Ações Relativos às Entrevistas

86

Quadro 5

Detalhamento das Entrevistas Semiestruturadas

86

Quadro 6

Valores Veículos Zero KM - Tabela FIPE

137

Quadro 7

Aspecto Autonomia e Infraestrutura de Recarga

146

Quadro 8

Aspecto Desempenho Operacional

146

Quadro 9

Aspecto Estruturais do Veículo e de Manutenção

147

Quadro 10

Aspecto Viabilidade Financeira

148



Quadro 11

Viabilidade sob Ótica de Alienação Patrimonial

.....148



SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO23

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA.....	26
1.2 ENUNCIÇÃO DE OBJETIVOS	27
1.2.1 OBJETIVO GERAL.....	27
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	27
1.3 JUSTIFICATIVA	28

2. REFERENCIAL TEÓRICO32

2.1 GESTÃO PÚBLICA VOLTADA A RESULTADOS.....	32
2.2 GESTÃO DE FROTA NO ÂMBITO DA ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA.....	34
2.3 ALTERAÇÃO DA MATRIZ ENERGÉTICA NO MUNDO E NO BRASIL	36
2.4 SEGURANÇA E CONFIABILIDADE OPERACIONAL DOS VES DIANTE DA SUA ESTRUTURA.....	37
2.4.1 INFRAESTRUTURA DE RECARGA.....	41
2.4.2 INSUFICIÊNCIA DE ESTAÇÕES DE RECARGA EM ÁREAS URBANAS E RURAIS.....	42
2.4.3 A IMPLEMENTAÇÃO DE INFRAESTRUTURA DE RECARGA.....	43
2.4.4 TEMPO DE RECARGA VERSUS TEMPO DE ABASTECIMENTO DOS VCI	46
2.4.5 A DEGRADAÇÃO DA BATERIA DOS VEÍCULOS ELÉTRICOS	50
2.4.6 CUSTOS DE VEÍCULOS ELÉTRICOS X VEÍCULOS A COMBUSTÃO INTERNA	51
2.4.7 ALTERNATIVAS AOS VEÍCULOS ELÉTRICOS	52
2.5 VIATURAS ELÉTRICAS E SUAS IMPLICAÇÕES INSTITUCIONAIS PERANTE A SOCIEDADE.....	52
2.5.1 EXPERIÊNCIAS DO DESEMPENHO OPERACIONAL DE VEÍCULOS ELÉTRICOS (VE) EM ATIVIDADES POLICIAIS.....	54
2.5.2 DESAFIOS OPERACIONAIS DOS VEÍCULOS ELÉTRICOS NA ATIVIDADE OPERACIONAL DE POLÍCIA: LIMITAÇÕES DE AUTONOMIA E APLICABILIDADE EM TERRENOS ADVERSOS	60
2.5.3 ANÁLISE DAS LIMITAÇÕES DOS VES NA ATIVIDADE OPERACIONAL POLICIAL.....	62
2.5.4 AUTONOMIA INSUFICIENTE PARA LONGAS JORNADAS.....	64
2.5.5 PROBLEMAS RELACIONADOS À RECARGA EM OPERAÇÕES CONTÍNUAS OU ÁREAS REMOTAS.....	66

SUMÁRIO

2.5.6 IMOBILIDADE DOS VEÍCULOS EM CAMPO E SUAS CONSEQUÊNCIAS PARA A EFICIÊNCIA POLICIAL.....	68
2.5.7 IMPACTO DA PERFORMANCE EM TERRENOS ACIDENTADOS E URBANOS	69
2.5.8 CUSTO BENEFÍCIO DOS VES PARA USO POLICIAL.....	71
2.6 ESTUDOS CORRELATOS	72

3. METODOLOGIA..... 78

3.1 COLETA E TRATAMENTO DOS DADOS.....	81
3.2 DETALHAMENTO DA ANÁLISE DOCUMENTAL.....	83
3.3 LEVANTAMENTO POR MEIO DE QUESTIONÁRIOS.....	84
3.4 ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA.....	85
3.5 FONTES DE EVIDÊNCIA E ESTRATÉGIA DE ANÁLISE	86

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS..... 89

4.1 RESULTADOS DA ANÁLISE DOCUMENTAL.....	89
4.1.1 A ATIVIDADE OPERACIONAL DA POLÍCIA MILITAR E SUA FROTA MOTORIZADA.....	89
4.2 RESULTADOS DO LEVANTAMENTO POR MEIO DE QUESTIONÁRIOS..	91
4.2.1 PERFIL COMPORTAMENTAL E OPERACIONAL DE USUÁRIOS DE VIATURAS POLICIAIS	91
4.2.2 TEMPO DE SERVIÇO E EXPERIÊNCIA PROFISSIONAL POLICIAL.....	93
4.2.3 EXPERIÊNCIA E COMPORTAMENTO OPERACIONAL.....	96
4.2.4 ROTINA OPERACIONAL	101
4.2.5 PERGUNTAS ABERTAS.....	106
4.2.6 PERGUNTA 5.3.....	106
4.2.6.1 INFRAESTRUTURA E TEMPO DE RECARGA	107
4.2.6.2 AUTONOMIA	108
4.2.6.3 MANUTENÇÃO E DURABILIDADE	108
4.2.6.4 CUSTOS E ECONOMIA.....	109
4.2.6.5 DESEMPENHO OPERACIONAL	110
4.2.7 PERGUNTA 5.4.....	110
4.2.7.1 CONFORTO	111
4.2.7.2 CONFIABILIDADE	111

SUMÁRIO

4.2.7.3 OUTROS ASPECTOS RELEVANTES	112
4.2.7.4 ANÁLISE DAS RESPOSTAS ABERTAS	112
4.3 ENTREVISTAS	113
4.3.1 EMPRESA 2P HEALTH CARE	113
4.3.1.1 CONTEXTO DA EMPRESA E O VEÍCULO ADQUIRIDO.....	113
4.3.1.2 ASPECTOS DE EMPREGO DOS VEÍCULOS.....	114
4.3.1.3 CARACTERÍSTICAS DE AUTONOMIA E LIMITAÇÕES.....	115
4.3.1.4 PLANEJAMENTO DETALHADO DE ROTAS DE VISITAÇÃO	116
4.3.1.5 INFRAESTRUTURA DE RECARGA	117
4.3.1.6 CUSTOS DE AQUISIÇÃO E MANUTENÇÃO	118
4.3.1.7 UMA TENTATIVA DE ABSTRAÇÃO E PROJEÇÃO DA FROTA	118
4.3.1.8 CONCLUSÃO DA ENTREVISTA: PERSPECTIVAS E DESAFIOS DO USO DE VEÍCULOS ELÉTRICOS	119
4.4 ENTREVISTA SOBRE A EXPERIÊNCIA PMESP COM VIATURAS ELÉTRICAS	120
4.4.1.1 ASPECTOS POSITIVOS OBSERVADOS	121
4.4.1.2 ASPECTOS NEGATIVOS OBSERVADOS.....	121
4.4.1.3 ENTENDIMENTOS FINAIS DA ENTREVISTA.....	122
4.5 ENTREVISTA GESTOR DE FROTAS DA POLÍCIA RODOVIÁRIA FEDERAL - PRF	123
4.6 ENTREVISTA GESTOR DE FROTAS DA POLÍCIA FEDERAL - PF.....	128
5. DISCUSSÃO	132
5.1 VIABILIDADE OPERACIONAL DE VEÍCULOS ELÉTRICOS (VES) SOB O ASPECTO DE AUTONOMIA E ESTRUTURA DE RECARGA	132
5.2 VIABILIDADE DE IMPLEMENTAÇÃO DE (VES) SOB O ASPECTO DE DESEMPENHO OPERACIONAL	134
5.3 VIABILIDADE DE IMPLEMENTAÇÃO DE (VES) SOB O ASPECTO ESTRUTURAL E DE MANUTENÇÃO DO VEÍCULO	135
5.4 VIABILIDADE DE IMPLEMENTAÇÃO DE (VES) SOB O ASPECTO VIABILIDADE FINANCEIRA.....	136
5.5 VIABILIDADE DE IMPLEMENTAÇÃO DE (VES) SOB O ASPECTO DA ALIENAÇÃO	138

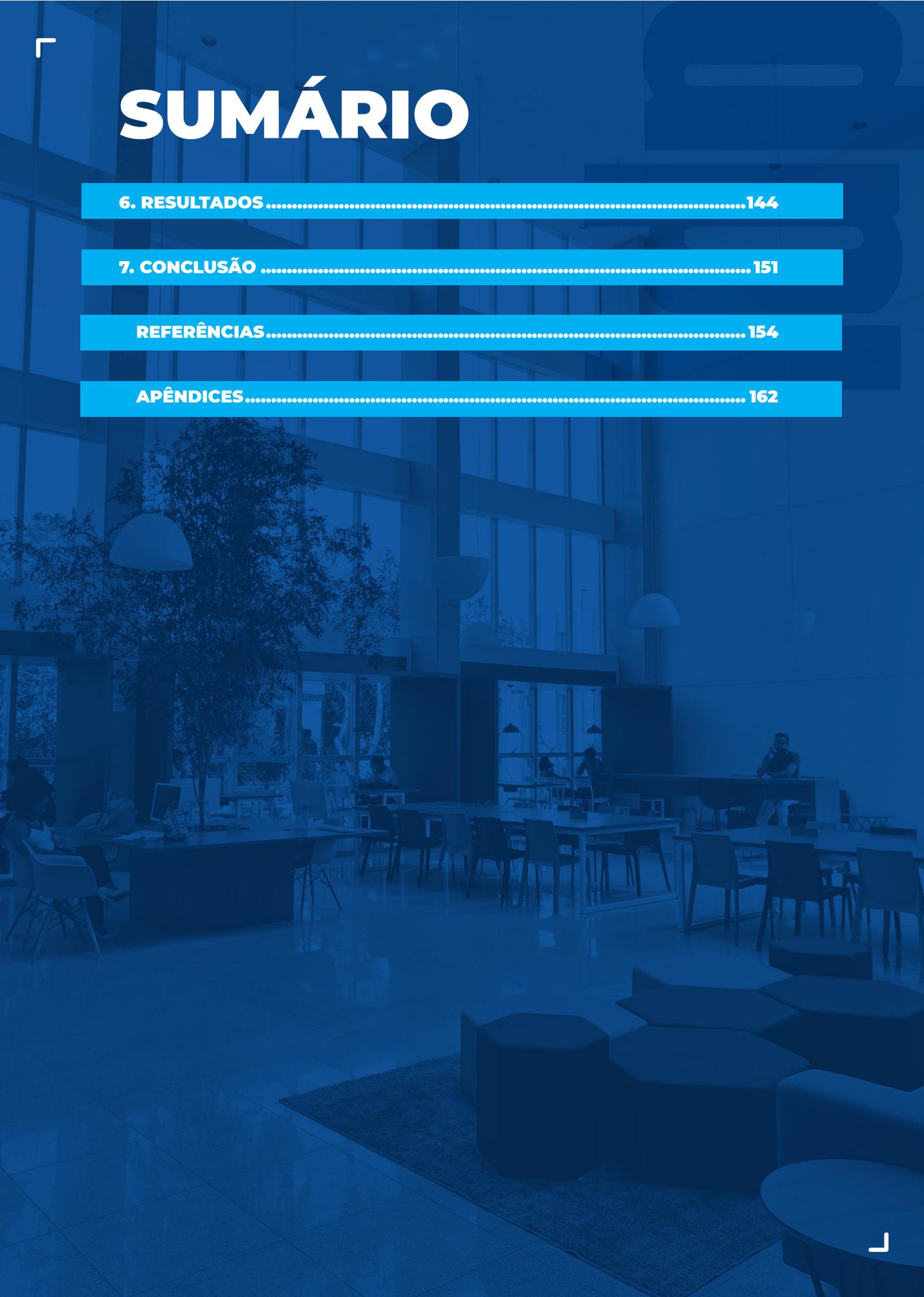
SUMÁRIO

6. RESULTADOS144

7. CONCLUSÃO 151

REFERÊNCIAS..... 154

APÊNDICES..... 162





1

INTRODUÇÃO

Esta pesquisa analisa a viabilidade da adoção de veículos elétricos (VEs) como viaturas operacionais pela Polícia Militar do Distrito Federal (PMDF), considerando seus impactos na eficiência operacional, sustentabilidade e gestão de custos. O estudo parte do pressuposto de que instituições públicas devem alinhar inovação tecnológica a critérios de economicidade e eficácia, especialmente em serviços essenciais como a segurança pública. Por meio de uma abordagem mista (com predominância qualitativa), foram avaliados desafios técnicos, operacionais e financeiros, com base em dados empíricos coletados junto a policiais e gestores de frota. Os resultados apontam limitações críticas dos VEs para atividades policiais de alta demanda, mas também alternativas viáveis, como híbridos ou biocombustíveis, que equilibram sustentabilidade e desempenho.

Uma instituição, pública ou privada, deve buscar eficiência e economicidade para aproveitar as oportunidades oferecidas pelas novas tecnologias. Diante da possibilidade de adoção de Veículos Elétricos (VEs) para a atividade operacional da Polícia Militar do Distrito Federal (PMDF), torna-se necessário se debruçar sobre essa mudança de matriz energética e quais as suas implicações no desempenho de suas atividades operacionais. A transição para VEs se apresenta como uma alternativa alinhada com os objetivos de sustentabilidade e redução de custos, especialmente no contexto da estratégia ESG (Ambiental, Social e Governança).

A tecnologia dos automóveis híbridos tem uma história longa e interessante que começa no século XIX, com os primeiros modelos aparecendo nas décadas de 1880 e 1890. Os veículos elétricos (VEs), de acordo com Baran e Legey (2010) já competiram fortemente com os automóveis de combustão interna no passado, mas devido a várias razões, foram deixados de lado e tiveram uma participação marginal na história do automóvel desde os anos 1930. Durante esse tempo, houve importantes avanços tecnológicos, como o carregamento rápido de baterias e a expansão das estações de carregamento, desafios que continuam até hoje. No entanto, a descoberta de novos poços de petróleo e a produção em massa de veículos a combustão por Henry Ford diminuíram o interesse pelos VEs no início do século XX. De acordo



com Galeski (2023), esse cenário só começou a mudar durante a crise do petróleo nos anos 1970, quando a busca por alternativas aos combustíveis fósseis reacendeu o interesse pelos carros elétricos. Já no cenário global atual, os veículos elétricos têm ganhado destaque significativo, impulsionados por preocupações ambientais e políticas governamentais.

Em 2022, as vendas globais de veículos elétricos alcançaram níveis recordes, com diversas montadoras anunciando planos ambiciosos para a eletrificação de suas frotas. Por exemplo, a Toyota planeja lançar 30 modelos de VEs até 2030, enquanto a Volkswagen projeta que 70% de suas vendas na Europa serão de veículos elétricos até a mesma data (IEA, 2022). Além disso, a Califórnia pretende banir a venda de novos carros a combustão até 2035, uma medida aprovada unanimemente pelo Conselho de Recursos Aéreos do estado (CARB), conhecido como a Comissão de Ar Limpo (Redação AB, 2022).

No Brasil, iniciou-se o desenvolvimento do primeiro veículo elétrico brasileiro com o Itaipu, por João Gurgel na década de 1970. Hoje possuímos circulando pelas ruas brasileiras diversas marcas de veículos elétricos como modelos das fabricantes, Volvo, Renault, Chevrolet, BYDs e GWM, que estão disponíveis no mercado nacional. Mostrando um significativo crescimento no uso de VEs pelos brasileiros bem como reflexo do que acontece no mercado mundial. “Em 2022, as vendas de veículos elétricos no Brasil aumentaram 41% em relação ao ano anterior, demonstrando um crescente interesse e adoção desta tecnologia” (Galeski, 2023).

Nesse sentido, é notória a preocupação das indústrias automobilísticas com a sustentabilidade, pois, investem cada vez mais em práticas ESG (*Environmental, Social and Governance*), ou seja, as práticas ESG estão relacionadas diretamente com as questões ambientais, sociais e de governança com vistas a aliar os lucros dos negócios a sustentabilidade (Grisosti, 2023). No mesmo sentido, de acordo com publicação do *site* do SEBRAE (2024.p.1) a prática de “ESG abrange um conjunto de práticas voltadas para a preservação do meio ambiente, responsabilidade com a sociedade e transparência empresarial”.

Já tocante a frota veicular, é importante destacar que a alteração da matriz energética de uma grande frota veicular, representa possíveis impactos em custos, eficiência e desempenho operacional, além de

mudanças na infraestrutura que circunda essa frota. Destarte, mudar toda uma plataforma de mobilidade, antes movida a combustível fóssil para a adoção de veículos elétricos, é uma questão delicada que exige um estudo prévio para implementação.

A Polícia Militar do Distrito Federal (PMDF) desempenha um papel crucial na segurança pública, garantindo a ordem e protegendo os cidadãos do Distrito Federal. A PMDF é responsável por um amplo espectro de atividades, que incluem patrulhamento ostensivo, combate à criminalidade, atendimento de emergências, além de participar em ações comunitárias e educativas, bem como na proteção das instituições federais. Esta é uma previsão constitucional conforme prescrito na Constituição da República Federativa do Brasil, (Brasil, 1988) inclui as polícias militares entre os órgãos responsáveis pela segurança pública.

Art. 144. A segurança pública, dever do Estado, direito e responsabilidade de todos, é exercida para a preservação da ordem pública e da incolumidade das pessoas e do patrimônio, através dos seguintes órgãos:

V - Polícias militares e corpos de bombeiros militares.

§ 5º Às polícias militares cabem a polícia ostensiva e a preservação da ordem pública; aos corpos de bombeiros militares, além das atribuições definidas em lei, incumbe a execução de atividades de defesa civil. (Brasil, 1988)

Ainda neste escopo, temos estabelecido na Lei nº 6.450 (Brasil, 1977) em seu Art. 2º que:

II - Compete à Polícia Militar do Distrito Federal, executar com exclusividade, ressalvadas as missões peculiares das Forças Armadas, o policiamento ostensivo, fardado, planejado pela autoridade competente, a fim de assegurar o cumprimento da Lei, a manutenção da ordem pública e o exercício dos poderes constituídos;

II - Atuar de maneira preventiva, como força de dissuasão, em locais ou áreas específicas, onde se presume ser possível a perturbação da ordem;

III - atuar de maneira repressiva, em caso de perturbação da ordem, precedendo o eventual emprego das Forças Armadas; (Brasil, 1944, Cap. I art 2º).

Em momento, temos ainda no DECRETO Nº 10.443 em seu art. 2º (Brasil, 2020) cita a previsão a polícia militar atuar de forma necessária para a execução da polícia ostensiva e da preservação da ordem

pública. Assim, fica evidente a responsabilidade da atividade policial que a Polícia Militar do Distrito Federal exerce perante a sociedade.

A gestão da frota de veículos da PMDF envolve custos significativos. Esses custos incluem aquisição, manutenção, abastecimento e a infraestrutura necessária para a operação e manutenção dos veículos. Diante do crescente uso de VEs na sociedade, a adoção de veículos elétricos pode ser uma alternativa sustentável e econômica a longo prazo, reduzindo as despesas com combustível e manutenção, além de contribuir para a preservação do meio ambiente. Há experiência de outras forças policiais, em especial no exterior, como a introdução de veículos elétricos como viaturas operacionais, pode servir de referência para a PMDF avaliar a viabilidade de incorporar esta tecnologia em sua frota.

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Tendo essa mudança como ponto focal é de extrema importância analisar a viabilidade da proposta procurando entender como a adoção de veículos elétricos (VEs) como viaturas pela Polícia Militar do Distrito Federal (PMDF) pode afetar sua eficiência operacional, reduzir custos e contribuir para metas de sustentabilidade ambiental, considerando as particularidades da atividade de policiamento ostensivo e operações policiais.

Dessa forma, a pergunta-problema que norteia este estudo é: **a aquisição e a aplicação de veículos elétricos como viaturas voltadas à atividade operacional da PMDF é uma alternativa viável?**

Nesse sentido, ao abordar as questões de desempenho operacional, infraestrutura de recarga e questões financeiras, a pesquisa contribui para a compreensão dos aspectos tanto positivos quanto negativos dessa mudança e possibilitará a construção e a ampliação de conhecimentos servindo de base para a tomada de decisão sobre o investimento no novo modelo a fim de trazer a eficiência operacional e de custos para instituições policiais com atuação similar além da PMDF, que representa uma das instituições mais importantes da segurança pública da sociedade brasileira.

1.2 ENUNCIÇÃO DE OBJETIVOS

Alterar a matriz energética de uma grande frota veicular por uma alternativa recentemente nova no Brasil é um desafio que deve ser estudado antes de sua implementação para que não ocorram prejuízos financeiros e institucionais. Diante dessa possibilidade, alguns objetivos foram estabelecidos nesse estudo.

1.2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral do estudo foi avaliar a viabilidade da adoção de VEs como viaturas operacionais da PMDF, considerando aspectos operacionais, financeiros e institucionais que impactam sua aplicação na atividade policial.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) **Avaliar se a infraestrutura de recarga e a autonomia dos VEs atendem às demandas operacionais contínuas da PMDF, considerando rotas críticas e tempo de resposta;**
- b) **Verificar a compatibilidade dos VEs com as práticas operacionais da PMDF, identificando limitações de uso em situações de alta demanda (perseguições, terrenos irregulares);**
- c) **Identificar a experiências de gestores de frotas policiais de outras corporativos (PRF, PF, etc) acerca dos eventuais pontos positivos (benefícios) e pontos negativos advindos do uso carros elétricos para os fatores envolvidos na gestão da frota da PMDF.**
- d) **Sistematizar lições aprendidas de corporações que adotaram VEs, identificando padrões de sucesso/fracasso aplicáveis ao contexto da PMDF;**

Nesse prisma, é imperioso destacar que os objetivos gerais e específicos apresentados possibilitam a visualização dos aspectos sociais, operacionais, financeiros, de infraestrutura logística e organizacionais que servem como guia para a discussão com foco na obtenção de resposta para a questão central da pesquisa, possibilitando uma avaliação acerca da viabilidade da adoção de veículos elétricos pela PMDF como viaturas operacionais para a atividade policial.

Por fim, destaca-se ainda, que o alcance desses objetivos de pesquisa contribuirá significativamente para a compreensão de como a mudança de plataforma da mobilidade operacional pode impactar a atividade de segurança pública não apenas para a PMDF, indicando os pontos positivos e negativos envolvidos que contribuíram para a análise de outras instituições que tenham atribuições e questões similares.

1.3 JUSTIFICATIVA

O presente estudo se justifica, pois, a Polícia Militar do Distrito Federal, incluiu em seu Plano Estratégico 2023-2033 a intenção de adquirir veículos elétricos, “Adquirir frotas híbridas e elétricas, a fim de garantir o desenvolvimento sustentável no âmbito da PMDF” (Planejamento Estratégico – Polícia Militar do Distrito Federal, 2022, p.42). Deste modo, a aplicação de veículos elétricos na atividade operacional de policiamento ostensivo da PMDF é uma possibilidade atual e síncrona com a tendência mundial de substituição da sociedade moderna de seus veículos por veículos elétricos (VEs).

A adoção de veículos elétricos é impulsionada pela busca por soluções mais sustentáveis e pela redução das emissões de gases de efeito estufa. Ao adotar uma mudança de paradigma da matriz energética da frota veicular, a Polícia Militar do DF se alinha com essa tendência, contribuindo para a redução da pegada de carbono e demonstrando um aspecto participativo com a melhoria do meio ambiente, mas não basta só isso. É importante verificar se os veículos elétricos apresentam para a PMDF compatibilidade com práticas operacionais em situações de alta demanda da instituição.

Conforme cita Barbosa, os veículos elétricos carregam para si a imagem de que “representam uma revolução na mobilidade, mas seus desafios em termos de autonomia e infraestrutura de recarga são temas pertinentes” (Barbosa, 2024).

Outro ponto importante que justifica a referida pesquisa é o fato de que os veículos elétricos são conhecidos por sua eficiência energética superior em comparação com os veículos a combustão, pois segundo dados do relatório da FGV Energia de Agosto de 2016, mostram que a eficiência energética de um veículo elétrico é cerca de no mínimo duas vezes mais do que a de um veículo a combustão, evidenciando a sua importância na comercialização em longo prazo (Delgado, 2017).

"A eficiência energética dos veículos elétricos é significativamente superior à dos veículos com motores de combustão interna. Estudos indicam que veículos elétricos podem converter mais de 60% da energia elétrica da rede para movimentação nas rodas, enquanto veículos a gasolina convertem apenas cerca de 20% da energia armazenada em combustível" (Núcleo do Conhecimento, 2020, p. 15).

Nesse sentido, observa-se que a eficiência energética em veículos elétricos é superior à dos veículos com combustão interna. Isso pode resultar em economias significativas de recursos financeiros para a PMDF, reduzindo os custos operacionais com combustível e manutenção. Aliada a economia, a implementação de infraestrutura de recarga para viaturas elétricas pode ser combinada com fontes de energia renovável, como painéis solares, aumentando ainda mais a sustentabilidade da frota.

A necessidade de bem gerir os recursos públicos, em especial os financeiros, levam a busca constante de eficiência no serviço prestado e na economicidade envolvida nesta operação, ou seja, o custo-benefício. Dito isto, a avaliação dos custos associados à aquisição, operação e manutenção de viaturas elétricas é essencial para determinar a viabilidade financeira dessa transição. Em um contexto de recursos públicos limitados, é crucial entender se essa mudança é economicamente sustentável.

A adoção de VEs na corporação policial também deve passar pela aceitação e satisfação dos policiais militares, que dependem desses veículos para executar suas funções. Avaliar a intenção dos profissionais da Polícia Militar acerca dessa mudança é fundamental para o sucesso da adoção.

A percepção que a sociedade tem perante a Polícia Militar, representa um fator crucial para qualquer instituição pública que busca ter valor público institucional. A adoção de VEs pode influenciar a percepção dos cidadãos em relação à instituição, alterando essa imagem que lhe é atribuída.

A Polícia Militar desempenha um papel fundamental na manutenção da ordem e segurança pública levando-a a uma constante preocupação com a eficiência operacional e com a segurança pública do Distrito Federal. Seu trabalho é diuturno, 24 horas por dia e 7 dias por semana. É essencial que a instituição continue com uma frota de veículos eficaz para responder a situações de emergência, manter e

restabelecer a ordem pública, garantir a segurança dos três poderes da república, garantindo a execução de suas tarefas de forma eficiente.

Nesse sentido se faz necessário um estudo sobre a implementação de veículos elétricos na atividade operacional da PMDF com vistas a avaliar os pontos positivos e negativos dessa implementação, garantindo sempre a eficiência operacional, alinhada com os valores da instituição e as demandas da sociedade moderna.

Portanto, esta pesquisa visa abordar essas questões essenciais, fornecendo uma avaliação abrangente e equilibrada da adoção de veículos elétricos pela Polícia Militar do DF, considerando aspectos operacionais e financeiros. Torna-se importante então avaliar se os veículos elétricos, quando empregados como viaturas (VTR) operacionais para as atividades policiais de atividades intensas e desgastantes, apresentam as características necessárias para atender a essas necessidades operacionais com eficiência. Ela busca oferecer informações valiosas para orientar decisões estratégicas em uma instituição de grande importância na sociedade.



2

REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 GESTÃO PÚBLICA VOLTADA A RESULTADOS

Consoante o entendimento de Serra (2008) a gestão para resultados como um marco conceitual que facilita às organizações públicas a direção efetiva e integrada de seu processo de criação de valor público, assegurando a máxima eficácia, eficiência e efetividade de desempenho, além da consecução dos objetivos de governo e a melhoria contínua de suas instituições. Ou seja, a gestão pública voltada para resultados visa maximizar a eficiência, a eficácia e a efetividade das ações governamentais.

Além disso, Freitas (2015) discute a gestão pública por resultados como um modelo que visa facilitar o processo de criação de valor público de forma efetiva e integrada, assegurando o alcance dos resultados com eficácia e eficiência, atendendo aos anseios sociais, ou seja, colocando os cidadãos no centro das decisões. Deste modo, compreende-se que este modelo de gestão busca promover maior transparência e *Accountability* enfatizando a importância do planejamento estratégico, da avaliação de desempenho e do uso eficiente dos recursos públicos.

A gestão para resultados, surge como uma resposta às demandas por maior eficiência e eficácia na administração pública. A origem do conceito pode ser rastreada aos trabalhos de Peter Drucker na década de 1950, que introduziu os termos "gestão por objetivos" e "gestão para resultados" (Drucker, 1954). Na administração pública, isso se traduz na definição clara de objetivos e na implementação de mecanismos robustos de monitoramento e avaliação (Serra, 2008).

O planejamento estratégico é um componente fundamental da gestão para resultados. Este tipo de planejamento envolve a definição de metas de longo prazo e a elaboração de planos plurianuais que alinhem orçamento e gestão com os objetivos de desenvolvimento (Garces; Silveira, 2002). No Brasil, o Plano Plurianual (PPA) tem sido um instrumento importante nesse processo, promovendo uma gestão mais descentralizada e orientada para resultados.

A efetividade da gestão para resultados depende de um sistema robusto de monitoramento e avaliação. Esses sistemas permitem o acompanhamento contínuo das atividades governamentais e a avaliação periódica dos resultados, possibilitando a identificação de desvios e a implementação de ações corretivas;

A gestão para resultados não é apenas formular resultados que satisfaçam às expectativas dos legítimos beneficiários da ação governamental de forma realista, desafiadora e sustentável. Significa, também, alinhar os arranjos de implementação (que cada vez mais envolve intrincados conjuntos de políticas, programas, projetos e distintas organizações) para alcançá-los, além de envolver a construção de mecanismos de monitoramento e avaliação que promovam aprendizado, transparência e responsabilização. (Martins; Marini, 2010).

De acordo com Rodrigues (2024) docente do Instituto Brasileiro de Governança Pública (IBGP), os indicadores de desempenho propiciam uma racionalização no uso dos recursos e auxiliam no direcionamento das estratégias para o alcance das metas e objetivos estabelecidos.

A transparência é um princípio central da gestão pública voltada para resultados. A disponibilização de informações claras e acessíveis sobre a gestão e o desempenho dos órgãos públicos é crucial para aumentar a confiança da população e promover a *accountability* (Corrêa, 2007). Além disso, a prestação de contas permite que os gestores públicos justifiquem suas decisões e ações perante a sociedade.

Consoante o entendimento de Fortis (2009), implementar uma gestão voltada para resultados apresenta diversos desafios, como a necessidade de capacitação dos servidores públicos e a adaptação dos sistemas de informação e gestão. No entanto, essa abordagem também oferece oportunidades significativas para melhorar a eficiência e a eficácia das políticas públicas, contribuindo para a criação de valor público e o aumento da satisfação dos cidadãos.

A gestão pública voltada para resultados é essencial para governos que buscam atender às expectativas de seus cidadãos de forma eficiente e eficaz. Ao focar na definição de metas claras, no planejamento estratégico, no monitoramento e na avaliação contínua, além de promover a transparência e a prestação de contas, essa

abordagem pode transformar a administração pública e gerar impactos positivos para a sociedade.

2.2 GESTÃO DE FROTA NO ÂMBITO DA ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA

A administração pública enfrenta desafios contínuos para garantir a boa gestão dos bens públicos. Entre esses desafios, destaca-se a gestão de frotas de veículos, essencial para o funcionamento eficiente das atividades governamentais. Este texto aborda a gestão de frotas na administração pública, com foco nas melhores práticas e na importância de um gerenciamento eficaz.

No Brasil, a administração pública passou de um sistema patrimonialista para um modelo burocrático, inspirado em Max Weber. Este modelo trouxe maior rigidez e hierarquia, buscando criar uma estrutura administrativa organizada e uniforme, no entanto, mostrou-se inadequado frente às demandas de agilidade e eficiência (Nascimento, 2010). Com a Constituição de 1988, emergiu a administração gerencial, priorizando o controle de resultados e a eficiência no uso dos recursos públicos (Paula, 2005). Esse modelo gerencial enfatiza a legalidade, impessoalidade e publicidade dos atos administrativos, além de promover maior autonomia e participação da sociedade civil nas decisões públicas.

A gestão de frotas consiste em gerenciar um conjunto de veículos de uma instituição, utilizando métodos e técnicas que visam eficiência e segurança no transporte de pessoas e materiais. Essa gestão começa pelo planejamento de qual e quanto de frota a administração pública precisa possuir. Passa pela decisão de como disponibilizar o veículo aos agentes públicos, através de compra ou aluguel, por exemplo. O controle de combustível é um dos maiores desafios, sendo o abastecimento realizado através de uma rede de postos credenciados e monitorado por sistemas informatizados, garantindo transparência e redução de desperdícios.

A **Repartição de Viaturas** tem como missão controlar as normas que garantam o cumprimento da política geral de transportes superiormente definida, assegurando a gestão técnica dos meios de superfície da Força Armada Portuguesa, que estejam directamente afectos à actividade aérea. Compete-lhe apreciar tecnicamente as propostas relativas à aquisição de equipamentos e materiais da sua área; definir as

necessidades em apoio informático relativas à gestão de manutenção; [...] elaborar estudos e anteprojectos e preparar especificações técnicas relativas aos equipamentos, materiais e produtos; [...] estabelecer contactos com os fabricantes para obter o necessário apoio técnico; participar na investigação de acidentes envolvendo falhas de equipamentos ou de materiais e dar parecer sobre os mesmos; [...] determinar as necessidades de apoio logístico; [...] preparar actividades de manutenção e elaborar literatura técnica; analisar os resultados das actividades de manutenção (Branco, 2008).

A Secretaria de Estado de Gestão e Recursos Humanos – SEGER em material desenvolvido pela Gerência de Serviços Corporativos – GECOR, com vistas à auxiliar os órgãos na Gestão/Fiscalização dos contratos de Gerenciamento de Frotas, abarcando o abastecimento e manutenção de veículos terrestres e equipamentos, no âmbito do Poder Executivo do Governo do Estado do Espírito Santo, com foco nos contratos oriundos da ARP SEGER nº 002/2023 destacam que a gestão de frotas na administração pública envolve o gerenciamento eficiente dos veículos utilizados por órgãos governamentais para o transporte de pessoas e materiais. Esse processo abrange desde o planejamento da quantidade e tipo de veículos necessários até a decisão sobre a aquisição, seja por compra ou aluguel. Ainda de acordo com Secretaria de Estado de Gestão e Recursos Humanos – SEGER (2024) o objetivo principal é garantir eficiência operacional, segurança e uso responsável dos recursos públicos.

No mesmo sentido, a Gerência de Serviços Corporativos – GECOR (2023) esclarece que uma gestão eficaz de frotas contribui para a redução de custos operacionais, melhora a produtividade e assegura o cumprimento das regulamentações vigentes.

Ademais, “Ter uma boa gestão de frotas assegura à entidade mais eficiência de um modo geral, a partir do acesso a informações precisas sobre o controle do combustível, manutenção de veículos, controle de peças, despesas e outros dados relevantes” (ASPEC, 2024).

Em geral no setor público, e aqui já falando mais propriamente da Polícia Militar do Distrito Federal, a gestão de frotas envolve veículos comprados pela PMDF, que tem por finalidade o transporte de policiais militares, de forma individual ou coletiva e o transporte de carga, seja ela material ou carga viva. Há também veículos a serem usados como ferramentas de trabalho que não se limitam ao transporte de policiais

ou material e sim usados como ferramentas de emprego operacional (Centurion et al., 2018).

Diante do exposto, fica evidente que a gestão de frotas na administração pública é essencial para manter a eficiência e proporcionar economicidade nas operações governamentais. Estudos e melhorias contínuas são necessários para superar desafios e implementar práticas modernas, novas tecnologias que atendam às demandas atuais e futuras.

2.3 ALTERAÇÃO DA MATRIZ ENERGÉTICA NO MUNDO E NO BRASIL

A alteração da matriz energética mundial tem sido um foco central nas políticas de desenvolvimento sustentável nas últimas décadas. A transição de uma matriz predominantemente baseada em combustíveis fósseis para fontes renováveis de energia é imperativa para mitigar as mudanças climáticas e reduzir a emissão de gases de efeito estufa. Segundo a Agência Internacional de Energia (IEA), as energias renováveis representavam cerca de 12,6% do consumo total de energia em 2020, com a expectativa de que essa proporção aumente significativamente até 2050 (Sawalha; Valdez, 2022). Esse aumento é necessário para alcançar a meta de zero uso de combustíveis fósseis, o que exigirá um incremento de até oito vezes na produção de energia renovável.

A Organização das Nações Unidas (ONU) tem sido uma entidade central na promoção da mudança global da matriz energética. Através de seus programas e acordos internacionais, como o Acordo de Paris, a ONU trabalha para unir os esforços globais na redução das emissões de carbono. As diretrizes da ONU incentivam os países a adotarem práticas sustentáveis, investirem em tecnologias limpas e promoverem políticas públicas que favoreçam a transição para uma economia de baixo carbono. A implementação dessas políticas é essencial para alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), que incluem a ação climática como um dos seus principais objetivos (MDPI, 2022).

No Brasil, a mudança da matriz energética também está em curso, embora o país já possua uma considerável participação de energias renováveis, especialmente hidrelétricas. No entanto, há um crescimento notável no uso de fontes como a solar e a eólica. O país tem adotado políticas para incentivar a geração distribuída e a

expansão das redes de transmissão para integrar mais energias renováveis. De acordo com um estudo publicado na *ScienceDirect*, a China tem desempenhado um papel crucial na mudança da matriz energética na América Latina, inclusive no Brasil, por meio de investimentos em projetos de energia renovável, como usinas hidrelétricas e solares (SciELO, 2023).

2.4 SEGURANÇA E CONFIABILIDADE OPERACIONAL DOS VES DIANTE DA SUA ESTRUTURA

A utilização de veículos elétricos leva a questionamentos de segurança e confiabilidade operacional no contexto policial. Por se tratarem de veículos portadores de grandes baterias, foram analisados fatores como riscos de incêndio nas baterias, durabilidade dos componentes em operações intensivas e a necessidade de manutenção especializada. Além disso, considerou-se o impacto da autonomia limitada em atividades contínuas e a suscetibilidade a danos em terrenos acidentados, apontando os riscos potenciais que podem comprometer a resposta policial em situações emergenciais.

Danos a bateria sofridos pelas irregularidades do terreno ou por choques durante deslocamentos, podem incapacitar a bateria e ocasionar imobilização do veículo ou mesmo eventuais incêndios. As baterias dos VEs, em sua grande parcela são construídas em de íon-lítio. “Caso haja um curto-circuito ou dano interno que provoque o superaquecimento do componente, é muito mais difícil controlar o incêndio químico” (AutoEsporte 2021).

Os veículos elétricos estão em xeque na Coreia do Sul. Autoridades do país se reuniram na segunda-feira, 12, para discutir a segurança no segmento após casos de incêndios. No mais recentes, as chamas tomaram conta de um veículo elétrico Mercedes-Benz em uma garagem subterrânea que danificou consideravelmente um prédio de apartamentos. O incêndio levou oito horas para ser controlado, e o fogo consumiu outros 140 automóveis que estavam estacionados no local. Estima-se que 1,399 mil incêndios ocorreram em estacionamentos subterrâneos na Coreia do Sul entre 2013 e 2022, 43,7% deles atribuídos a veículos elétricos (Redação AB, 2024).

Consoante o entendimento de Ferreira (2017) as baterias modernas têm a capacidade de armazenar muito mais energia do que antigamente, causando um impacto direto sobre o aumento dos riscos

de incêndio... No setor automotivo, é extremamente importante haver baterias que são capazes de armazenar uma grande quantidade de energia.

Baterias de lítio e íon-lítio contêm solventes orgânicos que são inflamáveis. Podem conter, por exemplo, carbonato de propileno (ponto de ignição 135° C), carbonato de etileno (ponto de ignição 145° C), carbonato de dimetilo (ponto de ignição 18° C), carbonato de dietila (ponto de ignição 25° C) e carbonato de etil metil (ponto de ignição 25° C) (Mikolajczak, 2011. p.39).

Nesse sentido, acerca de incêndios ocorridos em veículos elétricos Matuzaki e Quintas (2024) esclarecem que com o crescimento da frota de VEs, o Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo entende que haverá aumento na demanda no combate a incêndios, especialmente devido aos riscos ampliados relacionados às baterias de íons de lítio dentre outros fatores, tais como a exposição a temperaturas extremas, vibrações e impactos durante o percurso. “Isso significa que a bateria de íons de lítio acumula uma quantidade superior de energia, o que pode resultar em incêndios mais intensos e difíceis de controlar” (Matuzaki; Quintas, 2024, p.01).

Sendo assim, Matuzaki e Quintas (2024) esclarecem que os incêndios em VEs possui uma maior dificuldade em sua extinção, pois, são formadas labaredas altas e intensas que demandam um alto volume de água em seu combate, além da alta emissão de gases tóxicos e calor, o que aumenta o potencial de reignição do incêndio. Isso significa que o fogo volta a se propagar dias depois, mesmo estando aparentemente extinto.

Em entrevista à Folha de São Paulo, em dezembro de 2023, o porta-voz do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo, capitão André Elias, afirmou que, embora os casos de incêndio em veículos elétricos sejam raros, causam um dano maior devido à dificuldade em controlar as chamas.

No entanto, o que o capitão defende é que já existe um vasto conhecimento sobre o que fazer em ocorrências ligadas a veículos a combustão, enquanto os carros elétricos são uma tecnologia relativamente nova, muito recente no que diz respeito a incêndios. (Matuzaki; Quintas, 2024, p.1).

Matuzaki e Quintas (2024) explica que o parecer realizado pelo corpo de bombeiros enfatiza que a detecção antecipada e o combate

nos primeiros indícios de fogo são primordiais para uma eficaz extinção dos incêndios relacionados a esse tipo de bateria existente nos VEs.

Além disso, importante salientar que os pontos de recargas, sejam eles residenciais, prediais ou institucionais (instituições públicas) bem como nos eletropostos precisam estarem equipados com sistemas eficazes no combate ao incêndio de VEs com vistas a minimizar os riscos de danos estruturais e preservar a vida das pessoas. “O Corpo de Bombeiros do estado de São Paulo também realça a importância das edificações garantirem ambientes ventilados e rotas de fuga eficientes” (Matuzaki; Quintas, 2024, p.1).

Acerca da viabilidade dos VEs para a PMDF, outro aspecto crítico é a segurança operacional. As baterias de lítio, utilizadas na maioria dos veículos elétricos, apresentam riscos associados a incêndios em caso de estresse físico ou falha estrutural. No contexto policial, em que colisões durante perseguições ou manobras em alta velocidade não são incomuns, esse risco é exacerbado. O centro de manutenção da PMDF já apontou que 28% dos reparos corretivos nas viaturas atuais estão relacionados a componentes localizados na porção inferior dos veículos, justamente onde se encontram as baterias dos VEs.

Além disso, danos causados por impacto em uma bateria de VE pode imobilizar o veículo de maneira imediata, tornando-o incapaz de responder a uma ocorrência. Em operações de alto risco ou em áreas de difícil acesso, essa vulnerabilidade poderia colocar em risco a vida dos policiais e comprometer a segurança da população.

Portanto, a introdução de VEs na frota operacional da PMDF traria preocupações adicionais de segurança e poderia resultar em custos elevados, tanto com a reparação das viaturas quanto com a substituição das baterias danificadas. Esses fatores tornam os VEs uma escolha menos confiável em comparação com os VCI, que apresentam menor risco de falhas catastróficas.

Conforme cita Ferreira (2017) a temperatura pode, em algumas baterias, aumentar de forma descontrolada, este fenômeno é chamado de "fuga térmica" e pode resultar em uma explosão ou fogo na bateria. Esta variação de temperatura pode alcançar 250°C, além disso, a fuga térmica pode propagar-se para células adjacentes. Tais temperaturas podem ser alcançadas através da sobrecarga, abuso mecânico, abuso térmico, curto-circuito e falhas internas das células (Ferreira, 2017. p. 48).

Quando as baterias de lítio-íon são embaladas juntas, a fuga térmica em uma célula de bateria pode induzir a fuga térmica em uma célula vizinha devido à transferência de calor. A propagação deste fenômeno em uma bateria também pode resultar na reignição de um fogo extinto. A bateria pode também permanecer em estado aparentemente “normal” após longo período depois do abuso mecânico e causar um incêndio numa fase posterior (Mikolajczak *et al.* 2011).

Ainda com a preocupação em curto circuito interno, Ferreira nos lembra que: “o carregamento de baterias de íon-lítio pode resultar na formação de dendritas metálicas de lítio que podem causar curto-circuito interno. A presença de partículas metálicas microscópicas em baterias de íon-lítio também poderá resultar em curto-circuito e conseqüentemente em uma fuga térmica (Ferreira, 2017. p.48).

Um curto-circuito interno também pode ocorrer se a bateria for exposta a abusos mecânicos ou então se uma bateria estiver exposta ao esmagamento ou outros danos (Amon, *et al.*, 2012). Ademais, “é muito provável que os sistemas de proteção não funcionem adequadamente caso venha a ocorrer um curto-circuito interno e/ou externo” (Ferreira, 2017. p.48).

Nos laboratórios do automóvel clube alemão “*Allgemeiner Deutscher Automobil-Club*” (ADAC), onde os testes do *New Car Avaliation Program* (NCAP) são realizados, sempre há um tanque de água próximo à área de ensaios para que carros eletrificados que tenham a bateria danificada que sejam rapidamente mergulhados como forma de extinguir o fogo químico. A água usada no processo é contaminada, por isso ela passa por um processo de limpeza antes de ser despejada no meio ambiente.

Nesse sentido, pode-se citar o exemplo de um Corolla *Hybrid*, veículo com custo de aquisição de mais de 200 mil reais. A troca de sua bateria, que são de níquel-cádmio, e oferecem 1,3 kWh de potência, custa, em média, R\$ 17 mil. Se o dano sofrido não implicar em perda total da bateria ou combustão do carro, talvez seja possível efetuar o reparo das células da bateria. Nesses casos, o valor cai praticamente pela metade, e gira entre R\$ 8 mil e R\$ 10 mil (Canaltech, 2024).

2.4.1 INFRAESTRUTURA DE RECARGA

No que tange a infraestrutura de carregamento, Pereira et al (2024, p. 06) esclarece que apesar do crescente interesse na adoção de veículos elétricos no Brasil, a infraestrutura de recarga ainda precisa de uma expansão significativa para atender às demandas dos usuários. Ainda de acordo com Pereira et al (2024, p.06) “A instalação de pontos de recarga em áreas urbanas e rodovias é fundamental para garantir a viabilidade e praticidade desses veículos, alinhando-se a metas ambiciosas”. Um dos maiores desafios é a ampliação eficiente dessa infraestrutura.

Nesse sentido, pode-se extrair do estudo realizado por Pereira et al (2024) que as infraestruturas de carregamento dos VEs é um dos principais obstáculos, com a necessidade de expansão das estações de recarga em áreas urbanas e rodovias para atender à crescente demanda.

A infraestrutura de carregamento é um dos principais obstáculos, com a necessidade de expansão das estações de recarga em áreas urbanas e rodovias para atender à crescente demanda.

É preciso analisar a implantação de estações de carregamento estrategicamente localizadas e adequadas para a frota. Definições como optar por carga lenta ou uma carga rápida, além de que há diversas formas de conexão entre os VEs e a rede de recarga, ficando esta conexão definida conforme o fabricante, são características importantes a serem observadas diante da diversidade e complexidade apresentada.

É importante considerar a autonomia desses veículos e sua capacidade de resposta em missões de longo alcance. Magnum (2016) afirma que desvantagens como o custo de aquisição, a necessidade de instalações de carregamento, acabam por proporcionar um custo mais elevado do investimento inicial de uma frota veicular eletrificada. A Polícia Militar de São Paulo (PMESP) realizou testes com viaturas elétricas por três meses. Uma das conclusões foi:

Para o critério “uso policial militar” o veículo elétrico a bateria foi considerado viável para o transporte funcional, base comunitária móvel, ambulância, SIPPOM, micro-ônibus, guincho, velado, viatura descaracterizada caminhão de transporte carga líquida, estafeta, força tática, transporte de pessoal, van apoio operacional e radiopatrulha que não exerça

sua atividade diuturnamente, como por exemplo, Comandante de OPM, Cia, ronda escolar e comunitário. (Galeski, 2023, 8820).

A disponibilidade de uma rede de recarga eficiente e abrangente é essencial para garantir a autonomia dos veículos e evitar a interrupção das atividades operacionais.

2.4.2 INSUFICIÊNCIA DE ESTAÇÕES DE RECARGA EM ÁREAS URBANAS E RURAIS

No que tange aos pontos de recargas ou eletropostos, o Brasil enfrenta uma falta de eletropostos para atender a demanda dos carros elétricos. A infraestrutura de recarga é um dos principais obstáculos para a adoção em massa de veículos elétricos no país. Nesse sentido, Napoli (2024, p.01) esclarece que “o Brasil enfrenta uma falta de eletropostos para atender a demanda dos carros elétricos. A infraestrutura de recarga é um dos principais obstáculos para a adoção em massa de veículos elétricos no país”.

Agora está ficando mais evidente para os brasileiros que compram veículos 100% elétricos, a maioria é importada da China, que é uma dor de cabeça ter de achar onde carregar a bateria. Sem contar os casos em que o mostrador no painel não indica corretamente quanto há de autonomia e o carro sofre “pane seca” no meio da estrada. A expressão “pane seca” é usada para carros com combustível líquido e, nesse caso, fica entre aspas por falta de uma mais apropriada para os carros elétricos. Segundo o site Neocharge, o país conta com uma frota de 302,5 mil veículos eletrificados, dos quais 69.724 são 100% elétricos e totalmente dependentes de eletropostos (Napoli, 2024, p.01).

Ainda de acordo com Napoli (2024) o número não seria ruim se houvesse uma distribuição melhor da infraestrutura. No entanto, uma pesquisa realizada pela ABVE (Associação Brasileira do Veículo Elétrico) demonstra que os pontos disponíveis para carregamento de veículos elétricos estão concentrados nos principais centros urbanos. Sendo que se levar em consideração o cenário brasileiro, o recorte atual é geograficamente desigual.

As informações da associação sobre pontos de recarga não levam em consideração os residenciais, mas o parâmetro evidencia um caráter de desigualdade social desse tipo de veículo. Nem todas as residências têm a infraestrutura necessária para permitir a instalação de um carregador. Outros

fatores, como rodízio de vagas em prédios e regras de condomínios, prejudicam a instalação de pontos de recarga individuais (Napoli, 2024, p.01).

Observa-se que não faz parte das estatísticas de pontos de recarga os pontos residenciais, visto que, não são todas as residências, principalmente em prédios, que suportariam a demanda. Além disso, a infraestrutura de prédios mais antigos não comporta a demanda. Além do fato de possuírem regras de utilização de garagem e circulação de veículos naqueles prédios onde existam rodízios de vagas.

Ademais, Napoli (2024) esclarece que de acordo o vice-presidente da ABRAVEI (Associação dos Proprietários de Veículos Elétricos), Thiago Garcia, este afirma que não existem dados oficiais que estabeleçam um número correto de residências que possuem pontos de recarga.

Nesse sentido, Napoli (2024) ressalta que é crescente o número de usuários que não possuem condições para promover a instalação de recarga, ou seja, por não ter garagem ou estrutura necessárias. No mesmo sentido em que determinados edifícios, principalmente aqueles mais antigos não podem simplesmente começar a instalar pontos de recarga na garagem.

Destarte, Napoli (2024) assevera que nestes tipos de residência é necessário melhorar e reforçar a infraestrutura elétrica para não ocorrer sobrecarga e risco de curto-circuito ou até incêndios na rede quando todos os moradores tiverem seus carros plugados na tomada. São obras caras e nem sempre acessíveis para a maioria dos moradores.

Assim, é possível observar a dificuldade de proprietários de veículos elétricos no que tange a realização da recarga. Seja por falta de pontos de recargas nas rodovias visando longas jornadas, seja por falta de pontos de recargas em suas residências, dentre outras. Desta forma, diante da necessidade de manter viaturas policiais operacionais, diuturnamente, em operações no combate à criminalidade, não seria viável a utilização de viaturas elétricas para tal finalidade.

2.4.3 A IMPLEMENTAÇÃO DE INFRAESTRUTURA DE RECARGA

Outro ponto a ser considerado é a necessidade de investimentos maciços na criação e ampliação da infraestrutura de recarga. A

implementação de pontos de recarga tanto nos batalhões quanto em pontos estratégicos de patrulhamento representa um custo significativo.

“A primeira informação necessária para o correto dimensionamento de uma instalação elétrica é o carro elétrico. Cada carro elétrico possui um tipo de bateria e sua respectiva capacidade de armazenamento. Outra informação necessária é o tipo de conector que o carro possui” (Pangoni, 2023, p.50).

Nesse sentido, Araújo (2020) destaca que os avanços referentes a velocidade e tecnologias das recargas de veículos elétricos vem evoluindo constantemente. Sendo que no território nacional existem basicamente três maneiras de recarregar a bateria de um VE.

A primeira forma de recarregar um veículo elétrico é utilizando-se do carregador portátil que acompanha os veículos elétricos quando da sua aquisição. De acordo com Araújo (2020) os carros levam em seu porta-malas um carregador portátil sendo que a utilização deste é a forma mais fácil e barata de efetuar uma recarga. No entanto, também se torna a forma mais lenta de recarga, podendo demorar de 14 a 20 horas para uma carga completa. Um ponto positivo de tal carregador é que não precisa de carregadores instalados como postos fixos de recarga.

Araújo (2020) ainda esclarece que o carregador portátil já vem incluso em alguns veículos e aqueles que não possuem carregador portátil incluso, o preço médio para aquisição de um é de aproximadamente R\$ 3.900,00 (três mil e novecentos reais). Ainda de acordo com o autor esse tipo de carregador não é recomendado para o trabalho policial visto que demanda um tempo muito longo para efetuar uma recarga completa.

A segunda maneira de efetuar uma recarga em veículo elétrico é por meio de um carregador inteligente, que de acordo com Araújo (2020) um carregador inteligente de carga lenta com potência de 7,4 KW, pode ser instalado no estacionamento de uma Companhia (Cia), Batalhão (Btl) ou até mesmo em um ponto estratégico de uma Área Interesse de Segurança Pública (AISP). Deste modo, após os veículos atingirem 15% de carga, é possível recarregá-los veículos em aproximadamente 4 horas, atingindo 80% da capacidade total da bateria.

Outra possibilidade é efetuar uma recarga em um VE é por meio da base fixa que, de acordo com Araújo (2020), também pode ser denominada de carregador inteligente de carga semirrápida com potência de 22KW. A base fixa “também pode ser instalada em Cia, Batalhão ou até mesmo em uma AISP que resulte em aumento da ação de presença naquela área e que é capaz de fazer recargas em 1 hora atingindo 80% no caso de baterias que estejam com 15% de carga” (Araújo, 2020, p.44).

Pode-se observar que “os custos de um carregador inteligente de carga lenta com potência de 7,4 KW (também conhecido como wallbox) tem um custo aproximado de R\$ 7.637,00 e o de maior potência R\$ 24.289,00, os custos são aproximados pois vão depender da época e da quantidade de equipamentos a serem adquiridos, os valores foram consultados junto à empresa EDP” (Araújo, 2020, p.44).

Ainda de acordo com Araújo (2020, p.44) “os carregadores não são produzidos e comercializados pelas montadoras, apesar de serem vendidos em parceria com algumas delas e já se tem concorrência nesse nicho de mercado o que acaba sendo bom, pois permite negociações que acabam resultando em queda de preço, nos moldes dos quais a Administração Pública está habituada a contratar”.

Além dos custos iniciais dos pontos de recarga, também deve ser levado em consideração que em médio e longo prazo, incompatibilidade de potências entre carregadores e baterias, bem como conexões das tomadas de recarga também podem se tornar um problema em uma grande frota. Assim como ocorre com celulares, há uma variedade de padrões de tomadas no mercado, que variam conforme o fabricante e as especificações, não há uma padronização.

Figura 1 – Tipos de Carregadores Tomadas Veiculares

OS TIPOS DE CARREGADORES MAIS USADOS NO MUNDO

<p>TIPO 1</p>  <p>Também chamado de SAE J1772, ele é mais usado nos EUA. No Brasil, veio na primeira geração do Chevrolet Bolt.</p>	<p>TIPO 2</p>  <p>Conector mais popular do mundo, ele é amplamente utilizado no Brasil para recargas públicas e domésticas.</p>	<p>GB/T AC</p>  <p>Usado para recargas em AC na China, tem bocal semelhante ao do tipo 2 e potência máxima ligeiramente maior.</p>	<p>CHAdeMo</p>  <p>Padrão de corrente contínua japonês que vem sendo descontinuado até em montadoras daquele país.</p>
<p>CCS1</p>  <p>Igual ao tipo 1, mas com dois plugues extras, que operam em corrente contínua e ampliam a potência a até 350 kW.</p>	<p>CCS2</p>  <p>Equivalente ao tipo 2 do CCS1 e, portanto, bem comum no Brasil. É encontrado em posto de recarga rápida em DC.</p>	<p>GB/T DC</p>  <p>Utilizado em recargas rápidas na China, é um bocal completamente separado da conexão AC.</p>	<p>TESLA SUPERCHARGER</p>  <p>Padrão DC da Tesla que já foi abandonado pelos modelos de fabricação europeia da marca, por exemplo.</p>

fonte: revista digital quatro rodas, 2023

Com eventual renovação da frota já eletrificada, os carregadores antigos, seja por incompatibilidade dos conectores já existentes ou pelo desequilíbrio de potência entre carregadores e baterias dos VEs, causando incompatibilidades suscetíveis a danos, uma vez que a aquisição de veículos é feita por meio de processos licitatórios, o que não garante que o mesmo fabricante anterior vencerá a nova licitação. Isso poderia gerar custos adicionais com novos carregadores ou adaptadores e também poderia comprometer a disponibilidade da frota.

2.4.4 TEMPO DE RECARGA VERSUS TEMPO DE ABASTECIMENTO DOS VCI

Os veículos movidos a biocombustíveis, como o etanol e o biodiesel, representam uma alternativa mais viável à eletrificação da frota policial. Esses combustíveis renováveis oferecem diversas vantagens, como a redução nas emissões de poluentes e a capacidade de operar com a infraestrutura já existente de abastecimento. No Brasil, onde o etanol é amplamente produzido e distribuído, essa opção pode ser mais adequada para a PMDF, uma vez que mantém a eficiência operacional das viaturas e reduz os custos de transição para uma nova tecnologia.

Além disso, veículos movidos a biocombustíveis têm desempenho semelhante aos VCI e não enfrentam as limitações de autonomia e infraestrutura que afetam os VEs. Essa alternativa

também se alinha às metas de sustentabilidade, promovendo uma transição para energias renováveis sem comprometer a eficiência operacional da polícia.

Ademais, de acordo com Botelho (2020) outro ponto que compromete a eficiência dos VEs é o tempo de recarga. Diferente dos veículos a combustão, que podem ser reabastecidos em questão de minutos, a recarga de um VE pode levar horas, dependendo da estação e do tipo de bateria. Nesse prisma, conforme aponta Botelho (2020) entende-se que essa limitação afeta diretamente a prontidão da frota e pode reduzir a capacidade operacional da PMDF em situações que exijam deslocamentos contínuos ou operações de longa duração.

Figura 2 – Tempo de recarga de acordo ao carregador e o VE

Fabricante	Modelo	Ano	Bateria (kWh)	Carregador (kW)	Conector	Tempo de Recarga (Wall - 7,4 kW)	Tempo de Recarga (Parking - 22 kW)
Audi	E-tron	2019	95	11	Tipo 2	13:45	6:55
BMW	i3	2019	42,2	7,4	Tipo 2	6:45	4:15
BMW	iX3	2021	80	11	Tipo 2	11:15	6:00
BYD	Han EV	2021	76,9	7,2	Tipo 2	12:00	12:00
Chevrolet	Bolt EV	2021	66	7,4	Tipo 2	9:30	8:20
Fiat	500e	2021	35,5	7,4	Tipo 2	5:50	5:50
JAC	iEV 1200T	2021	97	7,4	Tipo 2	13:00	13:00
Nissan	Leaf	2021	40	6,6	Tipo 2	12:00	6:45
Porsche	Taycan Plus	2021	93,4	11	Tipo 2	6:00	6:00
Renault	ZOE	2021	52	22	Tipo 2	2:50	2:50
Tesla	Model 3	2019	60	11	Supercharger	15:15	15:15
Volvo	XC40*	2021	78	11	Tipo 2	8:55	6:55

Fonte WEG (2022)

Observa-se que o tempo de recarga pode variar de acordo com o tipo de rede, capacidade da bateria, potência do cabo, potência do carregamento, potência do carregador dentre outros fatores, são diversas variáveis envolvidas que a médio prazo dificultaria a logística de uma grande frota com modelos diversos. Assim, de acordo com o site Neocharge (2024) Uma forma de estimar o tempo de recarga de um veículo elétrico sem levar todos os fatores em consideração é utilizando apenas a potência do carregador e o tamanho da bateria.

O cálculo é feito dividindo a capacidade da bateria pela potência de carregamento. Tempo de carregamento (horas) = capacidade da bateria (kWh) / potência do carregamento (kW). Por exemplo, um carro elétrico com bateria de 24 kWh, com uma potência de carregamento de 3,7 kW, levará em torno de 7 horas para ter a bateria totalmente carregada. No caso do mesmo carro citado acima, mas utilizando um carregador de 11 kW, levaria menos de 3 horas para ter a bateria cheia. (Neocharge, 2024, p.01)

Observa-se que em média um veículo elétrico pode demorar aproximadamente 7 horas para ter sua bateria totalmente carregada. A depender da potência do carregamento. Além disso, imperioso destacar que “assim como a recarga de eletrônicos, a carga não é linear e existe uma certa variação no tempo, especialmente entre os 80% e 100%, onde a velocidade de carregamento acaba diminuindo com o intuito de otimizar o desempenho da bateria e prolongar sua vida útil.” (Neocharge, 2024, p.01).

Em se tratando de um carregamento em corrente alternada a potência do inversor integrado e do carregador, aliado ao tipo de rede elétrica e tipo de cabo vão determinar o tempo de carga. Lembrando que aquele que possuir menor potência na combinação limita o carregamento. No entanto, geralmente um sistema com potências maiores possibilita carregar o veículo em menor tempo (Neocharge, 2024, p.01).

Ainda de acordo com o site Neocharge (2024) nos casos em que carregamento é realizado em corrente contínua (CC), como a potência disponível no eletropostos é superior àquela encontrada em carregadores residenciais e comerciais, aliada ao fato de não precisar passar pelo inversor do veículo, o tempo de recarga diminui consideravelmente, ou seja, cerca de 1 hora para carregar completamente a bateria do veículo.

Deste modo, conforme visto acima, a recarga completa da bateria de um veículo elétrico pode variar de 1hs até 7hs a depender do modo como é feita a recarga. Logo, o tempo de recarga seria um fator prejudicial ao policiamento operacional que exige turnos longos e ininterruptos.

Adicionalmente, o risco de danos à bateria em situações operacionais deve ser considerado. Grande parte dos reparos nos veículos operacionais da PMDF está relacionada a problemas mecânicos na porção inferior dos veículos, onde as baterias dos VEs estão localizadas. Nesse sentido, consoante o entendimento de Ferreira (2017) os danos nessa área podem causar não apenas a imobilidade imediata do veículo, mas também um risco de incêndio, como apontado em estudos sobre os riscos de incêndio em baterias de lítio.

Esse cenário é especialmente preocupante em operações de risco, como perseguições e confrontos, onde a integridade do veículo é crucial para a segurança dos policiais e da população.

Portanto, enquanto os VEs podem oferecer vantagens em termos de sustentabilidade ambiental e economia de combustível, suas limitações operacionais, particularmente em termos de autonomia, pontos de recarga, tempo de recarga, desempenho em terrenos acidentados e riscos mecânicos, tornam sua aplicação nas atividades policiais da PMDF ineficaz e potencialmente perigosa. Para operações de policiamento ostensivo e emergencial, é fundamental que os veículos ofereçam robustez, confiabilidade e disponibilidade contínua, aspectos nos quais os VEs ainda estão aquém das necessidades da corporação.

A transição para uma frota de VEs exige que a PMDF invista em uma infraestrutura de recarga abrangente e eficiente, o que representa um dos maiores desafios logísticos dessa mudança. Atualmente, não há uma rede de recarga suficientemente densa e distribuída que atenda às necessidades da corporação, que opera em áreas urbanas e rurais. A instalação de estações de recarga nos batalhões e em pontos estratégicos de patrulhamento seria um processo caro e demorado.

Além disso, o tempo necessário para recarregar um VE pode ser um obstáculo para operações contínuas. Enquanto o abastecimento de um VCI pode ser realizado em poucos minutos, um VE pode levar várias horas para recarregar completamente, dependendo da tecnologia disponível. Isso significa que, em operações de longa duração ou

situações de emergência, a frota de VEs poderia ficar inoperante enquanto aguarda a recarga, prejudicando a prontidão da PMDF.

Para garantir a autonomia dos VEs e evitar interrupções no serviço, seria necessário implantar uma rede de recarga com características ampla, de alta capacidade e diversa, o que adicionaria custos significativos à implementação de VEs como viaturas operacionais.

2.4.5 A DEGRADAÇÃO DA BATERIA DOS VEÍCULOS ELÉTRICOS

Assim como as baterias dos celulares, as baterias dos VEs também têm uma degradação durante sua vida útil. A vida útil de uma bateria é parametrizada pelo *state of health* (SOH). Ele é um importante parâmetro de avaliação de uma bateria recarregável. Com ele somos capazes de determinar o tempo de vida útil, ou mais popularmente conhecido de número de ciclos de uma bateria.

A degradação da bateria é um processo natural que reduz permanentemente a quantidade de energia armazenada por ela ou que ela pode fornecer. As baterias dos VEs geralmente conseguem fornecer mais energia do que os componentes do trem de força podem suportar. Como resultado, a degradação de energia é raramente observável em veículos elétricos, e somente a perda da capacidade da bateria de armazenar energia é importante.

A condição da bateria é chamada de estado de integridade (SOH). As baterias começam a vida útil com 100% de SOH e, com o tempo, elas se deterioram. Por exemplo, uma bateria de 60 kWh (Team Geobtab, 2023).

No entanto, ao observar o declínio médio em todos os veículos, a perda é indiscutivelmente menor, de 2,3% ao ano. Isso significa que se você comprar um veículo elétrico hoje com uma autonomia de 240 km, perder cerca de 27 km de autonomia acessível após cinco anos provavelmente não afetará suas necessidades diárias com 90% de SOH atuaria efetivamente como uma bateria de 54 kWh (Team Geobtab, 2023).

Observe que isso não é o mesmo que a autonomia do veículo (distância que o veículo pode percorrer dentro desses kWh), que varia diariamente ou a cada viagem, dependendo de vários fatores, como

nível de carga, topografia, temperatura, uso auxiliar, hábitos de condução e carga de passageiros ou mercadoria (Team Geobtab, 2023).

Outra observação é que uma bateria exposta a temperaturas muito quentes poderá sofrer mais danos, mas quanto? O mesmo veículo elétrico no Arizona e na Noruega terá uma vida útil de bateria diferente? Para descobrir, agrupamos os veículos com base nas seguintes condições climáticas:

- a) Condição climática moderada: menos de 5 dias por ano acima de 27 °C ou abaixo de -5 °C.**
- b) Quente: mais de 5 dias por ano acima de 27 °C.**

Os veículos conduzidos em climas quentes mostraram uma taxa de declínio notavelmente mais rápida do que aqueles conduzidos em climas moderados. Esta não é uma boa notícia se você e sua frota trabalham sob o sol quente. O calor e o frio também afetam a sua autonomia diária. Para entender como, dê uma olhada em nossa análise, que dá detalhes sobre como a temperatura afeta a autonomia dos veículos elétricos.

2.4.6 CUSTOS DE VEÍCULOS ELÉTRICOS X VEÍCULOS A COMBUSTÃO INTERNA

A análise de custos desempenha um papel crítico na decisão de adoção de veículos elétricos. É importante estabelecer comparativo dos custos iniciais de aquisição, custo por km rodado, manutenção e investimentos na infraestrutura de recarga entre estes e os veículos de combustão interna (VCI). Pereira (2015) observou em seu estudo em que apresenta a seguinte informação: um veículo (marca RENAULT) de combustão interna custava à época R\$ 47.080,00 enquanto um Veículo Elétrico era R\$ 231.744,40. Contudo, ela também estabeleceu que o custo energético para cada 100km rodados era de R\$ 58,96 e R\$ 8,46 respectivamente.

A rápida evolução tecnológica nesse setor pode levar à obsolescência dos modelos adquiridos, tornando o investimento inicial menos rentável em um curto período de tempo. Um planejamento inadequado ou mesmo inconsistente, pode resultar em prejuízos financeiros para a instituição, além de impactar negativamente a eficiência operacional da frota elétrica. Devemos lembrar que uma

instituição gera valor público ao cumprir com o compromisso em atender às necessidades da sociedade.

2.4.7 ALTERNATIVAS AOS VEÍCULOS ELÉTRICOS

Os veículos movidos a biocombustíveis, como o etanol e o biodiesel, têm se tornado cada vez mais populares como alternativas aos combustíveis fósseis tradicionais. Essas fontes de energia renováveis oferecem diversas vantagens tanto do ponto de vista ambiental quanto econômico. Estes fatores se alinham com a sustentabilidade proposta e almejada pela agenda ESG da ONU.

Uma nova oportunidade de negócios nasce junto com as atuais preocupações do setor aéreo. Entre as principais preocupações do setor estão a pressão para reduzir suas emissões de gás carbônico e o constante aumento do preço dos combustíveis utilizados na aviação. Diante desse contexto, os biocombustíveis têm aparecido como uma alternativa viável para amenizar tais problemas (Rayol, 2010, p.44).

Na atualidade até mesmo as empresas aéreas consideram vantagens do uso de biocombustíveis.

Em relação aos prós, os biocombustíveis podem auxiliar na mudança da matriz energética de um país, através do uso de uma fonte mais limpa e renovável de energia. Com base nisso, os biocombustíveis também podem gerar externalidades positivas, como a manutenção da prestação de serviços ambientais tais como o sequestro de carbono e a redução das emissões de carbono (Finco, 2014, p.131).

Dadas as características de sua origem, estes biocombustíveis apresentam vantagens positivas e importantes como a sustentabilidade de sua produção, já que se tratam de recursos renováveis através da agricultura. Além de representar um estímulo ao desenvolvimento da economia agrícola do país.

2.5 VIATURAS ELÉTRICAS E SUAS IMPLICAÇÕES INSTITUCIONAIS PERANTE A SOCIEDADE

A adoção de veículos elétricos pela PMDF pode ter um impacto significativo no valor público da organização. Isso ocorre porque a escolha por tecnologias mais sustentáveis e ambientalmente responsáveis pode ser percebida de maneira positiva pela sociedade já

que instituições que demonstram um compromisso com práticas sustentáveis são frequentemente vistas com maior respeito e confiança pela sociedade.

A reputação de uma instituição, conforme Bromley e Sandberg (2002), é uma percepção social comum ou ainda um consenso sobre como a organização se comporta em dada situação. Segundo McGuire, Schneeweis e Branch (1990), o desempenho da empresa afeta sua reputação e a reputação afeta seu desempenho. Já Martins e Marini, (2014) entendem que o valor público de uma instituição representa um componente essencial no processo de governança, representando o “quê”, “para quê” e “para quem” é gerado. De forma similar ao que acontece com o termo de governança, valor público tem adquirido elasticidade em sua definição.

A PMDF, como uma instituição que presta serviços essenciais à comunidade, desempenha um papel fundamental na manutenção da ordem e segurança pública, e a reputação positiva perante a população pode reforçar a eficácia de suas operações.

É pela estratégia que uma organização define sua identidade (missão, visão de futuro e valores) e estabelece os principais objetivos para o alcance dos resultados que entregarão valor público à sociedade. Assim, as organizações públicas têm na consecução de sua estratégia um pilar fundamental para a boa governança (Silva, Júnior, 2020, p.295).

A adoção de veículos elétricos deve ser avaliada em relação à capacidade desses veículos em atender às demandas específicas das operações de policiamento ostensivo, em terrenos não pavimentados e áreas rurais.

Dados colhidos do centro de manutenção da PMDF, indicam que 28% dos reparos corretivos realizados nas viaturas da frota destinada a policiamento ostensivo, são destinados a elementos mecânicos da suspensão ou outros componentes localizados na porção inferior dos veículos.

Ao analisarmos a disposição física de um veículo elétrico, observamos que seu conjunto energético é alocado em porção inferior, dando assim grande vantagem ao falarmos de centro de gravidade. Contudo, conforme observado por Ferreira (2017) nos informa que o risco de incêndio causado por baterias é afetado pelos avanços na tecnologia que permitem uma maior quantidade de energia

armazenada nestes dispositivos. Diante disso, é plausível entender que a atividade policial incorrerá em aumento potencial da preocupação de incêndio e aumento de custos de, pois, conforme já citado durante o uso operacional, um dano proporcionado por um impacto na bateria poderá gerar em curto da bateria e possibilidade de incêndio.

Outro fator a ser considerado é que danos na bateria podem ocasionar a imediata imobilidade do veículo, deixando assim de ser possível aquela equipe de policiais de atender a ocorrência que estava em deslocamento.

Assim, ao realizarmos uma análise mais fria dos dois fatores citados, podemos mensurar uma frota operacional eletrificada, elevando os custos de manutenção de forma exponencial pela necessidade de trocas das células de energia dos veículos que ao estarem em operação, sofram algum dano na sua porção inferior, causando possível incêndio ou imobilização do veículo.

2.5.1 EXPERIÊNCIAS DO DESEMPENHO OPERACIONAL DE VEÍCULOS ELÉTRICOS (VE) EM ATIVIDADES POLICIAIS

Veículos elétricos (VEs) têm ganhado destaque em diversas áreas, principalmente por suas características sustentáveis e pela busca global de reduzir a dependência de combustíveis fósseis. No entanto, no contexto da atividade policial, especialmente no patrulhamento ostensivo, as demandas são específicas e vão além da simples eficiência energética ou redução de emissões.

O desempenho de um veículo policial deve ser avaliado com base em sua capacidade de operar em ambientes de alta exigência, tanto em relação à velocidade de resposta quanto à durabilidade em operações contínuas.

Nesse contexto, cabe destacar que os veículos elétricos já vêm sendo utilizados em várias forças de segurança ao redor do mundo e com isso algumas experiências puderam ser observadas durante o uso de VEs no policiamento ostensivo.

De acordo com Galeski (2023) nos Estados Unidos da América vários Estados Norte-Americanos vêm adotando os veículos ou o veículo híbrido elétrico em suas frotas. No Departamento de Polícia de Terrell Hills, Estado do Texas, Galeski (2023 citando Mangum 2016) esclarece que as preocupações ambientais, as restrições orçamentárias

e os altos custos com combustível motivam a introdução de veículos elétrico híbrido e veículos elétricos nos Departamentos de Polícia, uma vez que estes veículos apresentam vários benefícios, dentre os quais pode-se citar a adequação às regulamentações de proteção ao meio ambiente reduzindo a poluição atmosférica.

Notadamente, as forças de segurança estão empenhadas em demonstrar também seus valores sociais dentro das corporações, ao passo que a adoção de veículos elétricos em suas frotas é um meio de demonstrar para a sociedade a preocupação da cooperação com o meio ambiente. Nesse sentido Galeski assevera que:

Outra vantagem está relacionada ao engajamento e apoio da população ao ver a preocupação do poder público com as questões do meio ambiente, em especial com o impacto da pegada de carbono e ainda a redução da poluição ambiente, uma vez que o veículo elétrico é praticamente silencioso (Galeski, 2023, p.06).

Nesse sentido, é possível observar que a adoção de veículos elétricos além de diminuir a emissão de gases no meio ambiente ainda se mostra eficaz no enriquecimento da imagem institucional da corporação, uma vez que recebe engajamento e apoio da população ao poder público.

No entanto, nem tudo são flores. É notório que os veículos elétricos são menos prejudiciais ao meio ambiente, porém acerca de seu desempenho nas atividades policiais contínuas teriam como desvantagens “a velocidade máxima, ligeiramente menor e dificuldades com a adaptação do veículo policial, como o espaço interno, frente à pouca disponibilidade de modelos no mercado, seriam também outras desvantagens apontadas” (Galeski, 2023, p.06).

Ainda segundo Galeski (2023 citando Mangum 2016) também seria uma desvantagem na adoção de veículos elétricos a falta de mão de obra especializada, pois, embora os VEs possuam um menor volume de peças e fluídos, é necessária a mão de obra treinada para a manutenção devido alta tensão em suas baterias.

Já no Condado de Chicago nos Estados Unidos as forças policiais adotaram VEs como parte de uma iniciativa piloto para avaliar seu desempenho operacional em áreas urbanas. No entanto, alguns problemas começaram a surgir durante os meses mais frios, quando as baterias dos VEs demonstraram queda significativa de desempenho.

Isso impactou diretamente a autonomia dos veículos, reduzindo sua capacidade operacional de patrulhamento contínuo e de resposta rápida.

Além disso, a recarga das baterias em ambientes urbanos denso, durante emergências, se mostrou um grande desafio logístico, especialmente em zonas com pouca infraestrutura de recarga disponível. Embora o programa tenha demonstrado benefícios ambientais, ele revelou limitações operacionais que colocam em dúvida a viabilidade de VEs em funções de alta demanda.

Castro (2022) afirma que a polícia de Gloucester, na Inglaterra, tem 21% dos 435 carros de sua frota com motor elétrico, e os oficiais não estão muito satisfeitos com isso. Isso porque, de acordo com as autoridades, os modelos estão ficando sem carga e, se a eletrificação de seus veículos continuar a aumentar, a operação policial pode ficar extremamente limitada. Conforme afirma Castro (2022), o Comissário de Polícia Chris Nelson da cidade de Gloucester, Inglaterra; em uma entrevista afirmou que está cauteloso em relação aos carros elétricos e alegou problemas com a recarga de veículos do departamento e casos em que os cruzadores “ficam sem força”. Além disso, o oficial não se mostrou a favor do uso de carros elétricos como viaturas operacionais mostrando preocupação com limitação da ação dos policiais devido às baterias dos VEs.

“Ademais, Chris Nelson não especificou por quantas vezes os carros elétricos do seu departamento ficaram sem carga. No entanto, ele não é o primeiro policial a reclamar dos modelos a bateria como viatura” (Castro, 2024, p.01).

No mesmo sentido, Castro (2022) esclarece que em abril de 2022 o Departamento de Polícia de Spokane, em Washington, Estados Unidos, também mostrou insatisfação ao utilizar um Tesla Model Y como veículo de patrulha, já que ele não estava dando conta do recado.

Castro (2022) explica que o Departamento de Polícia de Spokane, em Washington, EUA, utilizaram um Tesla Model Y como veículo de patrulha, que não está apresentando resultados satisfatórios. De acordo com o Major Mike McNab do referido Departamento de Polícia os carros elétricos “estão expostos a dois turnos por dia, com um período de descanso de três horas entre eles. As baterias não conseguiam acompanhar isso, especialmente a infraestrutura de carregamento

disponível no momento” (Castro, 2022, p.01). Além do problema das baterias e recarga,

“Converter o carro elétrico em viatura não é uma tarefa fácil. Fazer uma adaptação como essa custa cerca de US\$ 30 mil (R\$ 160,5 mil), o que deixaria o investimento no Model Y inviável. Além disso, quando equipados com o “kit” policial, os oficiais descrevem o habitáculo do Tesla como desconfortável” (Castro, 2022, p.01).

Ademais, no Canadá, em Vancouver, Daniel Wood (Wood, 2014) esclarece que as metas “incluem a aquisição de veículos elétricos para compor a frota de veículos nas áreas administrativa e de investigação. Destarte, observa-se que, em Vancouver, as forças de segurança não pretendem adotar viaturas elétricas para atividades de policiamento operacional que exijam longas jornadas contínuas de trabalho (Wood, 2014, p 19).

Na Espanha foi implementada no ano de 2020 uma frota de motocicletas elétricas para a transição ecológica e a descarbonização progressiva da frota em alinhamento com as políticas do Governo espanhol e da União Europeia (Galeski, 2023, p.08). “Com a medida, a intenção é contribuir para a melhoria do ar nos grandes centros urbanos e conscientizar os cidadãos para um modelo de mobilidade mais sustentável” (Galeski, 2023, p.08).

Observa-se que a obtenção das motocicletas elétricas não será utilizada para combater o crime ostensivamente em operações contínuas. Deste modo, fica evidente que o propósito da aquisição dos veículos elétricos é a descarbonização contribuindo para a melhoria do ar e conscientização populacional.

Já no Brasil, Estado de São Paulo, a Polícia Militar também realizou testes com veículos elétricos entre 2021 e 2022. O projeto-piloto incluiu o uso de três viaturas elétricas (Nissan Leaf e BYD I5) em patrulhamento escolar e atendimento a emergências no 23º Batalhão da PM, área que concentra o maior número de pontos de recarga. Durante os 90 dias de testes, foram avaliados aspectos como o tempo de recarga, a resposta na aceleração e o comportamento geral dos veículos em operações típicas. Embora o baixo ruído e a redução dos custos de manutenção tenham sido citados como vantagens, as limitações de autonomia e a necessidade de estações de recarga mais acessíveis e rápidas levantaram questionamentos sobre sua adoção plena (Guarulhos Hoje, 2021).

A avaliação de São Paulo também destacou a incompatibilidade dos VEs com patrulhamento de longo alcance, como operações em áreas rurais ou regiões afastadas, que exigem veículos com maior robustez e capacidade de reabastecimento rápido. Além disso, foi observado que os veículos elétricos, apesar de mais econômicos em termos de energia, podem enfrentar problemas de performance em situações críticas, como perseguições ou emergências que exigem aceleração imediata e mudanças bruscas de direção (USP - Universidade de São Paulo).

Cientificamente, estudos demonstram que os VEs possuem desempenho inferior em condições extremas. Em climas frios, como o observado em Chicago, a performance das baterias pode reduzir até 40%, limitando significativamente o tempo de operação antes de uma nova recarga. Isso, por sua vez, afeta diretamente a autonomia e a capacidade do veículo de responder a emergências sem interrupções para reabastecimento (USP - Universidade de São Paulo).

Além disso, estudos indicam que, para veículos elétricos operarem de forma eficiente em forças policiais, seria necessária uma infraestrutura robusta de recarga rápida, o que ainda é um desafio em países como o Brasil. Em testes realizados em São Paulo, a recarga de 80% da bateria dos VEs levou cerca de 30 minutos, o que é significativamente mais lento do que o tempo necessário para abastecer um veículo de combustão interna. Isso implica que, em situações de emergência, os veículos podem ficar fora de operação durante períodos críticos (USP - Universidade de São Paulo). Portanto, embora os VEs possam oferecer uma alternativa viável em termos de sustentabilidade e economia de combustível, suas limitações de desempenho em operações policiais contínuas, em conjunto com a necessidade de uma infraestrutura mais robusta, tornam sua adoção como viaturas operacionais um desafio considerável.

O uso de veículos elétricos (VEs) nas forças policiais têm apresentado vantagens operacionais, como a redução de custos de manutenção devido à menor quantidade de componentes mecânicos comparados aos veículos convencionais. De acordo com Thomé (2021) um estudo de caso da Unidade da Base Aérea de Santa Maria considerou os aspectos de governança e energéticos para demonstrar que essas medidas são suficientes para demonstrar a importância do processo de substituição da frota em Órgãos Públicos do Governo. Os resultados do estudo indicaram redução de custos energéticos obtidos

a partir da substituição da frota de 47 veículos com motores a combustão por veículos elétricos no processo de recarga através da energia fornecida pela Distribuidora de 49,6% de custos com abastecimento, proporcionando uma economia anual de aproximadamente R\$80.000,00.

Ademais, conforme descrito no estudo sobre Chicago, essas viaturas são mais econômicas em termos de combustível e manutenção, especialmente ao reduzir despesas com peças e fluidos de motores a combustão. No entanto, os desafios surgem na necessidade de uma infraestrutura de recarga adequada e suficiente, particularmente em operações de longa duração. Segundo o estudo, "a adaptação dos VEs a operações policiais intensas exige mais do que a simples aquisição dos veículos; é crucial um planejamento logístico e estrutural para que a frota elétrica seja realmente eficiente" (Nova Polícia, 2022).

Além disso, as demandas específicas das operações policiais, como perseguições e resposta rápida, podem esbarrar na autonomia limitada das baterias e no tempo necessário para recarga. O estudo enfatiza que "o sucesso da implementação de VEs depende significativamente da criação de uma rede de recarga eficiente e da adaptação dos veículos às necessidades operacionais contínuas" (Nova Polícia, 2022); assim, apesar dos benefícios econômicos, a adoção de VEs enfrenta limitações que podem comprometer a eficiência operacional em atividades policiais intensas.

Para que a frota de veículos elétricos seja realmente eficiente nas operações policiais, é necessário um planejamento logístico e estrutural robusto. Isso inclui não apenas a aquisição dos veículos, mas também a criação de uma rede de recarga rápida e acessível. Conforme o estudo aponta, "a implementação bem-sucedida depende da instalação de estações de recarga estrategicamente localizadas para evitar interrupções nas operações" (Nova Polícia, 2022).

Além disso, adaptações nos veículos são essenciais para que eles possam atender às demandas de operações contínuas e de alta intensidade, características do policiamento.

2.5.2 DESAFIOS OPERACIONAIS DOS VEÍCULOS ELÉTRICOS NA ATIVIDADE OPERACIONAL DE POLÍCIA: LIMITAÇÕES DE AUTONOMIA E APLICABILIDADE EM TERRENOS ADVERSOS

No decorrer deste estudo, serão analisados os desafios dos veículos elétricos na atividade operacional de polícia. Para tanto se faz necessário conhecer brevemente o histórico dos carros elétricos, bem como das novas tecnologias utilizadas nos carros elétricos atuais.

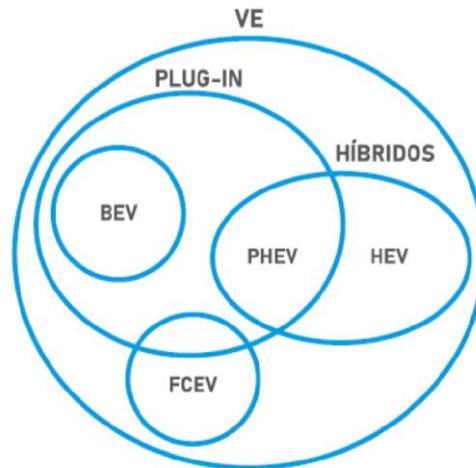
Nesse sentido, de acordo com Baran e Legey (2010 citando Hoyer, 2008) a história dos carros elétricos começa em meados do século XIX e está intimamente relacionada à história das baterias. Nesse sentido esclarecem que:

Em 1859, o belga Gaston Planté realizou a demonstração da primeira bateria de chumbo e ácido. Esse equipamento chegou a ser utilizado por diversos veículos elétricos desenvolvidos a partir do início da década de 1880 na França, EUA e Reino Unido. Em 1885, Benz demonstrou o primeiro motor de combustão interna. Em 1901, Thomas Edison, interessado no potencial dos veículos elétricos, desenvolveu a bateria níquel-ferro, com capacidade de armazenamento 40% maior que a bateria de chumbo, só que com custo de produção muito mais elevado. As baterias níquel-zinco e zinco-ar foram também criadas no final do século XIX (Baran; Legey, 2010, p.212).

No mesmo sentido, Baran e Legey (2010) destacam que além das baterias, duas tecnologias desenvolvidas entre 1890 e 1900 contribuíram para melhorar o desempenho dos carros elétricos: a frenagem regenerativa, um equipamento capaz de transformar a energia cinética do automóvel em movimento em energia elétrica durante uma frenagem e o sistema híbrido a gasolina e eletricidade.

Em sua pesquisa, Da Silva (2023), cita que os veículos elétricos (VE) podem ser classificados em quatro tipos distintos, quais sejam: os Veículos Elétricos à Bateria (BEV), Veículos Elétricos Híbridos (HEV), Veículos Elétricos Híbridos Plug-in (PHEV) e os Veículos Elétricos a Hidrogênio (FCEV). Na figura abaixo, podemos verificar graficamente os diferentes tipos de VE.

Figura 2 – Tipos de Veículos Elétricos



Fonte: https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Tipos-de-veiculos-eletricos-esquematisados-Fonte-Adaptado-de-Delgado-et-al_fig1_386765612

Conforme esclarece Da Silva (2023, p.15), “os veículos elétricos à bateria (BEV), também conhecidos como totalmente eletrificados, possuem sua motorização 100% proporcionada por alimentação de seu motor através da corrente elétrica de uma bateria. Da Silva ainda esclarece que os modelos mais conhecidos destes veículos são o Tesla, Chevrolet Bolt, Nissan Leaf, BMW i3, Renault Zoe, Jaguar I-Pace, Volkswagen e-Golf e mais recentemente os modelos da BYD.

Ademais, de acordo com informações extraídas do *site* Neocharge (2021) os Veículos Elétricos Híbridos (HEV) são alimentados por uma combinação de motor elétrico como o dos BEV e motor a combustão interna (MCI) e possuem um Sistema de Recuperação de Energia Cinética (SREC), um “freio regenerativo” ou em inglês Kinetic Energy Recovery System (KERS) que proporcionam recarga automaticamente da bateria. Como apresenta motores distintos, uma das características é de desligar o motor a combustão quando parado em um semáforo, por exemplo, ficando preservada a funcionalidade de outros sistemas como o ar condicionado. Os modelos mais conhecidos dessa modalidade são o Toyota Prius, Ford Fusion Hybrid, Chevrolet Malibu.

Para Da Silva (2023) os Veículos Elétricos Híbridos Plug-in (PHEV) em geral iniciam no modo totalmente elétrico, operando com eletricidade até que a bateria se esgote – a autonomia dos primeiros modelos pode chegar até a 100 km, mas alguns modelos trocam para o modo híbrido, utilizando gasolina/álcool ou diesel, assim que a velocidade atinge 100 ou 115 km/h. A recarga de suas baterias é

proporcionada pelo sistema de freio regenerativo, podendo também ser alimentado por fonte externa, como a rede elétrica. Possuem baterias mais pesadas que os HEV pois seus motores elétricos, podem ser acionados como único propulsor, desligando o MCI (Da silva, 2023). Os modelos mais conhecidos deste tipo de veículo são o BMW i8, a Mercedes Benz C350e, o Volvo V60 PHEV, a Mitsubishi Outlander e o Volkswagen Golf GTE.

Sobre os Veículos Elétricos a Célula de Combustível (FCEV) Da Silva (2023) esclarece que tais veículos utilizam cilindros de gás hidrogênio como principal fonte de energia para sua bateria que por sua vez alimenta seu motor elétrico, podendo ainda ter o KERS para auxiliar na recarga. Este tipo de veículo ainda é incomum no Brasil e possivelmente enfrenta sérios problemas de abastecimento.

Em agosto de 2024, uma parceria entre empresas do setor anunciou o projeto do primeiro posto de hidrogênio renovável com base no etanol do País. O posto foi instalado na Cidade Universitária, na Universidade de São Paulo (USP). O P&D Ethanol to H2, como é chamado o projeto, está previsto para iniciar a operação durante o 2º semestre de 2024. A iniciativa resultou em um custo inicial de R\$ 182 milhões e é fruto da parceria entre o governo do estado e de empresas do setor. Dentre elas estão Raízen, Shell Brasil, Hytron, Senai Cetiqt e Toyota (*Site Mobilidade Estadão, 2024. p.1*)

Ademais, para fins do estudo apresentado, ao citar Veículos Elétricos (VEs) fazemos referência direcionada aos BEV (100% elétricos), Híbridos (HEV) e os Híbridos Plug-in (PHEV) conforme foram especificados acima.

2.5.3 ANÁLISE DAS LIMITAÇÕES DOS VES NA ATIVIDADE OPERACIONAL POLICIAL

De acordo com Galeski (2023) a eficiência dos veículos elétricos (VEs) é reconhecida em diversos setores, principalmente pela sua economia de combustível fóssil aliando-se a baixa emissão de poluentes. Nesse sentido, é imperioso destacar que o veículo elétrico já é utilizado nas forças policiais em vários países.

No entanto, em se tratando de veículos elétricos utilizados em operações policiais, tais veículos podem oferecer limitações. Deste modo, Galeski (2023 citando Magnum 2016) aponta como

desvantagens do veículo elétrico o custo de aquisição maior, a instalação de estações de carregamento de baterias o que representa um investimento maior se comparado com o veículo a combustão, aponta ainda, que apesar de o veículo elétrico possuir menos peças móveis e fluídos, exige mão de obra treinada para a manutenção, uma vez que alguns sistemas utilizam alta tensão em suas baterias. Além disso, Galeski (2023, p.06) ainda esclarece que a velocidade máxima, ligeiramente menor e dificuldades com a adaptação do veículo policial, como o espaço interno, frente à pouca disponibilidade de modelos no mercado, seriam também outras desvantagens apontadas pelo autor.

Algumas polícias pelo mundo, a exemplo da polícia do Canadá, utiliza as viaturas elétricas para atuarem em policiamentos administrativos e de investigação, ou seja, trabalhos policiais que não exigem uma rotina de trabalho pesada como as rotinas de policiamento operacional (Galeski, 2023, p.7).

Ainda de acordo com Galeski (2023) a Polícia Militar do Estado de São Paulo (PMESP), iniciou os testes com veículos elétricos destinados ao trabalho policial nos meses de setembro a novembro de 2021. Após realizados os testes o estudo demonstrou alguns critérios para a utilização dos veículos elétricos na atividade policial, da seguinte forma:

Para o critério de uso policial militar, Galeski (2023, p.10) aponta que o veículo elétrico a bateria foi considerada viável para o transporte funcional, base comunitária móvel, ambulância, velado, micro-ônibus, guincho, viatura descaracterizada, caminhão de transporte carga líquida, estafeta, força tática, transporte de pessoal, van apoio operacional e radiopatrulha que não exerça sua atividade diuturnamente, como por exemplo, Comandante de UPM, Companhia, ronda escolar e comunitário.

Para o critério “uso policial militar” transporte misto, caminhão carga seca, ônibus, motocicleta ostensiva e descaracterizada, escolta, transporte de semoventes, rádio patrulha rural, quadriciclo e radiopatrulha utilizada diuturnamente foi avaliado como inviável, considerando a autonomia, velocidade final e necessidade de recarga rápida para a execução da missão. (Galeski, 2023, p.10).

O critério “economia manutenção” foi considerado prejudicado em função do período de uso insuficiente para a avaliação (Galeski, 2023, p.09). Observa-se que o veículo elétrico para uso policial se limitou a atividades administrativas, transporte funcional, base comunitária

dentre outras. Mas o autor deixa claro que tais atividades não podem ser realizadas diuturnamente. Além disso, outras áreas de atuação policial militar foram avaliadas como inviável devido a questões de autonomia, velocidade final e necessidade de recargas rápidas.

No mesmo sentido, vale dizer que, quando se trata de operações policiais, em particular aquelas diuturnas, os veículos elétricos se tornam inviáveis. Destarte, nesse contexto a Polícia Militar do Distrito Federal (PMDF), ao adquirir viaturas elétricas para o exercício de atividades operacionais também irá esbarrar nestas limitações. Diante de tal evidência, em operações policiais, onde a eficiência e a prontidão são vitais, os VEs podem apresentar limitações que afetam diretamente a capacidade de resposta da corporação.

2.5.4 AUTONOMIA INSUFICIENTE PARA LONGAS JORNADAS

No tocante a autonomia dos veículos elétricos em atividades de policiamento ostensivo, que frequentemente exigem turnos longos e contínuos de 12 horas ou mais, a autonomia das baterias dos veículos elétricos ainda não é suficiente para garantir a cobertura sem interrupções para recarga.

Consoante o entendimento de Pytlowanciv (2018) “a duração limitada das baterias pode resultar em períodos de inatividade forçada durante o turno, comprometendo a capacidade de resposta da polícia em momentos críticos”.

Além disso, em áreas com terrenos irregulares ou operações em zonas rurais, a ausência de estações de recarga adequadas agrava esse problema, e para tanto necessitaria de planejamentos de recarga anteriores para manter os VEs atuantes ou corresse o risco de ficarem fora de operação de forma inesperada.

Nesse sentido, acerca da autonomia dos veículos elétricos disponíveis no Brasil, Sutto (2024) esclarece que no grupo dos carros elétricos disponíveis para venda no Brasil, o BMW iX xDrive 50 é o modelo com a maior autonomia, ou seja, o carro que consegue percorrer a maior distância após um carregamento completo, com 528 km.

É o que mostram os dados atualizados de eficiência dos veículos produzidos pelo Inmetro (Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e

Tecnologia). Apesar dos desafios, um dos principais atributos que o consumidor avalia na hora de comprar o elétrico é a autonomia do veículo, considerando que a estrutura de postos de carregamento no Brasil ainda é precária. De acordo com Sutto (2024) o Inmetro analisou a eficiência de 170 modelos elétricos considerando dois critérios: a eficiência (MJ/km) e a autonomia (em quilômetros).

Ainda nos dizeres de Sutto (2024) “não é necessariamente o modelo com menor consumo energético, ou seja, que potencialmente seria mais eficiente é o que roda mais quilômetros. A conta não é exata: depende, por exemplo, da tecnologia das baterias, entre outras variáveis”.

No site InfoMoney é possível encontrar a tabela criada pelo Inmetro dos carros 100% elétricos com a maior autonomia, conforme abaixo ilustrado:

Figura 3 – Veículos Elétricos e suas Autonomias

Marca/Modelo/Versão	Consumo energético	Autonomia
1. BMW iX xDrive 50	0,61 MJ/km	528 km
2. BMW i7 xDrive60	0,63 MJ/km	479 km
3. BMW iX M60	0,74 MJ/km	431 km
4. BMW i4 40	0,57 MJ/km	422 km
5. Mercedes-Benz EQS 450	0,76 MK/km	411km
6. Chevrolet Bolt LT/Premier	0,48 MK/km	390 km
7. Volvo C40 6	0,49 MJ/km	385 km
8. BMW iX3	0,57 MJ/km	381 km
9. Chevrolet Bolt EUV Premier	0,48 MK/km	377 km
10. BYD Seal AWD GS	0,62 MK/km	372 km

Fonte: InfoMoney25, 2025.

Sottu (2023) ainda esclarece que a autonomia de um carro elétrico pode variar entre 100 e 500 quilômetros com uma única recarga, dependendo de vários fatores, tais como a capacidade da bateria, condições de uso, velocidade, uso de ar-condicionado, utilização das janelas abertas, dentre outros.

Deste modo, vale dizer que os veículos elétricos elencados na tabela criada pelo Inmetro variam de autonomia drasticamente, sendo que o veículo que possui maior autonomia consegue percorrer a distância de até 528 km e o 10º colocado consegue percorrer apenas 372 km. Isso pode variar de acordo com o tipo de uso, condições de tempo, velocidade e outros fatores. Isso certamente afetaria as atividades de policiamento ostensivo, que exigem turnos longos e contínuos.

No mesmo sentido, Napoli (2024) esclarece que a autonomia total de um veículo elétrico pode variar dependendo dos hábitos de direção e carregamento, velocidade, condições de tempo e temperatura e o tempo de uso da bateria. A capacidade da bateria é a capacidade inicial, ela pode diminuir com o tempo. O tempo de uso e a temperatura do ambiente interferem no tempo de carregamento.

2.5.5 PROBLEMAS RELACIONADOS À RECARGA EM OPERAÇÕES CONTÍNUAS OU ÁREAS REMOTAS

Antes de adentrar nos problemas relacionados a recarga de veículos elétricos em operações contínuas ou em áreas remotas, importante destacar um caso policial recente e conhecido, amplamente comunicado pelas mídias sociais e imprensa, tal caso pode ilustrar melhor as dificuldades que seriam enfrentadas caso as forças de segurança pública utilizassem viaturas operacionais elétricas.

Em 2021, um criminoso de nome Lázaro (32 anos), matou quatro pessoas de uma única família na região administrativa da Ceilândia-DF no dia 9 de junho de 2021. Lázaro então empreendeu fuga em um carro roubado para uma região denominada Cocalzinho de Goiás, no entorno do Distrito Federal. Desde então, buscou refúgio em área de mata por mais de 20 dias (G1, 2022).

A PMDF, através do 8º BPM (Batalhão responsável pelo policiamento da cidade de Ceilândia-DF), realizou buscas constantes e

ininterruptas para localizar o fugitivo Lázaro, demandando esforços permanentes de mobilidade de tropa na área de difícil acesso. Nesse sentido, é imperioso destacar que também participaram das buscas o Batalhão de Operações Especiais (BOPE) executando diversas ações de patrulha na área rural.

Deste modo, após observações, considerando o tempo de permanência de viaturas no local, a diversidade de terrenos, é possível compreender que a utilização de viaturas operacionais elétricas, tornaram ineficiente a atividade operacional da corporação não somente devido à baixa autonomia dos VEs mas também no que tange ao aspecto da ausência de pontos de recarga além das condições de terrenos irregulares.

Nesse prisma a falta de pontos de recarga, bem como as adversidades do terreno irregular, se demonstram como pontos negativos ao uso de VEs na atividade operacional policial, pois elas se limitaram às características das viaturas. Deste modo, fica evidente que os problemas enfrentados com a recarga é um ponto desfavorável não somente para as atividades de policiamento ostensivo, mas também é um problema enfrentado pelos proprietários de veículos elétricos em todo o Brasil.

Nesse sentido, Ribas (2024, p.01) esclarece que a “falta de pontos de recarga é uma das principais questões a ser resolvida no país. Motoristas ficam inseguros de pegar estrada com grandes distâncias e não encontrarem postos de recarga no caminho”. Ribas (2024) ainda esclarece que as rodovias brasileiras os eletropostos (pontos de recargas) tendem a fornecer recargas ultrarrápidas. No entanto, problemas com tomadas, conexões, variação de potência e tempo necessário para uma recarga completa podem variar de acordo com o modelo do conector e do veículo.

Além disso, apesar do incentivo à eletrificação, o governo não constrói, nem incentiva ou paga por este eletropostos. Bastos pontua que o que existem são fontes de financiamento para negócios em geral, mas não projetos focados no fomento à infraestrutura da eletrificação, como em outros países. No momento, o problema vem sendo contornado com as próprias montadoras instalando pontos e carregadores pelo país. Outras, porém, ficam na aba das concorrentes, o que acende críticas dentro do setor (Ribas, 2024, p.01).

Observa-se que o governo além de não construir, não incentiva e não paga por recursos de eletropostos, apenas fornecem as possibilidades de financiamentos no setor. Assim, Ribas (2010) aponta que a Vibra, dona da rede de postos de combustível com a marca Petrobras, tem 15 eletropostos em quase 2 mil quilômetros de extensão, a maioria no Rio de Janeiro. Sendo que a meta é somar 70 postos com pontos de recarga em 9 mil quilômetros de rede até 2025, dos quais 50 em estradas e 20 em centros urbanos.

Nesse sentido, é possível observar que os pontos de recargas (eletropostos) não é apenas um problema enfrentado pelas forças de segurança, no que tange ao uso de viaturas elétricas para longas jornadas de trabalho, mas também é um problema enfrentado pelos brasileiros que possuem carros elétricos, pois, além dos veículos não possuírem autonomia satisfatórias ainda enfrentam dificuldades em encontrar pontos de recargas.

2.5.6 IMOBILIDADE DOS VEÍCULOS EM CAMPO E SUAS CONSEQUÊNCIAS PARA A EFICIÊNCIA POLICIAL

É evidente que grande parte do policiamento da Polícia Militar do Distrito Federal (PMDF) depende do uso de viaturas, seja para atividades operacionais ou apoio logístico. A imobilização temporária de uma viatura policial, especialmente devido a danos sofridos durante operações, representa não apenas um prejuízo material, mas também impacta negativamente o valor social da corporação. A viatura simboliza a presença e a prontidão da polícia, garantindo que a segurança pública seja acessível e visível para a população. Quando um veículo é imobilizado, essa capacidade de resposta é comprometida, com consequências que vão além dos custos de reparo ou substituição.

Operacionalmente, a viatura é essencial para a agilidade no atendimento a ocorrências, a presença ostensiva em áreas de risco e o patrulhamento preventivo. A incapacidade de deslocamento de uma viatura, seja por danos mecânicos ou por curto na bateria resultante de impactos durante emergências, reduz o alcance da atuação policial, comprometendo a eficiência no atendimento de ocorrências e a manutenção da ordem pública. Em áreas onde a presença policial é fundamental para dissuadir práticas criminosas, a ausência de uma viatura ativa pode criar vulnerabilidades, percebidas pela comunidade como um enfraquecimento da segurança.

No que se refere ao valor social, a imagem da PMDF está fortemente associada à sua capacidade de resposta e compromisso com a segurança dos cidadãos. A indisponibilidade de viaturas afeta a confiança da população, que espera uma atuação rápida e eficaz em momentos de necessidade. A presença constante de viaturas transmite uma sensação de segurança, e tem a capacidade de inibir práticas ilícitas e fortalece o vínculo entre a PMDF e a sociedade, concretizando o objetivo do policiamento ostensivo, conforme preconizado na Constituição Federal de 1988 (art. 144, §5º): “Às polícias militares cabem a polícia ostensiva e a preservação da ordem pública...” (CF, Art.144, §5,1988).

Quando essa presença é reduzida, seja por problemas mecânicos ou por danos que interrompem o funcionamento da viatura, a percepção de segurança da comunidade é enfraquecida, e a corporação pode ser vista como menos preparada e comprometida com a proteção da população.

Internamente, a imobilização de viaturas gera sobrecarga nas viaturas que permanecem em operação, acelerando o desgaste desses veículos. Esse ciclo de imobilização e sobrecarga compromete a rotina operacional e o moral dos policiais, que dependem de equipamentos em pleno funcionamento para realizar seu trabalho com eficácia e segurança.

Portanto, a imobilização de viaturas policiais não é apenas um problema logístico ou financeiro, mas afeta diretamente o valor social da PMDF. A capacidade de manter a frota operacional é fundamental para que a população continue vendo a polícia como uma instituição presente, acessível e comprometida com a segurança de todos. A gestão eficiente das viaturas e a redução das imobilizações são essenciais para preservar a confiança da comunidade e garantir uma atuação policial contínua e eficaz.

2.5.7 IMPACTO DA PERFORMANCE EM TERRENOS ACIDENTADOS E URBANOS

Um fator de extrema importância que deve ser levado em consideração na aquisição de viaturas elétricas é a pavimentação das rodovias, estradas e demais vias de circulação existentes no Brasil. É de conhecimento comum que as pavimentações em asfaltos das estradas e rodovias brasileiras estão aquém do que deveriam. Além disso,

grande parte dos municípios brasileiros possuem locais sem a devida pavimentação.

Nesse sentido, deve-se considerar a performance dos veículos elétricos para o exercício das atividades policiais operacionais no desempenho dos VEs em terrenos adversos e em situações de alta demanda operacional, como perseguições policiais.

Enquanto os VEs apresentam uma aceleração imediata em velocidades baixas, o seu desempenho geral em terrenos acidentados e em situações que exigem aceleração prolongada, como perseguições, ainda é inferior aos veículos de combustão interna.

Segundo testes realizados pela Polícia Militar de Mato Grosso, houve questionamentos quanto à estabilidade e à capacidade dos VEs durante operações de perseguição, com preocupações sobre a possibilidade de a bateria esgotar-se no meio de uma operação (Radar Urgente, 2024). Essa é uma questão central, pois o sucesso de operações policiais depende da capacidade dos veículos de manterem alta performance durante longos períodos e em condições adversas, algo que os VEs ainda não conseguem garantir de forma confiável. Adicionalmente, o risco de danos à bateria em situações operacionais deve ser levado em consideração.

Como mencionado, grande parte dos reparos nos veículos operacionais da PMDF está relacionada a problemas mecânicos na porção inferior dos veículos, onde as baterias dos VEs estão localizadas. Assim, Ferreira (2017) esclarece que os danos nessa área podem causar não apenas a imobilidade imediata do veículo, mas também um risco de incêndio, como apontado em estudos sobre os riscos de incêndio em baterias de lítio.

Esse cenário é especialmente preocupante em operações de risco, como perseguições e confrontos, onde a integridade do veículo é crucial para a segurança dos policiais e da população. Portanto, enquanto os VEs podem oferecer vantagens em termos de sustentabilidade ambiental e economia de combustível, suas limitações operacionais, particularmente em termos de autonomia, desempenho em terrenos acidentados e riscos mecânicos, tornam sua aplicação nas atividades policiais da PMDF ineficaz e potencialmente perigosa.

Diante disso, vale frisar que para operações de policiamento ostensivo e emergencial, é fundamental que os veículos ofereçam robustez, confiabilidade e disponibilidade contínua, aspectos nos quais os VEs ainda estão aquém das necessidades da corporação.

2.5.8 CUSTO BENEFÍCIO DOS VES PARA USO POLICIAL

A frota de veículos consiste em veículos novos e usados. Durante a sua vida útil, os veículos usados podem ser vendidos de volta aos distribuidores e vendidos no mercado secundário. Finalmente, os veículos em fim de vida são entregues nos pátios de sucata, onde são desmontados. (Oeckler, 2019).

Quando se analisa a adoção de veículos elétricos sob o ponto de vista financeiro, a economia de combustível é um dos fatores frequentemente destacados. No entanto, o custo-benefício total da utilização de VEs na PMDF precisa considerar não apenas o valor inicial de aquisição, mas também os custos ocultos, como a manutenção das baterias, a infraestrutura de recarga e os eventuais gastos com substituição de peças específicas. A experiência de outras corporações demonstra que os VEs, embora econômicos em termos de consumo energético, podem ter manutenção muito mais cara do que veículos de combustão interna. As baterias, por exemplo, são componentes que apresentam um custo elevado de substituição e, além disso, têm uma vida útil limitada.

Além dos custos financeiros, há também o risco de obsolescência tecnológica. Com o avanço acelerado da tecnologia de VEs, os modelos adquiridos pela PMDF podem tornar-se rapidamente ultrapassados, exigindo novas aquisições em um curto período de tempo, o que impacta negativamente a viabilidade financeira de uma transição para esse tipo de frota.

Nesse sentido, de acordo com Napoli (2024) acerca do alto custo de manutenção afirma que a questão não é exclusividade do Brasil e, mesmo em países com uma infraestrutura mais avançada, os carros elétricos despertam desconfiança. “Em janeiro de 2024, a locadora de veículos norte-americana Hertz anunciou a substituição de 20.000 carros elétricos por veículos a combustão. Entre os motivos citados para a mudança estão a falta de demanda dos clientes e os altos custos de manutenção dos eletrificados 100%” (Napoli, 2024, p.1).

O custo operacional de um VE varia conforme a utilização. Em seus estudos Pangoni (2023) observou que “quanto maior a distância percorrida diariamente, maior o custo operacional. Porém, quando isso é visto por quilômetro percorrido, o custo médio se reduz (Pandori, 2023, p. 117). Essa observação apresenta evidente vantagem diante de uma frota operacional que tem por característica, o uso do veículo para patrulhamento.

A adoção de veículos elétricos (VEs) como viaturas operacionais (VTRs) pela Polícia Militar do Distrito Federal (PMDF) alinha-se à agenda ESG, com potencial para gerar impactos positivos em aspectos econômicos e institucionais, ampliando seu valor público perante a sociedade.

Este estudo analisou se a substituição das viaturas tipo I por VEs traria benefícios, como melhoria na percepção pública, maior sensação de segurança e resposta mais eficiente a emergências. Por meio de uma avaliação abrangente das variáveis envolvidas, buscou-se confirmar ou refutar essa hipótese.

2.6 ESTUDOS CORRELATOS

Foram analisados vários estudos a fim de se encontrar resultados relacionados ao tema em estudo. Dessa forma, dentre os trabalhos analisados, destaca-se a pesquisa realizada por Araújo (2019). Neste trabalho, Araújo abordou o contexto de diferentes instituições que apresentam similaridades em relação à PMDF no que tange o gerenciamento de frota.

Nesse sentido, Araújo (2019) para embasar sua pesquisa científica realizou entrevista junto a Guarda Civil Municipal de São Paulo e consequentemente entrevistou o Sr. Ailton Rodrigues de Oliveira, DD. Inspetor Superintendente da Guarda Civil Municipal (GCM). A pesquisa visou avaliar a inclusão de veículos elétricos na frota da Polícia Militar, pois, a Guarda Civil Municipal utilizava 06 veículos elétricos em sua frota, sendo 4 veículos da empresa BYD e 2 veículos da empresa Mercedes-Benz. Sendo que tais veículos enquanto utilizados pela Guarda Municipal ainda não haviam apresentado qualquer defeito.

Segundo os levantamentos de Araújo, os modelos de veículos elétricos analisados pela GCM eram 03 sedans modelo E5 e 01 SUV

modelo E6, ambos da BYD, além de dois veículos compactos Smart da Mercedes-Benz.

Figura 4 – BYD modelo E5 Sedan - GCM SP



Ademais, na entrevista, Araújo apontou que a Prefeitura de São Paulo apresentou em 2017, dois veículos 100% elétricos doados pela BYD do Brasil para a Guarda Civil Metropolitana (GCM) para serem utilizados no patrulhamento do Parque Ibirapuera e da Praça da Sé. A doação dos quatro veículos, dois carregadores e sua instalação totalizaram aproximadamente R\$ 1,2 milhão.

O entrevistado de Araújo explica que em 2017, a Prefeitura de São Paulo recebeu dois veículos 100% elétricos da BYD, destinados ao patrulhamento de áreas como o Parque Ibirapuera e a Praça da Sé, com a doação totalizando cerca de R\$ 1,2 milhão, incluindo os veículos e os carregadores necessários. Quanto à manutenção, Oliveira destacou que os veículos elétricos apresentam menos falhas, permanecendo por mais tempo disponíveis para o serviço. No entanto, a substituição de peças, principalmente da suspensão, é um desafio devido ao processo de importação das peças, o que pode resultar em um tempo considerável de inatividade das viaturas restringindo ou até mesmo impedindo o uso contínuo das VTRs.

Figura 5 – BYD modelo E6 SUV - GCM SP



Nos dizeres de Araújo em entrevista com Oliveira (2020) a principal limitação dos veículos elétricos é sua autonomia. Afirma ainda que para as recargas, a GCM possui quatro eletropostos de recarga, sendo que na medida que a bateria alcança 40% ou no máximo 30% de autonomia, os motoristas já se encaminham para um posto onde é feita a recarga e é feita uma recarga a cada turno de trabalho.

Além dos problemas enfrentados com autonomia e recargas, outro problema a ser enfrentado nos VEs é a questão de seu desfazimento, pois, tais veículos são oriundos de um contrato de comodato. No contrato, não há a previsão de desfazimento pela prefeitura. Os veículos devem ser devolvidos à empresa fornecedora ao final do contrato.

No estudo realizado por Araújo (2020) são destacados dois pontos críticos que são essenciais para o uso de veículos elétricos (VE) na atividade operacional policial, ou seja, a necessidade de um planejamento adequado para a recarga dos veículos e a dificuldade de manutenção. A GCM, com seus dois carregadores para quatro veículos, não consegue carregar todos os carros simultaneamente, e uma falha no processo de recarga causou problemas de mobilidade. Além disso, a falta de peças de reposição para reparos, como na suspensão, pode deixar as viaturas fora de operação por meses já que não havia reposição dessas peças no Brasil.

Em outra entrevista realizada por Araújo (2020) com o engenheiro Gilson Vaccari, da empresa Engesig, especializada na

transformação de viaturas, Vaccari destacou o futuro promissor dos veículos elétricos, observando que, na Europa, esses veículos já são amplamente utilizados em funções como fiscalização de trânsito e ronda escolar.

De acordo com Araújo (2020) Vaccari apontou que as adaptações de veículos elétricos para atividades policiais são semelhantes às realizadas com veículos a combustão, mas exigem mais cuidados devido à tecnologia nova e pouco conhecida. Destacou ainda que, devido ao funcionamento de acessórios policiais, como sirenes e rádios, a autonomia dos veículos elétricos pode ser comprometida, necessitando, em alguns casos, de baterias maiores ou adicionais.

Araújo (2020) ainda esclarece que em sua entrevista Vaccari afirma que por serem veículos elétricos e apresentarem uma tecnologia pouco conhecida, para realizar este nível de adaptações, eles necessitam do apoio das montadoras no fornecimento de informações técnicas para que possam saber se esses tipos de veículos comportam a substituição ou a adição de uma bateria extra. Outro ponto citado por Araújo (2020) na referida entrevista é a limitação de autonomia das baterias e as dificuldades associadas à recarga. Ele destaca que a baixa autonomia, em torno de 300 km com 100% de carga, e o longo tempo necessário para recarregar o veículo são fatores críticos. Além disso, alguns veículos exigem pontos de recarga específicos, não podendo ser carregados em tomadas convencionais.

Em outra entrevista realizada por Araújo (2020) com o Secretário Municipal de Segurança, da Cidade de São José dos Campos, Sr. Devair Pietraroia, o entrevistado afirma para Araújo (2020) que o município de São José dos Campos optou por trocar 100% de sua frota operacional de veículos a combustão para os totalmente eletrificados, sendo que julgam o resultado como extremamente satisfatório. De acordo com Araújo (2020) o Secretário ainda afirmou que os elétricos apresentam melhores resultados, comparando os atuais veículos com a antiga frota a combustão, esses ficavam em média 30 dias por ano parados em manutenção, enquanto os elétricos já rodam a quinze meses e não tivemos problemas.

Deste modo, foi possível observar no estudo realizado por Araújo (2020) que a implementação de veículos elétricos nas atividades operacionais de segurança pública, especificamente nas forças policiais, revela tanto os potenciais benefícios quanto os desafios que

surtem com a adoção dessa tecnologia. Embora os veículos elétricos ofereçam uma série de vantagens, como menores custos com manutenção e menor impacto ambiental, diversos obstáculos ainda precisam ser superados para garantir sua plena integração nas operações policiais.

Observou-se que a experiência da Guarda Civil Municipal de São Paulo, que já utiliza veículos elétricos em sua frota, mostra que, embora os carros tenham apresentado boa performance e menor número de falhas, questões como autonomia limitada, dificuldades na recarga e desafios na manutenção, especialmente com a falta de peças de reposição, são pontos críticos. Além disso, o alto custo de adaptação dos veículos e a necessidade de maior suporte técnico das montadoras para realizar essas modificações ressaltam a complexidade do processo.

No entanto, a experiência de cidades como São José dos Campos, que já realizaram a transição para uma frota 100% elétrica, demonstra que a adoção de veículos elétricos pode ser vantajosa a longo prazo, desde que haja um planejamento adequado para lidar com as limitações de autonomia e infraestrutura de recarga.



3

3

METODOLOGIA

Para a adoção do método utilizado neste estudo, primeiramente se fez necessário compreender que a Polícia Militar do Distrito Federal está presente no artigo 144 § 5º da Constituição Federal no qual estabelece que cabem às Polícias Militares a polícia ostensiva e a preservação da ordem pública.

A Estrutura da PMDF é formada pelo Comando-Geral, os órgãos de apoio e órgãos de execução, que são basicamente representados pelos Batalhões presentes nas cidades. A estes é obrigação exercerem através do emprego de tropa, a atividade operacional cotidiana e inerente do policiamento ostensivo. Sendo assim, cabe ao policial militar várias competências que devem ser realizadas rotineiramente por seus soldados em exercício.

A atividade operacional consiste basicamente em ações de policiamento ostensivo, realizando patrulhamento preventivo, atendimento de ocorrências, a partir de iniciativa de intervenção e de pedidos formulados diretamente pela comunidade ou mediante empenho pelo sistema de teleatendimento de emergência policial (190), além de ações para o restabelecimento e preservação da ordem pública.

Tais atribuições são estabelecidas no Decreto Nº 10.443, de 28 de julho de 2020, que dispõe sobre a organização da polícia militar do DF e de suas competências. Segundo o Decreto, compete à PMDF:

Planejar, coordenar e dirigir a execução de polícia ostensiva e a preservação da ordem pública. Executar, com exclusividade, o policiamento ostensivo fardado, planejado pela autoridade competente, a fim de assegurar: a) - O cumprimento da Lei; b) - A Manutenção da ordem pública; e c) - O exercício dos poderes constituídos (Decreto Nº 10.443, de 28 de julho 2020).

No mesmo sentido, cabe destacar que para o exercício das atividades operacionais a PMDF no artigo 2º de sua portaria 752 de 2011 estabelece que as viaturas serão classificadas em 04 tipos sendo: “Tipo I: viaturas operacionais – utilizadas nas atividades de polícia ostensiva e de preservação da ordem pública” (portaria PMDF 752). Dentro deste tipo, há dois grupos de veículos, sendo o grupo A das viaturas

ostensivas, que são destinadas ao policiamento ostensivo, e o grupo B destinado às viaturas veladas – aplicadas ao policiamento velado e ao serviço de inteligência. Ainda com o objetivo de melhor gestão e aprimoramento de gestão, após estudos realizados pelo Estado Maior da PMDF publica-se a portaria 1037 que estabelece e padroniza as especificações técnicas de veículos motorizados adequados ao serviço policial. Em seu artigo Art. 3º a portaria 1037 nos fala o seguinte:

Art. 3º - Os veículos policiais militares de caráter ostensivo na PMDF obedecerão aos modelos elencados abaixo, cujos conceitos, especificações técnicas e descritivos encontram-se detalhados nos anexos I, II, III e IV, que são partes integrantes da presente portaria: §1º Veículo de Patrulha e Interceptação – (VPI): Veículos do tipo sedan médio; §2º Veículo de Patrulha e Cerco – (VPC): Veículos do Tipo SUV no mínimo 4x2; §3º Veículos de Suporte Operacional – (VSO): Veículos do tipo caminhonete 4x4 (PMDF - Portaria 1037).

Em resumo entende-se que a atividade operacional de policiamento ostensivo tem como ferramenta o uso de veículos ou como são chamadas dentro do meio policial, viaturas policiais (VTR's). Dentro da PMDF, essas VTR's são divididas em quatro tipos, dentre eles as de tipo I para uso operacional que por sua vez, possuem subdivisão baseada nas características técnica para aplicação em Veículos de Patrulha e Interceptação (VPI), Veículos de patrulha e Cerco (VPC) e Veículos de Suporte Operacional – (VSO).

Deste modo, a fim de verificar se a aquisição de VEs para o desempenho da atividade operacional é capaz de substituir com eficiência os veículos de tipo I da frota operacional da PMDF, foram necessários a utilização do método de revisão bibliográfica a fim de construir o referencial teórico além da realização de uma pesquisa de campo com vistas a analisar o perfil comportamental e operacional de usuários de viaturas policiais.

Nesse sentido, é imperioso destacar que a pesquisa científica apresenta várias modalidades, sendo uma delas a pesquisa bibliográfica sendo utilizada na presente dissertação na construção do referencial teórico. Assim, a pesquisa bibliográfica segundo o entendimento de Fonseca (2002) se dá da seguinte maneira:

[...] a partir do levantamento de referências teóricas já analisadas, e publicadas por meios escritos e eletrônicos, como livros, artigos científicos, páginas de web sites. Qualquer trabalho científico inicia-se com uma pesquisa bibliográfica,

que permite ao pesquisador conhecer o que já se estudou sobre o assunto. Existem, porém, pesquisas científicas que se baseiam unicamente na pesquisa bibliográfica, procurando referências teóricas publicadas com o objetivo de recolher informações ou conhecimentos prévios sobre o problema a respeito do qual se procura a resposta (Fonseca, 2002, p. 32).

Assim, pode-se então extrair que a revisão bibliográfica consiste em um arranjo de informações e dados contidos em diversos documentos, tais como: artigos, dissertações, livros publicados; dentre outros que venham colaborar no desenvolvimento da pesquisa científica (Fonseca, 2002, p. 32).

Através da coleta de dados, foram pesquisadas fontes bibliográficas cujo conteúdo fosse suficiente para fundamentar a viabilidade deste estudo, servindo de base para a propositura da pesquisa.

No que tange a sua natureza, a metodologia de pesquisa realizada possui natureza qualitativa efetuada por meio da análise do perfil comportamental e operacional de usuários de viaturas policiais. No passo em que também foram realizadas entrevistas com os policiais militares usuários de viaturas operacionais.

A escolha da metodologia de pesquisa é crucial para garantir a qualidade e a validade do estudo sobre a adoção de viaturas elétricas para o serviço operacional da Polícia Militar. Dada a natureza multifacetada do problema e a necessidade de coletar dados de diversas fontes para sua contextualização, faz necessário uma abordagem metodológica de caráter misto que combine métodos quantitativos e qualitativos, tornando capaz de observar o fenômeno das implicações da adoção de veículos elétricos (VEs) com profundidade. Uma abordagem nestes moldes, possibilitará uma avaliação apropriada entre os veículos elétricos e os veículos de combustão interna em termos de desempenho, custos, aplicabilidade operacional e seu resultado na percepção pública. Uma boa contextualização deste fenômeno é fundamental para responder às perguntas de pesquisa e testar a hipótese.

Diante disso, cabe destacar a proposta de Yin (2015, p17), quando estabelece que um estudo de caso é “uma investigação empírica que busca compreender um fenômeno contemporâneo em profundidade e em seu contexto de mundo real”.

Yin (2015) afirma que os estudos de caso são preferidos quando se busca compreender "como" ou "por que" certos fenômenos ocorrem, especialmente em contextos nos quais o pesquisador tem pouco controle sobre os eventos e o foco está em fenômenos contemporâneos inseridos em contextos da vida real.

Além disso, Godoy (2006) destaca que o estudo de caso é uma estratégia de pesquisa que permite a investigação de uma unidade específica, como um indivíduo, um grupo ou uma organização, de maneira detalhada e profunda, utilizando múltiplas fontes de evidência.

Portanto, adotar a estratégia de Estudo de Caso, é plenamente viável para o estudo proposto, pois permite a análise profunda do fenômeno, empregando-se diferentes técnicas de pesquisa.

Yin (2015, p. 53). discute as diferentes estratégias de abordagem em estudos de caso, as quais variam conforme o número de casos estudados e unidades de análise. Segundo o autor, existem quatro tipos de projetos resultantes de estudos de caso: projetos de caso único holístico (tipo 1), projetos de caso único integrados (tipo 2), projetos de casos múltiplos holísticos (tipo 3) e projetos de casos múltiplos integrados (tipo 4).

Sendo assim, o estudo de casos múltiplos se apresenta como a abordagem indicada para esta pesquisa, já que compreende estudos de alguns casos independentes entre si, mas desenvolvidos com o mesmo propósito.

3.1 COLETA E TRATAMENTO DOS DADOS

Para o estudo do tema proposto, a viabilidade da implementação de veículos elétricos como viaturas operacionais da Polícia Militar do Distrito Federal, este pesquisador abordou duas fontes de evidência, que são:

- 1. Entrevistas semiestruturadas voltadas a gestores de frotas veiculares privados e de instituições públicas como a PMDF e outras instituições similares, em especial aquelas que tem uso de veículos elétricos;**
- 2. Levantamento, envolvendo a aplicação de questionários junto a uma amostragem dos condutores de viaturas operacionais da PMDF;**

A pesquisa atingiu a amostragem voluntária de 232 usuários de viaturas policiais operacionais em quatro grupos diferentes de usuários (BOPE, ROTAM, Policiamento de Área e Grupo Tático Operacional-GTOP) pertencentes a quatro unidades policiais distintas, sendo dois batalhões de policiamento especializado e dois batalhões com responsabilidade de área.

Os dados extraídos das respostas obtidas nos questionários aplicados forneceram insights valiosos sobre o uso de viaturas em operações policiais, com foco no uso do veículo como uma ferramenta dos policiais durante suas atividades policiais, lançando alguma luz a pontos relacionados ao desgaste do veículo, segurança e rotinas operacionais. O resultado final da pesquisa visa demonstrar os desafios e viabilidade da utilização de veículos elétricos na atividade operacional da PMDF, dados estes que serão apresentados no tópico de resultados.

No Brasil até o ano de 2024, já há alguns estudos realizados por corporações policiais para a adoção de veículos elétricos (VEs) para uso na frota operacional. Assim, a obtenção de informações por meio de outra fonte de evidência, através do que chamados de fontes abertas, ofereceu resultados empíricos significativos, especialmente ao considerar a experiência de utilização de VEs em frotas policiais europeias, que já utilizaram esses veículos há alguns anos.

Uma análise documental representou uma parte substancial do trabalho, envolvendo a revisão de legislações internas, relatórios técnicos, estudos anteriores e suas implicações. Essa análise ofereceu uma compreensão mais profunda das percepções da sociedade em relação à Polícia Militar e à adoção de viaturas elétricas para uso operacional, bem como insights provenientes de estudos de outras corporações que já adotaram VEs em suas frotas.

Ao buscar dados sobre manutenções corretivas comuns na manutenção das viaturas policiais junto ao Centro de Manutenção da PMDF, possibilitou uma análise inicial dos custos de aquisição e manutenção, eficácia, eficiência, bem como uma projeção da operacionalização das viaturas elétricas em comparação com as viaturas a combustão. Isso ajudou a determinar a viabilidade de uma possível transição.

3.2 DETALHAMENTO DA ANÁLISE DOCUMENTAL

A análise documental constituiu a primeira etapa metodológica desta pesquisa, fornecendo um arcabouço teórico e técnico essencial para avaliar a viabilidade dos VEs na PMDF. Conforme detalhado no Quadro 1, este processo envolveu a revisão sistemática de múltiplas fontes primárias e secundárias: desde relatórios técnicos do Centro de Manutenção da PMDF (CMAN) até legislações institucionais, estudos de viabilidade e experiências documentadas de outras corporações policiais. Esta triangulação de fontes permitiu mapear não apenas os aspectos técnicos e operacionais dos VEs (como autonomia, infraestrutura de recarga e desempenho em terreno acidentado - temas posteriormente validados nas entrevistas e questionários), mas também seus impactos financeiros e institucionais. A análise focou particularmente em identificar padrões de manutenção, custos comparativos e casos de sucesso/falha na adaptação de VEs a contextos policiais, estabelecendo assim parâmetros concretos para a fase empírica da pesquisa. Os documentos analisados, especialmente os laudos do CMAN sobre a frota atual, revelaram dados críticos sobre a frequência de reparos em componentes inferiores dos veículos - informação crucial para avaliar os riscos da localização das baterias dos VEs, como discutido mais à frente.

Quadro 1 – Análise Documental	
ANÁLISE DOCUMENTAL	
Ações	Analisou documentos, estudos anteriormente realizados, laudos de avaliação, legislações internas, relatórios técnicos e de manutenção relativos ao emprego de veículos elétricos (VEs).
Fontes	Relatórios, legislações, fontes abertas, estudos técnicos de viabilidade, relatórios de manutenção do Centro de Manutenção da PMDF (CMAN) e outras instituições;
Objetivo proposto	Identificar fatores relacionados ao uso de veículos elétricos como Viaturas Policiais (VTR) operacionais, buscando observar quais as vantagens e desvantagens de sua aplicação bem como aspectos de segurança, financeiro e desempenho operacional.

Fonte: elaboração própria

3.3 LEVANTAMENTO POR MEIO DE QUESTIONÁRIOS

Um levantamento estruturado por meio de questionários eletrônicos foi disponibilizado entre os meses de agosto a outubro de 2024 aos usuários das viaturas operacionais em 04 (quatro) Batalhões da Polícia Militar do DF, obtendo a adesão de 232 respondentes. Tal levantamento objetivou coletar dados sobre o uso atual das viaturas, comportamento operacional, tempo de utilização durante o serviço e impressões dos usuários sobre a eventual adoção de VEs. O Quadro abaixo apresenta mais detalhes:

Quadro 2 – Objetivos e Ações relativos à Aplicação do Questionário	
APLICAÇÃO DE QUESTIONÁRIO	
Ações	<p>Aplicar questionário estruturado:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Questionário com questões objetivas e questões abertas que procure identificar aspectos comportamentais do motorista de viatura, bem como sua percepção de veículos elétricos.
Fontes	Survey (questionário) disponibilizado por meio eletrônico e difundido no âmbito aos batalhões de área e unidades especializadas, destinados a preenchimento por efetivo policial, em especial os condutores de Viaturas (VTR) Operacionais no âmbito da PMDF.
Objetivos propostos	<p>Captar o comportamento operacional dos condutores de Viaturas Operacionais de Polícia, quando em ocorrência e em patrulhamento, visando identificar o nível de stress e desgaste a qual a VTR é submetida no serviço operacional da corporação.</p> <p>Elencar eventuais características deste comportamento operacional dos condutores utilizando VEs.</p> <p>Verificar a percepção e aceitação dos VEs como VTR.</p>

Fonte: elaboração própria

Quadro 3 – Detalhamento do Questionário	
CARACTERÍSTICAS DO QUESTIONÁRIO	
Seleção dos participantes	A aplicação do questionário foi destinada a policiais militares que atuam na atividade operacional de policiamento ostensivo ou velado, bem como a policiais de unidades especializadas da PMDF como ROTAM;

Aspectos Abordados	<p>Foi constituído por questões objetivas que buscaram:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Captar características comportamentais durante o serviço; 2. Identificar condutas que possam gerar potencial prejuízo ao serem desempenhadas atividades operacionais de policiamento com veículos elétricos; <p>Questões abertas que possibilitaram captar informações e percepções dos policiais sobre o exercício de suas atividades operacionais com veículos elétricos. (Exemplo: Apresente sua visão do uso de VEs em sua atividade; O que uma viatura elétrica afetaria sua atividade operacional?);</p>
--------------------	--

Fonte: elaboração própria

3.4 ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA

De acordo com Castro e Oliveira (2022, p.32) a entrevista surge como um dos métodos à disposição do pesquisador no momento de decisão da relevância do método investigativo a ser priorizado em determinado momento ou propósito de pesquisa. Ainda de acordo com Castro e Oliveira (2022, p.33) a entrevista semiestruturada desempenha um papel fundamental no âmbito acadêmico e pode ocorrer em estratégias de pesquisas mistas, de acordo com a conveniência do pesquisador, para atingir diretamente os objetivos traçados ou validar resultados obtidos.

Além disso, esse tipo de entrevista oferece a oportunidade de capturar dados qualitativos valiosos, como opiniões, experiências e percepções individuais, que poderiam não ser identificados por métodos puramente quantitativos.

Um dos principais benefícios dessa abordagem é a capacidade de coletar informações detalhadas e contextualizadas sobre o uso de veículos em frotas de grande porte. Esses *insights* podem enriquecer de forma significativa a compreensão do fenômeno estudado, fornecendo uma visão mais completa das práticas, desafios e oportunidades enfrentados pelos gestores de frotas veiculares no contexto atual. Ao mergulhar nas experiências e percepções dos gestores, é possível obter uma visão mais holística do cenário em que operam. Isso não só ajuda a identificar boas práticas e áreas de sucesso, mas também destaca desafios específicos que precisam ser superados, como questões de infraestrutura de recarga, custos operacionais e mudanças nas regulamentações ambientais.

Quadro 4 – Objetivos e Ações Relativos às Entrevistas

ENTREVISTAS SEMIESTRUTURADAS	
Ações	Aplicada entrevista semiestruturada que versa sobre a gestão de frota veicular, captando aspectos de infraestrutura, economicidade, manutenção preventiva e corretiva.
Fontes	Gestores de frotas institucionais (PMDF, PMESP e PRF), e frotas privadas como uso de veículos elétricos em sua frota;
Objetivos propostos	<p>Identificar principais características na gestão de frota de veículos a combustão interna e quando disponíveis também ao VEs, assim como identificar dificuldades e oportunidades.</p> <p>Possibilitar ainda encontrar informações subjacentes quanto às outras informações evidenciadas.</p> <p>Identificar a percepção positiva ou negativa do gestor envolvido no assunto.</p>

Fonte: elaboração própria

Quadro 5 – Detalhamento das Entrevistas Semiestruturadas

CARACTERÍSTICAS DA ENTREVISTA	
Seleção dos entrevistados	A entrevista foi destinada a profissionais que atuam na gestão de frotas veiculares em empresas ou instituições públicas, quais sejam: PMDF, PRF, PF e instituição particular 2P Health Care;
Aspectos Abordados	<p>Foi constituída por questões abertas que buscaram identificar:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Principais dificuldades; 2. Índices de manutenção e custos operacionais; 3. Avaliação de desempenho do emprego da frota; 4. Principais diferenças da gestão de frota Energética/Combustão; 5. Aspectos relevantes para a adoção de veículos elétricos; Eficiência e adequação às atividades operacionais.

Fonte: elaboração própria

3.5 FONTES DE EVIDÊNCIA E ESTRATÉGIA DE ANÁLISE

O processo de coleta de dados em estudos de caso, conforme Yin (2015) é complexo e requer versatilidade metodológica, além da captação de dados diversificada para garantir a qualidade dos resultados. A multiplicidade de fontes de informação permite o

desenvolvimento de linhas convergentes de investigação, tornando as descobertas e conclusões mais convincentes e precisas.

Da mesma forma, na pesquisa, a triangulação busca obter uma perspectiva mais completa e precisa do fenômeno estudado ao analisar o mesmo tema ou questão a partir de diferentes ângulos ou perspectivas. A triangulação de fontes de evidência será essencial para identificar padrões, analisar hipóteses e fundamentar a base teórica relacionada ao tema da pesquisa.

Portanto, a adoção de diferentes tipos de fontes de evidência mencionadas anteriormente, ajudará a confirmar as conclusões obtidas, oferecendo uma visão mais abrangente e confiável do objeto de estudo, resultado de um robusto banco de dados para análise e avaliação das implicações da substituição das Viaturas Operacionais da PMDF por veículos elétricos (VEs).



4

4

ANÁLISE DOS RESULTADOS

O estudo envolveu uma análise detalhada da viabilidade de Veículos Elétricos (VEs) na Polícia Militar do Distrito Federal, incluindo revisão bibliográfica, análise de entrevistas captadas com agentes governamentais, estudo de caso em outras instituições policiais e avaliação dos impactos operacionais, financeiros e institucionais. Foram investigadas questões de infraestrutura de recarga, custo-benefício, sempre cruzando com a necessidade de garantir eficiência à segurança pública.

4.1 RESULTADOS DA ANÁLISE DOCUMENTAL

4.1.1 A ATIVIDADE OPERACIONAL DA POLÍCIA MILITAR E SUA FROTA MOTORIZADA

A Polícia Militar do Distrito Federal está presente no artigo 144 § 5º da Constituição Federal no qual estabelece que cabem às Polícias Militares a polícia ostensiva e a preservação da ordem pública. A Estrutura da PMDF é formada pelo Comando-Geral, os órgãos de apoio e órgãos de execução, que são basicamente representados pelos Batalhões presentes nas cidades. A estes é obrigação exercerem através do emprego de tropa, a atividade operacional cotidiana e inerente do policiamento ostensivo. Sendo assim, cabe ao policial militar várias competências que devem ser realizadas rotineiramente por seus soldados em exercício. A atividade operacional consiste basicamente em ações de policiamento ostensivo, realizando patrulhamento preventivo, atendimento de ocorrências, a partir de iniciativa de intervenção e de pedidos formulados diretamente pela comunidade ou mediante empenho pelo sistema de teleatendimento de emergência policial (190), além de ações para o restabelecimento e preservação da ordem pública.

Tais atribuições são estabelecidas no Decreto Nº 10.443, de 28 de julho de 2020, que dispõe sobre a organização da polícia militar do DF e de suas competências. Segundo o Decreto, compete à PMDF:

Planejar, coordenar e dirigir a execução de polícia ostensiva e a preservação da ordem pública. Executar, com exclusividade, o

policamento ostensivo fardado, planejado pela autoridade competente, a fim de assegurar: a) - O cumprimento da Lei; b) - A Manutenção da ordem pública; e c) - O exercício dos poderes constituídos (Decreto N° 10.443, de 28 de julho 2020).

Desde a antiguidade a mobilidade é uma necessidade para as forças de segurança e defesa. Nos dias de hoje a viatura policial é uma importante ferramenta para a atuação operacional de patrulhamento dos espaços públicos em nosso país. É o ambiente de trabalho do policial e deve proporcionar a esse profissional segurança, conforto e vantagem operacional para que ele possa desenvolver adequadamente sua missão constitucional. Para tanto, um veículo policial, para atender satisfatoriamente seus objetivos, deve possuir bom desempenho em diversos terrenos e situações cotidianas da atividade operacional.

Para o exercício destas atividades operacionais a PMDF no artigo 2º de sua portaria 752 de 2011 estabelece que as viaturas serão classificadas em 04 tipos sendo: “Tipo I: viaturas operacionais – utilizadas nas atividades de polícia ostensiva e de preservação da ordem pública” (portaria PMDF 752). Dentro deste tipo, há dois grupos de veículos, sendo o grupo A das viaturas ostensivas, que são destinadas ao policiamento ostensivo, e o grupo B destinado às viaturas veladas – aplicadas ao policiamento velado e ao serviço de inteligência. Ainda com o objetivo de melhor gestão e aprimoramento de gestão, após estudos realizados pelo Estado Maior da PMDF publica-se a portaria 1037 que estabelece e padroniza as especificações técnicas de veículos motorizados adequados ao serviço policial. Em seu artigo Art. 3º a portaria 1037 nos fala o seguinte:

Art. 3º - Os veículos policiais militares de caráter ostensivo na PMDF obedecerão aos modelos elencados abaixo, cujos conceitos, especificações técnicas e descritivos encontram-se detalhados nos anexos I, II, III e IV, que são partes integrantes da presente portaria: §1º Veículo de Patrulha e Interceptação – (VPI): Veículos do tipo sedan médio; §2º Veículo de Patrulha e Cerco – (VPC): Veículos do Tipo SUV no mínimo 4x2; §3º Veículos de Suporte Operacional – (VSO): Veículos do tipo caminhonete 4x4 (PMDF - Portaria 1037).

Em resumo podemos entender que a atividade operacional de policiamento ostensivo tem como ferramenta o uso de veículos ou como são chamadas dentro do meio policial, viaturas policiais (VTR's). Dentro da PMDF, essas VTR's são divididas em quatro tipos, dentre eles as de tipo I para uso operacional que por sua vez, possuem subdivisão

baseada nas características técnicas para aplicação em Veículos de Patrulha e Interceptação (VPI), Veículos de patrulha e Cerco (VPC) e Veículos de Suporte Operacional – (VSO).

Assim exposto, o objetivo do trabalho é verificar se a aquisição de VEs para o desempenho da atividade operacional é capaz de substituir com eficiência os veículos de tipo I da frota operacional da PMDF.

4.2 RESULTADOS DO LEVANTAMENTO POR MEIO DE QUESTIONÁRIOS

4.2.1 PERFIL COMPORTAMENTAL E OPERACIONAL DE USUÁRIOS DE VIATURAS POLICIAIS

Objetivando captar como o usuário dos veículos operacionais usam essa ferramenta, foi aplicado um questionário a uma amostragem com participação voluntária em efetivo operacional de quatro batalhões da PMDF sendo, dois deles, com responsabilidade de área, a atividade mais comum de policiamento da PMDF e os outros dois desempenhando atividade especializada por todo o Distrito Federal.

As unidades de área aqui citadas, são dois Batalhões da PMDF que atuam de forma corriqueira e constante no policiamento de uma ou mais Regiões Administrativas próximas, a exemplo do 25º BPM que atua na segurança do Núcleo Bandeirante, Candangolândia e Park Way. Os batalhões de área possuem diferentes formas de aplicação do policiamento. Nas unidades de área, responsáveis pelo policiamento ostensivo rotineiro, o questionário foi aplicado ao efetivo de patrulhamento motorizado, efetivo mais comum e plenamente empregado em todas as unidades da Polícia Militar e os Grupos Tático Operacional (GTOP).

O GTOP, (Grupo Tático Operacional) presente em todos os Batalhões da PMDF que tem responsabilidade de área. “é uma tropa especializada de cada batalhão local, criado com o intuito de oferecer uma rápida resposta a ocorrências que exigem um tratamento especializado, garantindo um pronto atendimento, já que a equipe é conhecedora do terreno de cada Região Administrativa” (PMDF, 2020).

O Batalhão de ROTAM da PMDF tem como missão o patrulhamento tático motorizado em apoio às unidades PMDF e no

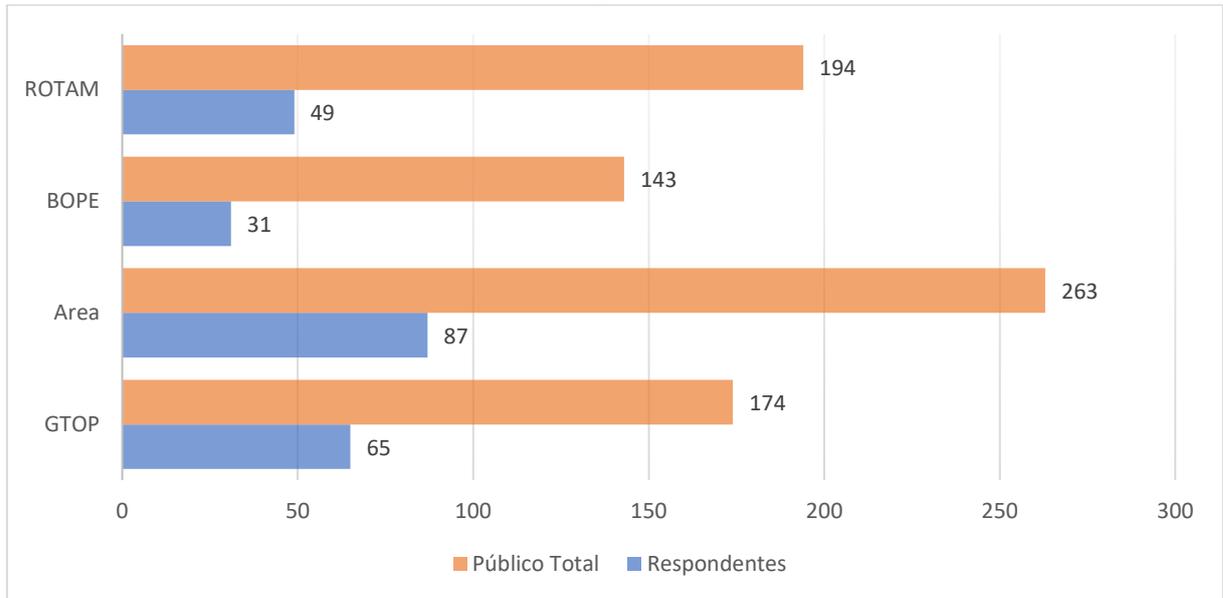
combate ao crime. O Batalhão de ROTAM tem como missão o apoiar tática e operacionalmente unidades de área da PMDF. Com efetivo policial treinado em curso específico, é capaz de atuar mais prontamente no combate ao narcotráfico, ao crime organizado e a ações criminosas mais agressivas. Atua também na participação em grandes eventos, jogos, shows e manifestações no centro de Brasília.

O Batalhão de Operações Policiais Especiais (BOPE) é a unidade de elite da Polícia Militar do Distrito Federal (PMDF). Seu efetivo é composto por um grupo seletivo de Policiais Militares, disciplinados e altamente treinados, para situações de alto risco e extremo rigor. Trata-se de uma Unidade Policial Militar responsável pela realização, com exclusividade, das atividades policiais e de segurança pública complexas e que requeiram um alto grau de especialização de seus profissionais, uso e emprego de técnicas, táticas, armas e equipamentos policiais especiais, dentre elas, o resgate tático de reféns e as ações de detecção, isolamento e desativação de artefatos explosivos (PMDF, 2015)

A amostragem, conforme mostra o Gráfico 1, atingiu 232 usuários de viaturas policiais operacionais em quatro grupos diferentes de usuários (BOPE, ROTAM, Policiamento de Área e o Grupo Tático Operacional-GTOP). Destaca-se que o universo de potenciais respondentes remete ao número de 774 policiais.

Dessa forma, as 232 respostas ao questionário correspondem a 53,08% do universo considerado, desta forma, remete a uma confiabilidade maior que 94,51% de acordo com a fórmula de Slovin. A margem de erro (e) é aproximadamente **5,49%**.

Gráfico 1 – Público Participante do Questionário

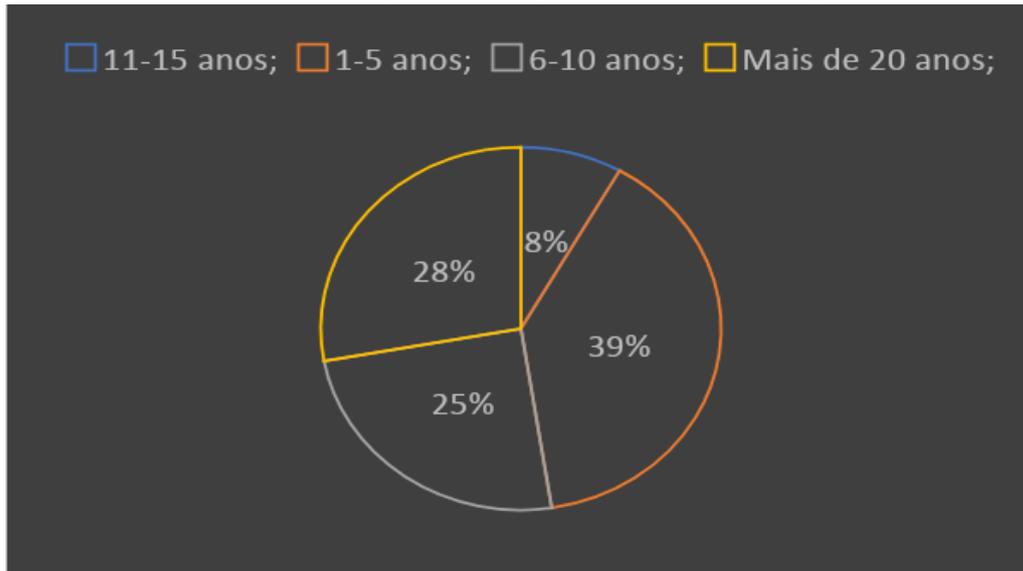


Os dados extraídos das respostas obtidas nos questionários aplicados forneceram *insights* valiosos sobre o uso de viaturas em operações policiais, com foco no uso do veículo como uma ferramenta dos policiais durante suas atividades policiais, lançando alguma luz a pontos relacionados ao desgaste do veículo, segurança e rotinas operacionais. A este público, foram indagados temas como seu tempo de experiência na atividade policial, comportamento no uso operacional da VTR, Envolvimento ou não em acidentes com a VTR, Rotina de Serviço. Os dados são detalhados mais à frente.

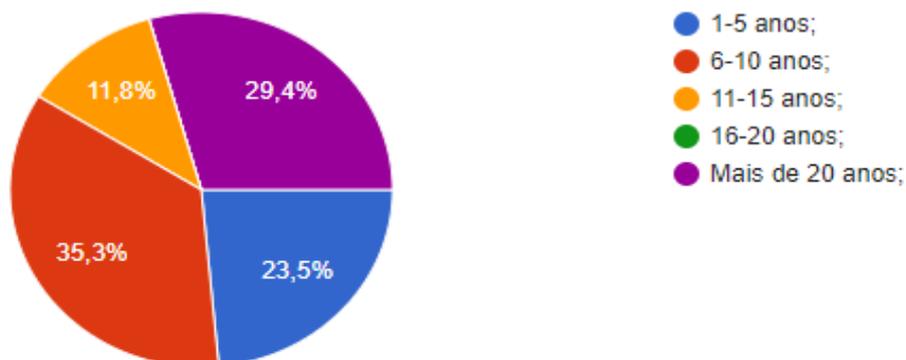
4.2.2 TEMPO DE SERVIÇO E EXPERIÊNCIA PROFISSIONAL POLICIAL

Os questionários indicam que a maioria dos usuários tem entre 6 a 10 anos de serviço, o que demonstra um nível considerável de experiência com viaturas, tanto em unidades especializadas (como ROTAM e BOPE), bem como no policiamento de duas unidades com área (1º BPM e do 8º BPM).

Observando as informações obtidas nas pesquisas, entende-se que sob o aspecto de tempo de serviço a maior parte da amostragem, possui uma média de 1 a 5 anos de serviço, seguidos por experiências de mais de 20 anos. Tal informação indica um nível intermediário/elevado de familiaridade e experiência com o uso de viaturas em operações já que mais de 65% da amostragem possui acima de 6 anos de serviço policial militar.

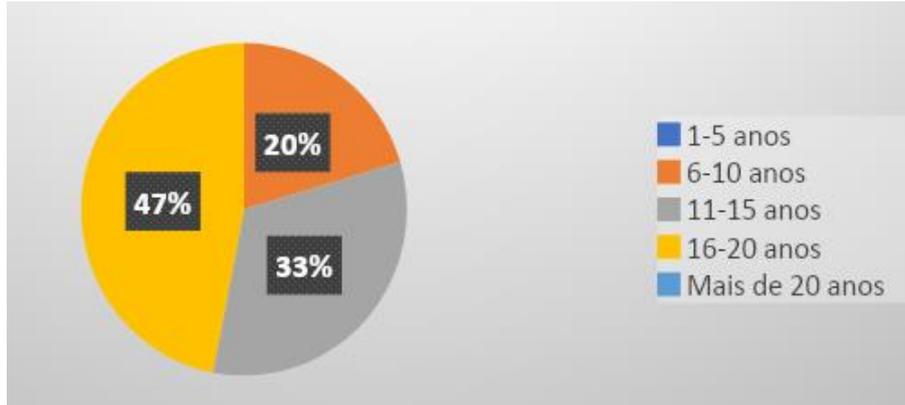
Gráfico 2 – Tempo de Serviço Geral da Amostragem

Quando observamos em separado os dados dos policiais que atuam nos GTOPs das unidades de área, a maior concentração de tempo de serviço, ficando entre 6 a 10 anos de atividade policial.

Gráfico 3 – Qual o seu tempo de serviço na PMDF? (GTOP)

Quando falamos das unidades especializadas, ROTAM e BOPE, os dados da amostragem revelam que 47% dos usuários de viaturas possuem entre 16 a 20 anos de serviço, seguidos por 33% de 11-15 anos de serviço e 20% entre 6 a 10 anos. Estes números indicam um nível mais elevado de familiaridade e experiência com o uso de viaturas em operações críticas e de alta complexidade.

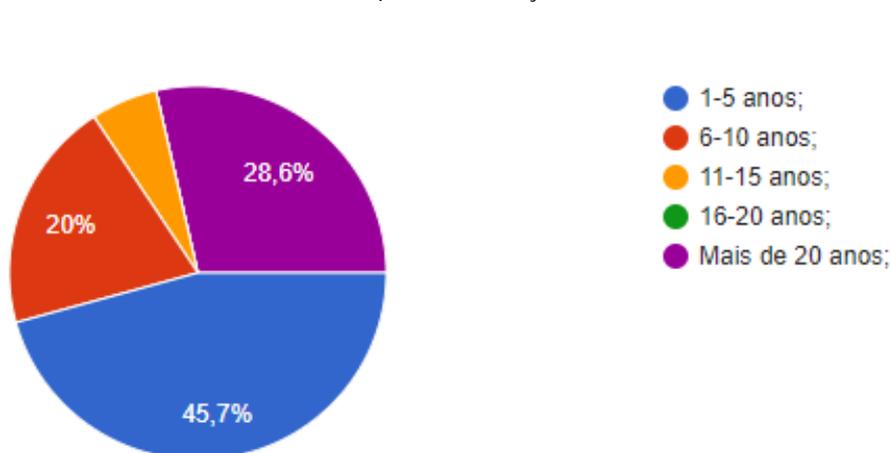
Gráfico 4 – Tempo de Serviço - ROTAM



Fica facilmente compreensível estes números ao analisarmos o perfil do próprio policial que é integrante destas unidades, já que devido à natureza de operações táticas e de resposta rápida ou da atividade complexa de Operações Especiais, exigem policiais com maturidade profissional e especializações através de cursos, que acabam por consolidar aquele profissional ao longo de anos de atuação em campo.

Nas unidades de área, como o 1º BPM e o 8º BPM, predominam policiais com 1 a 5 anos de serviço (45,7%). Essas unidades servem como porta de entrada para recém-ingressos na corporação, focando no atendimento às comunidades locais. Nessas unidades, os policiais em início de carreira ganham experiência no policiamento preventivo, enquanto sob supervisão e a comando de policiais com mais tempo na atividade operacional. Assim estes policiais mais novos, atuando em uma cidade específica, onde adquirem experiência prática no policiamento preventivo e cotidiano.

Gráfico 5 – Tempo de Serviço – VTRs de Área



Estas informações traduzem em parte uma política prática que é comum dentro da corporação de que as unidades de área (BPMs com responsabilidade de área) têm prioridade de recomposição de efetivo para melhor servir a comunidade bem como servem, em muito, como porta de entrada para policiais recém-ingressos na corporação.

4.2.3 EXPERIÊNCIA E COMPORTAMENTO OPERACIONAL

A experiência no serviço tem um impacto significativo no comportamento dos policiais durante operações. Os policiais com mais de 20 anos de serviço tendem a maior capacidade de autocontrole, tomada de decisões assertivas em situações de pressão, e uma compreensão mais profunda das dinâmicas sociais envolvidas no policiamento comunitário. Essa análise também evidencia como o comportamento operacional pode variar de acordo com a unidade em que o policial está alocado.

Enquanto os veteranos com treinamento em unidades especializadas são mais aptos a realizar ações táticas de alto risco, os policiais mais jovens nas unidades de área estão em uma fase de maior aprendizado e adaptação pela vivência empírica que as situações operacionais proporcionam, o que é fundamental para seu crescimento e eficiência operacional futura. O tempo de serviço contribui diretamente para o aprimoramento de habilidades cognitivas e emocionais, permitindo que esses profissionais lidem de forma mais eficaz com situações de alta pressão (Duarte; Machado, 2018).

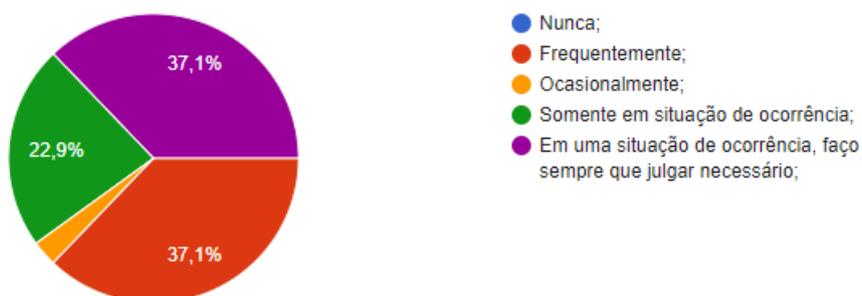
Outro objetivo do questionário era o de levantar informações sobre o comportamento operacional do policial diante do uso da ferramenta viatura em sua atividade operacional.

O Código de Trânsito Brasileiro -CTB estabelece em seu artigo 29, inciso VII, que, desde que estejam em situação de urgência, os veículos destinados ao policiamento, ao uso por bombeiros, as ambulâncias e os de fiscalização e operação de trânsito têm prioridade no trânsito e podem circular livremente.

“VII - os veículos destinados a socorro de incêndio e salvamento, os de polícia, os de fiscalização e operação de trânsito e as ambulâncias, além de prioridade no trânsito, gozam de livre circulação, estacionamento e parada, quando em serviço de urgência, de policiamento ostensivo ou de preservação da ordem pública” (Lei nº 9.503/97, art.29, inc. VII).

Ao serem questionados sobre a frequência com que excedem o limite de velocidade ou transpõem obstáculos como canteiros centrais e meio-fio durante o turno de serviço, os dados (gráfico 6) sugerem que a preocupação com a resposta rápida às ocorrências de emergência supera, em muitos casos, o compromisso com o cumprimento das regras de trânsito. Esse comportamento reflete a pressão constante sobre o policial para atender prontamente aos chamados de emergência, uma demanda tanto interna quanto externa.

Gráfico 6 – Frequência em Exceder a Veloc. da Via ou Transp. de Obstáculos

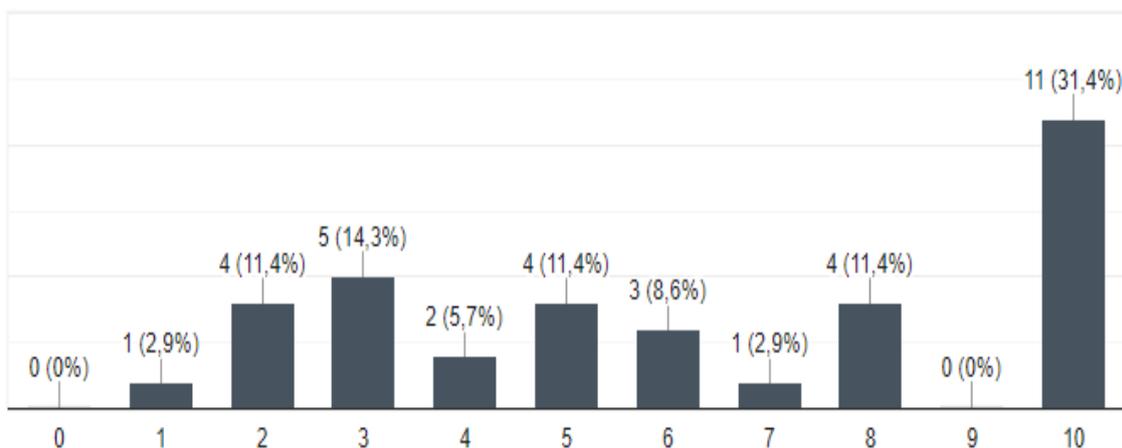


A agilidade no atendimento a ocorrências, especialmente em situações críticas, é uma das principais expectativas da sociedade em relação à atuação policial. Nesse sentido Neto (2013) esclarece que “um bom atendimento policial é aquele que é ágil e eficaz, com policiais aptos a resolver problemas ou orientar a população de forma adequada”.

Ademais, Neto (2013) em seu estudo avalia a satisfação dos cidadãos com o policiamento realizado, destacando que a agilidade no atendimento é um fator relevante para a percepção positiva dos serviços prestados.

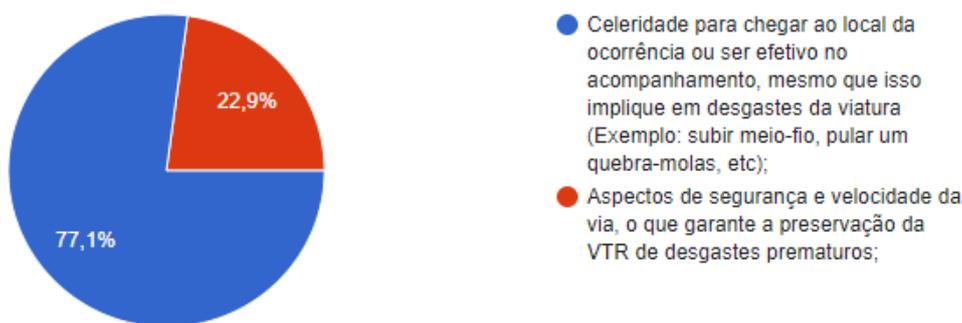
Observa-se através do gráfico 7 que a situação se repete por várias vezes durante o serviço. Dos participantes, 31% deles afirmam que exceder o limite de velocidade ou transpor obstáculos como canteiros centrais, meio fios e outros obstáculos na via, ocorrem por dez ou mais vezes durante um turno de serviço. Nenhum deles respondeu deixar de acontecer tal fato durante a atividade operacional.

Gráfico 7 – Frequência em que Excede Velocidade ou transpõe obstáculos durante o serviço



Além da cobrança da sociedade, esse comportamento está enraizado na própria cultura policial, onde a celeridade no atendimento é vista como um indicador de eficiência e competência operacional. Observando o gráfico 8 constata-se que 77% dos respondentes afirmam que durante o atendimento de uma ocorrência ou acompanhamento de um veículo suspeito, ele prioriza a celeridade em atender em detrimento de aspectos de segurança no deslocamento.

Gráfico 8 – O que prevalece no atendimento de ocorrência; Celeridade ou Segurança de deslocamento?

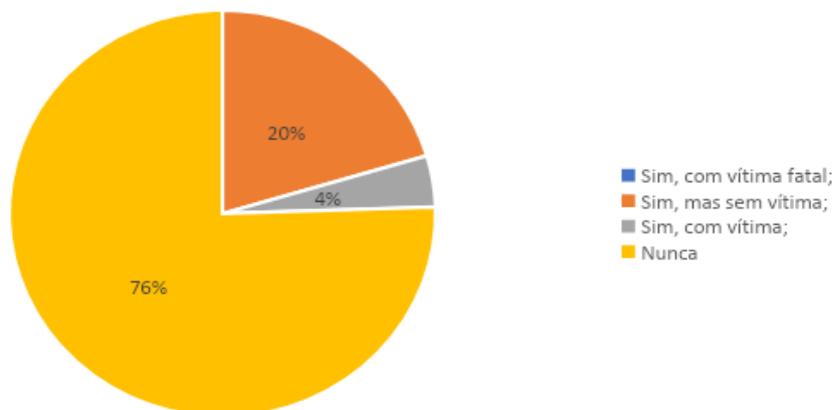


Adicionalmente, as unidades operacionais, como BOPE e ROTAM, que lidam com ocorrências de maior gravidade, tendem a priorizar ainda mais essa celeridade. Nessas situações, o uso agressivo da viatura é visto como uma necessidade estratégica para assegurar o controle rápido da situação, seja para garantir a segurança de civis, evitar danos maiores, ou capturar suspeitos. No entanto, esse comportamento pode gerar um desgaste acelerado nas viaturas, além de aumentar o risco de acidentes.

Esse dilema entre a necessidade de rapidez e a observância das normas de trânsito evidencia uma tensão constante na atividade policial. Os policiais se veem pressionados a equilibrar a segurança do trânsito com a necessidade de atender prontamente às emergências, uma escolha que frequentemente resulta em práticas que priorizam a eficiência operacional sobre o cumprimento estrito das leis de trânsito.

Há implicações claras decorrentes das características operacionais dos policiais no uso das viaturas. O gráfico 9 revela que 24% dos policiais já se envolveram em acidentes de trânsito enquanto estavam em serviço, o que indica um nível significativo de risco associado à condução de viaturas policiais durante patrulhas e operações. Essa estatística reflete a natureza intensa e muitas vezes urgente das atividades policiais, nas quais a agilidade e a rapidez são priorizadas em detrimento de uma condução mais cautelosa.

Gráfico 9 – Envolvimento em acidentes com VTR durante o serviço



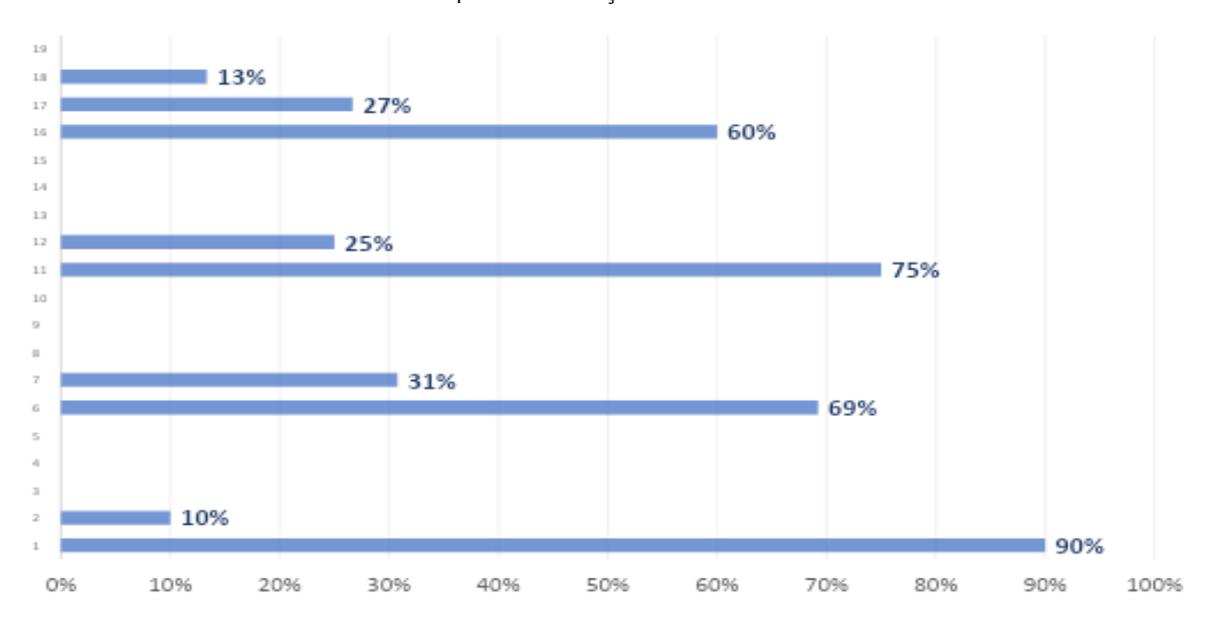
Se cruzarmos informações de tempo de serviço com acidentes envolvendo a viatura (gráfico 10), os números mostram que à medida que os anos de experiência se agregam ao profissional, também a experiência de acidentes com a VTR ocorre. Poucos são os profissionais que podem afirmar nunca ter se envolvido em um acidente.

Ao cruzar esses dados com o tempo de serviço (gráfico 10), observa-se uma variação significativa nos índices de envolvimento em acidentes. Policiais com mais tempo de serviço tendem a se envolver em acidentes com a viatura. Já entre os policiais com mais de 20 anos de serviço, o número de acidentes é reduzido, sugerindo que a maturidade profissional e o maior controle emocional em situações de

pressão contribuem para uma condução mais segura, mesmo em condições adversas.

O gráfico "Tempo de Serviço vs Acidente com VTR" demonstra claramente como a experiência profissional impacta o envolvimento dos policiais em acidentes com viaturas. Entre os policiais com até 5 anos de serviço, 90% nunca se envolveram em acidentes. O gráfico indica que, entre os policiais com 6 a 10 anos de serviço, este número já reduz para 69% da amostragem e um aumento de 10% para 31% de acidentes sem vítimas.

Gráfico 10 – Tempo de Serviço vs Acidente com VTR



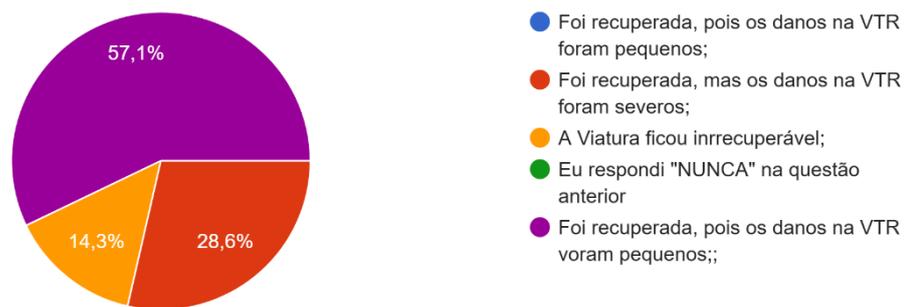
Analisando os números, entende-se que a probabilidade do acidente, tem relação direta com o próprio exercício da atividade operacional durante os anos de serviço. A partir desses dados, podemos inferir que o tempo de serviço não necessariamente isenta os policiais de acidentes, mas pode impactar a forma como lidam com situações de risco, resultando em uma menor gravidade dos acidentes, já que os registros de acidentes com vítimas fatais permanecem nulos em todos os grupos de serviço.

Essa correlação entre o tempo de serviço e o envolvimento em acidentes é discutida na literatura sobre o comportamento policial. Segundo Silva e Gomes (2019), "a experiência adquirida ao longo da carreira permite que os policiais desenvolvam uma melhor capacidade de lidar com situações de risco, o que pode reduzir a gravidade dos acidentes, mesmo que a frequência ainda ocorra." Assim, a maturidade

profissional e o controle emocional são fatores cruciais para uma condução mais segura, como evidenciado pelos dados analisados.

Dos acidentes citados conforme a amostragem, 57% das vezes a viatura foi recuperada através de pequenas ações corretivas, em geral estes reparos consistem em lanternagem, pintura e plotagem do veículo, restabelecendo o padrão visual e de funcionamento. Em 28,6 % dos casos já foi necessária uma ação de reparo mais profunda, demandando também a substituição de peças mecânicas para o restabelecimento funcional do veículo policial. Em 14,3% os danos foram severos demais para serem reparados. Este índice de severos é estabelecido quando o veículo tem por designação de perda total após o acidente ou quando os seus reparos atingem uma métrica de antieconômica estabelecida em portaria interna da PMDF.

Gráfico 11 – Estado da VTR pós Acidente



4.2.4 ROTINA OPERACIONAL

A rotina policial de trabalho é, de fato, extremamente desgastante e intensa. A constante exposição a situações de risco, como o confronto direto com criminosos, associada à pressão por resultados rápidos e aceitos legalmente, pode levar os policiais a enfrentar grandes desafios psicológicos, com risco de esgotamento mental. Estudos indicam que o estresse no policiamento decorre não apenas do confronto físico com o crime, mas também da tensão contínua associada à patrulha, à incerteza do próximo evento crítico, e à busca por situações de risco (Almeida, 2021). Essa exposição contínua à violência e ao perigo pode gerar consequências no longo prazo, como estresse pós-traumático, depressão e ansiedade, afetando tanto o bem-estar emocional quanto à eficácia profissional (Moraes, 2019).

A viatura desempenha um papel fundamental nessa dinâmica. O gráfico 12 apresentado revela que 70,6% dos policiais participantes e que atuam na atividade do GTOP das unidades, realizam patrulhamento de forma mais intensa, praticamente sem parar com a viatura, o que reflete uma rotina exaustiva de deslocamento contínuo. Essa atividade operacional intensa inclui patrulhas constantes, abordagens a suspeitos, respostas rápidas a emergências e a presença em pontos estratégicos dentro das comunidades. A viatura, sendo o principal meio de locomoção, também sofre com essa intensidade, demonstrando desgaste mecânico elevado e maior frequência de manutenção, em especial sistema de freios, suspensão e motor.

Gráfico 12 – Intensidade de Patrulhamento? - GTOP



Em relação aos policiais que atuam na atividade de patrulhamento de área, que é a base central do policiamento preventivo, essa função consiste em uma combinação de ações operacionais de patrulhamento motorizado com abordagens a pessoas e veículos, atendimento a chamados de emergência e cumprimento de ordens de serviço. Frequentemente, os policiais realizam paradas em locais pré-determinados, conforme cronograma estabelecido nas ordens de serviço. Esse tipo de policiamento permite que os agentes mantenham uma presença visível em determinadas localidades, o que contribui para a sensação de segurança. Além disso, a natureza desse trabalho possibilita que os policiais estacionem a viatura em determinados momentos, poupando-a de deslocamentos contínuos durante o patrulhamento móvel.

Gráfico 13 – Intensidade de Patrulhamento – VTR de Área



Dos participantes 82% afirmam que, em média, patrulham mais de 07h por turno de 12h de serviço conforme pode-se observar no gráfico 14. Esta afirmação consiste em mais de 66% do tempo. Considerando que a atividade consiste em patrulhar, realizar abordagem de pessoas, veículos, atender solicitações e realizar os já citados PBs, não é de se espantar que mais de 29% dos participantes afirmam rodar mais de 160km por dia de serviço conforme observado no gráfico 15.

Gráfico 14 – Tempo de Patrulhamento por Serviço de 12h

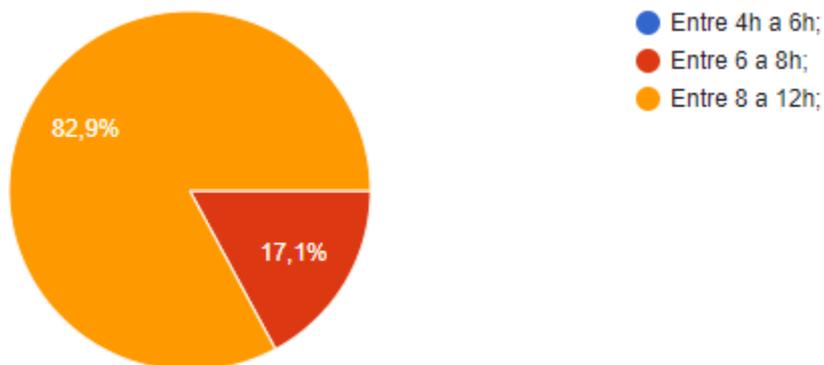
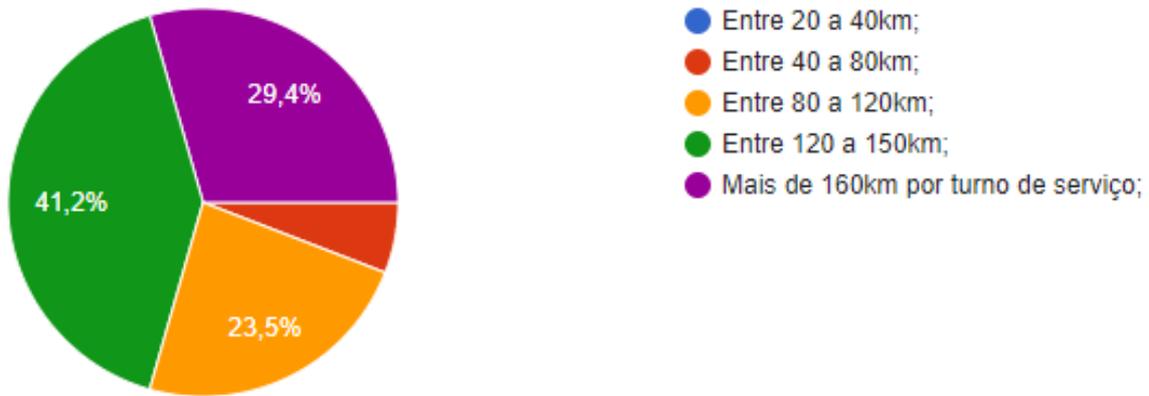
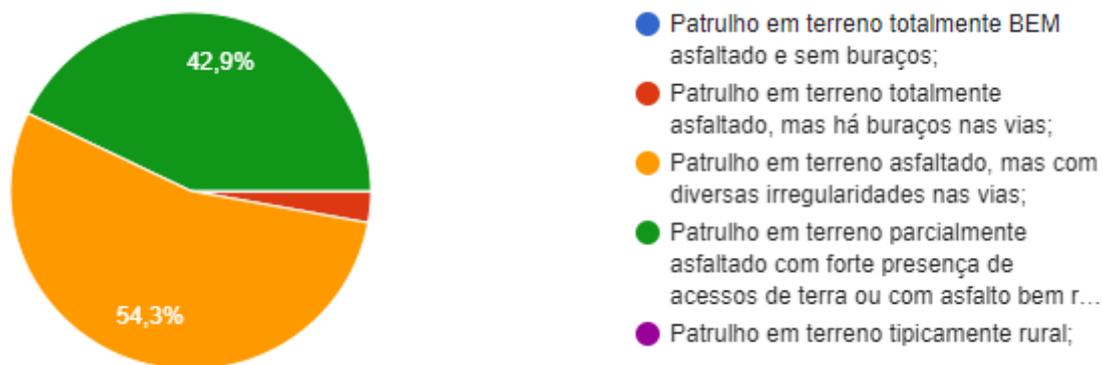


Gráfico 15 – Km percorridos em turno de serviço 12h



Ao serem questionados sobre o tipo de terreno em que realizam o patrulhamento, a maioria dos policiais indicou que, embora o patrulhamento ocorra em vias asfaltadas, essas apresentam diversas irregularidades, como buracos e recapeamentos mal nivelados. Esse tipo de terreno impõe sérios desafios aos veículos, com danos frequentes às rodas, à suspensão e à parte inferior do veículo, como o assoalho e o sistema de escapamento. Esses problemas afetam diretamente a durabilidade das viaturas e aumentam a necessidade de manutenções corretivas, o que pode comprometer a disponibilidade das viaturas para operações contínuas (Santos, 2020).

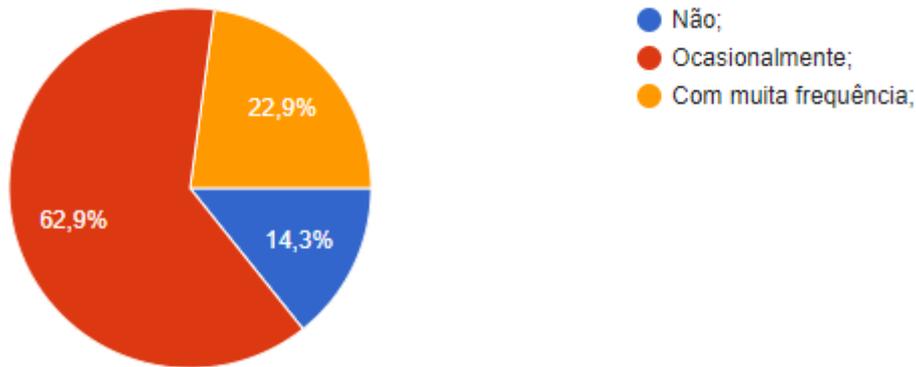
Gráfico 16 – Características de Terreno da Área de Patrulhamento



Em consulta ao sistema de controle interno de manutenção de viaturas, 12% das manutenções corretivas que são realizadas na frota operacional da Polícia Militar do Distrito Federal são nos sistemas de suspensão das viaturas. Não é surpresa os números observados sobre impactos inferiores sofridos na viatura durante a atividade operacional.

Se alinharmos o comportamento operacional do policial, com terreno e intensidade de uso, é compreensível os números de mais de 85% afirmarem que há impactos na VTR. Estes números fogem do dia a dia de uso comum de qualquer condutor de veículo de passeio.

Gráfico 17 – Impactos no assoalho da VTR durante patrulhamento



Assim, ao considerar a introdução de veículos elétricos (VEs) no policiamento, as condições irregulares das vias, somadas às características operacionais e ao tipo de terreno em que esses veículos atuariam, podem trazer desafios adicionais. Em geral, os VEs possuem suas baterias instaladas na parte inferior do veículo, o que aumenta sua vulnerabilidade a impactos em terrenos acidentados e irregulares, como buracos e recapeamentos mal nivelados. Esses impactos podem comprometer não apenas a estrutura do veículo, mas também a integridade das baterias, reduzindo sua eficiência e potencialmente colocando em risco a segurança e a eficiência operacional.

Danos à bateria podem afetar não apenas o desempenho do veículo, mas também representar riscos de segurança, como vazamentos ou falhas catastróficas no sistema elétrico (Almeida; Silva, 2021). Além disso, terrenos irregulares aumentam o consumo de energia devido ao maior esforço dos sistemas de suspensão e tração, reduzindo a autonomia dos veículos, o que é um ponto crítico para operações policiais intensivas.

Terrenos irregulares podem acelerar o desgaste de componentes como suspensão e pneus, e para os VEs, o impacto é ainda mais significativo, pois o design de muitas dessas viaturas coloca suas baterias em locais vulneráveis. Esse posicionamento aumenta o risco de danos em estradas de má qualidade, como buracos e recapeamentos malfeitos. Além disso, o desgaste aumentado nessas

as dificuldades que você imagina durante o serviço com o uso desta VTR elétrica?” que versa sobre as dificuldades estimadas pelo usuário no uso de veículos elétricos (VTR's) nas operações policiais, estas revelam uma série de preocupações centrais.

Os participantes apresentam preocupações que podem ser divididas em cinco tópicos principais, são eles:

- a) Infraestrutura e Tempo de Recarga - foi o aspecto mais mencionado, com 35% das respostas, indicando que a falta de infraestrutura adequada e o tempo de recarga são as principais preocupações.**
- b) Autonomia e Manutenção e Durabilidade - foram igualmente mencionados, com 22% cada, refletindo preocupações com a autonomia do veículo em situações de uso intensivo e a dificuldade de manutenção.**
- c) Custos e Economia - foram mencionados em 13% das respostas, indicando preocupação com os custos de manutenção e reparos.**
- d) Desempenho Operacional - foi o menos mencionado, com apenas 8% das respostas, sugerindo que o desempenho do veículo é uma preocupação menor em comparação com os outros aspectos.**

4.2.6.1 INFRAESTRUTURA E TEMPO DE RECARGA

Vinte e oito respondentes apresentaram observações de preocupação sobre a recarga das viaturas. Comentários como “Vejo o tempo de recarga representa uma barreira para adoção de veículos elétricos”. Em resumo destacaram a demora no processo de recarga como uma barreira, especialmente em batalhões onde as viaturas são usadas continuamente por diferentes equipes, o tempo de recarga seria um grande obstáculo para a eficiência do serviço, já que uma mesma viatura é constantemente transferida entre as equipes que saem do turno de serviço para a aquela que entra, sem tempo de pausa adequado para realizar a recarga.

Outro ponto levantado como um problema significativo pelos participantes foi a falta de infraestrutura, como postos de recarga em locais estratégicos. “Faltam números de postos de recargas suficientes nas cidades”, “Não possuímos estrutura adequada para recarga e isso pode criar dificuldades na atividade policial”, “Falta investimento de

recarga nos batalhões”, A ausência de pontos de abastecimento nos batalhões ou nas áreas de patrulhamento é vista como um obstáculo crítico, especialmente em áreas afastadas.

Ainda neste tópico de infraestrutura de recarga, uma observação relevante foi a dependência da rede elétrica. Diversos entrevistados citaram a possibilidade de falhas no fornecimento de energia elétrica, o que poderia deixar a população desassistida em caso de indisponibilidade para recarregar as viaturas.

Dois dos respondentes apontaram que, para o uso policial, veículos elétricos deveriam ser híbridos, pois o uso continuado da VTR e a demanda por trocas rápidas entre equipes operacionais, não possibilitariam o tempo de recarga necessário para veículos 100% elétricos restabelecer a capacidade de autonomia (observação cabível aos PHEV).

4.2.6.2 AUTONOMIA

Sete dos participantes apresentaram comentários com a preocupação de autonomia. Eles afirmaram que o uso policial intensivo exigiria uma autonomia muito maior que a oferecida atualmente pelos veículos elétricos, com respondentes ressaltando que uma autonomia de 400 km poderia ser insuficiente para patrulhamento contínuo, especialmente em áreas de grande demanda, como a exemplo da Ceilândia. “Autonomia. Alguns serviços podemos acabar rodando mais de 200km”, “Baixa autonomia em casos de acompanhamento e potência”.

Dois dos participantes, apresentaram a preocupação quanto à capacidade dos veículos elétricos de suportarem terrenos desafiadores e obstáculos que fazem parte da rotina policial, além de se adaptar ao uso em patrulhamento tático que exige desempenho robusto e versátil. “Bateria no assoalho possibilitando danos causados por impacto durante o serviço.”

4.2.6.3 MANUTENÇÃO E DURABILIDADE

Outro aspecto que surge nas respostas para a pergunta 5.3 é a preocupação com a manutenção dos veículos elétricos. É mencionado que a manutenção dos veículos elétricos ainda é cara e difícil de acessar, com falta de oficinas capacitadas para reparos específicos e a

possível escassez de peças de reposição “Adquirir veículos nacionais com peças de reposição fáceis, e serviço de manutenção confiável e de fácil acesso”.

Aliada a este aspecto observam que, a fragilidade de baterias, localizadas geralmente no assoalho dos veículos, são vistas como vulneráveis em operações de patrulhamento, onde a transposição de obstáculos e a exposição a impactos podem ser frequentes “Carro para a polícia tem de ser seguro, rústico, manutenção barata e disponível no mercado, além de ser alta para acesso aos locais quase “inabitáveis” como Sol Nascente e Setor Por do Sol”. Isso aumentaria o risco de danos que comprometeria o uso seguro dos veículos. Os policiais indicaram que a robustez e a necessidade de peso extra para baterias poderiam ainda limitar a capacidade de transpor obstáculos e diminuir a agilidade em terrenos difíceis.

Assim, a possibilidade de falhas elétricas, somada ao desconhecimento e falta de experiência dos policiais com essa tecnologia, são vistas como fatores que poderiam paralisar as operações.

A altura baixa dos veículos elétricos foi apontada por três dos participantes como uma desvantagem em áreas com cascalho, lama e buracos “Não considero viável, principalmente pela altura dos veículos e fragilidade” “O terreno para a operacionalidade é bastante defeituoso como: cascalho, buracos, muita lama e assim teremos mais dificuldades no patrulhamento.” “A depender do modelo de viatura elétrica a quantidade da equipe mais o cidadão fará com que fique cheia e dependendo do tipo de terreno teremos problemas no transporte”. A adaptação para o patrulhamento urbano em locais menos acessíveis é uma necessidade frequentemente apontada pelos participantes.

Alguns apresentaram a perspectiva de que os veículos elétricos podem demandar menos manutenção do que os veículos a combustão, o que poderia ser uma vantagem operacional, pois reduziria o tempo de inatividade e os custos com manutenções frequentes.

4.2.6.4 CUSTOS E ECONOMIA

Por seis participantes, a manutenção de peças e baterias é vista como uma despesa que, em caso de acidentes, poderia aumentar

significativamente, tornando o uso de veículos elétricos financeiramente inviável em comparação aos veículos a combustão “custo alto de manutenção de componentes como bateria”, “reposição de peças, em caso de dano nas baterias custo alto”. Ainda acreditam que “o desgaste dos componentes elétricos e mecânicos dos veículos seria intensificado no patrulhamento urbano contínuo, comprometendo a longevidade dos veículos e aumentando os custos de operação e manutenção”.

Alguns dos respondentes apresentam a percepção positiva de que a eliminação da necessidade de combustíveis fósseis é uma economia potencial, “A energia elétrica como fonte de energia irá gerar a economia com o combustível, seja gasolina ou diesel” já que o uso de energia elétrica para recarga pode ser uma alternativa mais barata do que o abastecimento com gasolina ou diesel.

4.2.6.5 DESEMPENHO OPERACIONAL

A capacidade de aceleração imediata, “rápida aceleração dela devido a natureza do seu motor elétrico” foi vista por seis respondentes como uma útil característica para a atividade policial. Esses respondentes, apresentaram comentários positivos no tocante a desempenhos dos VEs como: “Acredito que a entrega de potência imediata seria interessante para deslocamentos em prioridade e acompanhamentos em vias urbanas, como quadras residenciais, onde se tem muita alteração de velocidade.”, “desempenho também excelente”, “Um lado positivo seria a rápida aceleração dela devido à natureza do seu motor elétrico”. Fica evidente que reconhecerem a potência e a entrega de torque imediato dos motores elétricos, sendo vantajoso para deslocamentos rápidos e acompanhamentos em vias urbanas.

Outro entrevistado apontou que taticamente os veículos elétricos, por possuírem motores silenciosos, “podem apresentar vantagens para o patrulhamento na aproximação e abordagem”, pois elas têm características de discrição durante o deslocamento, sendo apontado como positivo para a atividade policial.

4.2.7 PERGUNTA 5.4

A Pergunta 5.4, **“Considerando a utilização de uma viatura elétrica em suas atividades operacionais, quais observações você**

“faria em relação ao conforto, confiabilidade, desempenho operacional, e outros aspectos relevantes para o uso desse tipo de veículo em seu serviço diário?” destinava-se a captar do usuário a sua percepção diante da utilização de uma viatura elétrica em suas atividades operacionais. Aspectos relativos ao conforto, confiabilidade e outros aspectos relevantes para o uso desse tipo de veículo. Aqui, alguns aspectos como robustez, adaptabilidade ao terreno e autonomia foram novamente citados, contudo outras observações surgiram.

4.2.7.1 CONFORTO

Foi observado pelos respondentes que os veículos elétricos oferecem um alto nível de conforto devido à operação silenciosa e ao design voltado para passeios. “Quanto ao conforto excelente, o desempenho também é excelente. Precisa ser SUV e deve ter proteção extra para as baterias, para evitar danos catastróficos”.

Fazer referência a uma preferência por veículos tipo SUV, que oferecem maior espaço interno e altura elevada “As viaturas precisam ter um espaço melhor para os patrulheiros. A maioria mal cabe as pernas daqueles que tem mais de 1,85 cm de altura, frequentemente batemos a cabeça no teto por serem baixos. As viaturas deveriam ser SUV como a Trail Blazer”. Argumentam ainda que isso seria vantajoso para patrulheiros, especialmente para integrantes que com altura acima de 1,85m, que muitas vezes encontram dificuldades de espaço nas viaturas convencionais.

4.2.7.2 CONFIABILIDADE

Cinco dos respondentes expressaram incertezas sobre a durabilidade e confiabilidade dos veículos elétricos no contexto brasileiro. A tecnologia foi considerada nova e pouco testada, o que sugere a necessidade de mais estudos para garantir sua viabilidade em operações policiais. “Carros elétricos são confiáveis e bem confortáveis”. Ainda neste aspecto, muitos dos policiais acreditam que os veículos elétricos ainda são frágeis para o serviço policial, que exige uma viatura resistente para lidar com terrenos difíceis e obstáculos. Os respondentes apresentaram comentários como: “Acredito que esse tipo de automóvel ainda precisa ser amplamente testado para se incluir na rotina do cidadão brasileiro. É preciso confirmar a confiabilidade

deste produto no mercado nacional” ou “Acredito que o desempenho operacional de uma viatura elétrica seja inferior ao de uma movida a motor por combustão, principalmente pela autonomia limitada, tempo de recarga e vida útil da bateria” ou mesmo “Não considero viável, principalmente pela altura dos veículos e fragilidade. Viatura tem que ser robusta”. A durabilidade e capacidade dos veículos elétricos em cenários desafiadores, como operações e patrulhamentos em terrenos irregulares e condições severas, foi questionada, com a percepção de que deixariam a desejar diante deste cenário.

4.2.7.3 OUTROS ASPECTOS RELEVANTES

Foi sugerido que as viaturas elétricas devem ter proteções físicas, como quebra-mato e estribos, para proteger o veículo durante ações operacionais intensivas. Esse tipo de proteção aumentaria a segurança e permitiria que a viatura suportasse condições adversas sem danos excessivos, mas por lógica, aumenta o peso dos veículos o que reduz a autonomia.

Três dos policiais participantes mencionaram a falta de conhecimento sobre veículos elétricos, o que sugere a necessidade de treinamento e adaptação. Essa falta de familiaridade gera insegurança e dúvidas sobre a eficácia da tecnologia para apresentar melhores respostas “Não consigo opinar pois não tenho contato com essa tecnologia”.

4.2.7.4 ANÁLISE DAS RESPOSTAS ABERTAS

Essas respostas refletem um consenso sobre os desafios do uso de veículos elétricos em atividades policiais, como a necessidade de uma infraestrutura de recarga robusta, maior autonomia e durabilidade, além dos altos custos e da dependência de uma rede de manutenção ainda em desenvolvimento. Para implementar uma frota elétrica na polícia, seria essencial considerar alternativas como veículos híbridos ou melhorias substanciais na infraestrutura e no suporte técnico.

As observações dos policiais indicam uma resistência considerável ao uso de veículos elétricos no serviço policial devido a preocupações com durabilidade, autonomia e robustez. A maioria acredita que, embora os veículos elétricos ofereçam conforto, eles ainda precisam de aprimoramentos para atender às exigências específicas do

patrulhamento, especialmente em termos de confiabilidade e desempenho operacional em condições intensas e variadas.

Apesar de menos frequentes, alguns pontos positivos foram mencionados, indicando que os policiais reconhecem certas vantagens práticas dos veículos elétricos, desde que os principais desafios, como autonomia e recarga, sejam superados para um uso mais eficaz dos veículos elétricos no contexto policial.

4.3 ENTREVISTAS

4.3.1 EMPRESA 2P HEALTH CARE

Este capítulo apresenta uma análise descritiva da entrevista realizada com o Dr. Paulo Emílio Agüero, proprietário da 2P Health Care, uma empresa inovadora no Distrito Federal, pioneira no uso de veículos elétricos no setor de saúde no Brasil.

O objetivo da entrevista foi compreender a experiência da empresa com sua frota de veículos elétricos, os desafios enfrentados, as soluções tecnológicas, as lições aprendidas ao longo dessa transição nesta mudança de matriz energética.

A análise segue de maneira objetiva, porém, inicialmente, sem abordar a correlação com o tema principal da dissertação, que trata da utilização de veículos elétricos na frota operacional da Polícia Militar do Distrito Federal.

4.3.1.1 CONTEXTO DA EMPRESA E O VEÍCULO ADQUIRIDO

A 2P Health Care é uma empresa localizada na quadra 01 do Setor de Armazenagem e Abastecimento Norte de Brasília (SAAN). Ela presta assistência médica domiciliar em saúde (Home Care), promovendo Assistência Domiciliar de Alta Complexidade e qualidade de vida aos seus pacientes.

A 2PHealth Care adquiriu 05 (cinco) veículos elétricos no passado recente (2023), que são utilizados para sua mobilidade operacional, destinados a transportar suas equipes multidisciplinares até as residências de pacientes. Os veículos adquiridos são modelos D1, 100% elétricos *plug-in* da fabricante Chinesa BYD.

Figura 7 – Veículo D1 da fabricante BYD



O BYD D1 EV tem motor elétrico de 136 cv e 18,3 kgfm de torque, sendo capaz de atingir uma velocidade de 130 km/h. O MPV conta com baterias de 53 kWh que garantem ao veículo 371 quilômetros de autonomia com uma única carga. (Autosegredos, 2022)

A fabricante chinesa BYD possui uma forte presença no mercado mundial de baterias veiculares, inclusive fornecendo baterias para grandes fabricantes como a Tesla. O uso desses veículos reflete a busca da empresa por inovação, sustentabilidade e eficiência operacional no setor da saúde em suas atividades.

Figura 8 – Veículos D1 da Frota da 2P Health Care



4.3.1.2 ASPECTOS DE EMPREGO DOS VEÍCULOS

Os veículos D1 são empregados diariamente no transporte de médicos, enfermeiros e outros profissionais, assim como dos equipamentos médicos necessários para a atividade operacional

rotineira de visitas e assistência programada, além de acionamentos emergenciais dos pacientes atendidos pela empresa 2P Health Care.

Esse modelo, conforme notícia do UOL, "inicialmente desenvolvido para os aplicativos de transporte, tem sido adotado por empresas no segmento de transporte empresarial e executivo" (Uol, 2022). A 2P Health Care escolheu o DI após uma avaliação que levou em conta sua capacidade de atender às demandas da empresa em termos de espaço e eficiência no transporte de seus funcionários, além de seus aspectos de economicidade e sustentabilidade.

A empresa, que possui placas solares em suas instalações, utiliza essa fonte de energia tanto para abastecer suas dependências quanto para recarregar seus veículos. Atualmente suas unidades contratadas através do sistema de contrato de aluguel, estão com mais de um ano de operação e acumulando uma média de 40 mil km rodados.

4.3.1.3 CARACTERÍSTICAS DE AUTONOMIA E LIMITAÇÕES

O entrevistado afirma que a autonomia dos veículos é de aproximadamente 400 km por carga, o que atende às operações urbanas normais da 2P Health Care. No entanto, o entrevistado destacou que rotas de visitação mais longas exigem um planejamento cuidadoso, já que a empresa atende pacientes em cidades no entorno do Distrito Federal. Nesses casos, a autonomia limitada pode se tornar um desafio, especialmente em situações que demandam viagens ininterruptas, exigindo um planejamento mais detalhado para garantir que as visitas sejam realizadas sem comprometer as atividades diárias da equipe.

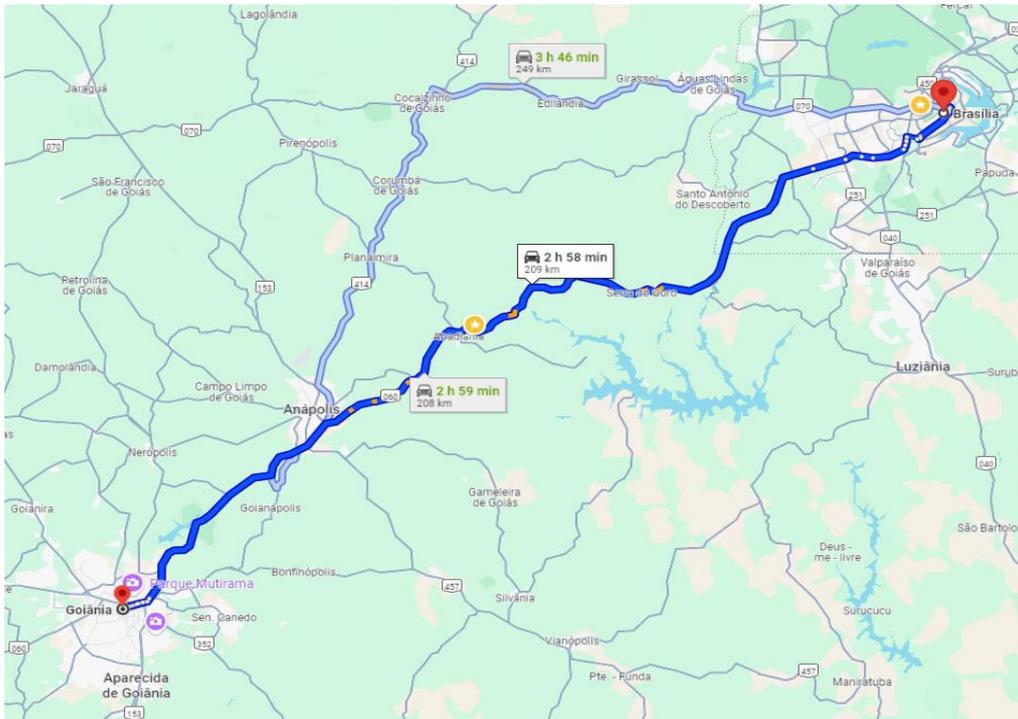
Como exemplo de desempenho e autonomia, o entrevistado dá como exemplo uma viagem para Goiânia, onde este quase ficou sem bateria ao fim do trajeto.

Como exemplo de desempenho e autonomia, o entrevistado mencionou uma viagem para Goiânia, na qual quase ficou sem bateria ao fim do trajeto. Para testar os veículos recém-adquiridos, ele viajou de Brasília a Goiânia em um deles, buscando explorar ao máximo o potencial do veículo, que pode atingir até 140 km/h. Ele relatou que chegou ao destino com apenas 1% da carga da bateria.

A cidade de Goiânia-GO fica a pouco mais de 200 km da cidade de Brasília, conforme pode ser visto na figura abaixo. Em seu relato, o

entrevistado nos lembra em seu depoimento que “Assim como os carros a combustão, a autonomia do carro elétrico é ligada diretamente à velocidade.” Quanto mais velocidade, maior será o consumo da bateria. Contudo, com a desvantagem de tempo de recarga, no carro a gasolina, você parar em um posto, abastece em 10 minutos e segue. Já no veículo elétrico, é necessário um tempo maior de tomada para restabelecer a autonomia.

Figura 9 – Trajeto Brasília-DF – Goiânia – GO



Fonte: Google Maps

Sendo assim, para a empresa que tem pacientes em cidades no entorno do Distrito Federal, a autonomia limitada pode ser um desafio em situações que requerem viagens ininterruptas, como operações policiais de longa duração.

4.3.1.4 PLANEJAMENTO DETALHADO DE ROTAS DE VISITAÇÃO

Diante desta situação de autonomia limitada a 400km e ausência de postos de recarga elétrica, para garantir o melhor uso da frota, a empresa utiliza uma estratégia de planejamento que distribui os veículos conforme as rotas e necessidades diárias, evitando sobrecarregar um único carro.

No planejamento, os atendimentos de pacientes que residem nas cidades como Luziânia ou Alexânia, que ficam no entorno do Distrito Federal, são realizados sempre no período da manhã. Assim as equipes saem com os veículos carregados, realizam essas visitas distantes e retornam ao DF. Como as equipes almoçam na empresa, os veículos são colocados para recarregar, onde adquirem uma autonomia de 60-70% da bateria para o período da tarde.

4.3.1.5 INFRAESTRUTURA DE RECARGA

A frota da 2P Health Care, conforme declaração do entrevistado, conta com postos de recarga na sede, garantindo que os veículos comecem o dia com 100% de bateria e retornem ao final da rota com níveis que variam entre 20% e 40%. As quatro estações de recarga, fornecidas pela empresa BYD, fazem parte do contrato de locação estabelecido. Até o momento, essas estações têm se mostrado eficientes, restaurando 100% da carga das baterias dos veículos durante a noite, além de garantir um ganho de 20% a 40% de autonomia nas recargas realizadas durante o intervalo de almoço.

A empresa possui placas fotovoltaicas em suas instalações, o que reduz a dependência de energia elétrica fornecida pela NEOENERGIA, diminuindo assim os custos operacionais. Segundo o entrevistado, a instalação das placas foi um fator decisivo para a adoção dos veículos elétricos.

A recarga rápida permite que, durante os períodos de inatividade, como os intervalos de almoço na sede, os veículos possam ser parcialmente carregados. Isso destaca a importância de uma infraestrutura de recarga próxima ao local de trabalho, essencial para manter o funcionamento contínuo das operações.

O entrevistado também destacou que a principal dificuldade relacionada às recargas é a falta de infraestrutura em áreas remotas. Em operações fora das áreas urbanas, como aquelas realizadas em zonas rurais pela PMDF, assim como em cidades do entorno do Distrito Federal, a ausência de postos de recarga representa um grande obstáculo operacional. Nesse ponto, ele enfatiza a já mencionada necessidade de planejamento das rotas diárias de visitação, sob o risco de comprometer a eficiência operacional e, conseqüentemente, o valor social da empresa, devido à possível falta de atendimento aos seus clientes.

4.3.1.6 CUSTOS DE AQUISIÇÃO E MANUTENÇÃO

A 2P Health Care optou por um modelo de assinatura para o aluguel dos veículos elétricos, que inclui os custos de manutenção, seguros, troca de pneus e revisões. Esse modelo reduz gastos inesperados, como os relacionados à manutenção corretiva, facilitando a gestão da frota ao longo do tempo.

O custo médio de recarga de um veículo elétrico é significativamente menor do que o custo de abastecimento de um veículo a combustão, sendo que uma recarga completa custa aproximadamente R\$ 26,00.

As revisões dos veículos são simples, sem a necessidade de grandes reparos até o momento. Em média, as revisões realizadas até agora custaram cerca de R\$ 250,00 por veículo, já que ainda não foi necessária a substituição de peças essenciais.

Ao comparar os veículos a combustão com os elétricos, a empresa observou uma grande economia tanto em manutenção quanto em consumo de combustível. O entrevistado mencionou que o modelo de assinatura dos veículos inclui uma série de benefícios que tornam a gestão da frota mais simples e econômica, alinhando-se perfeitamente ao modelo de negócio da 2P Health Care.

4.3.1.7 UMA TENTATIVA DE ABSTRAÇÃO E PROJEÇÃO DA FROTA

O entrevistado foi instigado a imaginar uma frota de veículos elétricos sendo empregada na atividade operacional de policiamento da PMDF. Após ser contextualizado sobre as atividades desempenhadas pela corporação, foi questionado sobre como ele projetaria o desempenho desses veículos no contexto policial.

Durante esse processo de projeção, o entrevistado identificou possíveis dificuldades no uso de veículos elétricos em operações policiais intensivas. A robustez dos veículos, a altura em relação ao solo e a capacidade de enfrentar terrenos acidentados foram apontados como fatores limitantes para o uso em operações rurais e patrulhas em áreas não asfaltadas. Outra observação foi relacionada ao tempo de recarga, que, em comparação com a necessidade de uso contínuo nas

patrulhas, pode representar um desafio, caso não haja uma infraestrutura de recarga bem planejada e amplamente acessível.

4.3.1.8 CONCLUSÃO DA ENTREVISTA: PERSPECTIVAS E DESAFIOS DO USO DE VEÍCULOS ELÉTRICOS

A entrevista com o Dr. Paulo Emílio, proprietário da 2P Health Care, proporcionou insights valiosos sobre a adoção de veículos elétricos no setor de saúde e permitiu uma reflexão sobre a viabilidade dessa tecnologia em outros contextos, como na atividade operacional da Polícia Militar do Distrito Federal (PMDF).

Para a 2P Health Care, nas falas do Dr Paulo, há claros benefícios na adoção de veículos elétricos. O modelo de assinatura por aluguel, que inclui manutenção, seguros e revisões, aliado ao uso de energia fotovoltaica, contribuiu para a redução significativa de custos operacionais, especialmente no que se refere ao consumo de combustível e à manutenção corretiva. Esses aspectos demonstram que, em um ambiente controlado e com infraestrutura de recarga adequada, os veículos elétricos oferecem vantagens consideráveis em termos de economia e sustentabilidade.

Contudo, ao tentar projetar o uso de uma frota elétrica no contexto policial, surgem importantes desafios que não podem ser ignorados. Enquanto a frota da 2P Health Care realiza rotas pré-planejadas e relativamente previsíveis, a atividade policial exige um grau de flexibilidade e prontidão que pode ser prejudicado pelas limitações atuais dos veículos elétricos. O entrevistado destacou que a robustez dos veículos, peso, a altura em relação ao solo e a dificuldade de enfrentar terrenos acidentados são questões críticas, especialmente para suas visitas em áreas rurais ou não asfaltadas, reflexo que também seria possível para polícia, que também tem essas características de terreno durante suas atividades. Além disso, o tempo necessário para recarregar as baterias pode ser um grande empecilho em operações policiais, que muitas vezes exigem a utilização contínua dos veículos, sem as pausas que permitiriam recargas adequadas.

Portanto, embora os veículos elétricos possam apresentar vantagens em termos de economia e sustentabilidade, a sua aplicação no policiamento ostensivo, especialmente em áreas que demandam veículos robustos e prontos para uso intensivo, ainda enfrenta desafios substanciais. O desenvolvimento de uma infraestrutura de recarga

adequada e a adaptação tecnológica para lidar com terrenos variados e uso prolongado serão fundamentais para que essa transição possa, no futuro, ser considerada viável no contexto policial.

4.4 ENTREVISTA SOBRE A EXPERIÊNCIA PMESP COM VIATURAS ELÉTRICAS

O Capitão da Polícia Militar do Estado de São Paulo (PMESP), Amauri Domingo Demarzo, atuando a mais de 4 anos como Chefe da Seção de Administração de Frota (SAF) do Centro de Motomecanização (CMM), concedeu entrevista para compor o presente trabalho, sendo entrevistado em 28 de novembro de 2024. O objetivo da entrevista foi captar informações obtidas na experiência da PMESP com a utilização de veículos elétricos na atividade operacional de policiamento ostensivo no Estado de São Paulo.

O objetivo desta seção é apresentar de forma sucinta as informações fornecidas pelo entrevistado, mostrando a percepção da PMESP na aplicação de veículos elétricos em suas atividades operacionais, quais os resultados dos testes que eles realizaram. Assim, a entrevista é alinhada diretamente com o tema principal da dissertação, que trata do uso de veículos elétricos na frota operacional da Polícia Militar do Distrito Federal (PMDF).

Figura 10 – Nissan Leaf utilizado no teste na PMESP



Fonte: Portal R3

O Cap. Demarzo nos esclarece que ocorreram na PMESP, 02 testes com os veículos elétricos. O primeiro deles em 2021, realizado

pelo Centro de Motomecanização (CMM), com duração de 03 meses e o segundo, pelo CPI-9 (região de Piracicaba) por aproximadamente 60 dias. Os veículos utilizados eram 100% elétricos, sendo 02 BYD (E-5) e 01 Nissan Leaf.

O entrevistado informou que os veículos, durante os testes realizados pelo CMM foram empregados no policiamento ordinário, para o atendimento de ocorrências, na região do 23º BPM/M (região nobre, em razão da maior disponibilidade de pontos de recarga), em caráter diuturno, durante todo o período de testes. Todos os testes ocorreram em área urbana e de pavimentação regular.

4.4.1.1 ASPECTOS POSITIVOS OBSERVADOS

Como ponto positivo, o Cap Demarzo apresenta que, considerando aspectos de aceleração/desempenho, os usuários ficaram satisfeitos, sendo estes até mesmo instruídos previamente com relação à potência e torque para evitar acidentes. Os veículos testados apresentavam mais potência, torque muito superior. No fim os usuários gostaram bastante, afinal os VEs testados são considerados, atualmente, veículos de “luxo” quando comparados aos que são por eles comumente operados na atividade (licitação, menor preço, básicos, etc).

4.4.1.2 ASPECTOS NEGATIVOS OBSERVADOS

Durante a entrevista, foi informado alguns aspectos negativos observados nos testes, sendo que o entrevistado informou que a demora na recarga foi um dos pontos negativos observados. Há registros de mais de 04 horas para uma recarga completa da bateria. Outros registros dos testes apontaram que por diversas vezes as recargas foram interrompidas diante da necessidade de deslocamentos de atendimento de ocorrências. Mesmo com conectores compatíveis e as capacidades dos pontos de recarga fossem de tempo reduzido, por vezes, a demora foi considerável e acima do proposto/estimado. Ocorreram oportunidades que a recarga, mesmo que parcial, não ocorreu. Outro fator é que os veículos tipo SEDAN, não são utilizados nessa atividade operacional pela PMESP, por razão da ausência do compartimento em separado para detidos. Um terceiro ponto negativo observado foi a baixa presença de estrutura de recarga, o que gera restrições à recarga das VTRs.

O entrevistado ressaltou que a autonomia dos veículos causa impacto na atividade operacional pois, ficou evidenciado que foram necessárias muitas horas ao longo dos 03 meses para recargas, o que resultou contra indicação dos VEs para atividades mais intensas. Sendo indicado para uso em atividades não diurnas. Devido às recargas com tempo além do previsto, a alteração da rotina operacional de patrulhamento tornou os VEs desfavoráveis para atividades diurnas.

Um segundo aspecto informado pelo Cap Demarzo foi a necessidade de orientação aos condutores em manterem atenção e cuidados na condução dos veículos pelo fato da baixa altura destes com o solo para evitar danos.

4.4.1.3 ENTENDIMENTOS FINAIS DA ENTREVISTA

Após a avaliação, chegaram a algumas conclusões. Os veículos elétricos podem sim ser usados na atividade policial, contudo, não é adequado para a atividade desempenhada de forma diurna, 24/7, por apresentar demora ou mesmo falhas na recarga.

O fato de ser um veículo elétrico, com suas características que o diferenciam em potência e ruído dos veículos de combustão interna, não representaram impacto que maximiza os números no atendimento de ocorrências e efetividade de produtividade/resultados.

O Cap Demarzo entende que a longo prazo, os veículos elétricos podem impactar a logística da frota, a depender da necessidade de manutenção. Conforme afirmou, dependerá principalmente da vida útil da bateria, devido ao elevado custo de substituição, além dos modelos serem relativamente baixos, o que pode acarretar em danos na suspensão e também na bateria dependendo de onde estejam instaladas.

Outro fator importante e já citado é a infraestrutura de recarga que necessita ser ampliada, tornando mais eficientes e em mais localidades, podem ser utilizados em maior escala e contribuir para a sustentabilidade.

Sobre aspectos de manutenção corretiva proveniente da atividade operacional, o entrevistado. Este afirmou que não houve danos provenientes de danos durante o período de testes. Contudo, dois fatores também contribuíram para poupar os VEs. O pouco tempo de execução os para testes (03 meses) e o fato de serem veículos

“cedidos”. Estes fatores, acredita Demarzo, teriam ocasionado maior cuidado no uso do veículo, que por sua vez também foi empregado em área mais nobre da cidade. O grande receio é a vida útil da bateria e desgaste prematuro da suspensão, pois como dito, são veículos de “luxo”, “vip”, não foram concebidos para atividade de policiamento, além de possuírem um custo mais elevado.

Como considerações finais dos testes, Demarzo, afirmou que os avaliadores realizaram alguns cálculos com base no tempo de recarga e no tempo do prejuízo de patrulhamento, não se mostrando favorável para os VEs no emprego de forma diuturna.

O entrevistado informou que ficou entendido que o policiamento praticado com VEs é possível para atividades menos intensas e favoráveis a necessidade de recarga dos veículos. Atividades policiais desempenhadas pela PMESP como os programas de ronda escolar, com horário mais maleável, não tão rígido ou bases comunitárias, por exemplo.

Possivelmente, conforme afirma Demarzo, para a atividade policial mais intensa, diuturna, a falta de logística de recarga pública, bem como ser esta compartilhada é um fator complicador de viabilidade para tal mudança de matriz energética das VTRs. Mesmo que existam pontos de recargas em shoppings, estes são de uso público e não há uma prioridade de uso por parte dos policiais para uso e seria necessário um entendimento com a sociedade por uma priorização das viaturas para utilizar os pontos.

Por fim, o entrevistado entende que, no futuro, sanadas as necessidades de infraestrutura de recarga, as viaturas elétricas podem ser sim uma alternativa para atividades policiais.

4.5 ENTREVISTA GESTOR DE FROTAS DA POLÍCIA RODOVIÁRIA FEDERAL - PRF

A presente entrevista foi concedida voluntariamente pelo agente público da Polícia Rodoviária Federal (PRF), Gabriel Ayroso, que atua há mais de três anos como Chefe da Divisão de Frota da PRF. A finalidade da entrevista foi captar aspectos da gestão de frota veicular da PRF, voltada para a atividade operacional aliado a aspectos de utilização de veículos elétricos nesta atividade, objetivando observar através do entrevistado a percepção da PRF na aplicação de veículos

elétricos em suas atividades operacionais, os desafios enfrentados e as soluções estimadas.

Assim, a entrevista é alinhada diretamente com o tema principal da dissertação, que trata do uso de veículos elétricos na frota operacional da Polícia Militar do Distrito Federal (PMDF).

Ao ser indagado sobre seu papel e responsabilidade como gestor da frota da PRF, o entrevistado afirma que como Gestor Nacional da Frota tem dentre outras, as seguintes competências:

Acompanhar, orientar e avaliar o andamento dos contratos de gerenciamento de manutenção e de fornecimento de combustíveis e manutenção leve de veículos, celebrados por todas as Unidades Regionais.

Sugerir melhorias em futuras contratações da mesma natureza, elaborando estudos, termos de referências, e outros documentos e ações necessárias.

Acompanhar, baseado em dados repassados pelos demais membros da Comissão e/ou verificado "in loco", a utilização, as ocorrências, a manutenção e o abastecimento dos veículos, corrigindo eventuais falhas, bem como relatando à CGLOG quaisquer irregularidades que porventura forem detectadas;

Coordenar e autorizar a manutenção dos veículos conforme disponibilidade financeira e critérios técnicos homologados pela Administração.

Acompanhar e apurar o custo operacional dos veículos, sugerindo à Administração o desfazimento daqueles veículos que "*a priori*" se mostrarem antieconômicos ou irrecuperáveis, baseados em critérios econômicos e técnicos, orientando as demais desconcentradas.

Atuar como gestor dos contratos administrativos relacionados com a contratação de manutenção e fornecimento de combustíveis e manutenção leve da frota automotiva da PRF/MJSP.

O entrevistado foi indagado sobre qual a diferenciação no momento de aquisição de veículos operacionais e veículos administrativos, onde respondeu que por questões normativas internas, a PRF não realiza mais a aquisição de veículos administrativos

(restrição imposta com a criação do TaxiGOV), contrato celebrado entre a iniciativa privada e a PRF que realiza transporte de agentes públicos em atividades funcionais através do acionamento por aplicativo. Dito isso, todos os veículos adquiridos pela PRF são enquadrados como operacionais ou de apoio operacional, havendo a distinção entre veículos caracterizados ou não. Podemos dividir os veículos entre de serviços especiais (policial, apoio operacional, reservado) e de serviço comuns. Esta distinção é pautada na Instrução Normativa PRF N° 40, de 28 de maio de 2021 no artigo 8º, que apresenta 42 tipos distintos de veículos.

Alguns aspectos de utilização da frota foram captados ao ser perguntado ao entrevistado sobre o emprego de suas viaturas operacionais em sua corporação, onde ele relatou que as viaturas caracterizadas estão com uma média de idade de 6 anos, realizando em média 6,7 abastecimentos por mês, tendo uma mediana da rodagem em 378,11 km por dia, com um custo mediano de R\$ 0,43 por km no abastecimento, e R\$ 2,16 por km na manutenção.

O Ag. Gabriel, informou ao ser perguntado quanto a estudos de aquisição de veículos elétricos para compor a frota operacional, onde até o presente momento, a PRF não realizou a aquisição de VEs, sejam eles híbridos ou totalmente elétricos. A avaliação que fazem é de que o mercado ainda não oferece soluções que atendam as necessidades operacionais da polícia. Atualmente estão avaliando a viabilidade de substituição de um micro-ônibus da Sede da PRF por um veículo totalmente elétrico, visto que, nesta aplicação, o veículo elétrico se mostra adequado para a atividade desejada. Na atualidade há a sinergia interna para esse fim, pois a sede da PRF já possui painéis de energia solar fotovoltaica para captação de energia para edificações.

A Polícia Rodoviária Federal, notoriamente possui uma frota veicular distribuída em todo o território nacional. Sabidamente é um desafio significativo a manutenção destes veículos. Diante deste fato, foi perguntado sobre quais são os principais desafios enfrentados na manutenção dos veículos operacionais da PRF. Diante dessa pergunta, Gabriel expressou que o atual modelo de contratação para os serviços de manutenção se mostra muito eficiente quanto a disponibilizar pontos comerciais para realização de serviços, permitindo que se executem serviços de manutenção em todo o território nacional. Porém, existem pontos a serem melhorados na contratação, como regras mais simples para fiscalização do contrato, melhoria nos

controles de acionamento para impedir desvio do objeto, melhores amarras de obrigações da contratada para permitir que a PRF possa exigir mais melhorias de sistema para atendimento de suas demandas. Uma vez que a PRF está presente em todo o território nacional, por vezes, em algumas localidades, eles enfrentam a dificuldade de disponibilidade de acesso a certos tipos de serviço de manutenção, havendo a necessidade de movimentação de veículos até centros urbanos maiores para permitir a execução de alguma manutenção. Tal situação está sendo contornada com a contratação do serviço de transporte de veículos pela Divisão de Logística Policial.

Ao ser perguntado se considera, para suas atividades operacionais viável a utilização de veículos elétricos, o entrevistado respondeu que para o perfil de uso operacional da Polícia Rodoviária Federal entende-se que ainda não há soluções de mercado viáveis. A autonomia limitada das atuais baterias é um impeditivo de utilização desses veículos em nossa ronda ordinária, além de limitar também o deslocamento dos veículos entre os Estados.

Os veículos híbridos, em que pese tenham maior autonomia, o que permitiria seu uso na ronda ordinária, apresentam elevado custo de manutenção a partir do 5º ano do veículo, visto que alguns veículos da PRF chegam a rodar mais de 120 mil km em um único ano, há grande risco do envelhecimento acelerado de alguns desses veículos, tornando a recuperação, ou até mesmo a manutenção básica desses veículos, inviável diante de questões econômicas.

Ainda diante da pergunta, Gabriel argumenta que há ainda a limitação de estabelecimentos comerciais aptos para a realização de manutenções e reparos em veículos elétricos, o que pode representar uma importante limitação da manutenção desses veículos em alguns pontos do território, resultando em um bem de alto valor e necessidade operacional que permanecerá longos períodos indisponível por falta de manutenção.

Foi perguntado ao entrevistado se, conforme seu entendimento, os veículos elétricos preservariam as capacidades operacionais comparados aos veículos usados atualmente pela PRF. Diante desta pergunta o entrevistado responde que a viabilidade ou não quanto ao uso de veículos elétricos no serviço policial ostensivo depende muito mais das características do serviço em si e do trecho onde o equipamento será usado. Quanto se roda por dia, quanto tempo o

equipamento ficará parado antes de ser novamente utilizado, e qualidade e características do trecho onde será utilizado. Estes fatores apontados, parecem ser muito mais preponderantes para essa tomada de decisão do que o simples objetivo de redução do consumo de combustíveis ou mesmo a implementação de uma agenda verde, em que pese estes serem objetivo muito interessantes tanto para o órgão como para a sociedade. Uma mudança dessas no acervo de veículos de um órgão de segurança pública precisa ser feita com muita atenção e em doses adequadas, para permitir correções e ajustes na implementação, evitando o desperdício do orçamento.

O entrevistado foi questionado ainda sobre as limitações mais comuns encontradas nos veículos atualmente em uso na PRF na atividade operacional. Nesta questão ele respondeu que o envelhecimento da frota e eventuais dificuldades na aquisição de bens em quantidade adequada para a renovação do acervo se mostram mais como uma limitação.

Atualmente também tem enfrentado alguma dificuldade com a manutenção de veículos blindados, principalmente para-brisas. Ao passo em que a maior parte da frota operacional da PRF passa a ter o padrão de blindagem parcial (OSOP) os gastos com a reposição de para-brisas têm aumentado muito, e visto que a rotina policial consiste em transitar constantemente pelas rodovias federais, necessidades de trocar os vidros que trincando são relativamente comuns. Ficam assim, obrigados a repor o item, causando um aumento nos últimos anos do custo de manutenção.

Sobre a aquisição de inovações tecnológicas para os próximos, o entrevistado expressou a busca por implementar soluções voltadas para a gestão da frota, visando desonerar os servidores que passam a atuar como vistoriadores. Adquirir veículos elétricos não é uma preocupação. Alertou ainda que para um projeto de eletrificação da frota operacional devem avaliar muito bem a capacidade dos equipamentos disponíveis no mercado frente à realidade operacional da PRF ou do órgão, sob o risco de que a má mensuração da demanda e uma avaliação mal feita das soluções de mercado fazem com que se incorpore ao acervo veículos cujo uso operacional é pífio, restando ao órgão com uma frota de veículos indisponíveis ou de uso inviável para a realidade operacional.

4.6 ENTREVISTA GESTOR DE FROTAS DA POLÍCIA FEDERAL - PF

A presente entrevista foi concedida voluntariamente pelo agente público da Polícia Rodoviária Federal (PRF), que atua há mais de doze anos como WILLIAM ENIO GUEDES FABRÍCIO Gestor de Frota da Polícia Federal (PF). A finalidade da entrevista foi captar aspectos da gestão de frota veicular da Polícia Federal, voltada para a atividade operacional aliado a aspectos de utilização de veículos elétricos nesta atividade, objetivando observar através do entrevistado a percepção da PF na aplicação de veículos elétricos em suas atividades operacionais, os desafios enfrentados e as soluções estimadas.

Assim, a entrevista é alinhada diretamente com o tema principal da dissertação, que trata do uso de veículos elétricos na frota operacional da Polícia Militar do Distrito Federal (PMDF).

Como gestor da frota o Ag William afirma que é responsável por *prover o gerenciamento (abastecimento e manutenção) de todos os veículos da Polícia Federal utilizados pelas Diretorias da PF, bem como auxiliar e conduzir os processos de especificação e compras de todos os veículos utilizados pela Polícia Federal no Brasil.*

O entrevistado foi indagado sobre qual a diferenciação no momento de aquisição de veículos operacionais e veículos administrativos, onde respondeu que por questões normativas internas, *a Polícia Federal não possui veículos administrativos. Na PF os veículos oficiais são classificados como veículo de serviço especial, conforme Decreto 9.287/2018, em razão das atividades de SEGURANÇA PÚBLICA a qual são destinados, dividindo-se em Viatura ostensiva e viatura reservada.*

Na tentativa de observar características necessárias aos veículos que atuam na PF, o entrevistado afirma que, *considerando as atividades de polícia judiciária desempenhada pela PF, ou seja, eminentemente investigativa, que demanda veículos utilizados pelo mercado consumidor comum, a priori, não se percebe limitações nos veículos que impacte o desempenho das atividades.*

A Polícia Federal, notoriamente possui uma frota veicular distribuída em todo o território nacional. Sabidamente é um desafio significativo a gestão destes veículos. *O Ag. William nos fala ainda que*

as funções das atividades de Polícia Judiciária os veículos são utilizados em todos os cenários possíveis do território brasileiro (Pacaraima/RR, Oiapoque/AP ao Chuí/RS, por exemplo), respeitando as características de cada veículo:

Veículos reservados on-road (hatch, sedans, caminhonetes, SUVs): Utilização diária em diligências policiais (investigações, intimações etc) e segurança de dignitários (veículos de luxo blindados);

Veículos reservados off-road (caminhonetes) utilização frequente em deslocamentos em áreas rurais (investigações de garimpos, crimes relacionados à comunidades indígenas, tráfico de drogas etc).

Veículos ostensivos on-road (SUV, Sedans, Vans, ônibus e blindados nível III) utilizados principalmente no “estouro” de operações policiais para o cumprimento de mandado judicial (Busca e apreensão, prisão etc).

Veículos ostensivos off-road (caminhonetes) utilizados nas situações de operações em áreas rurais.

Informou ainda que há veículos que são empregados frequentemente em grandes deslocamentos, em função da atuação nacional que implica em muitos deslocamentos interestaduais.

Indagado ao Ag William sobre quais são os principais desafios enfrentados na manutenção dos veículos operacionais da PF. Diante dessa pergunta, William entende que a principal dificuldade é a *limitação dos recursos orçamentários e financeiros para os contratos de gerenciamento de frota, bem como a carência de pessoal administrativo para atuar na gestão.*

O Ag. William, informou também que a *PF possui em sua frota alguns veículos híbridos (HEV - Hybrid Electric Vehicle), adquiridos em licitação pública, além de outros veículos híbrido plug-in (PHEV - Plug-In Hybrid Electric Vehicle) obtidos por apreensão e utilizados com autorização judicial.* Ainda em resposta, foi observado que há a sinergia interna para uso dos VEs, pois *algumas unidades da PF possuem painéis de energia solar fotovoltaica, bem como estrutura de recarga dos veículos, cite-se como exemplo o Ed. Sede da Polícia Federal em Brasília/DF.*

Ainda sobre os VEs que são utilizados pela PF, o Ag William foi categórico em afirmar que os veículos elétricos não são utilizados pela PF para rondas ou patrulhas e considerando a utilização de tais veículos nas atividades de segurança de dignitários, não tiveram observações negativas a serem feitas. Estes são utilizados apenas na atividade de segurança de dignitários (autoridades brasileiras, estrangeiras e candidatos à Presidência da República, nos períodos eleitorais). Até o presente momento, não sofreram problemas como perda de desempenho devido à exaustão da bateria, dado que os deslocamentos empreendidos são bem pontuais, consistindo de um lugar ao outro: hotel - evento(s) - hotel) então não sofremos ou fomos afetados por tais situações (problemas de imobilização ou perda de desempenho). Nesta atividade, não se vislumbra dificuldades em tais utilizações, pois o uso dos veículos fica, como regra, limitado aos grandes centros urbanos que dispõem de ampla rede de carregamento dos veículos.

Buscando a experiência específica do desfazimento destes veículos híbridos, o Ag William explicou que em função do pouco tempo de aquisição de veículos elétricos, não houve necessidade de estudo ou desfazimento de VEs, além que, por hora, os custos de manutenção com eles têm sido baixos e pouco significativos.

Encerrando a entrevista, foi questionado sobre quais inovações tecnológicas a PF tem buscado ou projeta incorporar na frota para os próximos anos, e a resposta obtida não fala em aumentar os números de VEs para compor a frota e sim em melhorias de gestão e controle dos veículos com *Implementação de sistemas de controle de uso com a adoção de tecnologia de rastreamento (GPS) e telemetria utilizando a OBD do veículo (OBD - on-board diagnostics).*



5

DISCUSSÃO

Durante o desenvolvimento do trabalho, foram observados os aspectos a viabilidade, os desafios e as implicações da adoção de veículos elétricos no contexto das forças policiais. Alguns apontamentos podem ser apresentados.

A análise da viabilidade dos veículos elétricos (VEs) no contexto da Polícia Militar do Distrito Federal (PMDF) requer uma avaliação detalhada dos fatores técnicos, financeiros e operacionais. Embora os VEs ofereçam uma alternativa ambientalmente sustentável e de potencial economia a longo prazo, sua implementação enfrenta desafios significativos quando aplicados às demandas específicas das atividades policiais.

5.1 VIABILIDADE OPERACIONAL DE VEÍCULOS ELÉTRICOS (VES) SOB O ASPECTO DE AUTONOMIA E ESTRUTURA DE RECARGA

Entre os principais fatores que afetam a viabilidade dos VEs estão a autonomia limitada, a necessidade de uma infraestrutura de recarga bem distribuída e o impacto que o uso intensivo e contínuo pode ter sobre a durabilidade das baterias e os custos de manutenção corretiva. As operações de policiamento diuturno e de longa duração exigem veículos com alto nível de prontidão e capacidade de resposta em situações emergenciais, onde qualquer limitação na mobilidade ou risco de falhas pode comprometer a segurança dos agentes e a eficácia das operações. Estas observações são amparadas nas entrevistas coletadas, em especial na entrevista do Cap Demarzo que nos relata a experiência da PMESP com os veículos elétricos.

A autonomia dos veículos elétricos (VEs) representa um desafio substancial para sua adoção em atividades policiais contínuas, especialmente em terrenos irregulares ou em missões que exigem longas jornadas operacionais. Os veículos a combustão interna (VCIs), em comparação, oferecem maior capacidade operacional sem a necessidade de longos períodos de imobilidade para reabastecimento, uma característica particularmente vantajosa em operações de

emergência e patrulhamento extensivo, onde a autonomia dos veículos é um fator crítico para a eficiência.

De acordo com o estudo realizado, os VEs, como os modelos BEV (Veículos Elétricos a Bateria) e PHEV (Veículos Elétricos Híbridos Plug-in), possuem limitações quanto ao alcance e ao tempo necessário para recarga, além de dependerem de uma infraestrutura ainda incipiente de estações de recarga, especialmente em áreas mais remotas. A insuficiência de estações em locais estratégicos limita a flexibilidade operacional dos VEs, que precisam retornar a pontos específicos para recarregar, algo que poderia prejudicar a atividade operacional de patrulhamento ou mesmo operações pontuais que demandam resposta imediata e de constante mobilidade.

Conforme observamos, em especial nas entrevistas captadas, as experiências com veículos elétricos (VEs) são variadas. Mesmo com equipamentos de recarga distribuídos em pontos estratégicos, a GCM de São Paulo relatou dificuldades nesse processo e a necessidade da implementação de planejamento rígido com paradas programadas para garantir a eficiência operacional dos veículos envolvidos. O mesmo nível de preocupação com planejamento de rotas, e pelo mesmo motivo de autonomia está presente na iniciativa privada da 2P Health Care. A PMESP foi a instituição que, em uma situação mais próxima à realidade operacional desejada para as atividades da PMDF, experimentou amplamente o uso dos VEs. Nesse caso, os VEs foram considerados inadequados para atividades de policiamento mais intensivo, foco do presente estudo. Alguns fatores, principalmente relacionados à autonomia, sustentam esse entendimento.

A ausência de uma ampla rede de pontos de recarga em áreas públicas cria a necessidade de recorrer a pontos de recarga instalados internamente nas unidades policiais ou outras repartições públicas. Contudo, adotar essa alternativa, retiraria das ruas viaturas importantes para o atendimento de emergências, muitas vezes demandado durante o próprio patrulhamento nas ruas da cidade. Recolher a viatura e sua equipe aos batalhões prejudica o serviço prestado.

Uma solução natural para evitar a interrupção da continuidade operacional, causada pelo recolhimento das viaturas às unidades para recarga, seria adquirir um número maior de viaturas nas licitações, garantindo a disponibilidade operacional enquanto um veículo está em

recarga. No entanto, essa solução tornaria as licitações mais onerosas para os já limitados cofres públicos.

Observando esse cenário, fica evidente que se trata de uma questão desfavorável, pois o abastecimento de uma viatura a combustão é mais rápido do que o de uma elétrica. Além disso, embora o custo dos eletropostos nos Batalhões, não represente um investimento tão alto e possa ser reduzido por meio do processo licitatório, essa questão ainda não se mostra vantajosa para a polícia militar ao levarmos em consideração a necessidade da prestação de serviço continuada à sociedade.

5.2 VIABILIDADE DE IMPLEMENTAÇÃO DE (VES) SOB O ASPECTO DE DESEMPENHO OPERACIONAL

Os resultados de testes práticos obtidos em frotas comerciais ou de outras corporações policiais, como as GCM ou mesmo a Polícia Militar do Estado de São Paulo (PMESP), indicam que os VEs são mais apropriados em funções administrativas e de apoio, como o transporte funcional, uso como base comunitária móvel, e serviços logísticos não emergenciais. Essas funções possuem um padrão de uso menos intenso e demandam menor prontidão em comparação à atividade operacional direta, pois pela própria dinâmica destas atividades, a VTR pode permanecer por longos períodos parados sendo recarregada, enquanto o efetivo realiza sua atividade de policiamento. O uso de VEs nessas atividades permite reduzir os custos de combustível e manutenção, sem comprometer significativamente a capacidade de resposta da instituição.

Na Polícia Militar do Distrito Federal (PMDF), esses veículos podem ser uma alternativa viável para atividades administrativas, operações diurnas e missões de apoio que não exigem alto desempenho contínuo, como o transporte de pessoal e material administrativo. A aplicação dos VEs em atividades intensas, como patrulhamento ostensivo diuturno ou operações táticas de longa duração, no entanto, apresenta riscos à eficiência e segurança. Nessas atividades, o risco de imobilidade devido à descarga da bateria em momentos críticos e a necessidade de retornos frequentes para recarga podem resultar em perda de prontidão e impacto direto nos resultados operacionais.

5.3 VIABILIDADE DE IMPLEMENTAÇÃO DE (VES) SOB O ASPECTO ESTRUTURAL E DE MANUTENÇÃO DO VEÍCULO

A estrutura dos veículos elétricos (VEs), ao posicionar a bateria na parte inferior do veículo, é uma característica que, embora contribua para a estabilidade e o baixo centro de gravidade, aumenta a vulnerabilidade da bateria a impactos em terrenos acidentados e desafiadores, comuns em algumas áreas de patrulhamento da Polícia Militar do Distrito Federal (PMDF). Esse risco é potencialmente agravado em operações de patrulhamento intensivo e diuturno, onde o veículo é frequentemente exposto a condições severas, como obstáculos, velocidade elevada e mudanças bruscas de terreno. Tais condições elevam a probabilidade de impactos e de seus danos decorrentes, gerando a imobilidade e até incêndios devido a curtos-circuitos nas células de energia.

Conforme observamos, a energia armazenada nas baterias de lítio, comuns em VEs, pode gerar incêndios de difícil controle.

Figura 11 – Alocação de Bateria Veicular do BYD Shark



Fonte: Site BYD, 2024

Além dos prejuízos operacionais, os custos de manutenção corretiva de veículos elétricos, especialmente no que tange à

substituição de baterias danificadas, representam um desafio financeiro relevante. As baterias de lítio utilizadas nesses veículos possuem um custo elevado para substituição e requerem um tipo de mão de obra especializada, que por sua vez não é ampla e irrestrita no Brasil e em particular, em Brasília. A exposição constante dos veículos elétricos a condições de uso intenso e à possibilidade de impactos frequentes aumenta a probabilidade de danos recorrentes nas células de energia, o que, por sua vez, eleva as expectativas dos custos de manutenção.

Conforme já apresentado no estudo, aproximadamente 28% das manutenções corretivas de veículos operacionais da PMDF, são direcionadas a componentes da parte inferior dos veículos, como o sistema de suspensão das VTRs, o que indica um desgaste de uso proporcionado pela própria dinâmica do exercício da atividade operacional. Com os VEs, esse percentual pode ser significativamente ampliado, uma vez que a área mais exposta do veículo passa a ser justamente onde se localizam as baterias. A substituição ou reparo de baterias afetadas por impactos ocorridos durante a atividade operacional pode, portanto, levar a um aumento exponencial nos custos, exigindo um planejamento orçamentário mais robusto para a gestão de frota eletrificada.

5.4 VIABILIDADE DE IMPLEMENTAÇÃO DE (VES) SOB O ASPECTO VIABILIDADE FINANCEIRA

Não obstante, todas as diligências realizadas para se chegar a um valor que nos permitisse estabelecer uma viabilidade financeira, as Guardas Cíveis e a iniciativa privada que empregaram os veículos elétricos, o fazem por meio de comodato ou locação como é feito em São José dos Campos e da 2P Health Care, portanto não temos um exemplo de preço alcançado em um processo licitatório de compra.

O Custo de aquisição de um VEs fica sujeito a um processo licitatório, em favor à PMDF, tornando difícil precisar valores sem casos licitatórios concretos, contudo, na atualidade, podemos comparar a aquisição conforme tabela FIPE com referência ao mês de novembro de 2024.

Quadro 6 – Valores Veículos Zero KM - Tabela FIPE

Fabricante	Modelo	Categoria	Motor	Preço Médio
Jeep	COMPASS S 1.3 TB 4XE Aut	SUV	Híbrido	R\$ 316.722,00
Jeep	COMPASS Black Hurricane 2.0 4x4 TB Aut.	SUV	Combustão Interna/gasolina	R\$ 281.392,00
Toyota	Corolla Cross XRV 1.8 16V Aut.	SUV	Combustão Interna/gasolina	R\$ 199.825,00
Toyota	Corolla Cross XRE 2.0 16V Flex Aut	SUV	Híbrido	R\$ 175.811,00
BYD	Yuan Pro	SUV	Elétrico	R\$ 182.800,00
BYD	Shark	Caminhonete	Híbrido	R\$ 379.800,00 (site BYD)
BYD	Song ProDM-i	SUV	Híbrido	R\$ 189.800,00 (Site BYD)
FORD	Ranger Limited 3.2 4x4 CD Diesel Aut	Caminhonete	Combustão interna/Diesel	R\$ 273.196,00

Fonte: FIPE e [byd.com/br/ofertas](https://byd.com.br/ofertas)

Os valores apresentados são bem próximos, apresentando vantagens entre veículos a combustão da mesma marca e modelo, em detrimento aos veículos elétricos. Ao buscarmos comparativos os veículos nas categorias, observamos que a SUV da BYD tem um bom custo de aquisição entre as SUV, híbridas e a combustão das marcas comparadas (JEEP e Toyota), exceto ao Corolla Cross 2.0 16V Híbrido. Entre as caminhonetes comparadas, a Híbrida da BYD, ainda a chegar no mercado brasileiro, a SHARK está R\$ 106.604,00 mais cara que uma possível concorrente direta à combustão, (Ford Ranger Limited).

A principal vantagem financeira fica atrelada ao consumo de combustível. Conforme o observado por Galeski (2023) em seu estudo sobre a viabilidade de viaturas elétricas para a PM do Paraná, o relatório dos testes realizados pela PMESP em 2018 informou que:

“Do relatório produzido pelo Centro de Motomecanização da PMESP, acerca da avaliação realizada nos veículos elétricos

anteriormente mencionados, pode ser extraído que, com relação ao custo energético houve uma economia do veículo elétrico se comparado com o veículo a gasolina de 71% e de 73% com o veículo a etanol, em números absolutos a economia para os três meses de utilização e 23811 quilômetros percorridos foi de R\$ 9.972,40 se comparado com um veículo a gasolina e de R\$ 10.960,92 com o veículo a etanol” (Galeski, 2023, p8).

Fica evidente que a economia do VE em relação ao custo do consumo de combustível de um VCI é significativa. Conforme consulta (Charge Guru, 2024), O Nissan Leaf E+, permite atingir 385 km de autonomia em uso misto e mais de 500 km em cidade, graças a uma bateria de 62 kWh. Em cidade, este Nissan é econômico, com um consumo de 16,2 kWh/100 km. Nos números apresentados no estudo da PMESP de 2018, significa dizer que ao mês, o custo por quilômetro rodado para cada tipo de veículo é o seguinte:

- a) Veículo elétrico: R\$ 0,13 custo médio por quilômetro;**
- b) Veículo a gasolina: R\$ 0,46 custo médio por quilômetro;**
- c) Veículo a etanol: R\$ 0,46 custo médio por quilômetro;**

Vale lembrar que apesar de não termos parâmetros de economia anual com gasto de manutenção corretiva/preventiva dos veículos elétricos, é notório que eles apresentam custos menores, em especial nas manutenções preventivas, pelo fato de se ter um número de peças muito menor, ao serem comparados aos veículos tradicionais. Contudo há de se considerar aspectos de uso na atividade operacional de polícia que não foram observados nos testes ou no uso empresarial. Esse uso, como já falado, pode causar custos de manutenção corretiva, visando a troca de baterias que possam sofrer avarias, conforme já explanado anteriormente.

5.5 VIABILIDADE DE IMPLEMENTAÇÃO DE (VES) SOB O ASPECTO DA ALIENAÇÃO

Como podemos observar no item 2.4.7 baterias de veículos elétricos tem em média 8 anos de garantia por defeito de fabricação, ou seja, prazo superior a vida útil de nossas viaturas que são empregadas no trabalho operacional, com isso podemos concluir que elas deverão seguir um rito normal de alienação dentro da PMDF, leilão pelo Departamento de Patrimônio, Transporte e Suprimentos (DPTS),

sendo os recursos auferidos destinados aos cofres da PMDF, conforme vem sendo feito com os veículos alienada nos últimos anos.

Contudo, entende-se que a arrecadação financeira, proveniente da alienação destes veículos elétricos deve gerar menos caixa, quando comparados aos veículos de combustão interna, pois sofrem uma acentuada desvalorização no mercado de usados quando comparados aos VCI.

Nos Estados Unidos, os carros elétricos passam por uma acentuada desvalorização, que de acordo com MacLain (2024) os carros elétricos passaram de compras caras para algumas das maiores pechinchas nos pátios de carros usados, sendo que os valores de revenda de tais veículos simplesmente despencaram.

Na pandemia mundial de COVID 19 e no período inicial pós pandemia, modelos de carros usados, incluindo os elétricos, eram vendidos por valores iguais ou maiores do que seus equivalentes novos (MacLain, 2024). Este fato atípico ocorreu pela crise na cadeia de suprimentos que resultou em uma falta de componentes e consequentemente na escassez de carros novos. “Agora, a dinâmica mudou. Os estacionamentos das concessionárias estão cheios de elétricos não vendidos, e as montadoras em grande parte lideradas pela Tesla reduziram os preços dos novos modelos em um esforço para vendê-los (MacLain, 2024, p.1).

Nesse sentido, MacLain (2024, p.01) esclarece que “a enxurrada de descontos fez com que os preços de veículos elétricos usados despencassem, aumentando os desafios enfrentados pela indústria automobilística, já que sua grande aposta na tecnologia de baterias continua a fracassar”.

Em setembro, MacLain (2024, p.1) aponta que “o preço médio de venda de um veículo elétrico de três anos era de cerca de US\$ 28.400, menos do que o de um veículo com motor a gasolina da mesma idade e uma queda de 25% em relação ao início de 2023, de acordo com o site de compras de carros Edmunds”. Deste modo, ainda segundo o autor “A queda acentuada no preço de elétricos usados contrasta com o mercado mais amplo de carros usados, onde os valores permaneceram estáveis durante o mesmo período, de acordo com os dados da empresa” (MacLain 2024, p.1).

No Brasil, os carros elétricos tiveram considerável desvalorização. Nesse sentido, Ferreira (2024) em artigo publicado no site Quatro Rodas criou uma lista de 10 carros elétricos que já estavam à venda em 2022 e sobreviveram diante das mudanças do mercado automobilístico com a finalidade de mostrar a evolução dos seus preços e a desvalorização. No entanto, para o presente estudo, será levada em consideração apenas dados referentes ao preço inicial e a desvalorização dos veículos elétricos listados por Ferreira.

Nesse sentido, Ferreira (2024) em artigo publicado no *site* Quatro Rodas aponta que o veículo Renault Kwid E-tech entrou no mercado em 2022 para concorrer nos segmentos dos compactos elétricos chegando a ganhar o título de carro elétrico mais barato do Brasil custando R\$142.000,00 em seu lançamento.

Já o BYD Dolphin chegou em 2023 e não só Kwid como todos os seus concorrentes se viram obrigados a abaixar seus preços para não serem ofuscados. Primeiro, ele caiu para R\$ 123.490,00, mas a chegada do Dolphin Min neste ano fez com que a Renault diminuísse seu preço para R\$ 99.990,00 mantendo o título de elétrico mais barato do Brasil (Ferreira, 2024, p.1).

Deste modo, Ferreira (2024) faz uma análise acerca da desvalorização dos VEs e que o Kwid E-Tech ano-modelo 2023, segundo a KBB, na troca por um carro novo, o preço médio de venda do elétrico fica em torno dos R\$ 79.700, ou seja, uma desvalorização de 44,3% frente ao preço do lançamento. Mas o preço médio de revenda nas lojas seria de R\$ 97.670, muito próximo do 0 km.

Já o Chery iCar também estreou em 2022 pegando o embalo do Kwid E-Tech. Na época, ele tinha preço de lançamento de R\$ 139.990,00 e com isso conquistando o ranking de elétrico mais barato do Brasil, superando não só o Renault como também o JAC E-JS1. No entanto, em pouco tempo o preço do Chery iCar tornou a elevar, chegando ao preço de R\$ 149.990,00. Em 2023, graças ao “efeito Dolphin” a montadora baixou preço, e o iCar voltou a custar o mesmo que no lançamento. Porém, algumas concessionárias iam além e anunciavam o compacto por R\$ 129.990,00 (Ferreira, 2024).

Recentemente em 2024, o compacto ficou ainda mais barato sendo precificado no *site* oficial da Caoa Chery por R\$ 119.990,00. Destarte, com a desvalorização, um iCar 2022 no mercado de usados em 2024 acaba tendo preços bem menores que o 0 km e próximos do

Kwid E-Tech do mesmo ano. O preço médio de troca é de R\$ 79.900,00 sendo que a desvalorização chega a atingir a marca de 42,9% (Ferreira, 2024).

Assim, é possível observar que os veículos elétricos tiveram uma redução expressiva em seus valores dentro de um período de apenas 2 anos. Ademais, já mencionadas a desvalorização do Renault Kwid E-Tech e do Chery iCar, segue abaixo os demais modelos elencados por Ferreira (2024) com as suas respectivas desvalorizações:

O JAC E-JS1 com preço inicial de R\$145.000,00 e seu preço de troca, após 2 anos de uso fica na faixa dos R\$ 80.800,00 superando Kwid e iCar. A desvalorização comparada ao preço de lançamento é de 46% (Ferreira, 2024).

O Peugeot e-208 GT custava R\$ 249.000,00 em seu lançamento em 2022, no caso do usado ano-modelo 2023 a desvalorização foi bem alta e é possível encontrá-lo custando da faixa dos R\$ 146.000,00 um pouco mais barato que o Dolphin. Quer dizer que perdeu 47,2% do seu preço (Ferreira, 2024).

No mesmo sentido, o Peugeot e-2008 chegou a custar R\$ 259.000,00 em 2022, sendo que no ano de 2023 e passou a custar R\$159.000,00 e no mercado de usados o e-2008 teve uma desvalorização tão grande quanto a do irmão maior. Na troca, o SUV tem preço médio de venda de R\$ 140.600, aproximadamente, quase R\$ 119.000,00 a menos do valor de lançamento. A desvalorização foi de 45,9% (Ferreira, 2024).

Ferreira (2024) aponta que o BYD Tan estreou no Brasil em 2022 por R\$ 487.590,00 e em junho de 2024 recebeu melhorias e com isso o seu preço foi para R\$ 536.800,00. A desvalorização fez o Tan 2023 ficar mais acessível no mercado de usados e a versão de lançamento está valendo em média R\$ 304.550,00 uma depreciação de 37%.

O veículo elétrico Fiat 500e no ano de 2022, um ano após sua estreia, seu preço já tinha subido de R\$ 239.990,00 para R\$ 255.990,00. Mas seguindo a tendência do mercado de elétricos, seu preço caiu e hoje ele sai por R\$ 214.990,00 como consta no site da Fiat. Disponível apenas como ano-modelo 2022, um 500e usado tem preço médio de troca de aproximadamente R\$ 159.820,00. Quem pagou o preço de lançamento viu seu carro perder 37,5% do seu valor em dois anos. (Ferreira, 2024).

Com a chegada de opções mais baratas de veículos elétricos, a Volvo se viu obrigada reposicionar o modelo Volvo XC40, que de acordo com Ferreira (2024, p.1) “Agora, o Volvo XC40 com um motor já parte dos R\$ 342.950,00, enquanto o bimotores custa R\$ 405.950,00. Na troca, o XC40 com dois motores tem preço médio de R\$ 222.200,00 enquanto o modelo mais simples está valendo aproximadamente R\$ 199.000,00. A desvalorização é de 44,4% e 35,7%, respectivamente”.

No que tange ao veículo Nissan Leaf, em 2022, ano em que a segunda geração recebeu sua única reestilização, o Leaf custava R\$ 293.790,00 mais caro que o Peugeot e-208 GT, por exemplo. A Nissan até tentou salvar o modelo em 2023, derrubando seu preço para R\$ 235.800,00. Mas não teve jeito. Em 2024 o preço voltou para a casa dos R\$ 298.900,00 algo que não fazia sentido, já que o Leaf era considerado bem ultrapassado. “O resultado é que o hatch elétrico saiu de linha no Brasil antes de ter sua produção encerrada no resto do mundo. Quem quiser vender o Leaf para revendedores também encontrará uma desvalorização alta, já que seu valor médio na troca está na casa dos R\$ 158.870,00 uma perda de valor na ordem dos 45,9%” (Ferreira, 2024. p.1).

Acerca do modelo Chevrolet Bolt EV Ferreira (2024), esclarece que este veículo foi mais um dos modelos elétricos que não teve grande saída nas concessionárias brasileiras. Inclusive, muitos até se esqueceram que o modelo segue à venda. Em 2022 o Bolt fez a sua estreia custando R\$ 329.000,00 um valor considerado elevado até para a época. Como era de se esperar, a depreciação é ainda maior que a do Leaf e está valendo R\$ 174.000,00 na troca por um carro novo, o que representa uma desvalorização de 47,1%.

Nesse sentido, no que concerne a viabilidade de Implementação de (VEs) sob o aspecto da alienação de VEs notou-se que dos 10 modelos elencados acima todos eles tiveram quedas significativas em seu valor de revenda após dois anos de uso. Sendo que a queda de preços em percentagem varia de -44,3% a -47,1%.



6

6

RESULTADOS

Analisando aspectos como viabilidade Operacional, e alinhando-se com os objetivos específicos 01 e 02 da dissertação, o estudo dos casos nos mostrou que, embora a adoção de veículos elétricos seja à primeira vista promissora, a viabilidade técnica depende de adaptações significativas, como a adequação da infraestrutura de recarga e a adaptação dos veículos às exigências de patrulhamento intensivo. Ficou evidenciado que, em algumas atividades policiais, os veículos elétricos já apresentam condições favoráveis de uso, mas ainda enfrentam limitações de autonomia e tempo de recarga que impactam diretamente a continuidade das operações e na continuidade adequada dos serviços prestados pela PMDF.

O déficit de infraestrutura de recarga disponível nas áreas de operação é uma barreira crítica, que exige investimento substancial para que esses veículos possam atender às demandas das forças policiais, sem causar prejuízo ao desempenho de suas atividades.

A criação de uma infraestrutura robusta e estrategicamente distribuída para recarga seria necessária. Além de pontos de recarga dentro dos Batalhões, seria necessária a instalação de pontos de recarga rápida em locais de alto tráfego policial e pontos de interesse como delegacias e pontos estratégicos de patrulhamento. Esta implementação demandaria onerosos recursos financeiros, além de empenho governamental no envolvimento das instituições para a autorização e realização das obras necessárias. Tal implementação por apenas uma única instituição, neste caso a PMDF, exigiria investimentos elevados, o que seria mais facilmente viabilizado com o estabelecimento de parcerias, em especial com outras organizações públicas a exemplo do próprio Governo do Distrito Federal ou instituições privadas, como forma de amenizar estes custos.

Uma outra dificuldade observada é a ausência de uma rede de manutenção robusta para atender a demanda da frota da polícia militar. No momento, reparos corretivos ou mesmo os preventivos nos veículos elétricos, ficam a cargo das autorizadas, dadas as complexidades do veículo, o que pode causar prejuízo operacional pela

impossibilidade de utilização da terceirização de serviço como a PMDF faz na atualidade.

Outro fator decisivo é a ausência de uma rede de manutenção robusta para atender à demanda da frota da polícia militar. Atualmente, os reparos corretivos e preventivos dos veículos elétricos ficam a cargo das concessionárias autorizadas, devido às complexidades desses veículos e a ausência de outras empresas capacitadas na tecnologia dos VEs. Isso pode gerar prejuízos operacionais, pois tornaria antieconômica a terceirização do serviço de manutenção, prática atualmente adotada pela PMDF, e que torna mais célere a manutenção das VTRs atuais.

Embora a adoção de veículos elétricos nas forças policiais possa parecer uma tendência alinhada aos princípios de sustentabilidade e inovação tecnológica, a realidade operacional brasileira impõe desafios significativos a essa transição. Devido a fatores como a geografia variada, a carência de infraestrutura de recarga confiável e os longos períodos de patrulhamento contínuo, a implementação desses veículos enfrenta obstáculos que comprometem a eficiência e a prontidão das operações de segurança pública.

Já a médio prazo, a dependência de veículos elétricos sem suporte estrutural adequado pode prejudicar a imagem institucional e limitar o desempenho das forças policiais. Falhas de recarga, baixa autonomia das baterias e a possível imobilização de veículos em momentos críticos representam riscos operacionais que devem ser levados em conta antes de expandir esse modelo de matriz energética para a frota.

A introdução de veículos elétricos em atividades de patrulhamento de forma ampla, necessitaria primeiro de uma análise estratégica focada na implementação governamental de estrutura de pontos de recarga, com investimentos substanciais na implementação substancial dessa infraestrutura. Outro ponto é ainda a manutenção específicas que ainda é restrita às necessidades do setor e que pode prejudicar a operacionalidade de uma grande frota. Ambos os fatores, torna contra indicado o uso de VEs na frota da polícia militar para a atividade operacional de policiamento mais intenso e constante como os exercidos pelas unidades de área e seus GTOPs, bem como unidades especializadas.

Em síntese, podemos resumir os achados no seguinte quadro:

Quadro 7 – Aspecto Autonomia e Infraestrutura de Recarga		
Aspecto		
Observações	Descrição	Fonte de evidência
Autonomia e Infraestrutura de Recarga		
Infraestrutura de recarga insuficiente	Necessidade de Grandes investimentos em infraestrutura de recarga de forma descentralizada. A carência de pontos de recarga bem distribuídos limita a flexibilidade e a eficiência operacional dos VEs.	Entrevista; Análise Documental;
Autonomia Limitada	A autonomia dos VEs é insuficiente para o policiamento contínuo e missões prolongadas, especialmente em áreas mais isoladas.	Entrevistas;
Necessidade de aquisição extra de VEs	Aumentar a quantidade de viaturas para compensar o tempo de recarga é uma alternativa para evitar a quebra de continuidade da atividade, mas gera custos elevados para os cofres públicos.	Análise Documental;
Conclusão	Sob o Aspecto de Autonomia e Infraestrutura de recarga, ficam os VEs contra indicados para a atividade operacional;	

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Quadro 8 – Aspecto Desempenho Operacional		
Desempenho Operacional		
Dificuldades com o uso de VEs em atividades policiais intensivas	Os estudos realizados pela PMESP apresentaram observações negativas quanto ao uso de VEs em atividades policiais intensivas, destacando a inadequação desses veículos para esse tipo de operação.	Entrevista; Referencial teórico; Fontes abertas;

	O uso de VEs em atividades de patrulhamento intenso ou operações táticas apresenta riscos de imobilidade por descarga da bateria, além da necessidade de recargas frequentes, impactando a prontidão e a eficiência operacional.	Entrevistas; Referencial Teórico;
Furtividade e conformo	Os VEs BEV e FCEV, apresentam características furtivas proporcionadas pela ausência de ruídos,	Referencial Teórico; Questionário; Entrevistas;
VEs Híbridos (PHEV ou HEV)	Os híbridos, por características próprias podem anular a necessidade dos postos de recarga, minimizando o fantasma da imobilização repentina, mas possuem características de perda de potência quando a bateria perde por completo sua carga, deixando o veículo operando apenas com o motor a combustão.	Referencial Teórico;
Conclusão	Sob o Aspecto de Desempenho Operacional, ficam os VEs CONTRA indicados para a atividade operacional;	

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Quadro 9 – Aspecto Estruturais do Veículo e de Manutenção		
Estruturais do Veículo e de Manutenção		
Posicionamento da Bateria	A bateria, localizada na parte inferior dos VEs, contribui para a estabilidade, mas também representa vulnerabilidade aos danos causados durante a atividade operacional de patrulhamento da PMDF.	Referencial teórico; Questionário;
	Há um potencial risco de incêndios causados por reações químicas das baterias, por aquecimento ou em especial ao sofrerem traumas físicos;	Referencial teórico;
Manutenção especializada escassa	Número pequeno de mão de obra especializada na manutenção de VEs, o que tornaria ineficaz a terceirização da manutenção e aumentaria ônus financeiro nas manutenções	Entrevistas;

Conclusão	Sob o Aspectos Estruturais e de Manutenção, ficam os VEs CONTRA indicados para a atividade operacional;
-----------	---

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Quadro 10 – Aspecto Viabilidade Financeira

Viabilidade Financeira		
Custos de Implementação de infraestrutura	Os gastos com as estruturas de eletropostos em ambiente interno das unidades policiais é uma possibilidade que a médio prazo, torna economicamente viável desde que sejam mantidos os padrões de conexão.	Entrevistas; Referencial Teórico;
Redução de custos com combustível	Há uma evidente economia nos custos com a mobilidade dos VEs. Os veículos elétricos, sejam eles híbridos ou não, apresentam uma economia significativa se comparados aos veículos a combustão.	Entrevistas; Referencial Teórico;
Conclusão	Sob o Aspectos de Viabilidade Financeira, ficam os VEs indicados para a atividade operacional, necessitando ser revisitado no momento da licitação com dados concretos e atualizados;	

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Quadro 11 – Viabilidade sob Ótica de Alienação Patrimonial

Viabilidade sob Ótica de Alienação Patrimonial		
Desvalorização Rápida	Veículos elétricos tendem a sofrer uma desvalorização acentuada no mercado de usados, o que reduz o valor de revenda desses veículos em comparação com veículos de combustão interna (VCI).	Referencial Teórico; Fontes Abertas;
Redução de Valores da arrecadação no	A expectativa é de que a alienação dos VEs gere menos arrecadação para os cofres da PMDF devido à desvalorização mais acentuada desses veículos no mercado de usados.	Fontes Abertas;

momento da alienação		
Conclusão	Sob o Aspectos da Alienação Patrimonial, ficam os VEs com indicação NEUTRA;	

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.



7

7

CONCLUSÃO

Esta pesquisa analisou a viabilidade da adoção de veículos elétricos (VEs) como viaturas operacionais pela Polícia Militar do Distrito Federal (PMDF), considerando aspectos operacionais, financeiros e institucionais. Os resultados evidenciam que, embora os VEs ofereçam vantagens ambientais e potencial redução de custos em longo prazo, suas limitações os tornam inadequados para as demandas intensivas do policiamento ostensivo. Os principais desafios identificados foram:

- 1. Autonomia insuficiente para turnos prolongados (12h ou mais) e operações em áreas remotas, conforme demonstrado pelos testes da PMESP e relatos da PRF (Capítulos 2.5.4 e 5.2).**
- 2. Infraestrutura de recarga inadequada, com tempo de carregamento incompatível com a necessidade de prontidão contínua (Capítulos 2.4.3 e 6.1).**
- 3. Fragilidade estrutural em terrenos irregulares e perseguições, com riscos elevados de danos às baterias e incêndios (Capítulos 2.4 e 4.2.3).**
- 4. Custos de aquisição e manutenção especializada, inviáveis para uma frota do porte da PMDF (Capítulos 2.4.6 e 6.4).**

A análise de experiências nacionais e internacionais (Capítulos 2.6 e 5) reforça que os VEs são inapropriados para atividades operacionais de alta demanda, como patrulhamento ostensivo e respostas emergenciais, porém apontam para uma aplicação viável em funções administrativas ou de baixa intensidade como apoio operacional ou patrulhamento comunitário por exemplo.

Como alternativa e com a finalidade de equilibrar sustentabilidade e eficiência operacional sem comprometer a capacidade de resposta da PMDF, recomenda-se a avaliação de adoção mais ampla de veículos de combustão interna movidos a biocombustíveis. O tema merece revisitação à medida que a tecnologia avança, com atenção aos custos de manutenção, vida útil das baterias e possíveis integrações com energias renováveis (ex.: infraestrutura fotovoltaica em unidades policiais).

Algumas limitações da pesquisa podem ser aqui apontadas como a escassez de um material acadêmico específico sobre o tema escolhido, veículos elétricos na atividade operacional de polícia ou mesmo a indisponibilidade de VEs para atuarem como viaturas de policiamento ostensivo nas atividades a qual foram propostas no estudo ou mesmo para serem usados em testes controlados em pistas específicas, capazes de expor o veículo as adversidades de terreno e uso intenso, podemos concluir que, embora os veículos Elétricos (VEs) apontem como uma opção promissora no futuro para as atividades administrativas da corporação, sua adoção no cenário atual é **desaconselhável** devido às limitações técnicas, ausência de logística de manutenção e de infraestrutura de recargas adequadas para a frota da PMDF, conforme os apontamentos identificados. A prioridade deve ser a modernização da frota com soluções que garantam **confiabilidade, segurança e economicidade**, assegurando a eficácia operacional do policiamento e a qualidade do serviço prestado para a sociedade do Distrito Federal.



REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS

AGUERO, Paulo. Paulo Emílio Aguerro. Proprietário da 2P Health Care. Entrevista concedida a Gleison Bezerra de Lima. Brasília, 2024.

ALMEIDA, P. F.; SILVA, C. M. A inserção de veículos elétricos no policiamento: desafios e soluções técnicas para terrenos urbanos. Cadernos de Segurança Pública, v. 15, n. 1, p. 45-61, 2021.

ALMEIDA, R. O impacto do estresse na vida dos policiais militares. Revista Brasileira de Segurança Pública, v. 15, n. 2, 2021.

ARAÚJO, Everson Marcos de. Emprego de Veículos Elétricos como Viatura Policial: Um Estudo de Viabilidade. Polícia Militar do Estado de São Paulo, São Paulo, 2020.

ASPEC. A importância da gestão de frotas no setor público, 2024. Em: <https://aspec.com.br/blog/a-importancia-da-gestao-de-frotas-no-setor-publico/?utm_source=chatgpt.com> acesso em: 31 maio de 2024.

AUTOPAPO. **Polícia da Inglaterra reprovava carros elétricos como viatura.** Disponível em: <<https://autopapo.com.br/curta/policia-inglaterra-carros-eletricos-ruins-viatura/>>. Acesso em: 2 nov. 2024.

AUTOESPORTE, Globo. **Por que bombeiros estão mergulhando carros eletrificados em tanques de água?** Disponível em: <<https://autoesporte.globo.com/curiosidades/noticia/2021/08/por-que-bombeiros-estao-mergulhando-carros-eletrificados-em-tanques.ghml>>. Acesso em 5 nov. 2024.

Autos Segredos. **BYD D1: Veja em detalhes o elétrico mais barato da marca.** Disponível em: <https://www.autossegredos.com.br/marcas/byd/byd-d1-veja-em-detalhes-o-eletrico-mais-barato-da-marca/> Acessado em 12 out. 2024.

AYROSO, Gabriel Lunardelli. Inspetor de Polícia da Polícia Rodoviária Federal - PRF. Entrevista concedida a Gleison Bezerra de Lima. Brasília/DF, 2024.

BARAN, Renato; LEGEY, Luiz Fernando Loureiro. **Veículos elétricos: história e perspectivas no Brasil.** BNDES Setorial, v. 33, p. 207-224, 2010.

BARBOSA, Júlio Cesar de Assis. **Análise dos Carros Elétricos, Híbridos e a Hidrogênio**. Engenharias, v. 28, edição 133, abr. 2024.

BOTELHO, Vinícius Amorim. **Análise do impacto da infraestrutura de recarga de veículos elétricos no planejamento da expansão dos sistemas de distribuição**. Minas Gerais: Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2020.

BRANCO, Luís Miguel Jorge. **Gestão de Frotas – Trabalho de Investigação Aplicada**. Academia Militar. Portugal, 2008.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Presidência da República, [2024]. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm> Acesso em: 02 jan. 2025.

BRASIL. Lei nº 6.450, de 14 de outubro de 1977. **Dispõe sobre a organização básica da Polícia Militar do Distrito Federal, e dá outras providências**. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6450compilado.htm>. Acesso em: 02 jan. 2025.

BRASIL. Decreto nº 10.443 de 28 de julho de 2020. **Dispõe sobre a organização básica da Polícia Militar do Distrito Federal**. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/d10443.htm> Acesso em: 02 jan. 2025.

CANAL TECH. **Quanto custam as baterias dos carros híbridos vendidos no Brasil?** Disponível em: <<https://canaltech.com.br/carros/quanto-custam-as-baterias-dos-carros-hibridos-vendidos-no-brasil/>>. Acesso em: 22 ago. 2024.

CASTRO, Bernado. **Polícia da Inglaterra afirma que carros elétricos são ruins como viatura**. 2022 atualizado em 2024. Em: <<https://autopapo.com.br/curta/policia-inglaterra-carros-eletricos-ruins-viatura/>> acesso em 29/10/2024.

CASTRO, Elaine de; OLIVEIRA, Ulisses Tadeu Vaz de. A entrevista semiestruturada na pesquisa qualitativa-interpretativa: um guia de análise processual. Entretextos, Londrina, v. 22, n. 3, p. 25–45, 2022. DOI: 10.5433/1519-5392.2022v22n3p25-45. Disponível em: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/entretextos/article/view/46089>. Acesso em: 29 de março de 2025.

Charge Guru. **Qual é a autonomia de um Nissan Leaf E+.** Disponível em: <<https://chargeguru.com/pt/carros/carros-eletricos/nissan-leaf-e/#:~:text=O%20Nissan%20Leaf%20e%2B%20permite,%2C2%20kWh%2F100%20km>>. Acessado em 02 nov. 2024.

CIDADE DE SÃO PAULO. **Guarda Civil Metropolitana recebe doação de veículos 100% elétricos.** Disponível em: <<https://capital.sp.gov.br/w/noticia/guarda-civil-metropolitana-recebe-doacao-de-veiculos-100-eletricos>>. Acesso em: 19 out. 2024.

CICLOVIVO. #PorUmFuturoMelhor. **GCM de São José dos Campos ganha frota 100% elétrica.** Disponível em: <<https://ciclovivo.com.br/arq-urb/mobilidade/gcm-sao-jose-dos-campos-frota-eletrica/>>. Acesso em: 10 out. 2024.

DERMAZO, Amauri Domigo. Agente Público da Polícia Militar do Estado de São Paulo - PMESP. Entrevista concedida a Gleison Bezerra de Lima. Brasília/DF, 2024.

DIA DO AUTOMÓVEL. **10 curiosidades sobre automóveis no Brasil.** Disponível em: <<https://revistacarro.com.br/dia-do-automovel-10-curiosidades-sobre-automoveis-no-brasil>>. Acesso em: 30 out. 2024.

ENGESIG – Engesig Veículos Especiais e Sinalização. Disponível em: <<https://www.linkedin.com/company/engesig/?originalSubdomain=br>>. Acesso em: 19 out. 2024.

FERREIRA, Felipe César Ibraim. **Riscos de incêndio associado a baterias.** 2017. 92 f. Monografia (Graduação em Engenharia Mecânica) - Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2017.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica.** Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.

FREITAS, Mayara Tavares de. O modelo da gestão pública por resultados pautada na eficiência e eficácia comprometida com os anseios sociais. 2015. 49f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Gestão Pública da EAD) – Universidade Estadual da Paraíba, Pró-Reitoria de Ensino Técnico, Médio e Educação a Distância, 2016. [Monografia]

GALESKI, Alessandro. **Estudo sobre a viabilidade de aplicação do veículo elétrico na Polícia Militar do Paraná.** Brazilian Journal of Development, Curitiba, v. 9, n. 2, p. 8811-8828, fev./2023. Disponível em:

<<https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/57669/42104>>. Acesso em: 18 set. 2024.

GEOTAB. **O que 6 mil veículos elétricos podem nos dizer sobre a integridade da bateria?** Por Geotab Team. Disponível em: <<https://www.geotab.com/pt-br/blog/degradacao-da-bateria-veiculos-eletricos/>>. Acesso em: 18 set. 2024.

GOOGLE MAPS. Trajeto Brasília, DF a Goiânia, GO. Disponível em: <<https://www.google.com/maps/dir/Bras%C3%ADlia,+DF,+Brasil/Goi%C3%A2nia,+GO,+Brasil/>>. Acesso em: 18 out. 2024.

GRISOSTI, Jeniffer. **O que é ESG e por que ele é tão importante para empresas e RHs?** Disponível em: <<https://flashapp.com.br/blog/tendencias/o-que-e-esg>>. Acesso em: 5 out. 2024.

GUARULHOS HOJE. **A Polícia Militar de São Paulo inicia testes com viaturas elétricas.** 2021. Disponível em: <<https://www.guarulhoshoje.com.br/2021/09/02/policia-militar-de-sao-paulo-inicia-testes-com-viaturas-eletricas/>>. Acesso em: 13 set. 2024.

INVESTNEWS. **Carro elétrico usado vira pechincha nos EUA e revendedores entram em apuros.** Disponível em: <<https://investnews.com.br/wsj/carro-eletrico-usado-vira-pechincha-nos-eua-e-deixa-revendedores-em-apuros/>>. Acesso em: 28 out. 2024.

MARTINS, A. L. **Eficiência energética e desafios mecânicos dos veículos elétricos em operações policiais intensivas.** Revista de Engenharia Automotiva, v. 9, n. 2, p. 78-90, 2019.

MARTINS, Humberto Falcão. MARINI, Caio. **Governança Pública Contemporânea: uma tentativa de dissecação conceitual.** Brasil: Revista TCU nº 130. p 48. Mai/ago 2014.

MATUAKI, Thais; QUINTAS, Beatriz. **Bombeiros entram no debate de carros elétricos em condomínios.** São Paulo, 2024. Em: <<https://www.sindiconet.com.br/informese/bombeiros-carros-eletricos-em-condominios-manutencao-contra-incendios>> acesso em 02/11/2024.

MORAES, P. F. **Saúde mental no trabalho policial: estresse e suas consequências.** Cadernos de Segurança Pública, v. 10, n. 3, p. 102-117, 2019.

MCCAIN, Sean. Invest News. The Wall Street Journal. out 2024. Disponível em <https://investnews.com.br/wsj/carro-eletrico-usado-vira-pechincha-nos-eua-e-deixa-revendedores-em-apuros/>. Acessado em 25/10/2024.

MCGUIRE, JB; Schneeweis, T; Branch B. **Perceptions of firm quality: a cause or result of firm performance. Journal of Management**, v. 16, p. 167-180, 1990.

NAPOLI, Eric. **Uso de carros elétricos é bem diferente do que se vê nos comerciais.** 2024. Disponível em: <https://www.poder360.com.br/poder-infra/uso-de-carros-eletricos-e-bem-diferente-do-que-se-ve-nos-comerciais/>. Acesso em: 19 out 2024.

NEOCHARGE, **Tempo de carga de um carro elétrico.** Em: <https://www.neocharge.com.br/tudo-sobre/carro-eletrico/tempo-carga-veiculo-eletrico> acesso em: 29 out 2024.

NETO, Miguel Arcanjo Lopes. **Nível de satisfação dos serviços prestado pela polícia militar: uma análise de usuários do serviço de policiamento prestado pela 1ª companhia do 2º batalhão da Capital de Boa Vista/RR.** Polícia Militar Do Rio Grande do Norte. Academia "Cel Milton Freire De Andrade" Curso De Aperfeiçoamento De Oficiais - CAO 2013.

NOVA POLÍCIA: **Inovações na polícia de seis cidades norte-americanas.** v. 2. Google Books, 2022. Disponível em: <https://books.google.com.br/>. Acesso em: 6 set 2024.

OLIVEIRA, Ailton Rodrigues de. Ailton Rodrigues de Oliveira, Inspetor Superintendente da Guarda Civil Municipal de São Paulo. Entrevista concedida a Everson Marcos de Araujo. São Paulo, 2019.

PANGONI, Fabrício Cristiano. **Análise de viabilidade técnica e econômica entre veículos a Combustão interna e veículos elétricos.** 2024. 220 páginas. Programa de Pós-Graduação em Eficiência Energética e Sustentabilidade. Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande-MS, fev 2024.

PEREIRA, Lucas Alberly. QUEIROZ, Evandro de Souza. COSTA, João Victor da Silva. QUEIROZ, Vinicius Nunes Aguiar. **Desafios e objetivos na implementação de modelos automobilísticos elétricos no Brasil.** Revista Contemporânea, v. 4, n. 2, 2024. ISSN 2447-0961.

PIETRAROIA, Devair. Devair Pietraroia, Secretário Municipal de Segurança do município de São José dos Campos. Entrevista concedida a Everson Marcos de Araujo. São José dos Campos/SP, 2019.

POLÍCIA MILITAR DO DISTRITO FEDERAL. Carta de Serviços ao Cidadão: ingresso - formas de acesso ao ensino e às carreiras com dicas de segurança no trânsito. Instituída pelo Decreto nº 36.419 de 25 de março de 2015.

PORTAL R3. **Polícia Militar de São Paulo inicia testes com viaturas elétricas.** Disponível em: <https://www.portalr3.com.br/2021/08/28/policia-militar-de-sao-paulo-inicia-testes-com-viaturas-eletricas>. Acesso em: 25 out.2024.

REDAÇÃO AB. **Após incêndios, Coreia do Sul entra em estado de alerta com veículos elétricos.** Automotive Now, ago. 2024. Disponível em: <https://www.automotivebusiness.com.br/noticias/apos-incendios-coreia-do-sul-entra-em-estado-de-alerta-com-veiculos-eletricos>>. Acesso em: 28 out. 2024.

REDAÇÃO QUATRO RODAS. **Falta de padrão para recarga de carros elétricos ainda é entrave no Brasil.** Por Eduardo Passos em 1 fev. 2023. Disponível em: <https://quatorrodas.abril.com.br/carros-eletricos/falta-de-padrao-para-recarga-de-carros-eletricos-ainda-e-entrave-no-brasil>>. Acesso em: 28 out. 2024.

REDAÇÃO UOL. **BYD D1, o carro elétrico de aplicativo**, tem 1ª unidade entregue no Brasil. Disponível em: <https://insideevs.uol.com.br/news/613960/byd-d1-carro-eletrico-entregas/>>. Acesso em: 18 out. 2024.

RIBAS, Raphaela. **Falta de estrutura para carro elétrico é um problema e uma oportunidade bilionária.** Disponível em: <https://www.gazetadopovo.com.br/energia/falta-de-estrutura-para-carro-eletrico-e-um-problema-e-uma-oportunidade-bilionaria/>>. Acesso em: 15 out. 2024.

RODRIGUES, Weskley. **A importância dos indicadores de desempenho para a Governança e Gestão por Resultados.** Instituto Brasileiro de Governança Pública. Brasília-DF, 2024.

SANTOS, R. M. **Manutenção de viaturas policiais em terrenos urbanos irregulares:** um estudo sobre durabilidade e impactos operacionais. Revista Brasileira de Segurança Pública, v. 12, n. 3, p. 89-102, 2020.

SCIELO. ***China and the change of the energy matrix in Latin America: a global political economy approach***. SciELO Brasil, 2023. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rep/a/LYqLyfwKqqJdQCXBgBYMnJj/?lang=en>>. Acesso em: 7mar2024.

SEBRAE. **Entenda o que são as práticas de ESG**. 2024. Disponível em: <<https://sebrae.com.br/>>. Acesso em: 12 out. 2024.

SEGER, Secretaria de Estado de Gestão e Recursos Humanos. Subsecretaria de Estado de Administração Geral. Gestão de Frotas. Espírito Santo -ES, 2023.

SERRA, A. **Modelo aberto de gestão de resultados no setor público**. Tradução de Ernesto Montes Bradley y Estayes. Natal: SEARH/RN, 2008.

SILVA, J. A.; GOMES, R. F. **A experiência no policiamento militar: reflexões sobre a atuação e tomada de decisão de policiais veteranos**. Cadernos de Segurança Pública, v. 7, n. 3, p. 102-117, 2019.

SUTTO, Giovanna. **Quem anda mais?** Veja lista de carros elétricos com a maior autonomia do país. Disponível em: <<https://www.infomoney.com.br/consumo/quem-anda-mais-veja-lista-de-carros-eletricos-com-a-maior-autonomia-do-pais/>>. Acesso em: 10 out. 2024.

VACCARI, Gilson Ailton Rodrigues de. Gilson Vaccari, engenheiro da empresa Engesig. Entrevista concedida a Everson Marcos de Araujo. São Paulo, 2019.

WEG. **Guia para seleção de estações de recarga (CA) para veículos elétricos**. WEG, 2022b. Disponível em: Disponível em <<https://static.weg.net/medias/downloadcenter/hee/hbf/WEGWEMOB-guia-selecao-estacao-de-recarga-50110139-pt.pdf>>. Acessado em 25 out.2024.

WOOD, Daniel Lawrence Wood. **Viability of Electric Vehicles within the Vancouver Police Department Fleet**. Vancouver, CA. 2014.



APÊNDICES

APÊNDICES

APÊNDICES

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO AOS USUÁRIOS DE VTRS

Pesquisa junto aos Usuários de Viaturas Policiais e sua Rotina Operacional

Sua participação é essencial para entendermos melhor o comportamento e as necessárias características das viaturas policiais;

Detalhes da participação: **A participação é voluntária.**

Todas as respostas serão tratadas de forma **confidencial e totalmente anônima.**

Não há respostas certas ou erradas; estamos interessados em conhecer sua opinião e comportamento operacional dos policiais na atividade de policiamento motorizado.

Sua informação é muito valiosa e fará uma grande diferença.

Contamos com a sua colaboração para ajudar a transformar nosso setor público em um modelo de inovação e excelência.

Questões Aplicadas

Seção 1 – Perfil dos Respondentes

1.1 - Qual o seu tempo de serviço na PMDF?

() - 1-5 anos;

() - 6-10 anos;

() - 11-15 anos;

() - 16-20 anos;

() - Mais de 20 anos;

1.2 - Quando em atividade de policiamento motorizado, qual a atividade predominante que você exerce?

- Motorista de viatura;
- Comandante da viatura;
- Patrulheiro;

1.3 - Qual a sua UPM atual?

- 8º BPM;
- 1º BPM;
- Unidade Especializada (Exemplo: ROTAM, CHOQUE)
- BOPE
- Outra...

1.4 - Você atua na atividade policial como:

- GTOPE;
- Policiamento de área;

Seção 2 – Comportamento Operacional

2.1 - Durante um turno de serviço, com que frequência você costuma exceder o limite de velocidade ou transpor obstáculos como canteiros centrais, meio fios e outros?

- Nunca;
- Frequentemente;
- Ocasionalmente;
- Somente em situação de ocorrência;
- Em uma situação de ocorrência, faço sempre que julgar necessário;

2.1.1 - Diante da sua resposta anterior, marque a quantidade de vezes que pratica a transposição de um obstáculo:

Número de vezes

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

2.2 - Durante o atendimento de uma ocorrência ou acompanhamento, qual a sua prioridade?

() - Celeridade para chegar ao local da ocorrência ou ser efetivo no acompanhamento, mesmo que isso implique em desgastes da viatura (Exemplo: subir meio-fio, pular um quebra-molas, etc);

() - Aspectos de segurança e velocidade da via, o que garante a preservação da VTR de desgastes prematuros;

2.3 - Já se envolveu em acidente de trânsito com uma VTR durante deslocamentos para ocorrências?

() - Sim, mas sem vítima;

() - Sim, com vítima;

() - Sim, com vítima fatal;

() - Nunca;

Seção 3 (resposta condicionada)

Se você respondeu "SIM, ..." na questão anterior, informe como ficou a VTR após o acidente:

() - Foi recuperada, pois os danos na VTR foram pequenos;

() - Foi recuperada, mas os danos na VTR foram severos;

() - A Viatura ficou irrecuperável;

() - Eu respondi "NUNCA" na questão anterior

Seção 4 – Uso das VTRs

4.1 - Em geral qual a intensidade de uso na viatura em seu turno de trabalho?

- Baixa - Patrulho menos de 50% do turno de serviço, o restante fico em PB fixo ou periódico;

- Média - Patrulho pouco mais de 50% do turno de serviço, o restante fico em PBs fixos ou periódicos;

- Alta - Patrulho mais de 70% do turno de serviço;

- Altíssima intensidade, quase não paro a viatura;

4.2 - Em média, quantas horas você estima rodar com a viatura em um turno serviço ordinário (12h)?

- Entre 4h a 6h;

- Entre 6 a 8h;

- Entre 8 a 12h;

4.3 - Em média, quantos quilômetros você estima rodar com a viatura em um turno serviço ordinário (12h)?

- Entre 20 a 40km;

- Entre 40 a 80km;

- Entre 80 a 120km;

- Entre 120 a 150km;

- Mais de 160km por turno de serviço;

4.4 - Em que tipo de terreno normalmente você patrulha?

- Patrulho em terreno totalmente BEM asfaltado e sem buracos;

- Patrulho em terreno totalmente asfaltado, mas há buracos nas vias;

- Patrulho em terreno asfaltado, mas com diversas irregularidades nas vias;

- Patrulho em terreno parcialmente asfaltado com forte presença de acessos de terra ou com asfalto bem ruim;

() - Patrulho em terreno tipicamente rural;

4.5 - Durante seu patrulhamento a Viatura sobre impactos no assoalho ocasionados pelo terreno, buraco ou por transposição de obstáculos?

() - Não;

() - Ocasionalmente;

() - Com muita frequência;

Seção 5 – Perspectivas de VTRs Elétricas

5.1 - No seu turno de serviço utilizando-se de uma viatura totalmente elétrica, você observa a possibilidade de parar a VTR por até duas horas para que a bateria seja recarregada?

() - Sim, é possível;

() - Não há tempo para recarregar durante o serviço;

() - Esta recarga só seria possível dentro do batalhão, pela equipe de manutenção ou pelo adjunto e antes de assumir o serviço;

5.2 - Você considera uma autonomia de 300 a 400 km adequada para um turno de serviço de uma viatura operacional elétrica (VE)?

() - Sim, é o suficiente;

() - Não, teremos problemas de autonomia;

5.3 - Considerando um veículo elétrico como sua VTR para sua atividade operacional, quais as dificuldades que você imagina durante o serviço com o uso desta VTR elétrica?

Resposta aberta

5.4 - Considerando a utilização de uma viatura elétrica em suas atividades operacionais, quais observações você faria em relação ao conforto, confiabilidade, desempenho operacional, e outros aspectos relevantes para o uso desse tipo de veículo em seu serviço diário?



Resposta aberta



APÊNDICE B - ROTEIRO DE ENTREVISTA - EMPRESA CIVIL

ROTEIRO DE ENTREVISTA

Este roteiro de entrevista tem como objetivo abordar tópicos relevantes para a gestão de frotas elétricas, permitindo uma compreensão dos diversos aspectos envolvidos nesta gestão. A entrevista será conduzida com flexibilidade, permitindo ao entrevistador explorar mais profundamente áreas específicas conforme as respostas do entrevistado, bem como a liberdade de resposta ao próprio entrevistado.

1. Introdução

- a) Apresentação do entrevistador e propósito da entrevista.**
- b) Consentimento para participação e garantia de anonimato / confidencialidade, se aplicável.**
- c) Duração estimada da entrevista (1h30).**

2. Perfil do Entrevistado e da Frota

- a) O senhor poderia falar sobre sua empresa?**
- b) A quanto tempo sua empresa está no mercado?**
- c) Qual o serviço/produto prestado por sua organização?**
- d) Qual é sua posição na organização e há quanto tempo você atua nessa função?**
- e) A quanto tempo há veículos elétricos em sua frota?**

3. Contextualização da Frota Elétrica

- a) Quantos veículos (elétricos/combustão) compõem a frota de sua empresa?**
- b) Quantos destes são veículos elétricos?**
- c) Qual a destinação/uso dos veículos elétricos dentro de sua empresa?**
- d) O que motivou sua organização a adotar veículos elétricos?**
- e) Como você descreveria a transição da sua frota de veículos convencionais para veículos elétricos? Quais foram as principais dificuldades enfrentadas durante essa transição?**

- f) Quais são as principais características dos veículos elétricos em sua frota?
- a. Quantos modelos diferentes de veículos elétricos compõem a frota?
 - b. Quais são as especificações técnicas mais relevantes desses veículos (autonomia, capacidade de carga, tempo de recarga, etc.)?
 - c. Como é o desempenho desses veículos em diferentes condições operacionais (clima, terreno, etc.), há dificuldades?
 - d. Existem adaptações ou personalizações específicas feitas nesses veículos para atender às necessidades da sua organização? Se sim, quem realizou as adaptações?
 - e. Fale um pouco num comparativo entre os veículos elétricos e veículos convencionais em termos de conforto, segurança, manutenção corretiva/preventiva e economicidade para os motoristas?

4. Desafios e Dificuldades

- a) Quais são os principais desafios enfrentados na gestão de uma frota elétrica?
- b) Como você lida com a infraestrutura de recarga dos veículos elétricos? Quais são os desafios encontrados associados a isso?
- c) Comparado aos veículos a combustão, quais são as dificuldades específicas relacionadas à manutenção de veículos elétricos?

5. Infraestrutura de Recarga

- a) Qual a infraestrutura de recarga implementada pela empresa para os veículos elétricos?
- b) Qual o custo de implementação?
- c) Qual o tempo de retorno financeiro dos custos de implementação para cada veículo?
- d) Quais os desafios encontrados na implementação dessa infraestrutura?

- e) Há a necessidade de manutenção corretiva das estações de recarga? Com que frequência esta manutenção ocorre? Quais os principais problemas a serem corrigidos?
- f) Há no Distrito Federal mão de obra especializada na manutenção das estações de recarga?

6. Índices e Custos de Manutenção dos Veículos Elétricos

- a) Qual a média de KM rodados por mês dos seus veículos?
- b) Quais são os problemas de manutenção mais recorrentes nos veículos elétricos?
- c) Quais as peças que mais apresentam defeitos?
- d) Quais são os principais fatores que influenciam os custos operacionais de uma frota elétrica? (energia elétrica, manutenção, aquisição de infraestrutura, aquisição dos veículos, etc.)?
- e) Em média, quanto tempo o VE se mantém economicamente viável para a frota? Qual é esta média para os veículos a combustão?
- f) Em qual momento você considera um VE antieconômico para ser mantido na frota?
- g) Como os tempos de reparo e manutenção dos veículos elétricos se comparam aos dos veículos a combustão? (tempo de oficina)
- h) Você poderia compartilhar alguns exemplos de estratégias que ajudaram a reduzir os custos operacionais de uma frota elétrica?
- i) Diante dos dados de manutenção dos veículos elétricos, qual a percepção de confiabilidade que você possui entre um VE comparado a um veículo de combustão?

7. Sustentabilidade e Impactos Ambientais

- a) De que forma a adoção de veículos elétricos contribuiu para a sustentabilidade ambiental da sua organização?
- b) Existe alguma iniciativa interna adicional que foi implementada para maximizar os benefícios ambientais da frota elétrica?

8. Avaliação de Desempenho

- a) **Indicadores de Desempenho:**
 - a. Quais são os principais indicadores de desempenho (KPIs) utilizados para avaliar a frota elétrica?
 - b. Como esses KPIs foram definidos e por que foram escolhidos?
- b) **Eficiência e Confiabilidade:**
 - a. Diante de aspectos de eficiência e confiabilidade, como você descreveria os VEs em uma visão de gestor/usuário?
- c) **Dados e Exemplos Concretos:**
 - a. Pode compartilhar dados ou exemplos concretos de desempenho econômico/manutenção da frota elétrica nos últimos 12 meses?
 - b. Há registros comparativos dos aspectos econômico/manutenção entre veículos elétricos e veículos convencionais?
- d) **Satisfação dos Motoristas:**
 - a. Existem avaliações de satisfação dos motoristas/usuários em relação aos veículos elétricos? Se sim, quais são os principais pontos destacados?
- e) **Impacto no Custo:**
 - a. De que forma a aquisição/manutenção preventiva e corretiva média, bem como a infraestrutura implementada para adoção dos veículos elétricos impactaram os custos operacionais gerais da frota?
 - b. Considerando os aspectos de aquisição/manutenção e infraestrutura de recarga, houve economia proporcionada ao adotar veículos elétricos? Se sim. Qual a economia por unidade veicular?
- f) **Tecnologia e Inovação:**
 - a. Quais tecnologias ou inovações têm contribuído para melhorar o desempenho da frota elétrica?
 - b. Como a integração de sistemas de telemetria ou outras tecnologias voltadas à gestão tem influenciado na gestão da frota?

9. Considerações Futuras

- a) **Perspectivas Futuras:**

- b) Quais são suas perspectivas para o futuro de frotas elétricas em sua organização?
- c) Avanços Tecnológicos e Mudanças Regulatórias:
 - a. Quais avanços tecnológicos você espera que influenciam a gestão de frotas elétricas nos próximos anos?
 - b. Quais mudanças regulatórias você prevê que terão um impacto no uso de VES em sua frota? Por que?
- d) Objetivos e Resultados:
 - a. Quais foram os objetivos iniciais ao implementar veículos elétricos na sua frota?
 - b. Esses objetivos foram alcançados? Se sim, quais foram os principais fatores de sucesso? Se não, quais desafios impediram o alcance desses objetivos?

10. Encerramento

- a) Como você avalia a viabilidade da utilização de carros elétricos para atuação operacional de policiais?
- b) Há mais alguma informação que você gostaria de compartilhar sobre sua experiência na gestão de uma frota elétrica?

APÊNDICE C - ROTEIRO DE ENTREVISTA - CORPORAÇÕES POLICIAIS

ROTEIRO DE ENTREVISTA

A entrevista tem por objetivo captar informações sobre as características operacionais, manutenção e de planejamento da frota operacional de corporações policiais, com a finalidade de captar informações relevantes em uma eventual implementação de veículos elétricos como viaturas operacionais nestas corporações.

Perguntas de Contexto Profissional

- 1) Você aceita participar voluntariamente da entrevista sobre a temática proposta?
- 2) Participando da entrevista, autoriza a divulgação no trabalho acadêmico de seus dados pessoais ou é necessário manter anonimato? (Nome, cargo e função)
- 3) Qual o seu cargo ou função atual?
- 4) Pode descrever seu papel atual e suas responsabilidades na gestão de frota?
- 5) Há quanto tempo você trabalha com gestão de frota de sua corporação?

Perguntas com foco no Planejamento e Gestão da Frota

Dentro da sua corporação, no momento da aquisição, há uma distinção entre veículos operacionais e administrativos? Se sim, defina por favor quais as características que os enquadram como veículos operacionais? (quais suas principais características, atividades em que são empregados, etc).

- 2) Como é feito o planejamento de aquisição e renovação da frota de viaturas operacionais? Quais critérios são considerados no momento da aquisição destas viaturas?

3) Qual é a política atual de substituição desses veículos? Existe um limite já estabelecido para o tempo de uso, quilometragem máxima para desativação ou custo de manutenção?

4) A sua corporação possui veículos elétricos ou já considerou a aquisição de veículos elétricos, para compor a frota operacional? (Cabe lembrar que há aquelas 100% elétricas, as híbridas, e dentre elas ainda há duas variáveis, *plug in* ou não).

5) Pergunta Exclusiva para a PMDF - No Plano Estratégico 2023-2033 da PMDF há a intenção de adquirir veículos elétricos, “Adquirir frotas híbridas e elétricas, a fim de garantir o desenvolvimento sustentável no âmbito da PMDF” (Planejamento Estratégico – Polícia Militar do Distrito Federal, 2022, p.42). Na atualidade, a PMDF possui algum estudo voltado para o uso de veículos elétricos ou híbridos?

Perguntas sobre aspectos de Manutenção

1) Quais são os principais desafios enfrentados na manutenção dos veículos operacionais de sua corporação?

2) Qual é a média de custo anual para manutenção da frota operacional?

Perguntas sob aspecto de Uso e Eficiência dos Veículos

1) Fale um pouco mais sobre o emprego de suas viaturas operacionais em sua corporação? (Características como intensidade de uso diário, uso urbano ou rural).

2) Considerando o uso operacional das viaturas, você considera viável a utilização de viaturas elétricas? Quais dificuldades poderiam ser enfrentadas?

4) Qual a média de quilometragem anual rodada por veículo operacional de sua corporação? E quanto essa quilometragem representa de custo com combustível?

5) Você entende que utilizando-se de um veículo elétrico, as capacidades operacionais estariam preservadas? Quais suas concepções acerca dessa possibilidade de VEs?

6) Considerando as atividades operacionais desempenhadas, quais são as limitações mais comuns encontradas nos veículos atualmente em uso?

7) Pergunta Exclusiva para a PMDF: Como o desgaste natural e o uso intensivo em operações impactam a vida útil dos veículos e como o sistema de manutenção (Descentralizado) tem influenciado para esse impacto?

Perguntas sob aspectos de Tecnologia e Inovações

1) Quais inovações tecnológicas a sua corporação tem buscado ou projeta incorporar na frota nos próximos anos?

2) Ainda dentro de uma projeção de uso de VEs em sua frota operacional, poderia apresentar observações, sejam elas positivas ou negativas quanto ao uso?

3) Em questionamentos a tropa operacional da PMDF, aspectos como intensidade operacional (refletindo em tempo de recarga/Inviabilidade de tempo de VTR fincado parada para recarga), forma de utilização dos veículos pelos operadores (comportamento operacional em ocorrência, transposição de obstáculos e mobilidade em prol de celeridade no atendimento de ocorrência) apontam para uma desvantagem operacional dos VEs como veículos operacionais. Em sua opinião, em sua corporação, quais seriam aspectos observados no cruzamento entre atividade operacional e veículos elétricos?

4) A sua corporação possui painéis de energia solar fotovoltaica? E a estrutura de recarga (eletropostos) para viaturas elétricas?

5) Sua corporação possui estudos sobre o desfazimento (alienação/leilão) dos veículos elétricos? Quais foram os resultados obtidos?

Perguntas aplicadas exclusivamente para corporações que já possuam ou que já realizaram estudos de aquisição de VEs (Operacionais ou não) em sua frota.

2) Sobre a implementação e manutenção de viaturas elétricas em sua corporação, quais as informações e aspectos relevantes pode compartilhar?

3) qual a aceitação dos VEs em sua corporação?

4) Realizando um comparativo com as viaturas a combustão, as VEs têm desempenhado a função de forma adequada? Justifique.

APÊNDICE D - ROTEIRO DE ENTREVISTA - PMESP

ROTEIRO DE ENTREVISTA

A entrevista terá por objetivo captar informações obtidas na experiência da Polícia Militar do Estado de São Paulo com a utilização de veículos elétricos na atividade operacional de policiamento ostensivo no Estado de São Paulo.

Perguntas de Contexto Profissional

- 1. Você aceita participar voluntariamente da entrevista sobre a temática proposta?**
- 2. Participando da entrevista, autoriza a divulgação no trabalho acadêmico de seus dados pessoais ou é necessário manter anonimato de informações como nome, cargo e função?**
- 3. Poderia informar seu nome, qual o seu cargo ou função atual?**
- 4. Pode descrever seu papel atual e suas responsabilidades na gestão de frota?**
- 5. Há quanto tempo você trabalha com gestão de frota de sua corporação?**

Sobre os Testes da PMESP com os VEs:

Aspectos Operacional

- 1. Em que ano a PMESP testou viaturas elétricas? E por quanto tempo ocorreram os testes?**
- 2. Quantos veículos estavam envolvidos?**
- 3. Quais as marcas, modelos dos veículos envolvidos? Eram veículos totalmente elétricos, híbridos ou híbridos plug in?**
- 4. Em qual atividade estes veículos foram testados? (tipo de policiamento em que foram utilizados, intensidade de uso, etc);**

5. Durante os testes, o desempenho operacional ficou preservado? Poderia justificar?
6. Quais os aspectos positivos que foram observados?
7. Quais os aspectos negativos observados?
8. Durante os testes, houve alguma limitação na autonomia dos veículos que impactasse a execução das atividades operacionais?
9. Como os motoristas e demais integrantes da equipe avaliaram o desempenho dos veículos elétricos em situações de emergência?
10. Os VEs foram utilizados em áreas urbanas, rurais ou ambas? Houve diferença de desempenho entre esses contextos?
11. A utilização dos veículos elétricos exigiu adaptações na rotina operacional? Caso sim, quais foram as principais mudanças?
12. Houve a necessidade de limitar o tempo ou o percurso das patrulhas devido à autonomia dos veículos?
13. Em relação ao tempo de resposta em situações críticas, os veículos elétricos atenderam às expectativas?
14. Como os veículos elétricos se comportaram em relação à aceleração, velocidade e manobrabilidade em comparação às viaturas convencionais?
15. Quais foram as percepções dos policiais sobre o conforto e a funcionalidade dos veículos elétricos durante o trabalho?

Impactos na Operação

1. Os veículos elétricos demonstraram vantagens operacionais em relação às viaturas tradicionais? Quais foram essas vantagens?
2. Houve alguma situação em que os VEs apresentaram falhas críticas durante a atividade operacional? Caso sim, quais foram as circunstâncias?
3. Os veículos elétricos foram capazes de manter um nível consistente de disponibilidade operacional durante os testes?
4. Em sua visão, como o uso de veículos elétricos impactaria a logística de policiamento no longo prazo?

Aspectos de Recarga

1. A recarga dos veículos era realizada no Batalhão ou em área pública?
2. Em média, quanto tempo os veículos ficavam conectados para recarga?
3. Quanto tempo de recarga os veículos necessitavam para um turno de serviço operacional?
4. Foram feitas estimativas de proporção entre estações de recarga eram necessárias para cada VTRs disponível de forma a ter plena capacidade operacional?
5. Foram feitas estimativas de proporção de quantas VTRs seriam necessárias para ter uma VTR operacional disponível 24h?

Aspectos de manutenção

1. Durante o período de testes, as VTRs sofreram danos causados pela atividade operacional?
2. Quais as expectativas relativas às necessidades de manutenção corretiva destes veículos? Danos a baterias por exemplo?

Impactos Financeiros

1. Houve redução de custos operacionais (como combustível e manutenção) durante o uso dos veículos elétricos?
2. O custo inicial de aquisição dos veículos elétricos foi considerado viável em comparação aos benefícios observados?
3. Com base nos testes, a substituição parcial ou total da frota por veículos elétricos seria financeiramente sustentável?

Impactos no Treinamento

1. Os condutores dos veículos elétricos receberam algum treinamento específico para sua operação?

2. Foi identificado um período de adaptação necessário para o uso eficiente dos veículos elétricos?
3. Quais foram os principais desafios enfrentados pelos motoristas no uso dos veículos elétricos?

Aspectos Gerais

1. Quais formas as conclusões obtidas pelos testes realizados?
2. Quais aspectos determinantes para estas conclusões?
3. Fale de suas observações sobre os veículos elétricos na atividade operacional da Polícia Militar?
4. Com base na experiência, quais melhorias ou mudanças seriam necessárias para viabilizar o uso regular de veículos elétricos na PMESP?
5. Você acredita que os veículos elétricos podem substituir completamente as viaturas tradicionais no futuro? Por quê?
6. Quais lições aprendidas a PMESP poderia compartilhar com outras instituições que planejam adotar veículos elétricos?

APÊNDICE E – AUTORIZAÇÕES PARA USO DE ENTREVISTA

INSTITUTO BRASILEIRO DE ENSINO, DESENVOLVIMENTO E PESQUISA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA

AUTORIZAÇÃO PARA USO DE ENTREVISTA

Voluntariamente, eu, Gabriel Lunardelli Ayroso, Policial Rodoviário Federal (PRF) e atual Chefe da Divisão de Frota da PRF, concedo entrevista e autorizo o uso desta para compor a dissertação acadêmica de conclusão de mestrado do aluno Gleison Bezerra de Lima, intitulada *A Adoção de Veículos Elétricos para a Atividade Operacional da Polícia Militar do Distrito Federal*, sob a orientação do professor Dr. Felipe Lopes da Cruz, realizada no Instituto Brasileiro de Ensino, Desenvolvimento e Pesquisa (IDP).

Brasília, 05 de dezembro de 2024.



Gabriel Lunardelli Ayroso
Policial Rodoviário Federal

**INSTITUTO BRASILEIRO DE ENSINO, DESENVOLVIMENTO E PESQUISA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA**

AUTORIZAÇÃO PARA USO DE ENTREVISTA

Voluntariamente, eu, AMAURI DOMINGO DEMARZO, Capitão da PMESP, Chefe da Seção de Administração de Frota (SAF) do Centro de Motomecanização (CMM), concedo entrevista e autorizo o uso desta para compor a dissertação acadêmica de conclusão de mestrado do aluno Gleison Bezerra de Lima, intitulada *A Adoção de Veículos Elétricos para a Atividade Operacional da Polícia Militar do Distrito Federal*, sob a orientação do professor Dr. Felipe Lopes da Cruz, realizada no Instituto Brasileiro de Ensino, Desenvolvimento e Pesquisa (IDP).

Brasília, 25 de novembro de 2024.

Documento assinado digitalmente
gov.br AMAURI DOMINGOS DEMARZO
Data: 07/12/2024 09:36:57-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

**AMAURI DOMINGO DEMARZO - Capitão da PMESP
Chefe da Seção de Administração de Frota - SAF**



INSTITUTO BRASILEIRO DE ENSINO, DESENVOLVIMENTO E PESQUISA

MESTRADO PROFISSIONAL EM ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA

AUTORIZAÇÃO PARA USO DE ENTREVISTA

Voluntariamente, eu, DR. PAULO EMÍLIO AGUERO, proprietário da 2P Health Care, concedo entrevista e autorizo o uso desta para compor a dissertação acadêmica de conclusão de mestrado do aluno Gleison Bezerra de Lima, intitulada *A Adoção de Veículos Elétricos para a Atividade Operacional da Polícia Militar do Distrito Federal*, sob a orientação do professor Dr. Felipe Lopes da Cruz, realizada no Instituto Brasileiro de Ensino, Desenvolvimento e Pesquisa (IDP).

Brasília, 09 de dezembro de 2024.

PAULO EMILIO DE
CASTRO E
AGUERO:43897886120

Assinado de forma digital por
PAULO EMILIO DE CASTRO E
AGUERO:43897886120
Dados: 2024.12.09 14:31:14 -03'00'

DR. PAULO EMÍLIO AGUERO
Proprietário da 2P Health Care



SAAN, Quadra 01, Lote 140 - CEP: 70.632-100 - Brasília-DF
Fone: (61) 2192-1300 / Fax: 2192-1320
www.2p.org.br

INSTITUTO BRASILEIRO DE ENSINO, DESENVOLVIMENTO E PESQUISA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA

AUTORIZAÇÃO PARA USO DE ENTREVISTA

Voluntariamente, eu, **WILLIAM ENIO GUEDES FABRÍCIO**, Policial Federal e atual Chefe da Divisão de Gestão de Frota da PF (DIFRO/CGAD/DLOG/PF), concedo entrevista e autorizo o uso desta para compor a dissertação acadêmica de conclusão de mestrado do aluno Gleison Bezerra de Lima, intitulada *A Adoção de Veículos Elétricos para a Atividade Operacional da Polícia Militar do Distrito Federal*, sob a orientação do professor Dr. Felipe Lopes da Cruz, realizada no Instituto Brasileiro de Ensino, Desenvolvimento e Pesquisa (IDP).

Brasília, 09 de dezembro de 2024.

WILLIAM ENIO GUEDES FABRÍCIO Assinado de forma digital por WILLIAM ENIO GUEDES FABRÍCIO:62026860149
FABRÍCIO:62026860149 Dados: 2024.12.09 15:31:45 -03'00'

WILLIAM ENIO GUEDES FABRÍCIO
Gestor de Frota da Polícia Federal - PF



idp

Bo
pro
cit
ref
Ness
são e

idp

A ESCOLHA QUE
TRANSFORMA
O SEU CONHECIMENTO