

# Análise Executiva do Projeto Mobilidade Elétrica no Espírito Santo



**Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)**  
(Biblioteca Pública Estadual, ES, Brasil)

---

**A532**                    **Análise executiva do projeto Mobilidade Elétrica no Espírito Santo (livro eletrônico)/ Instituto Jones dos Santos Neves. Vitória, ES: IJSN, 2025.**

**2564kb**  
**Inclui bibliografias e anexos**

**1. Veículos elétricos - Espírito Santo 2. Fontes de energia - Espírito Santo. 3. Energia elétrica - Automóveis - Espírito Santo. 4. Mudanças climáticas - Políticas públicas - Espírito Santo. I. Título.**

**CDD: 354.4**  
**CDU: 351:621.3**

---

**Elaborado pelo Bibliotecário Gabriel de Menezes Oliveira - CRB6 4044/MG**

As opiniões emitidas são exclusivas e de inteira responsabilidade do(s) autor(es), não exprimindo necessariamente, o ponto de vista do Instituto Jones dos Santos Neves ou da Secretária de Estado de Economia e Planejamento do governo do Estado do Espírito Santo.

**GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO**

Ricardo Ferraço

**SECRETARIA DE ECONOMIA E PLANEJAMENTO – SEP**

Álvaro Rogério Duboc Fajardo

**INSTITUTO JONES DOS SANTOS NEVES – IJSN**

Diretor Presidente

Antônio Ricardo F. da Rocha

Diretoria de Estudos e Pesquisas

Pablo Medeiros Jabor

Diretoria de Integração e Projetos Especiais

Wilton Pires Júnior

Diretoria de Gestão Administrativa

Katia Cesconeto de Paula

Coordenação Geral

Pablo Medeiros Jabor

Elaboração

Jacqueline Albino

Daniel Póvoa Fonseca

Denise de Sousa Paiva Tagliari

Colaboração

Carolina de Andrade Mello

Giseli Modolo

Ingrid Tonon Miranda

Jairo da Silva Rosa

Rafael de Rezende Coelho

Ligia da Motta Silveira Borges

Revisão

Ligia da Motta Silveira Borges

Pablo Medeiros Jabor

## Símbolos, siglas e abreviaturas

ABVE - Associação Brasileira de Veículos Elétricos

ALC - América Latina e Caribe

ALES - Assembleia Legislativa do Estado do Espírito Santo

AMUNES - Associação dos Municípios do Espírito Santo

ANAMA - Associação Nacional de Órgãos Municipais de Meio Ambiente

BEV - *Battery Electric Vehicle* (veículo elétrico a bateria)

CEMC - Comissão Estadual de Mudanças Climáticas

CIPE - Companhia Independente de Polícia Escolar

CONSEMA - Conselho Estadual de Meio Ambiente

COP - Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas para Mudanças Climáticas (UNFCCC)

EDP - Energias de Portugal - Brasil

ESESP - Escola de Serviço Público do Espírito Santo

FAES - Federação da Agricultura e Pecuária do Estado

FAPES - Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo

FETRANSPORTES - Federação das Empresas de Transportes do Estado do Espírito Santo

FINDES - Federação das Indústrias do Espírito Santo

FCMC - Fórum Capixaba de Mudanças Climáticas

FUNCITEC – Fundo Estadual de Ciência e Tecnologia

GEE - Gases de Efeito Estufa

ICMS - Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços

IEA - *International Energy Agency* (Agência Internacional de Energia)

IFES - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo

IJSN - Instituto Jones dos Santos Neves

IoT - *Internet of Things*

IPCC – Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas

IPI - Imposto sobre Produtos Industrializados

MCI - Mobilidade Capixaba pela Inovação

MCI - Motor de Combustão Interna

MDL - Mecanismo de Desenvolvimento Limpo

MDS - Mecanismo de Desenvolvimento Sustentável

NuMA - Núcleo de Monitoramento e Avaliação de Políticas Públicas

OLADE - Organização Latino-Americana de Energia

PC - Posto de carregamento.

PCMC – Programa Capixaba de Mudanças Climáticas

PEMC - Política Estadual de Mudanças Climáticas

PGE - Procuradoria Geral do Estado

PM-ES - Polícia Militar do Espírito Santo

PNMC - Política Nacional sobre Mudança do Clima

PNME - Plataforma Nacional de Mobilidade Elétrica

PNMU - Política Nacional de Mobilidade Urbana

PRODEST - Instituto de Tecnologia da Informação do Espírito Santo

SEDU - Secretaria Estadual de Educação

SEGER - Secretaria de Estado de Gestão e Recursos Humanos

SEP - Secretaria de Estado de Economia e Planejamento

SiMAPP - Sistema de Monitoramento e Avaliação de Políticas Públicas do Espírito Santo

SWOT - forças (Strengths), fraquezas (Weaknesses), oportunidades (Opportunities) e ameaças (Threats)

UFES - Universidade Federal do Espírito Santo

VE - Veículo elétrico

WRI - *World Resources Institute*

## Sumário

1. Introdução	8
2. Metodologia	12
3. Caracterização da Política	14
3.1.	13
3.2. Público-alvo	16
3.3 Base legal	17
3.4. Objetivos, subprojetos e metas	19
4. Problema que se pretende combater	21
5. Desenho do Plano	23
5.1. Teoria do Programa	23
5.2. Modelo Lógico	24
6. Processos	29
6.1.	29
6.2. Equipe	29
6.3. Atividades	29
6.3.1 Subprojeto de Interação com a Polícia Militar do Espírito Santo	29
6.3.2 Subprojeto Análise Técnica e Monitoramento Ativo da Frota e de Eletropostos	30
6.3.3 Subprojeto para proposição de soluções para problemas logísticos para eletropostos	31
6.3.4 Subprojeto Análise Econômica para Viabilidade de Incentivos e de Serviços Ancilares	32
6.6.5 Subprojeto Produção Científica, Infraestrutura e Recursos Humanos	34
7 Resultado	35
7.1 Interação com a Polícia Militar do Espírito Santo	35

7.2	Análise técnica e monitoramento ativo da frota e de eletropostos	38
7.3	Eletropostos	39
7.4	Análise econômica para viabilidade de incentivos fiscais, não fiscais e crédito de carbono e dos serviços ancilares	39
7.4.1	Incentivos fiscais	39
7.4.2	Incentivos não fiscais	40
7.4.3	Crédito de carbono	40
7.4.4	Serviços ancilares	40
7.5	Produção científica, infraestrutura e recursos humanos: um legado	41
7.5.1	Produção científica	41
7.5.2	Recursos humanos	43
7.5.3	Infraestrutura	44
8.	Análise crítica	45
9.	Recomendações	49
9.1.	Recursos humanos e abordagem metodológica	49
9.2.	Transparência e Governança	51
10.	Considerações finais	51
	Referências	54
	ANEXOS	56

## 1. Introdução

As alterações do clima têm sido um dos maiores desafios da sociedade atual, uma vez que têm afetado de forma considerável a vida do planeta e dos seres humanos, provocando desde a elevação do nível do mar e o aumento da temperatura, até eventos climáticos extremos cada vez mais intensos, transformações significativas nos ecossistemas e consequente perda da biodiversidade. E a emissão de gases de efeito estufa é um dos fatores que mais contribui para este cenário.

Durante o século XX, o modelo de desenvolvimento esteve fortemente ligado à indústria automobilística, cuja base energética encontrava-se centrada na utilização de combustíveis fósseis. Entretanto, ao longo do tempo, o mundo começou a sentir os impactos negativos dessa dependência com o incremento da poluição do ar, das alterações no clima e das crises energéticas. Esses fatos trouxeram à tona a necessidade de uma busca por alternativas mais sustentáveis e eficientes.

Nesse contexto, a mobilidade elétrica, que utiliza a eletricidade como fonte primária de energia em detrimento dos combustíveis fósseis, surge como um propulsor importante para mudanças necessárias, já que representa uma alternativa sustentável no auxílio da redução das emissões de gases de efeito estufa e da poluição do ar.

No cenário mundial, governos, e até mesmo indústrias, já se mobilizam no sentido de impulsionar a utilização de veículos elétricos (VEs) e é possível observar que nos últimos anos houve um aumento significativo de suas vendas. Isso se deve, em parte, à redução dos custos, ao avanço de tecnologias e aos incentivos governamentais. Segundo a Agência Internacional de Energia - IEA, em todo o mundo, 10% dos carros vendidos em 2022 foram modelos 100% elétricos, dez vezes mais do que há cinco anos.

Já existem países fazendo a transição para carros elétricos em um ritmo intenso. Os cinco países com a maior parcela de vendas atualmente são a Noruega (veículos 100% elétricos representaram 80% das vendas de automóveis em 2022), Islândia (41%), Suécia (32%), Holanda (24%) e China (22%). A posição da China nessa lista é particularmente significativa já que o país é o maior mercado de automóveis do mundo. Os outros dois maiores mercados de carros possuem taxas mais baixas de vendas de elétricos, mas também registram uma tendência de crescimento, conforme dados do Instituto de Pesquisa WRI Brasil: União Europeia (12%) e Estados Unidos (6%).

Na busca por soluções eficientes e energeticamente limpas, como parte de seus esforços de combate às mudanças climáticas, a América Latina já desenvolve diversos planos e principalmente programas pontuais que visam preparar o mercado para a transição dos veículos à combustão interna para os modelos elétricos.

Segundo a Nota Técnica nº 1 da Organização Latino-Americana de Energia - OLADE, a eletromobilidade na América Latina e Caribe (ALC) está passando por uma expansão acelerada, com a frota de veículos eletrificados leves crescendo mais de 14 vezes nos últimos quatro anos. Até o primeiro semestre de 2024, a região já contava com 249.079 veículos elétricos leves em circulação, além de mais de 5.000 ônibus elétricos. Esses

dados fazem parte do recém-lançado Monitor de Mobilidade Elétrica da América Latina e do Caribe.

No Brasil, devido à falta de marcos regulatórios e mecanismos mais robustos que incentivem à eletromobilidade, os movimentos são pontuais. Algumas cidades desenvolvem ações atendendo demandas específicas locais, a saber: serviços de compartilhamento de veículos elétricos em Fortaleza; compras públicas de veículos elétricos em São José dos Campos; comodato de veículos elétricos em Fernando de Noronha; projeto piloto de eletrificação do transporte público (a exemplo de Salvador, Curitiba e São Paulo); instalação de infraestrutura de recarga em Curitiba, Fernando de Noronha, Fortaleza, São José dos Campos e São Paulo.

Mesmo diante desses desafios, o mercado de veículos elétricos encontra-se em expansão no Brasil, segundo a Associação Brasileira de Veículos Elétricos - ABVE, que registrou em outubro de 2024 novo recorde de vendas de VEs.

No âmbito estadual, o “Mobilidade Elétrica no Espírito Santo” surge como um projeto piloto que utiliza tecnologia e inovação para reduzir as emissões de gases de efeito estufa (GEEs) e minimizar os impactos ambientais causados pelos combustíveis fósseis, atendendo a necessidade de sustentabilidade e eficiência energética.

As ações estaduais, nacionais e da América Latina relatadas acima encontram-se alinhadas com temáticas importantes debatidas na Conferência da Organização das Nações Unidas para Mudanças Climáticas - COP29, realizada de 11 a 22 de novembro de 2024 no Azerbaijão. Na oportunidade foram discutidas soluções para impulsionar a transição energética, visando alcançar as metas climáticas globais e, nesse contexto, a eletromobilidade pode ser considerada um componente importante na direção da sustentabilidade.

A participação do Brasil e do Espírito Santo na COP29 reforça o compromisso do país e do governo capixaba com a agenda climática global, garantindo o incentivo à promoção de políticas e de práticas que os posicionam como uma referência no assunto, em nível nacional e subnacional, respectivamente.

Seguindo, portanto, a tendência para a redução da emissão de gases de efeito estufa, o Projeto de Mobilidade Elétrica no Espírito Santo encontra-se inserido no eixo de mitigação do Programa Capixaba de Mudanças Climáticas, criado no âmbito do Poder Executivo Estadual em maio de 2023 pelo Decreto nº 5387-R, que representa um avanço rumo a um futuro mais sustentável e resiliente para o Estado do Espírito Santo. Com a finalidade de coordenar e integrar esforços, políticas públicas e ações concretas, o programa surge como uma resposta assertiva ao desafio global das mudanças climáticas.

Assim, a análise executiva do Projeto de Mobilidade Elétrica foi realizada como parte integrante do Sistema de Monitoramento e Avaliação de Políticas Públicas do Espírito Santo (SiMAPP), instituído pela Lei estadual nº 10744/2017, com os objetivos de monitorar e avaliar políticas públicas de forma articulada no ciclo orçamentário, aprimorar as políticas públicas do Poder Executivo Estadual e melhorar a qualidade do gasto público.

O SiMAPP é composto pela Comissão de Análise Estratégica, pelos Órgãos Finalísticos, e pelo Núcleo de Monitoramento e Avaliação de Políticas Públicas (NuMA), que reúne o Instituto Jones dos Santos Neves (IJSN), as Secretarias de Estado de Economia e Planejamento (SEP) e de Gestão e Recursos Humanos (SEGER), a Escola de Serviço Público do Espírito Santo (ESESP), e a Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES). Coordenado pelo IJSN, o NuMA é responsável por disseminar a cultura de monitoramento e avaliação no setor público estadual e executar o Plano Estadual de Monitoramento e Avaliação, definindo as políticas a serem monitoradas e avaliadas em cada exercício.

Ainda em atendimento aos requisitos legais, o Decreto nº 5664-R, de 27 de março de 2024 inclui no planejamento do Plano Estadual de Monitoramento e Avaliação para o exercício de 2024 a Análise Executiva do Programa Capixaba de Mudanças Climáticas, dentro do qual está inserido o projeto em questão.

Assim, este documento apresenta a Análise Executiva do Projeto de Mobilidade Elétrica no Espírito Santo, descrevendo as etapas que foram realizadas: a metodologia utilizada, as características do Projeto, os instrumentos legais e normativos que embasaram a sua elaboração, assim como o Modelo Lógico, a análise dos processos relacionados e os resultados. Posteriormente, foram apresentadas uma análise crítica e a proposição de recomendações.

## 2. Metodologia

Para a realização deste trabalho foi utilizada a metodologia da Análise Executiva, um tipo de avaliação ex-post, ou seja, uma avaliação de intervenções já em andamento, que tem como objetivo apresentar uma visão geral sobre o desempenho da política pública demandando baixo dispêndio de recursos. Para fins de adequação à metodologia utilizada, o Projeto Mobilidade Elétrica do Espírito Santo será tratado nesta pesquisa como uma política pública. Tal metodologia se baseou no volume 3 do Guia para Avaliar Políticas Públicas (IJSN, 2018), e as etapas desenvolvidas encontram-se na Figura 1.

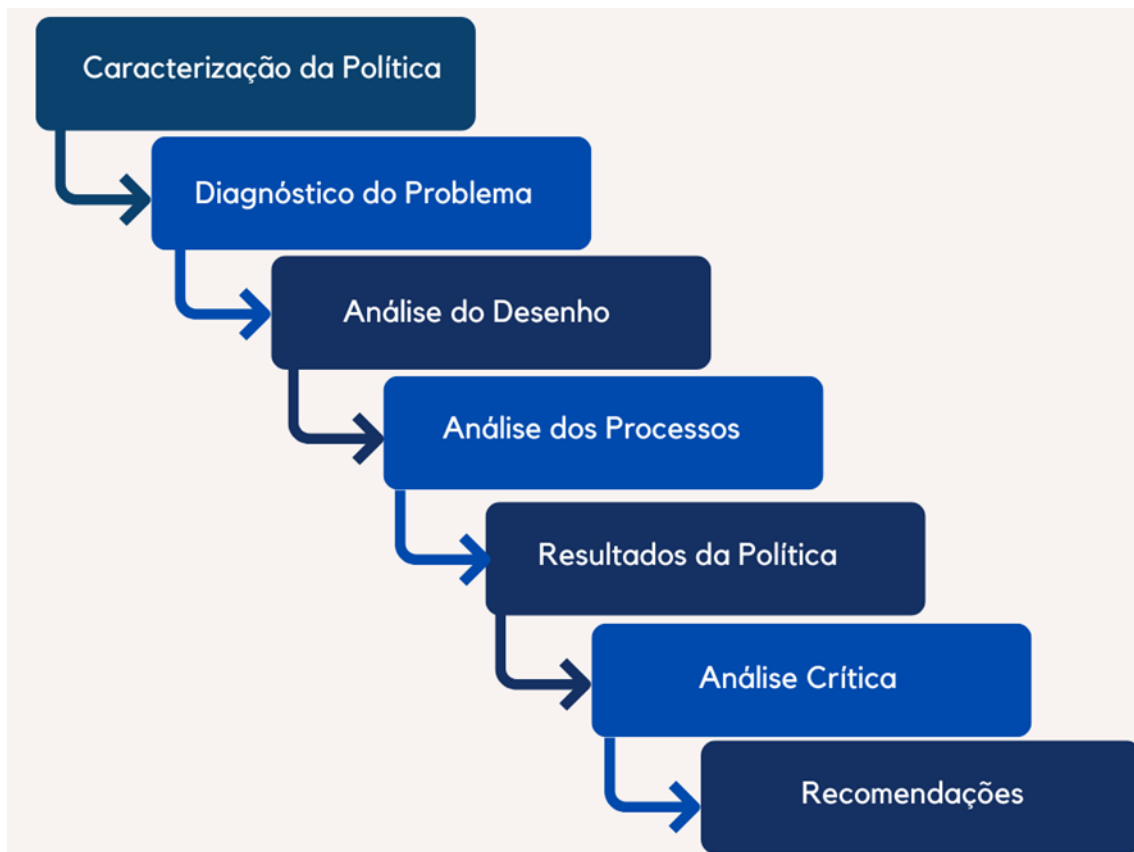


Figura 1 – Metodologia de Análise Executiva. Adaptado IJSN, 2018.

A análise executiva em questão encontra-se inserida em um contexto mais amplo que inclui a realização da Análise Executiva do Programa Capixaba de Mudanças Climáticas - PCMC, dentro do qual estão inseridos diversos planos e programas, a exemplo do Projeto de Mobilidade Elétrica do Espírito Santo. Para tal propósito, o Instituto Jones dos Santos Neves - IJSN lançou editais para a contratação de equipe específica, composta por profissionais com perfis e competências distintas, objetivando alcançar o melhor resultado.

Visando conhecer as características inerentes à elaboração deste Projeto de Pesquisa, foram realizadas buscas do material disponível sobre o mesmo, a partir de dados secundários impressos e em sítios eletrônicos, a exemplo da Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo - FAPES, assim como o levantamento de informações na mídia, que buscavam divulgar as ações governamentais relacionadas ao tema.

Houve também a oportunidade de conhecer e aprimorar o conhecimento sobre o Projeto por meio de duas entrevistas contatos com o seu Coordenador, o professor do Instituto Federal do Espírito Santo – IFES, Reginaldo Barbosa Nunes e o professor Márcio Almeida Có.

Nessas ocasiões foi possível adquirir informações mais detalhadas acerca das etapas da elaboração do Projeto. A partir do conhecimento adquirido e entendimento sobre o Projeto Mobilidade Elétrica no Espírito Santo, foi elaborada a Caracterização do Projeto,

assim como as demais etapas, o que demandou ciclos de análises, discussões e posterior consolidação.

Após a caracterização, onde foram realizadas a identificação do Projeto, a determinação do público-alvo, a descrição dos instrumentos legais que contribuíram para a sua elaboração e os objetivos a serem alcançados, buscou-se avaliar se o problema a ser resolvido e as suas causas estavam bem definidos, e também se havia clareza entre os objetivos e resultados esperados. Na etapa seguinte, houve a sistematização da Teoria do Programa e criação do desenho visando um melhor detalhamento da sua elaboração. Nesse momento foi desenvolvido o Modelo Lógico, apresentando os insumos, atividades, produtos, resultados e impactos, permitindo uma análise entre as causas do problema e as ações pretendidas visando o alcance dos resultados esperados. Em seguida tratou-se da análise dos processos envolvidos na elaboração do Projeto onde foi verificado se os insumos aplicados foram suficientes, se as atividades inicialmente propostas foram desenvolvidas, se os resultados esperados foram atingidos, assim como se os impactos previstos foram identificados.

Uma vez munidos de todas as informações apontadas acima, efetuou-se uma análise crítica por meio da elaboração de uma Matriz de Análise SWOT, identificando forças, fraquezas, oportunidades e ameaças envolvidas na elaboração do Projeto que subsidiaram as recomendações apresentadas na etapa posterior.

A tabela a seguir apresenta todos os materiais utilizados a cada etapa dessa pesquisa:

Tabela 1 – Relação de materiais utilizados por etapa da pesquisa

ETAPA DA AVALIAÇÃO EM QUE FOI UTILIZADO	FONTE DE DADO	DESCRIÇÃO
1. Introdução	Documentos Publicações	Lei n° 10744/2017;0 Decreto n° 5387-R/2023; Decreto n° 5664-R/2024; Nota Técnica 56/IJSN; Nota Técnica nº 1 da Organização Latino - Americana de Energia - OLADE.
2. Metodologia	Publicações	Guia Para Avaliar Políticas Públicas Vol. 3, do IJSN.
3. Caracterização da Política	Documentos	Decreto n° 4503/2019; Resolução nº 272/2020; Edital; Relatório Final FAPES.
4. Problema que se pretende combater	Documentos Publicações	Edital.
5. Desenho do Plano	Documentos Entrevistas Publicações	Entrevistas com o coordenador do Projeto Mobilidade Elétrica no Espírito Santo; Edital; Termo de Referência.

		Livro Mobilidade Elétrica no Espírito Santo: Um Projeto de Vanguarda; Relatório Final (FAPES).
6. Processos	Documentos Entrevistas Publicações	Resolução nº 272/2020; Termo de Outorga nº 390/2020; 2º Termo Aditivo ao Termo de Outorga nº 390/2020; Relatório final (FAPES); Termo de Referência; Livro Mobilidade Elétrica no Espírito Santo: Um Projeto de Vanguarda; Entrevistas com o coordenador do Projeto Mobilidade Elétrica no Espírito Santo; Relatórios técnicos (FAPES).
7. Resultados da Política	Documentos Entrevistas Publicações	Relatório final (FAPES); Termo de Referência; Livro Mobilidade Elétrica no Espírito Santo: Um Projeto de Vanguarda; Entrevistas com o coordenador do Projeto Mobilidade Elétrica no Espírito Santo; Relatórios técnicos (FAPES).

Fonte: elaboração própria

Após a elaboração da primeira versão do documento da Análise Executiva do Projeto Mobilidade Elétrica houve sua consolidação com a participação dos pesquisadores do IJSN e coordenadores e gestores do Projeto, anteriormente à entrega do documento final.

### 3. Caracterização da Política

#### 3.1. Identificação da Política

Considerando a necessidade urgente de se reduzir o consumo de combustíveis fósseis e consequentemente as emissões dos gases de efeito estufa, a eletromobilidade surge como uma importante alternativa rumo à sustentabilidade.

Essa temática tem direcionado cada vez mais governos, empresas e instituições pela busca de formas de incentivo à utilização de meios de transporte mais eficientes do ponto de vista energético e menos prejudiciais ao meio ambiente. No cenário brasileiro, pesquisadores exploram soluções para diminuir as emissões de GEE e, nesse contexto, foi desenvolvido o “Mobilidade Elétrica no Espírito Santo” que se trata de um Projeto Piloto de implantação e acompanhamento de uma frota de veículos elétricos utilizada pelo setor público, mais especificamente pela Companhia Independente de Polícia Escolar (CIPE), da Polícia Militar do Espírito Santo.

A criação desse projeto piloto fundamentou-se na ideia do Governo do Estado do Espírito Santo de criar subsídios, com estudos e levantamentos de dados, para a proposição de políticas públicas ligadas ao tema da mobilidade elétrica e redução de emissões de gases de efeito estufa, além de formar recursos humanos na área.

Ainda em 2019, para a implementação do projeto, houve a mobilização de organizações de ciência e tecnologia, a saber: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (IFES) e Universidade Federal do Espírito Santo (UFES); da indústria: Energias de Portugal (EDP) e do governo, representadas aqui pela Polícia Militar do Espírito Santo (PMES). A partir das especificações contidas no Termo de Referência, a compra dos veículos ocorreu no final de 2020 e a implantação do projeto no ano de 2021.

A finalização do projeto se deu em março de 2024 com o lançamento do Livro “Mobilidade Elétrica no Espírito Santo - Um projeto de vanguarda”, trazendo resultados importantes como será demonstrado mais adiante no item 7 - Resultados.

Os recursos totalizaram R\$ 5.105.500,00 (cinco milhões, cento e cinco mil e quinhentos reais), sendo R\$ 3.355.500,00 (três milhões, trezentos e cinquenta e cinco mil e quinhentos reais) disponibilizados pelo Fundo Estadual de Ciência e Tecnologia - FUNCITEC/MCI e R\$ 1.750.000,00 (um milhão, setecentos e cinquenta mil reais) pela EDP Smart, tendo a Resolução FAPES 272, de setembro de 2020, como instrumento de formalização de apoio ao projeto.

Vale ressaltar que esse Projeto encontra-se em consonância com a atuação do Governo do Estado rumo a uma posição de destaque na temática das mudanças do clima, como por exemplo, a criação do Fórum Capixaba de Mudanças Climáticas (FCMC), instituído por meio do Decreto nº 4503, de 20 de setembro de 2019, como ente consultivo e paritário para dirimir questões referentes ao tema.

Por fim, o projeto Mobilidade Elétrica no Espírito Santo também alinha-se aos compromissos assumidos pelo Governo do Estado de promover a eletromobilidade como uma solução viável para os desafios do transporte moderno, na busca pela diminuição da emissão de gases de efeito estufa e conseqüentemente a melhora da qualidade de vida nas cidades.

### 3.2. Público-alvo

O Projeto de Pesquisa sobre Mobilidade Elétrica no Espírito Santo tem como público-alvo o **Governo do Estado do Espírito Santo**, responsável pelo desenvolvimento de políticas públicas de incentivo ao uso de coletivos e veículos elétricos, visando contribuir para a mitigação das conseqüências das mudanças climáticas no Estado.

Além do Governo do Estado de maneira geral, constituem-se em um público interessado: as **Secretarias Estaduais de Segurança Pública e de Mobilidade Urbana**, que podem utilizar os protótipos do sistema de mobilidade elétrica; o **setor produtivo capixaba**, que terá a oportunidade de desenvolver e melhorar novos negócios

relacionados ao tema (manutenção, abastecimento, reciclagem de baterias); **fornecedores de veículos e distribuidoras de energia elétrica**, que, a partir dos estudos desenvolvidos, poderão atender de forma mais econômica e sustentável demandas futuras; e a **população capixaba** como um todo, que poderá usufruir dos benefícios da expansão da mobilidade elétrica no que diz respeito, principalmente, à poluição sonora e à influência na qualidade do ar.

### 3.3 Base legal

Trata-se a mobilidade elétrica de uma alternativa mais limpa aos veículos à combustão interna, que utilizam os combustíveis fósseis como base. A partir da necessidade de se reduzir as emissões de gases de efeito estufa, torna-se necessária a regulamentação relacionada à temática ambiental.

Nesse contexto, apresentam-se a seguir alguns instrumentos legais importantes que respaldam e justificam o desenvolvimento desse projeto.

A Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC, criada pela Lei nº 12187, de 29 de dezembro de 2009, apresentou conceitos, princípios, objetivos, diretrizes e instrumentos para o enfrentamento aos efeitos das mudanças climáticas a nível nacional e para orientar as ações das demais unidades federativas nesta causa.

No âmbito estadual, o Espírito Santo traz como prioridade em sua pauta a sustentabilidade ambiental. Para tanto, o Governo tem atuado de forma a reduzir a emissão de gases de efeito estufa, por meio da criação de leis e decretos que visam contribuir para a mitigação dos efeitos das mudanças climáticas.

Assim, em 2010, a Política Estadual de Mudanças Climáticas - PEMC foi instituída pela Lei Ordinária nº 9531, oficializando o compromisso do Governo do Estado do Espírito Santo com a compatibilização entre desenvolvimento e clima.

No ano de 2019, foi instituída uma versão mais recente e atual do Fórum Capixaba de Mudanças Climáticas - FCMC, por meio do Decreto nº 4503-R. No âmbito do FCMC, foi instituída pelo Decreto nº 4887/2021 a Comissão Estadual de Mudanças Climáticas, com apenas 9 membros, incluindo o IFES e a UFES como representantes da Academia.

Ainda em agosto de 2021, por meio do Decreto nº 4938-R, o Espírito Santo aderiu oficialmente às campanhas *Race to Zero* e *Race to Resilience*, da Organização das Nações Unidas – ONU. Essas campanhas tratam respectivamente dos eixos de mitigação e adaptação das mudanças climáticas e cobram metas como a neutralização de emissões de gases de efeito estufa até 2050.

Em referência à mobilidade elétrica, vale destacar que, apesar da falta de uma regulamentação específica, o que se constitui em um obstáculo ao desenvolvimento dessa atividade no Brasil, são apresentados abaixo alguns instrumentos legais referentes ao tema.

A Lei 12587/2012, que institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana (PNMU), objetiva a integração entre os meios de transporte e a melhoria da acessibilidade e mobilidade das pessoas e cargas nas cidades. Entretanto, em seu artigo

5º, inciso V, consta o “incentivo ao desenvolvimento científico-tecnológico e ao uso de energias renováveis e menos poluentes”, que coloca a eletrificação veicular na lista das possíveis soluções para os problemas da mobilidade.

Já o Decreto 9557, de 08 de novembro de 2018, que institui o Programa Rota 2030 - Mobilidade e Logística, traz em seu artigo 40, inciso I a criação de um grupo técnico de eletromobilidade, para discussão de estratégias para a mobilidade elétrica no País e proposição de plano nacional de eletromobilidade.

No âmbito estadual, o Governo do Espírito Santo instituiu o Dia Estadual da Mobilidade Elétrica, a ser comemorado, anualmente, no dia 7 do mês de agosto (texto acrescentado ao Anexo Único da Lei nº 11212, de 29 de outubro de 2020).

Em 2021, a Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, responsável pela regulamentação e fiscalização do setor elétrico no Brasil, também emitiu a Resolução Normativa nº 1000 regulamentando o funcionamento das instalações de recarga de veículos elétricos, dentre outras atribuições.

Vale ressaltar que, apesar da Lei nº 8666/1993 atualmente estar revogada, à época do projeto ela se encontrava vigente e respaldou o processo licitatório para a aquisição dos 10 veículos.

Ao contrário do que ocorre em muitos países do mundo, ainda há que se avançar na questão da regulação e regulamentação para que a mobilidade elétrica encontre um ambiente propício ao seu desenvolvimento no Brasil.

Nesse contexto, esforços têm sido empreendidos e encontram-se em andamento diversos projetos de lei (PL) em tramitação nos mais variados níveis, aguardando análise e conclusão, conforme exemplos abaixo:

**PL 6020/2019:** Visa incentivar e desenvolver a mobilidade elétrica

**PL 2461/2021:** Cria o Programa de Modernização Veicular e Mobilidade Elétrica – MoVE Brasil; dispõe sobre as medidas de incentivo à transição para um transporte não poluente e sobre a instalação de estações de recarga de veículos elétricos; e dá outras providências.

**PL 2156/2021:** Institui a Política Nacional de Mobilidade Elétrica

**PL 479/2023:** Isenta o pagamento de IPVA para veículos elétricos.

**PL 710/2023:** Estabelece a obrigatoriedade de pontos de recarga para veículos elétricos e híbridos em estacionamentos privados, estacionamentos e vias públicas

A seguir, a Tabela 2 apresenta os instrumentos legais vigentes citados no texto:

Tabela 2 – Instrumentos legais vigentes

Dispositivo Legal	Tema	Data de Publicação
Lei nº 12187	Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC	29 de dezembro de 2009
Lei nº 12587	Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana - PNMU	03 de janeiro de 2012
Decreto nº 9557	Regulamenta a Medida Provisória nº 843, de 5 de julho de 2018, que estabelece requisitos obrigatórios para a comercialização de veículos no País, institui o Programa Rota 2030 - Mobilidade e Logística e dispõe sobre o regime tributário de autopeças não produzidas	08 de novembro de 2018
Decreto nº 4503	Dispõe sobre o Fórum Capixaba de Mudanças Climáticas e dá outras providências	20 de setembro de 2019
Lei nº 11283	Institui o Dia Estadual da Mobilidade Elétrica	10 de maio de 2021
Decreto nº 4938-R	Dispõe sobre a adesão ao <i>Race do Zero</i> e <i>Race to Resilience</i>	02 de agosto de 2021
Lei 8666	Institui normas para licitações e contratos da Administração Pública	21 de junho de 1993
Resolução Normativa ANEEL nº 1000	Regulamenta o funcionamento das instalações de recarga de veículos elétricos, dentre outras atribuições	7 de dezembro de 2021

Fonte:

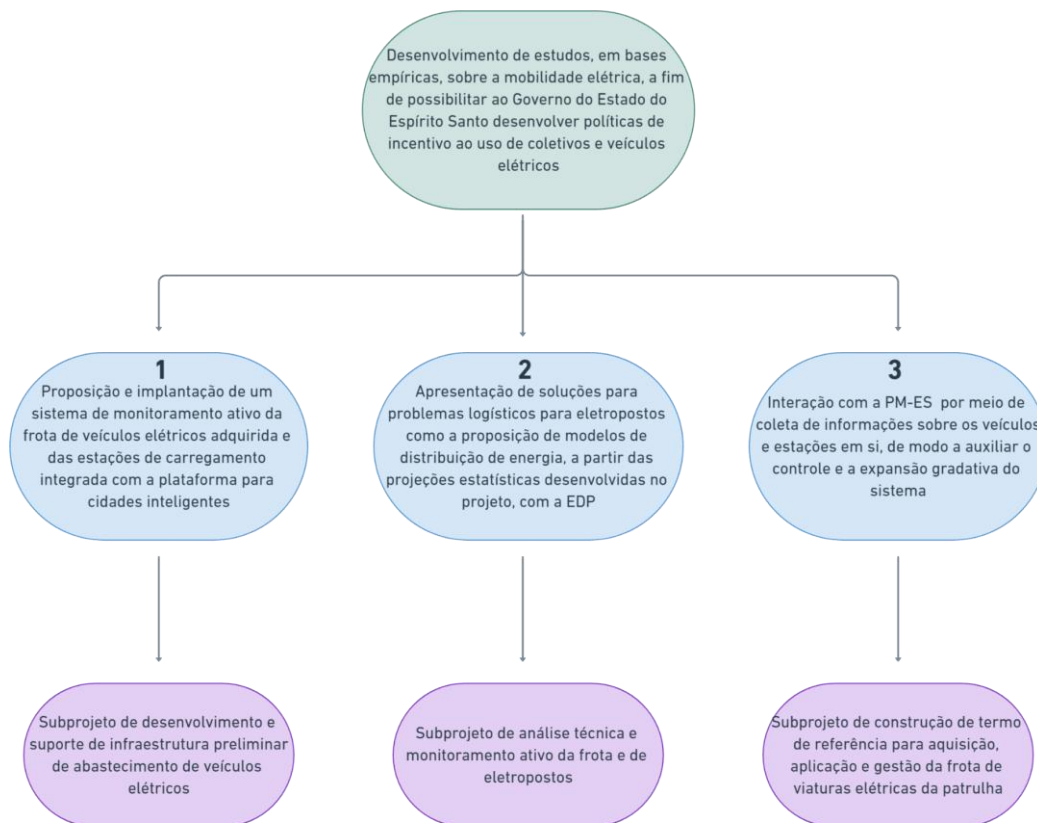
<https://leisestaduais.com.br/> <https://www4.planalto.gov.br/legislacao> <https://seama.es.gov.br/legislacao>

### 3.4. Objetivos, subprojetos e metas

O projeto de Mobilidade Elétrica apresenta como objetivo central o desenvolvimento de estudos, em bases empíricas, sobre a mobilidade elétrica, a fim de possibilitar ao Governo do Estado do Espírito Santo desenvolver políticas de incentivo ao uso de coletivos e veículos elétricos.

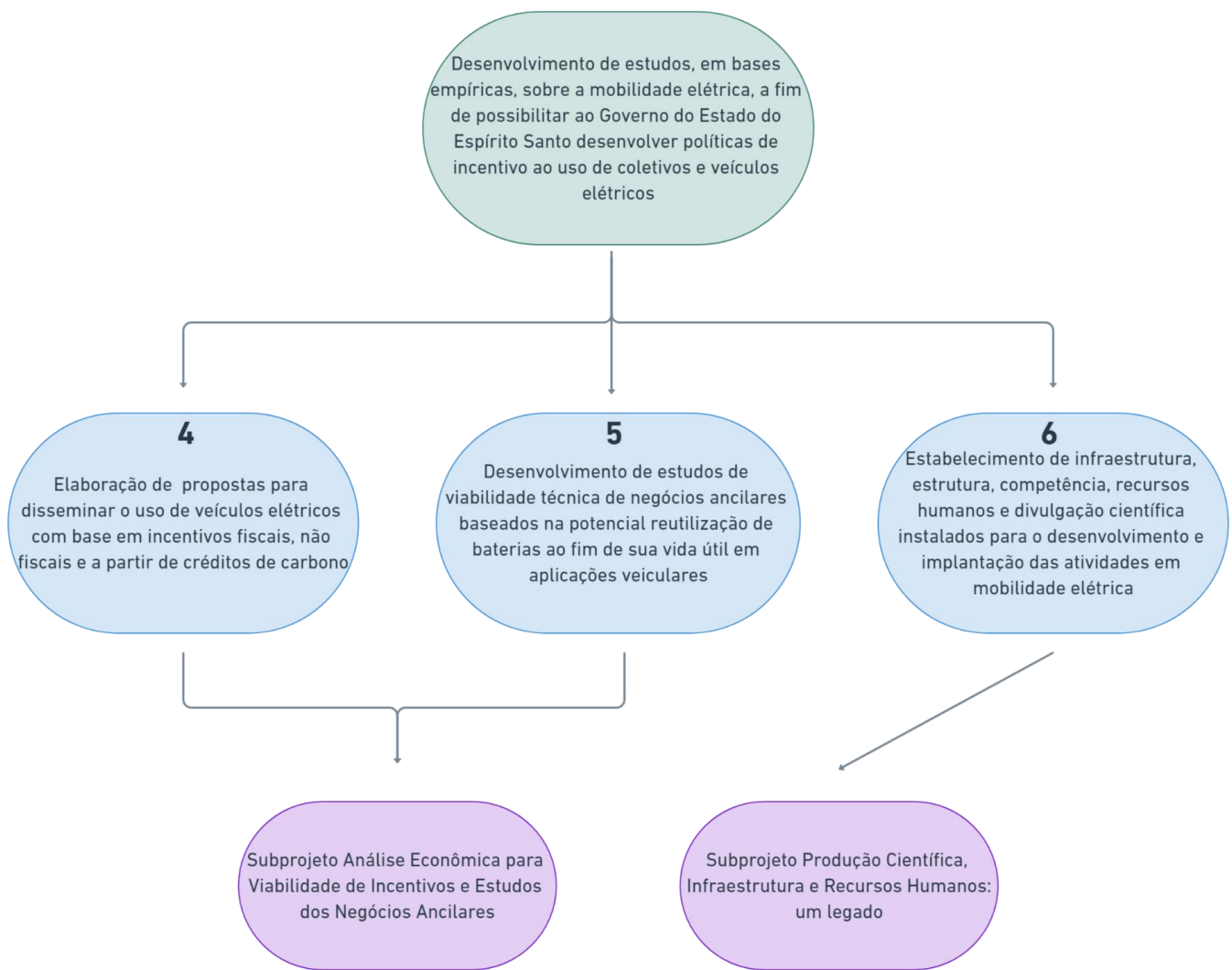
Para atingir esse objetivo geral, a execução do projeto elegeu os seguintes objetivos específicos:

- a. Proposição e implantação de um sistema de monitoramento ativo da frota de veículos elétricos adquirida e das estações de carregamento integrada com a plataforma para cidades inteligentes (Espírito Santo na Palma da Mão);
- b. Apresentação de soluções para problemas logísticos para eletropostos como a proposição de modelos de distribuição de energia, a partir das projeções estatísticas desenvolvidas no projeto, com a parceria da distribuidora de energia elétrica local (EDP Espírito Santo);
- c. Desenvolvimento de estudos de viabilidade técnica de negócios ancilares baseados na potencial reutilização de baterias ao fim de sua vida útil em aplicações veiculares;
- d. Elaboração de propostas para disseminar o uso de veículos elétricos com base em incentivos fiscais, não fiscais e a partir de créditos de carbono;
- e. Interação com a Polícia militar por meio de coleta de informações sobre os veículos e estações em si, o terreno percorrido, os tempos e locais de carregamento, os hábitos de direção dos motoristas, além de outros dados relevantes de modo a auxiliar o controle e a expansão gradativa do sistema;
- f. Por fim, o estabelecimento de infraestrutura, estrutura, competência, recursos humanos e divulgação científica instalados para o desenvolvimento e implantação das atividades em mobilidade elétrica.



Made with Whimsical

Figura 2.a – Objetivos e subprojetos do Projeto Mobilidade Elétrica no Espírito Santo.



Made with Whimsical

Figura 2.b – Objetivos e subprojetos do Projeto Mobilidade Elétrica no Espírito Santo.

A fim de alcançar os diversos objetivos e resultados pretendidos, as atividades do projeto foram divididas em subprojetos.

O subprojeto **Análise Técnica e Monitoramento Ativo da Frota e de Eletropostos**, sob a responsabilidade do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES), implantou o sistema de monitoramento ativo da frota de veículos elétricos e das estações de carregamento integrado a ser incorporado à plataforma para cidades inteligentes. Ainda, desenvolveu uma série de estudos sobre a modelagem dos veículos, das baterias e dos carregadores e sobre métodos para alocação ótima de eletropostos, contribuições com projeções para uso da rede de distribuição e das emissões evitadas de CO<sub>2</sub>, contando também

com o levantamento de novos negócios no âmbito da eletromobilidade, seus modelos e maturidade regulatória. A partir dos dados coletados, foram desenvolvidos modelos que atendessem às especificidades do Espírito Santo para alocação/relocação de eletropostos. Também foram apresentadas a viabilidade de compartilhamento de veículos e propostas para alavancar este tipo de negócio.

O subprojeto **Desenvolvimento e Suporte de Infraestrutura Preliminar de Abastecimento de Veículos Elétricos**, sob responsabilidade da EDP, realizou a implantação de estações de recarga rápida em dez pontos do estado, constituindo a primeira rede de estações do estado para atender a população, além das viaturas elétricas da PMES.

O subprojeto **Construção de termo de referência para a aquisição, aplicação e gestão da frota de viaturas elétricas da patrulha**, foi realizado em conjunto com a Polícia Militar do Espírito Santo (PMES) e em cooperação com o IFES.

O subprojeto **Análise Econômica para Viabilidade de Incentivos e Estudos dos Negócios Ancilares**, sob responsabilidade da equipe do Departamento de Economia da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), desenvolveu estudos e propostas para disseminar o uso de veículos elétricos com base em incentivos fiscais, não fiscais e a partir de créditos de carbono, além do mapeamento dos negócios ancilares a serem desenvolvidos para subsidiar a adoção difusa da Mobilidade Elétrica no ES.

Por se tratar de um estudo acadêmico, houve equipe de levantamento de informações, de dados conceituais e de referências bibliográficas, que resultaram na elaboração e compilação de artigos científicos, relatórios técnicos, capítulos de livro e o alcance de objetivos que necessitavam desses levantamentos. Nesse contexto, no subprojeto **Produção Científica, Infraestrutura e Recursos Humanos: um legado**, além de responder à demanda acadêmica, materializou-se a enorme contribuição do projeto, no que diz respeito aos recursos humanos, estrutura instalada e contribuição acadêmica, sendo um novo subprojeto proposto com a organização desses produtos.

#### 4. Problema que se pretende combater

A Revolução Industrial do século XVIII veio acompanhada de intensa utilização de combustíveis fósseis, tais como carvão, petróleo e gás natural, para a produção de energia. E após o início do emprego dos meios de transporte, seja para pessoas ou mercadorias, a dependência em relação a esse tipo de combustíveis aumentou sobremaneira. O uso dessas fontes de energia não renováveis carrega consigo efeitos adversos, tanto para o meio ambiente, contribuindo para as mudanças climáticas, quanto para a saúde humana, na forma de poluição do ar.

Atualmente o setor de transportes se constitui em uma das principais fontes emissoras de gases de efeito estufa em nível mundial. Segundo Silva (2018) nas áreas

metropolitanas, a emissão de gases como metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) e, principalmente, dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) dos veículos movidos a derivados de petróleo ou combustíveis de origem vegetal tem atingido níveis muito elevados, uma vez que a frota de veículos cresce a cada ano, sendo estes gases responsáveis pelo aumento da temperatura do planeta. No Brasil, em 2022, a frota de veículos atingiu a marca de mais de 112 milhões, segundo o Ministério da Infraestrutura (2022).

Ademais, o adensamento populacional nos centros urbanos ao longo do tempo veio acompanhado do aumento do fluxo de veículos, acarretando um incremento na poluição nas cidades, comprometendo a qualidade do ar e aumentando o nível de ruídos, aos quais a população passou a ser exposta de forma cotidiana.

Diante desse cenário, surge a necessidade de se buscar alternativas à utilização dos combustíveis fósseis, fonte importante de emissão de gases que contribuem para o aquecimento global. A eletromobilidade, pelas suas peculiaridades, possui a capacidade de trazer inúmeros benefícios à sociedade, uma vez que o VE (veículo elétrico) durante o seu funcionamento não emite diretamente gases de efeito estufa; utiliza energia de fontes renováveis para o seu carregamento; proporciona economia financeira (não somente pelo custo do combustível, mas pela baixa manutenção dos veículos) e ainda promove a redução de ruídos, uma vez que o motor não necessita de explosão de combustível e nem do movimento mecânico de suas partes internas para funcionar.

Considerando que os veículos à combustão interna contribuem significativamente para a emissão de gases de efeito estufa e que a mobilidade elétrica se revela como uma opção mais limpa e sustentável, torna-se premente a elaboração de políticas públicas que incentivem a sua implementação de maneira robusta e definitiva, fomentando a conscientização da população a respeito dos seus benefícios, principalmente no que concerne à redução dessas emissões, contribuindo para a mitigação dos efeitos das mudanças do clima.

## **5. Desenho do Plano**

A partir da identificação do problema a ser combatido, partiu-se para a criação do desenho do projeto visando uma melhor compreensão do seu funcionamento considerando a articulação das ações para o alcance dos objetivos.

O desenho, assim como o modelo lógico, foi desenvolvido por esta equipe, uma vez que essas ferramentas não foram utilizadas quando da elaboração do projeto.

O modelo lógico se constitui em uma ferramenta útil para a sistematização do desenho do projeto. Ele apresenta de forma visual as ações propostas e os resultados esperados, a partir da realização de atividades apoiadas pelo fornecimento dos insumos necessários.

### 5.1. Teoria do Programa

Dentre os problemas decorrentes do crescimento populacional nas cidades, tem-se o incremento da circulação de veículos e a consequente emissão de gases de efeito estufa (GEE). E para a alteração deste cenário é imprescindível oferecer alternativas mais sustentáveis aos combustíveis fósseis.

O Estado do Espírito Santo tem atuado de forma intensa nas discussões sobre as mudanças do clima, dentro das quais se insere o incentivo à mobilidade elétrica, se constituindo em um agente dinamizador, promovendo uma articulação nos vários níveis de governo, reforçando seu papel de liderança no assunto.

Nesse contexto, o Projeto Mobilidade Elétrica no Espírito Santo visa contribuir com informações aos gestores públicos, para que estes implementem projetos e ações coordenadas entre os diversos níveis dos setores público e privado, a fim de fomentar a eletromobilidade nas frotas do serviço público e servir de exemplo para a população, demandando, assim, o engajamento do setor privado. Essas ações visam contribuir para a minimização da emissão dos gases de efeito estufa e os seus efeitos nas mudanças do clima.

### 5.2. Modelo Lógico

As Tabelas 3.a e 3.b descrevem, respectivamente, os elementos envolvidos na elaboração do Modelo Lógico e os indicadores do Projeto Mobilidade Elétrica no Espírito Santo.

Tabela 3.a – Modelo lógico

MODELO LÓGICO				
INSUMOS	ATIVIDADES	PRODUTOS	RESULTADOS	IMPACTOS
Auxílio financeiro do FUNCITEC/MCI à pesquisa				Desenvolvimento de políticas por parte do Governo do Estado do Espírito Santo para incentivo ao uso de veículos elétricos
Recursos humanos (coordenador, professores, bolsistas, alunos e voluntários)	Elaborar, publicar e divulgar edital e contratação de bolsistas	Equipe de bolsista de Eletrônica com dedicação à eletrônica embarcada e banco de dados	Capítulo 2 Livro  Artigos Científicos	
		Equipe de bolsistas com dedicação às atividades de modelagem veicular	Relatórios técnicos (FAPES)	
		Equipe de bolsista com dedicação à alocação de eletropostos	Capítulo 3 Livro  Relatórios técnicos (EDP)	
		Equipe de bolsistas com dedicação à matriz energética e às energias renováveis	Capítulo 5 Livro	
		Equipe de bolsistas com dedicação à área de novos negócios	Capítulo 6 Livro  Artigos Científicos  Relatórios Técnicos (FAPES)	Disponibilização de informações sobre mobilidade elétrica à comunidade científica e à sociedade em geral
		Equipe de bolsistas com dedicação ao estudo de incentivos fiscais, não fiscais e crédito de carbono	Capítulos 7 e 8 Livro  Artigos Científicos  Relatórios técnicos (FAPES)	Difusão da ideia (maior conscientização) de que a mobilidade elétrica contribui na redução da emissão dos gases de efeito estufa
		Desenvolver equipe de pesquisas em	Consolidação de grupo de pesquisa e inclusão	Formação e oferta de mão de

	laboratório (protótipos)	do tema nos ensinos técnicos e superiores	obra capacitada para o mercado de trabalho	
	Implementar e ministrar cursos de formação			
Base de periódicos Capes	Desenvolver conhecimento técnico-científico	Recursos humanos capacitados a partir do desenvolvimento da pesquisa experimental e embasamento conceitual	Capítulos 1, 2 e 4 Livro Artigos científicos Participação em eventos científicos	Desenvolvimento de expertise no Estado sobre o tema
Recursos cedidos pelo IFES (sala de reuniões, sala para montagem do laboratório, notebook, datashow, quadro e pincéis, laboratórios repaginados)	Providenciar estrutura necessária para a coleta, armazenamento e acesso aos dados dos veículos	Laboratórios equipados, softwares, eletropostos para os testes	Capítulo 3 Livro Infraestrutura instalada do projeto piloto para replicação de projetos e incentivo a pesquisas	
	Monitorar frota de veículos elétricos utilizados pela CIPE	Coleta e monitoramento dos dados de telemetria pelos veículos e envio ao Laboratório	Capítulo 2 Livro Relatórios técnicos (FAPES)	
PM-ES (Policiais da CIPE)	Elaborar termo de referência para aquisição de veículos	09 veículos elétricos caracterizados aptos a atenderem as necessidades da CIPE e as necessidades da pesquisa	Relatório técnico parcial (FAPES)	Maior visibilidade para a sociedade pela utilização de veículos elétricos pela PM-ES
		01 veículo não caracterizado (para o Governador)		Potencial interesse de diversas instituições estaduais na adoção do experimento

	Reunião para nivelar informações e sanar dúvidas (Orientações apresentadas pela concessionária local da GM, onde os carros foram adquiridos)	Usuários (policiais) melhor preparados para o uso dos veículos	Relatórios técnicos (FAPES)	
EDP Smart (recursos financeiros, humanos e infraestrutura pré-existente de eletropostos)	Discutir, analisar e definir, junto com a operadora de energia, locais de alocação de eletropostos e tipos de carregamentos a serem disponibilizados inicialmente	Eletropostos instalados e monitorados	Relatórios técnicos (EDP)	

Fonte: elaboração própria

Tabela 3.b – Modelo lógico dos indicadores

<b>MODELO LÓGICO INDICADORES</b>				
<b>INSUMOS</b>	<b>ATIVIDADES</b>	<b>PRODUTOS</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>IMPACTOS</b>
Valor disponibilizado pelo FUNCITEC/MCI para a pesquisa				
Valor disponibilizado pela EDP Smart para instalação dos eletropostos	Número de monitoramentos realizados	Número de eletropostos instalados		Número de pessoas aptas para o mercado de trabalho
Número de professores e técnicos disponibilizados para o projeto	Número de cursos ministrados	Número de núcleos de pesquisa	Número de participação em eventos Número de publicações científicas produzidas	Número de pessoas que tiveram acesso às informações disponibilizadas

Número de bolsistas, alunos e voluntários		Número de pesquisadores e alunos nos grupos de pesquisas e cursos ministrados	Número de mão-de-obra formada	
Número de salas e laboratórios disponibilizados		Número de laboratórios equipados	Número de relatórios emitidos	
Número de Policiais da CIPE		Número de carros adquiridos		
Número de funcionários da EDP				

Fonte: elaboração própria

É possível constatar que os insumos utilizados para a implementação do projeto subsidiaram de maneira eficaz a realização das atividades previstas e seus respectivos produtos, alcançando assim, o objetivo principal e o impacto esperado.

Visando à análise crítica do desenho do projeto foram descritos os processos que incluem algumas etapas como o início do projeto, a equipe de pesquisadores e as atividades por subprojetos que serão detalhadas a seguir.

## 6. Processos

Este tópico tem por objetivo analisar a elaboração do Projeto Mobilidade Elétrica no Espírito Santo, no que se refere ao dimensionamento dos insumos empregados, à realização das atividades, bem como ao cumprimento do cronograma proposto.

### 6.1. Início do Projeto

Apesar do Mobilidade Elétrica no Espírito Santo ter iniciado oficialmente em 2020, ele já era preparado e trabalhado desde 2018, quando tratativas com a EDP e com concessionárias vinham sendo realizadas a fim de ponderar a viabilidade de execução do projeto.

Em 2020, após a entrega à FAPES de um projeto pelo coordenador Professor Reginaldo Barbosa Nunes, foi emitida a Resolução 272, de 17 de setembro de 2020, autorizando o apoio ao programa em rede de incentivo à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo aprovado pelo Comitê Diretivo do FUNCITEC/MCI, nos termos do Decreto nº 4.283-R, de 11 de junho de 2018. O valor total disponibilizado foi de R\$ 5.105.500,00 (cinco milhões, cento e cinco mil e quinhentos reais), sendo R\$ 3.355.500,00 (três milhões, trezentos e cinquenta e cinco mil e quinhentos reais)

repassados pelo FUNCITEC e R\$ 1.750.000,00 (um milhão, setecentos e cinquenta mil reais) como contrapartida da EDP. A referida resolução estipulou o prazo de execução de 36 meses a partir de 1º de outubro de 2020.

Ainda em setembro, foi publicado o Termo de Outorga 390 que oficializou o repasse dos valores citados, bem como as condições e as obrigações do outorgado durante o desenvolvimento do projeto. Vale ressaltar que houve uma solicitação de prorrogação de prazo, que resultou em Termo Aditivo de 6 meses a partir de 1º de outubro de 2023.

## 6.2. Equipe

O Projeto Mobilidade Elétrica contou com pesquisadores lotados no Instituto Federal e na Universidade Federal do Espírito Santo, sob a coordenação dos professores doutores Reginaldo Barbosa Nunes (IFES Campus Vitória) e Ednilson Felipe (UFES). Os pesquisadores bolsistas foram selecionados por meio de editais para o preenchimento dos diversos tipos de bolsas selecionadas a partir da classificação da FAPES: foram 14 bolsas DTI - B, 11 AT-NM, 7 ICT, 2 IC (PCTI) e 10 ICjr<sup>1</sup>.

Os 44 (quarenta e quatro) pesquisadores foram divididos em 4 (quatro) equipes de pesquisa, conforme a seguir:

- Equipe com dedicação à eletrônica embarcada e banco de dados;
- Equipe com dedicação às atividades de modelagem veicular;
- Equipe com dedicação à alocação de eletropostos;
- Equipe com dedicação à matriz energética e às atividades renováveis.

Além dos pesquisadores do IFES e da UFES, houve a participação dos técnicos da EDP e dos policiais militares da CIPE no fornecimento de dados pré existentes e de informações durante o monitoramento, o que permitiu as análises estatísticas, projeções e os resultados alcançados pelos pesquisadores.

## 6.3. Atividades

Aqui serão apresentadas as atividades concernentes a cada subprojeto de pesquisa.

### 6.3.1 Subprojeto de Interação com a Polícia Militar do Espírito Santo

As atividades realizadas junto aos policiais militares tinham como objetivos a elaboração de um termo de referência para a aquisição de veículos e ainda sanar as dúvidas e incertezas sobre a condução dos veículos elétricos.

---

1

[https://fapes.es.gov.br/Media/fapes/Tabela\\_Bolsas\\_Aux%C3%ADlio/Tabela%20de%20Bolsa%20aprovada%20pela%20Res.%20341-2024\\_ATUAL.pdf](https://fapes.es.gov.br/Media/fapes/Tabela_Bolsas_Aux%C3%ADlio/Tabela%20de%20Bolsa%20aprovada%20pela%20Res.%20341-2024_ATUAL.pdf)

Importante destacar que alguns fatores foram decisivos para a escolha da patrulha escolar neste projeto, dentre os quais estão a regularidade na operação dos veículos da companhia, com delimitação de rotas e áreas de atuação (região metropolitana de Vitória), por apresentar baixíssimo índice de sinistro e por ser uma frota com gestão profissional e centralizada.

a. Termo de Referência

Os veículos adquiridos foram especificados em concordância com as necessidades apontadas pela PMES de modo a se adequarem ao serviço de patrulha escolar. Além disso, para permitir a captura e transferência de dados, o veículo contou com dispositivo de aquisição e comunicação, cujo protótipo foi desenvolvido pela equipe de monitoramento ativo.

b. Atividades iniciais com os policiais da CIPE: percepções e dados de consumo.

Na execução deste subprojeto houve interação com os atores interessados, isto é, os policiais que utilizaram os veículos elétricos, para sintetizar as percepções desses usuários. Foram realizadas entrevistas com o intuito de sanar possíveis dúvidas e compreender as principais demandas desses atores para o veículo de trabalho.

Para análise de consumo, além do uso da telemetria, havia uma cooperação com os policiais condutores por meio de um aplicativo no qual eram registradas informações da quilometragem percorrida.

c. Emissões

Adicionalmente, inspirada pela experiência com a CIPE, a equipe pesquisadora desenvolveu um estudo comparativo, utilizando-se de estimativas, entre emissões de veículos com motores à combustão interna, híbridos e elétricos, considerando cenários nacionais de alta e de baixa mobilidade elétrica.

### 6.3.2 Subprojeto Análise Técnica e Monitoramento Ativo da Frota e de Eletropostos

As atividades desse subprojeto objetivavam o desenvolvimento de infraestrutura de telemetria dos veículos e das estações de carregamento, atividades essencialmente técnicas realizadas no Laboratório de Mobilidade Elétrica.

Para o desenvolvimento da plataforma de telemetria foram realizadas atividades de telemetria para veículos, com a adoção de IoT, de infraestrutura de comunicação e tratamento, armazenamento e disponibilidade dos dados.

Nos seguintes passos realizou-se o carregamento inteligente para os veículos e o desenvolvimento do sistema inteligente de gerenciamento remoto para suportar upgrade de carregadores “*plug and charge*”. Para esse último sistema houve o desenvolvimento dos módulos principal, de interface, de integração e de inteligência artificial. Por fim, foi efetuada a análise do *smart retrofit*.

Vários pesquisadores estiveram envolvidos nas diversas atividades e nos produtos entregues.

### 6.3.3 Subprojeto para proposição de soluções para problemas logísticos para eletropostos

Tendo em vista a perspectiva de crescimento da frota de veículos elétricos (VEs) em substituição aos veículos à combustão, torna-se necessário um planejamento para a atribuição ou posicionamento de postos de carregamento (PCs).

Para tal, a metodologia selecionada baseou-se em Akbari (2018, apud NUNES e CÓ, 2024) que considera a otimização de custos, a quantificação do número de PCs e a descrição do algoritmo genético (AG) - uma técnica de busca e resolução de problemas logísticos, baseada em conceitos de evolução. A escolha dessa técnica visou determinar a localização dos PCs, a partir de fatores regionais e de mercado, como por exemplo a existência de PCs já instalados na área de abrangência do estudo e a atribuição de pesos diferentes para os núcleos consumidores.

As atividades foram realizadas em parceria com a distribuidora de energia elétrica local (EDP Espírito Santo), responsável pela escolha dos locais para a instalação dos 9 eletropostos.

### 6.3.4 Subprojeto Análise Econômica para Viabilidade de Incentivos e de Serviços Ancilares

#### a) Incentivos Fiscais

Dentre as várias formas de incentivo à mobilidade elétrica, políticas fiscais podem se desenhar como um estímulo para o consumidor individual. Assim, o principal objetivo desse grupo de trabalho foi pesquisar se o benefício da isenção parcial ou total do ICMS na aquisição do veículo elétrico, pode ser atrativo para o consumidor. É claro o benefício da expansão do número de VEs para a sociedade, em função da diminuição das emissões de gases no cenário das alterações climáticas, mas para o indivíduo esse benefício ainda não ocorre, o que pode retardar a proposta de adoção dos VEs.

Para tal estudo, a construção de um cenário base de crescimento da frota capixaba, considerando apenas automóveis e excluindo os demais tipos de veículos, foi utilizada como metodologia. Esse cenário base serviu de referência para comparação com projeções alternativas.

Determinou-se o cenário base como conservador, isto é, sem grande interferência do poder público oferecendo incentivos e implementando políticas fiscais. Nessa situação, a penetração no mercado dos VEs seria semelhante à atual (business as usual), ou seja, sujeita exclusivamente às forças do mercado.

Alternativamente, para efeitos de comparação, foram apresentados dois outros cenários:

- Cenário 1: no qual se considera uma redução de 50% da alíquota do ICMS incidente sobre os veículos elétricos.
- Cenário 2: no qual se considera uma redução de 100% da alíquota do ICMS (isenção) incidente sobre os veículos elétricos.

Uma vez definida a tendência de crescimento dos veículos, foi possível simular a projeção de arrecadação do ICMS a partir dos cenários de isenção do imposto sobre os veículos elétricos.

Adicionalmente, a pesquisa mapeou as consequências do não repasse dos valores do imposto arrecadado pela aquisição dos veículos elétricos, a partir da tendência de arrecadação com ou sem a adoção das isenções.

#### b) Incentivos não fiscais

No que se refere aos incentivos não fiscais, este projeto objetivou elencar e analisar os principais incentivos dessa modalidade utilizados para ampliar a mobilidade elétrica no mundo e no Brasil; fazer uma análise comparativa; e construir instrumentos de incentivos ao uso do carro elétrico no Espírito Santo, concedendo isenção em termos de pagamento de pedágios em rodovias concedidas no Espírito Santo, isenção no pagamento de estacionamentos rotativos, dentre outras possibilidades.

Dessa maneira, foi realizada pesquisa bibliográfica em dissertações, teses, artigos relacionados ao tema com ênfase nas áreas de políticas públicas e de incentivos não fiscais no mundo e no Brasil. Em seguida foram selecionadas, em conjunto com os demais membros da equipe de pesquisadores, experiências internacionais, onde foram escolhidos países como Alemanha, Portugal, China, Estados Unidos, Chile, Colômbia, México e União Europeia, assim como elencadas algumas experiências em andamento no Brasil.

Complementarmente, realizou-se uma pesquisa documental mais detalhada buscando informações acerca de legislação geral e específica, documentos governamentais e relatórios nacionais e internacionais. Após análise de toda a documentação, foram feitas as considerações finais e elaborada uma proposta com recomendações de ações para o Estado do Espírito Santo.

#### c) Crédito de Carbono

No tema créditos de carbono, foi realizado um estudo que relacionou o tema ao setor de transportes, mais precisamente aos veículos elétricos. Para isso, foi feito um breve histórico do surgimento da ideia do crédito de carbono no contexto do MDL, isto é, mecanismo de desenvolvimento limpo.

O MDL foi estabelecido no Protocolo de Quioto, em seu artigo 12, como um mecanismo que “ permite que um país com um compromisso de redução ou limitação de emissões sob o Protocolo de Quioto (...) implemente um projeto de redução de emissões em países em desenvolvimento”. Os chamados créditos de carbono são negócios que se adequam aos moldes apresentados e comercializam RCEs (redução certificada de emissões).

A fim de debater a viabilidade ou não da criação de um mercado capixaba de crédito de carbono baseado na eletrificação da frota de veículos, foi realizado um recorte do setor de transporte rodoviário no ES, no qual foram levantados dados de veículos por tipo, combustível utilizado e regiões do estado. Como o estudo é de junho de 2021, foram coletados dados até o ano de 2020. Partindo desses dados apresentados, foi estabelecida uma metodologia e realizado um inventário da emissão de GEE atribuído ao modal rodoviário do setor de transportes do ES. Também foi feito um inventário do que deixaria de ser emitido em um cenário de eletrificação da frota.

Por fim, respaldado pelos dados levantados, são apresentadas as considerações finais e uma discussão sobre o estágio dos mercados de crédito de carbono e suas projeções.

#### d) Serviços Ancilares

A transição para o modelo de eletromobilidade traz consigo, além da necessidade de mudança de uma cultura estabelecida, outros desafios. O setor energético, as indústrias de baterias e de tecnologia para recarga, bem como as tecnologias de informação e comunicação requerem uma maior atenção e representam um potencial para a criação de novos negócios.

Neste sentido, a partir da compilação de materiais bibliográficos, a equipe apresenta um panorama sobre a inserção de novos negócios associados à mobilidade elétrica no Brasil e elenca os principais negócios ancilares envolvidos na transição proposta.

### 6.6.5 Subprojeto Produção Científica, Infraestrutura e Recursos Humanos

Esse subprojeto desenvolveu e reuniu as produções científicas, a infraestrutura instalada e a formação dos recursos humanos com expertise em Mobilidade Elétrica. Os resultados e indicadores deste subprojeto foram divididos em 4 áreas:

- Instalações e infraestrutura, considerando laboratórios e sistemas de comunicação informação e carregamento;
- Produção técnica, considerando softwares, produtos, componentes e equipamentos;
- Publicações técnico-científicas, artigos, dissertações, trabalhos de fim de curso, relatórios técnicos e modelos;

- Capacitação, considerando cursos e projetos de ensino voltados para mobilidade elétrica.

## 7 Resultado

### 7.1 Interação com a Polícia Militar do Espírito Santo

#### 7.1.1 Termo de Referência

O Termo de Referência foi elaborado pela Polícia Militar do Espírito Santo (PM-ES) com todas as exigências e necessidades demandadas pelas particularidades das atividades de policiamento ostensivo da Companhia Independente da Polícia Escolar (CIPE). Ainda foi especificado um outro veículo descaracterizado a ser utilizado pelo Governador do Estado. Esse documento serviu de base para a aquisição de um total de 10 veículos GM Cruze Sport 1.4 da marca Chevrolet.

O termo de referência completo para a aquisição dos veículos elétricos encontra-se no Anexo I.

#### 7.1.2 Atividades iniciais com os policiais da CIPE: percepções e dados de consumo

As primeiras dúvidas manifestadas estavam relacionadas aos riscos quanto à integridade dos veículos, em especial das baterias. A altura do veículo do chão, associada às condições das vias públicas e a presença de redutores de velocidade ampliaram essa insegurança, pois, com frequência, segundo os entrevistados, o fundo do veículo tocava o solo. Ainda, em caso de acidente que a perícia indica responsabilidade do motorista, ele se torna também o responsável por ressarcir os danos ao erário público. A superação de tais dúvidas foram resolvidas pela experiência no uso diário e as orientações apresentadas pela concessionária local da GM, onde os carros foram adquiridos.

Segundo o relatório técnico parcial<sup>2</sup> do projeto não houve dificuldades ou resistência dos usuários para operar com as viaturas elétricas. Contudo, por se tratar de uma nova tecnologia e novos recursos, tanto os usuários quanto os gestores consideraram importante a realização de um treinamento prévio ao uso do veículo.

Os pontos fracos e os pontos fortes da viatura elétrica foram elencados. Como ponto negativo destaca-se a altura da viatura em relação ao solo impõe aos agentes maiores cuidados ao transitar por pisos irregulares, típicos das periferias das cidades brasileiras.

Como pontos positivos, o desempenho, expressos pelo torque e velocidade, o conforto pelo fato de ser automática e com baixíssimo nível de ruído, e a presença de aparatos tecnológicos com sensores e câmeras que aumentam a visibilidade e a segurança na operação policial foram apontados.

---

<sup>2</sup> Relatório técnico parcial apresentado à FAPES.

Tanto nas entrevistas realizadas com os policiais quanto na avaliação dos dados de telemetria, ficou explícito que a autonomia do veículo não é um fator que compromete ao desenvolvimento das atividades, por duas razões: a distância máxima diária percorrida pela viatura (em torno de 120km) é bem menor que a autonomia do veículo (em torno de 400 km); e quando há demanda de viagem para o interior do estado, esse deslocamento é feito em viaturas à combustão.

Ao se comparar a eficiência diária dos carros, tendo em média o percurso de 60km/dia, os resultados estimados da economia financeira, calculada mês a mês, de forma acumulada ao longo dos anos de 2021-2022, foi de aproximadamente R\$125.000,00 para toda a frota de 9 veículos.

Para averiguar a eficiência dessa economia, comparou-se a diferença dos valores de aquisição e de manutenção dos veículos. A diferença de custo entre o Bolt e o Cruze, segundo preços médios consultados de veículos zero quilômetros de dezembro de 2020 pela tabela Fipe, é de R\$106.291,00. A economia financeira de 1 VE/ano seria um pouco menos de R\$7.000,00, que levaria aproximadamente 15 anos para a recuperação do valor de aquisição, sem contar com o valor de manutenção, que poderia diminuir esse tempo. Para cada 10 revisões de 10km, o custo do VE é 30% menor, isto representando um valor real de R\$2.032,00 por 100km rodados, baseado nos da própria montadora. Para que a economia com os custos operacionais supere a diferença de custo de investimento no curto prazo, é necessário que o veículo percorra diariamente distâncias maiores. Estudos prévios indicam que o custo total de propriedade (CTP) de veículos elétricos de porte médio (entre 100 e 400 mil reais), que rodam entre 100 e 300 km por dia, já são menores que o CTP dos veículos à combustão equivalentes.

Quanto às emissões, os resultados indicaram que houve queda nos dois veículos monitorados, em comparação com as emissões a uma frota total de veículos à combustão interna. Portanto, considerando apenas uma avaliação econômica e a distância média diária percorrida pelas viaturas da CIPE, 60km/dia, em 5 dias de trabalho por semana não seria suficiente para estabelecer uma economia que justifique o investimento adicional no veículo elétrico, nesse momento. Entretanto, considerando as dimensões ambiental e social, ou seja, a redução nas emissões e a oportunidade de realizar pesquisa e difusão da tecnologia por meio de ação de política pública, o projeto traz contribuições relevantes.

Os relatórios referentes às emissões geradas por cada tipo de veículo, indicam que as estimativas das emissões para as duas situações de operação dos veículos híbridos plug-in tanto para o cenário de menor mobilidade (hibridação progressiva) quanto para o de maior mobilidade, indicam que a forma de condução e gerenciamento da recarga destes veículos por parte do condutor, pode afetar grandemente a redução das emissões, o que pode contribuir na melhoria da qualidade do ar e da saúde da população, principalmente nos grandes centros.

Segundo as considerações da pesquisa uma considerável redução nas emissões totais seriam percebidas se a frota total fosse baseada em veículos puramente elétricos, que emitem indiretamente, na matriz elétrica atual, cerca de 16,2 g de CO<sub>2</sub>/km, frente aos 152 g de CO<sub>2</sub>/km para os veículos de combustão interna a gasolina, e 35 g de CO<sub>2</sub>/km

para os veículos de combustão interna movidos a etanol. Como uma alternativa à transição para a frota integralmente elétrica, seria a motorização a etanol dos veículos híbridos plug-in, o que proporcionalmente, no modo combinado teoricamente emitiriam ainda menos gramas de CO<sub>2</sub>/km, comparado ao híbrido plug-in a gasolina. Sugere-se que medidas administrativas aparentemente simples poderiam ser tomadas para ampliar a utilização do veículo elétrico, como a utilização em dois turnos de atividade da CIPE, ou em outra atividade nos finais de semana. Desta forma, é possível reduzir o custo total de propriedade, tornando a solução competitiva quando comparadas com os veículos à combustão.

Por fim, conclui-se que a especificação do veículo quanto à potência e à autonomia, a especificação e quantidade de carregadores instalados, bem como a estratégia de recarga noturna estão adequados à demanda da CIPE e não afetaram a realização das atividades de segurança pública das escolas estaduais. O deslocamento rápido e silencioso dos veículos podem trazer ganhos na realização de algumas missões de policiamento. Entretanto, a altura do chassi do veículo ao solo é um ponto a ser corrigido no caso de novas aquisições para ampliação da frota.

## 7.2 Análise técnica e monitoramento ativo da frota e de eletropostos

A equipe de pesquisadores que trabalhavam no laboratório de Mobilidade Elétrica, juntamente com o Laboratório de VEs Levíssimos e de Duas Rodas constituíram o coração do projeto e trabalharam de maneira transversal com os outros subprojetos, que alimentavam de informações e validaram os resultados produzidos por esse subprojeto em experimentos.

A partir da infraestrutura legada do projeto foram obtidos dados e disponibilizadas informações essenciais para as demais atividades do estudo, como apresentadas pelos pesquisadores:

- Avaliação da eficiência energética comparando VEs e à combustão;
- Determinação dos melhores cenários de utilização dos VEs da frota;
- Aprimoramento do dimensionamento e da localização das estações de carregamento futuras;
- Desenvolvimento de modelos da dinâmica veicular;
- Ampliação do conjunto de dados da plataforma cidades inteligentes, promovendo o desenvolvimento de aplicações móveis relacionadas à mobilidade elétrica;
- Avaliação dos impactos gerados na geração, transmissão e distribuição de energia;
- Auxílio no planejamento para cargas futuras.

Como resultado, destaca-se a plataforma de internet of things (IoT) voltada à telemetria de VEs e eletropostos, com produção de hardware e software integrados à rede

wireless. Essa estrutura permitiu a captura, o processamento e o armazenamento de dados que subsidiaram os pesquisadores no desenvolvimento de estudos diversos e produções acadêmicas.

Outro resultado que merece destaque foi a adoção do *smart retrofit*, como uma abordagem inovadora para atualizar sistemas legados. *Smart retrofit* refere-se à modernização de equipamentos ou sistemas antigos, incorporando tecnologias avançadas para melhorar sua eficiência e funcionalidade, sem a necessidade de substituição completa. Essa técnica, além de reduzir significativamente os custos, otimizou a implementação do projeto e evitou maiores problemas que poderiam decorrer de uma completa substituição do sistema.

Houve também a utilização de inteligência artificial de detecção de anomalias, o que possibilitou a identificação de intercorrências no carregamento dos VEs e suas imediatas correções.

Os estudos realizados neste subprojeto proporcionaram uma infraestrutura dinâmica, capaz de ampliar suas finalidades e englobar aplicabilidades em consonância com a plataforma de cidades inteligentes.

### 7.3 Eletropostos

Minimizar os custos de recarga dos VEs depende diretamente da redução da distância que o VE percorrerá para recarregar as baterias. Utilizando o Algoritmo Genético (AG), foi possível determinar o melhor local para instalação dos PCs, com base nos locais candidatos, considerando também os Postos de Carregamento (PCs) já existentes na região estudada.

Foram apresentados dois cenários para a alocação de PCs. Primeiramente, todos os locais potencialmente candidatos foram considerados com a mesma relevância, obtendo uma configuração para a localização dos PCs.

Considerando que existem os locais com maior concentração de pessoas e veículos, como condomínios residenciais, shoppings, praças, estacionamentos de lojas, instituições de ensino e outros, foi adotado um outro cenário para estes centros de consumo (NCs). Neste sentido foram adotados pesos diferentes para alguns centros consumidores, podendo-se observar que a nova configuração obtida sugeria que os PCs estariam mais próximos dos centros consumidores considerados relevantes.

A ferramenta proposta para a alocação de Postos de Carregamento mostrou-se flexível ao permitir diferentes pesos para serem atribuídos aos Centros de Consumo, além de considerar os PCs já existentes no município onde o estudo foi aplicado.

Por fim, foi apresentada a distribuição de PCs que apresentava a minimização de custos, isto é, energia gasta pela distância percorrida para abastecimento.

## 7.4 Análise econômica para viabilidade de incentivos fiscais, não fiscais e crédito de carbono e dos serviços ancilares

### 7.4.1 Incentivos fiscais

No cenário base, já definido anteriormente, os veículos elétricos representariam 7,54% das novas aquisições em 2030, totalizando 2.299 unidades ao preço médio de 144,67 mil reais. No cenário 1, com redução de 50% da alíquota de ICMS, esse percentual aumentaria para 7,86% e seriam comercializados 2.395 veículos elétricos em 2030 ao preço médio de 135,98 mil reais. No cenário 2, com isenção total do ICMS, é alcançado o patamar de 8,18% das novas aquisições e seriam vendidos 2.492 veículos ao preço médio de 127,31 mil reais (Relatórios 1 e 2 – Incentivos Fiscais à Mobilidade Elétrica no Espírito Santo: ICMS, IPVA e ISS - Versão 1.0 - julho/2021)<sup>3</sup>.

Os resultados indicam que os veículos convencionais continuariam a dominar o mercado e que os incentivos baseados apenas no ICMS têm efeitos bastante limitados.

A pesquisa destaca que mesmo com a redução do ICMS, em qualquer um dos cenários, os veículos elétricos ainda permanecerão com preços mais elevados dos que seus concorrentes à combustão interna. Além disso, destaca-se o longo período de vida útil dos automóveis, que mesmo na presença de incentivos fiscais, uma quantidade significativa de veículos convencionais permanecerá na frota existente em 2030.

No que concerne aos impactos sobre os cofres públicos, a adoção do cenário 1 e 2, indicam uma redução de 4,05% e 8,42% até 2030, respectivamente, somente sobre a alíquota sobre os carros elétricos. Contudo, os números apresentados no cenário base representam a receita tributária potencial correspondente ao valor que teoricamente seria recolhido de ICMS sobre veículos automotores caso não se adotassem as isenções. Como os incentivos funcionam como renúncia fiscal de uma receita inexistente no momento da concessão dos benefícios, essa tem sido a principal justificativa para utilização dos incentivos fiscais. Em outras palavras, não se trata de despesa orçamentária ou custo fiscal para o estado e sim de renúncia de uma receita potencial, sem comprometimento do nível de receita corrente

Conclui-se, a partir da análise geral dos resultados apresentados, que eventuais incentivos baseados no ICMS têm efeitos bastante limitados e impactos muito limitados aos governos nos estágios iniciais da introdução dos veículos elétricos no mercado, mas aumentam à medida que a aceitação do mercado aumenta. A perda potencial de receitas não deve ser um argumento impeditivo à adoção dos veículos elétricos.

---

<sup>3</sup> Relatório técnico apresentado à FAPES.

#### 7.4.2 Incentivos não fiscais

O referido projeto levantou os diferentes tipos de incentivos não fiscais existentes nos países escolhidos para esta pesquisa, na União Europeia, assim como no Brasil onde foram apontados no Relatório 3 – Estímulos e Incentivos Não Fiscais à Mobilidade Elétrica no Espírito Santo (Versão 1.0 - Junho/2021)<sup>4</sup>, apresentado à FAPES, pela equipe do Professor Ednilson Silva Felipe da Universidade Federal do Espírito Santo.

Foram considerados os incentivos não fiscais relacionados à oferta, a exemplo dos investimentos em projetos de P&D, o aprimoramento das normas técnicas direcionadas de forma direta ou indireta à mobilidade elétrica e a determinação de normas de redução das emissões de poluentes, a exemplo do P&D ANEEL e Chamada 22, RISE (Rede de Inovação no Setor Elétrico), PNME (Plataforma Nacional de Mobilidade Elétrica) e Rota 2030.

No tocante aos incentivos não fiscais relacionados à demanda destacaram-se: gratuidade em estacionamentos públicos ou preços reduzidos em estacionamentos privados; recarga em estacionamentos públicos/privados, com isenção de pagamento de tarifa de energia ou com tarifas subsidiadas; usos de faixas exclusivas para veículos elétricos (ônibus, caminhões, táxis, táxis coletivos, etc.); desconto ou isenção de pedágios em rodovias; desconto ou isenção de taxas de circulação em centros urbanos; permissão de circulação em centros urbanos que tenham programas de rodízios de veículos; vagas cativas em estacionamentos; descontos no seguro do veículo; dispensa de inspeções veiculares, especialmente quanto a restrições de emissões de poluentes; descontos no valor da eletricidade para recarga de veículos elétricos; uso de medidores de uso de consumo de energia elétrica diferenciados para o consumo da residência e para o consumo da recarga dos veículos; obrigação de instalação de infraestrutura de recarga em prédios novos ou reformados; programas voltados à conscientização e à informação do consumidor; 74 projetos pilotos de uso de veículos elétricos (podem ser em frotas de táxis comuns ou coletivos, ônibus, caminhões de recolhimento de resíduos sólidos urbanos (RSU)); realização de demonstrações públicas de veículos híbridos e elétricos (como as apresentações do veículo elétrico por parte da Itaipu Binacional em Congressos (CBE – Congresso Brasileiro de Energia e CBPE – Congresso Brasileiro de Planejamento Energético); obrigação de compras públicas para uso em frotas governamentais (federal, estadual e municipal); carsharing ou carpooling utilizando o veículo elétrico com uma alternativa à mobilidade particular.

Ao final, o estudo sugere para o Governo do Espírito Santo algumas ações, como a implementação de estacionamentos preferenciais, associados à ideia de carsharing (compartilhamento de veículos por um tempo menor podendo ser feito entre consumidores e empresas ou de pessoa física para pessoa física), a ampliação da infraestrutura de recarga e a isenção de pedágios para os veículos elétricos, além de uso de faixas preferenciais e isenção no caso de políticas de rodízios de circulação de veículos. O estudo também ressaltou a importância de que estes incentivos tenham

---

<sup>4</sup> Relatório técnico apresentado à FAPES.

prazos definidos, a fim de que essa iniciativa não seja entendida como um incentivo à utilização do transporte individual, em detrimento do uso do transporte coletivo.

### 7.4.3 Crédito de carbono

O estudo sobre o tema crédito de carbono resultou no Relatório 5 – Incentivo ao Carro Elétrico a partir de Créditos de Carbono (Versão 1.0 - Junho/2021)<sup>5</sup>, coordenado pelo Professor Ednilson Silva Felipe da UFES, e entregue à FAPES.

O relatório já explica que o Acordo de Paris trouxe a proposta do MDS (Mecanismo de Desenvolvimento Sustentável) em detrimento do MDL e, consigo, uma proposta de mercado de créditos de carbono mais amplo, gerando competitividade e, em decorrência, créditos de carbono mais baratos para se investir. Assim, considerando que até dezembro de 2020 só havia sete projetos de MDL registrados no mundo todo envolvendo VEs e que o tema MDS/MDL seria discutido na então vindoura COP26, o estudo considerou prudente a realização de novas pesquisas sobre as possibilidades de um mercado de créditos de carbono antes de qualquer afirmação.

No levantamento do inventário de emissões de GEE pelo setor de transportes do modal rodoviário do ES, a equipe de pesquisadores adotou a metodologia proposta em 2006 pelo IPCC para a realização dos cálculos necessários. O inventário foi apresentado primeiramente em emissões totais de CO<sub>2</sub>e (dióxido de carbono equivalente), isto é, incluindo a contagem de CH<sub>4</sub> e de N<sub>2</sub>O. Também foram apresentadas as emissões por tipo de combustível e por tipo de GEE. Para o cálculo de emissões por automóvel, como os dados disponíveis não possibilitavam uma aferição direta, foi necessário realizar uma estimativa com base em outros elementos.

O estudo determinou também uma estimativa de quanto de GEE deixaria de ser emitido a partir da eletrificação da frota veicular. A partir dos cálculos realizados e, considerando que o Brasil possui uma fonte majoritariamente limpa de geração de energia elétrica, estimou-se que um automóvel com MCI (motor de combustão interna), por ano, apresenta emissões fósseis equivalente a de, aproximadamente, 10 veículos elétricos tipo BEV.

Considerando que no ES predominam veículos movidos a combustíveis fósseis, a eletrificação a princípio representaria um impacto significativo. O estudo finaliza levantando questionamentos a respeito de possíveis dificuldades da mudança para VEs, como vida útil de peças como bateria, eventual emissões em sua reciclagem e seu reuso e, principalmente, o custo para a aquisição, levando em consideração populações da Região Metropolitana da Grande Vitória e outras regiões e seus respectivos PIB.

---

<sup>5</sup> Relatório técnico apresentado à FAPES.

#### 7.4.4 Serviços ancilares

A transição de veículos à combustão para veículos elétricos será um processo construído sob a perspectiva de que tecnologia e processos sociais estão inter relacionados. Implicarão portanto, não somente em mudanças tecnológicas, mas também nas práticas e preferências dos usuários, nas políticas e regulações, na infraestrutura industrial e de suporte, e nos aspectos culturais tais como mostra a teia de relações entre as dimensões das mudanças, os modelos de negócios e a transição para a sustentabilidade e a classificação de negócios em mobilidade elétrica.

Nesse sentido, a equipe de trabalho tratou ainda da influência de aspectos regulatórios e de características próprias, como a presença dos biocombustíveis e a ausência de uma estratégia nacional de transição para a mobilidade de baixo carbono e destacou a importância do estudo de modelos de negócios que atendam a agenda mundial de uso sustentável de recursos e de melhoria dos indicadores de emissões.

O resultado pode ser observado na Figura 3 que sintetiza os serviços ancilares resultantes da pesquisa realizada. Quatro categorias são apresentadas: a primeira referente aos serviços associados aos veículos em com ofertas e reparos, a segunda associada às baterias, seus reparos e reusos, as duas outras associadas ao sistema elétrico e otimização dos sistemas de recarga.



Figura 3 - Elaborada pela equipe do Projeto Mobilidade Elétrica no Espírito Santo (2023).

## 7.5 Produção científica, infraestrutura e recursos humanos: um legado

A interação entre as instituições de ciência e tecnologia envolvidas (Ifes e Ufes) foi muito positiva e se configurou em um grande legado. Uma nova linha de pesquisa se estruturou no ecossistema de inovação capixaba e continuará a contribuir na proposição e acompanhamento de alternativas que visem a descarbonização do setor de transporte e na proposição de soluções para cidades mais inteligentes e resilientes.

As pesquisas ficaram delimitadas às questões regionais e os estudos de caso dentro de um projeto-piloto. Entretanto, por sua característica estruturante abre um leque de possibilidades de desenvolvimento.

### 7.5.1 Produção científica

Sendo o Projeto Mobilidade Elétrica realizado no âmbito de instituições de ensino e pesquisa federais, o viés acadêmico entremeou todas as atividades. Assim, além das atividades inicialmente previstas, houve o estabelecimento de um arcabouço estrutural de dados sobre a mobilidade elétrica disponibilizado através de produções acadêmicas e produção de softwares- APIs (Application Programming Interface).

Como resultados quali-quantitativos têm-se 01 Artigo em Periódico Qualis CAPES A1; 02 Artigos em Periódico Qualis CAPES A2; 02 Artigos em Periódico Qualis CAPES B1; 01 capítulo de livro; 01 livro, 02 manuais; 04 TCC de Graduação no IFES; 01 TCC de Graduação na UFES; 02 Dissertações de Mestrado IFES; 01 Dissertações de Mestrado UFES; 01 Trabalho completos em Congressos Nacionais e 12 Trabalhos completos em Congressos Internacionais.

Como Produções Técnicas tem-se 03 protótipos (telemetria de VEs e de Eletropostos) e 05 Softwares (Backends, Frontends e embarcados), 17 relatórios e 02 projetos (instalações e redes).

Acredita-se que o maior destaque deva ser dado à publicação em 2024, do livro “Mobilidade Elétrica no Espírito Santo: Um Projeto de Vanguarda” tendo como organizadores os professores Reginaldo Barbosa Nunes e Márcio Almeida Có, do IFES-Vitória, com 196 páginas, Editora Edifes Acadêmico (ISBN: 978-85-8263-810-1).

O livro reúne os resultados alcançados pela realização dos objetivos específicos e metas desse projeto pioneiro, que buscou explorar e promover a mobilidade elétrica como uma solução viável para os desafios do transporte moderno no estado do Espírito Santo. Os resultados dos subprojetos Análise Técnica e Monitoramento Ativo da Frota e de Eletropostos, Desenvolvimento e Suporte de Infraestrutura Preliminar de Abastecimento de Veículos Elétricos e Análise Econômica para Viabilidade de Incentivos, além de uma robusta compilação bibliográfica sobre a mobilidade elétrica são aqui apresentados

O livro se organiza na seguinte estrutura:

Capítulo 1 Contextualização do Projeto onde tem-se o desenvolvimento do conhecimento técnico-científico do projeto e o papel das políticas públicas, uma compilações bibliográfica sobre o assunto;

Capítulo 2 Infraestrutura Legada do Projeto onde são apresentados os resultados das atividades dos laboratórios, como a Plataforma de telemetria para os veículos, o Carregamento Inteligente para os veículos e o Sistema Inteligente de gerenciamento Remoto para UPGRADE carregadores PLUG AND CHARGE.

Capítulo 3 Proposta para alocação e realocação de eletropostos. Nesse capítulo as atividades e metodologia referentes à instalação e funcionalidade dos eletropostos, realizadas nos laboratórios de pesquisa são sintetizados. Tem-se então os resultados do estudo de caso com elementos para a mobilidade elétrica (veículos, baterias, carregamento e postos de carregamento).

Capítulo 4 Veículo Elétrico, Sistemas de Recarga e Modelagem: Uma revisão. Como no capítulo anterior, são detalhadas as atividades realizadas em laboratórios sobre os veículos elétricos. São então apresentadas as opções de baterias, de carregadores, o acionamento dos motores e a modelagem das baterias e da dinâmica do veículo.

Capítulo 5 Mobilidade Elétrica e seu impacto na Matriz Energética Brasileira. Capítulo de compilação bibliográfica sobre o impacto da inserção dos veículos elétricos na matriz elétrica brasileira e o impacto da tecnologia V2G no subsistema Sudeste e Centro-Oeste.

Capítulo 6 Novos Negócios em Eletromobilidade. Capítulo que cumpre o objetivo do levantamento dos serviços ancilares e apresenta o contexto histórico da transição para a mobilidade elétrica, as transições sociotécnicas na perspectiva multinível e a eletromobilidade, os modelos de negócios e a transição para a sustentabilidade e a classificação de negócios em mobilidade elétrica.

Capítulo 7 Eletromobilidade e Emissões de Gases de Efeito Estufa no Transporte Rodoviário do Espírito Santo. Esse capítulo apresenta o inventário de emissões de GEE e o setor de transporte, a metodologia empregada na pesquisa e os resultados das emissões de GEE de automóveis.

Capítulo 8 Incentivos Fiscais à Mobilidade Elétrica no Espírito Santo. O ICMS e seus impactos nas contas públicas.

### 7.5.2 Recursos humanos

Além da capacitação dos pesquisadores envolvidos nas pesquisas em laboratório e levantamento conceitual, que resultaram em uma equipe competente e responsável pela produção técnica e científica, houve a organização e programas de cursos de capacitação a nível de graduação, pós- graduação e cursos de pequena duração. Os cursos foram oferecidos para a comunidade acadêmica e também auxiliaram na capacitação para a equipe executora.

O curso “Introdução aos veículos elétricos” é oferecido pelo Programa de Pós Graduação de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Espírito Santo – UFES desde 2021/2, com oferta também em 2022/1 e 2023/1. Essas turmas capacitaram 10 alunos de pós-graduação de Engenharia Elétrica da UFES, 24 alunos de graduação em Engenharia Elétrica e 25 alunos do IFES.

Em 2024 foi ministrado o curso “Montagem e manutenção de veículos elétricos levíssimos e de duas rodas” no IFES - Campus Vitória, com os primeiros 7 alunos formados e preparados para atuar no mercado de trabalho.

Estes cursos resultaram também em 2 projetos de ensino.

Para a equipe de pesquisadores e bolsistas houve a realização de 03 workshops para capacitação através de minicurso, além de divulgação do projeto em sites e em variados veículos de comunicação como rádio, televisão e jornais.

Ainda em 2024, foi realizado o “Wokshop Mobilidade Elétrica, Eficiência Energética e Sustentabilidade” (WMEEES), no IFES, Vitória, Jardim da Penha, com a participação maciça dos pesquisadores do projeto, alunos do IFES, representantes de outros Institutos Federais do Brasil e comunidade geral. Na ocasião, houve o lançamento do livro “Mobilidade Elétrica no Espírito Santo: Um Projeto de Vanguarda” e discutida a maturidade técnica atingida pelos pesquisadores do Espírito Santo.

### 7.5.3 Infraestrutura

Destacam-se, por fim, a infraestrutura de laboratório do IFES, voltada para a expertise de mobilidade elétrica.

Foram criados dois laboratórios: o Laboratório de Mobilidade Elétrica (Figura 4.a) e o Laboratório de VEs Levíssimos e de Duas Rodas (Figura 4.b), associados diretamente ao projeto piloto de monitoramento da frota e eletropostos e ainda um terceiro, um Espaço Maker.



**Figura 4.a - Laboratório de Mobilidade Elétrica e de Duas Rodas** **Figura 4.b - Laboratório de VEs Levíssimos**

No Laboratório de Mobilidade Elétrica foram desenvolvidas todas as atividades dedicadas aos experimentos que permitiram os cálculos e análises estatísticas por exemplo, para o desenvolvimento de protótipos para coleta de dados dos veículos e dos postos de recarga da SEDU, a construção de software embarcado para aquisição e envio de informações de telemetria para o banco de dados, desenvolvimento da rede sem fio, entre outros.

No Laboratório de Veículos Elétricos Levíssimos e de Duas Rodas foram instalados kits bike e scooters elétricas, equipamentos de testes de funcionamento dos elementos que compõem os VEs levíssimos e de duas rodas, equipamentos para teste e equalização de módulos de baterias, bem como equipamento específico para soldagem de baterias.

O laboratório Espaço Maker, foi responsável pela impressão 3D, prototipagem PCB, simulação e soldagem dos produtos desenvolvidos nos outros dois laboratórios de Mobilidade Elétrica.

Houve ainda, o aparelhamento de outros dois laboratórios: Laboratório de Energias, aparelhando-o com analisadores de energia, computadores e outros componentes correlatos; e o Laboratório de Telecomunicações instalando-o com computadores e componentes de rede.

Além dos laboratórios do IFES destacam-se a instalação de um parque de eletropostos na SEDU com capacidade de atender 9 veículos à carga de 7.4 KVA cada; a instalação de kits protótipos para telemetria nos veículos e em eletroposto da SEDU; a instalação de um Servidor de BD e de acesso, bem como a configuração da rede de IOT para captura e o armazenamento e disponibilização de dados de telemetria dos veículos e dos eletropostos da SEDU.

## 8. Análise crítica

A análise crítica realizada baseou-se na Matriz de Análise SWOT moldada pelos contextos internos e externos, que reconhece importantes elementos para uma boa gestão e prioriza linhas de atuação visando à resolução de problemas e incremento das potencialidades. Assim, foram analisadas as forças (Strengths), fraquezas (Weaknesses), oportunidades (Opportunities) e ameaças (Threats) do plano proposto, conforme apresentado na Tabela 4.

MATRIZ DE ANÁLISE SWOT – MOBILIDADE ELÉTRICA	
FORÇA	FRAQUEZA

F A T O R  I N T E R N O	Consonância com o objetivo do Governo estadual na construção do desenvolvimento embasado na ciência, tecnologia e inovação	Ausência de documento único consolidado que facilite a elaboração de políticas públicas
	Entendimento do Governo do Estado sobre a mobilidade elétrica como ferramenta de adaptação aos efeitos das mudanças climáticas	Resultados apresentados de forma fragmentada em diversas plataformas de divulgação, o que dificulta a compreensão da totalidade do projeto
	Estímulo à transição energética na mobilidade urbana	Objetivos e metas não claros, pulverizados e repetitivos, dificultando de encadeamento lógico
	Interação do IFES com o Governo Estadual e o setor privado no desenvolvimento do projeto	Ausência de interação do contratante (Governo) com a equipe executora (IFES)
	Cooperação com a Companhia Independente de Polícia Escolar (CIPE) da Polícia Militar do ES, instituição adepta ao uso de novas tecnologias	Dimensionamento inicial inadequado da infraestrutura de recarga disponibilizada pela EDP
	Potencial divulgação da mobilidade elétrica a partir de sua adoção em serviços municipais (PMES)	
	Interação técnica e financeira com a EDP	
	Disponibilização de informações sobre os veículos elétricos e os sistemas de recarga permitindo a tomada de decisão por parte dos gestores	
	Parcerias com empresas e instituições de ciência e tecnologia fomentando o mercado dos veículos elétricos na região	
	Projeto atrativo para investimentos do setor privado em infraestrutura de recarga e produção local de veículos elétricos	
Divulgação de informações atualizadas sobre eletromobilidade pela Associação Brasileira de Veículos Elétricos (ABVE)		
Possibilidade de recarga dos veículos no período noturno		

	Espaço físico disponível (IFES) para receber a instalação e/ou o aparelhamento de novos laboratórios	
	Equipe de alta competência tecnológica	
	Fácil acesso aos periódicos da CAPES e à biblioteca universitária	
	Participação e formação de integrantes em diversos níveis acadêmicos: de nível médio a doutorado	
	Geração de mão de obra especializada em inovação tecnológica	
	Projeção e divulgação do tema Mobilidade Elétrica por meio de eventos, cursos e publicações	
	Habilidade da equipe de pesquisadores em transitar com a empresa fornecedora dos veículos	
	Competência e capacidade para resolver imprevistos tecnológicos de forma expedita e alternativa	
	Capacidade em incorporar tecnologias de sucesso já existentes em grandes empresas	
	Perspicácia da equipe em adotar a técnica de smart retrofit	
F A T O R  E X T E R	<b>OPORTUNIDADE</b>	<b>AMEAÇA</b>
	<p>Publicação de pesquisas em nível global sobre mobilidade elétrica, demonstrando a grande relevância do tema</p> <p>Políticas públicas internacionais fixando <i>deadlines</i> para fabricação de carros à combustão Europa 2035</p> <p>Tendência de discussão sobre o tema na América Latina e no cenário nacional</p> <p>Pesquisas e desenvolvimento de novas tecnologias energéticas no âmbito nacional</p> <p>Programa Rota 2030</p>	<p>Baixa autonomia dos veículos</p> <p>Infraestrutura disponível precária para o abastecimento da frota</p> <p>Falta de regulação de uma política e diretrizes para Mobilidade Elétrica</p> <p>Carência de estudos sobre possíveis impactos da inserção maciça de VEs no Sistema de Distribuição de Energia Elétrica (SDEE)</p> <p>Carência de estudos sobre uma infraestrutura satisfatória de recarga per capita</p>

<p><b>N</b> <b>O</b></p>	<p>Plano Nacional de Energia - PNE (2030 e 2050) Política Nacional de Mobilidade Urbana (PNMU) Plataforma Nacional de Mobilidade Elétrica (PNME) - RoadMap Iniciativas do setor privado para estímulo à mobilidade elétrica, a exemplo da UBER GREEN Entendimento da sociedade civil e governantes sobre a importância da mobilidade elétrica como forma de minimizar os efeitos das mudanças climáticas Compromisso político do ES de neutralidade do carbono até 2050 Iniciativa do Governo do ES na busca por uma nova rota tecnológica Pesquisas e desenvolvimento de novas tecnologias energéticas por empresas privadas no ES, a exemplo da EDP Crescimento do PIB do Espírito Santo acima da média nacional, possibilitando consumidores interessados em novas tecnologias e inovação Assinatura do Termo de Cooperação para instalação no ES do primeiro laboratório especializado em mobilidade elétrica do Brasil Criação do Dia Estadual da Mobilidade Elétrica Grande quantidade de startups existentes em diferentes segmentos de negócios de mobilidade elétrica Interesse do setor privado em investir em infraestrutura de recarga e produção local de veículos elétricos Disposição de empresas fornecedores de veículos elétricos em adaptar (e ampliar) seus produtos às demandas e particularidades de serviços públicos Projeto Piloto consolidado que pode ser replicado por outros órgãos e municípios estaduais Rede de eletropostos instalada nas cidades de Vitória, São Mateus, Nova Venécia, Guarapari, Venda Nova do Imigrante e Cachoeiro de Itapemirim e Linhares Iniciativa da academia estadual em formação de recursos humanos e infraestrutura voltada à mobilidade elétrica</p>	<p>Resistência ao abandono a uma tecnologia já consolidada de veículos à combustão Necessidade de importação de veículos e baterias Inércia da indústria automobilística nacional constituída Fim da isenção de imposto de importação Custos de aquisição, com a infraestrutura de recarga, bem como com um conjunto de incertezas Falta de conhecimento e percepção negativa em torno da tecnologia e das facilidades de uso destes veículos Necessidade prévia de planejamento de viagens Atual infraestrutura de recarga insuficiente Tempo de recarga, custo e autonomia da bateria Alto investimento necessário para aquisição do veículo e seus acessórios Poucos modelos ofertados no mercado, restringindo a concorrência e encarecendo o produto para o consumidor Incerteza sobre o futuro do projeto no que diz respeito à implementação de ações práticas</p>


Tabela 4 – Matriz de Análise SWOT

### Forças

Um projeto piloto que incentiva a transição de veículos à combustão interna para veículos elétricos vem apoiado, e representando uma enorme força, por várias políticas públicas a nível internacional, e mais precisamente a nível nacional e estadual. A proposta se encontra em consonância com o objetivo do governo estadual na construção do desenvolvimento embasado na ciência, tecnologia e inovação e ainda se encontra respaldado pelo entendimento do Governo sobre a mobilidade elétrica como ferramenta de adaptação aos efeitos das mudanças climáticas e estímulos à transição energética na mobilidade urbana. O projeto ainda se apresenta como atrativo para investimentos do setor privado em infraestrutura de recarga e produção local de veículos elétricos e respaldado pela Associação Brasileira de Veículos Elétricos (ABVE).

O projeto realizado por pesquisadores do IFES e da UFES contou com o apoio do Governo Estadual, do setor automobilístico privado e da Companhia Independente de Polícia Escolar (CIPE) da Polícia Militar do ES, instituição adepta ao uso de novas tecnologias. Trata-se então de uma proposta pioneira que permitiu ainda a divulgação da mobilidade elétrica a partir de sua adoção em serviços municipais (PMES). Merece destaque a interação técnica e financeira com a EDP Smart, empresa aberta para aderir a novas tecnologias, desde energia solar à adaptação à mobilidade elétrica.

Destaca-se como uma das maiores forças do projeto a alta competência tecnológica dos pesquisadores e equipe envolvida. Os produtos previstos foram entregues apresentando soluções rápidas e criativas para os imprevistos, a exemplo da recarga dos veículos monitorados no período noturno, para que não precisassem concorrer com outros usuários no reabastecimento e a busca de alternativas para reduzir as limitações dos carregadores convencionais utilizando a técnica de smart retrofit. Os pesquisadores apresentaram também alta habilidade em transitar com a empresa fornecedora dos veículos, a fim de propor adaptações e solucionar dúvidas e demandas.

A equipe, com seu alto nível de conhecimento tecnológico, adotou ferramentas e componentes inovadores e de vida longa já utilizados em grandes empresas de inovação, como Netflix e Amazon, e ganhou força ainda por ter sido formada por pesquisadores de diversos níveis acadêmicos, de nível médio a doutorado, somando as diversas experiências e ainda alcançando os diferentes níveis de capacitação e geração de mão de obra especializada em inovação tecnológica. Dissertações de mestrado foram defendidas onde os objetivos eram estudos para a solução dos entraves enfrentados durante as atividades. Houve projeção e divulgação do tema Mobilidade Elétrica por meio de eventos, cursos e publicações.

Destaca-se, nesse sentido, como uma grande força, o espaço físico disponível do IFES possibilitando a instalação de novos laboratórios e o aparelhamento de outros, o espaço para acolher os pesquisadores e a facilidade de acesso a periódicos da Capes, como recursos das pesquisas realizadas.

Por fim, os policiais que utilizam os carros relataram que, por estarem circulando em escolas, há sempre o interesse das pessoas das comunidades em conhecer o veículo e sua tecnologia, ou seja, a escolha da patrulha escolar potencializou a divulgação da tecnologia.

### **Fraquezas**

As atividades acadêmicas prezam muito por divulgações científicas por meio de artigos nacionais e internacionais, apresentação em congressos, livros e capítulo de livros. Desta forma, diversas plataformas foram utilizadas para a divulgação dos resultados. Adicionalmente, os modelos de relatório técnico disponibilizados pela financiadora são muito objetivos e sintéticos.

Dentro desse contexto, os resultados foram apresentados de forma fragmentada nas diversas plataformas de divulgação, o que dificulta a compreensão da totalidade do projeto. Observa-se, portanto, a ausência de um documento único consolidado que facilite o direcionamento para a elaboração de políticas públicas.

Nos documentos consultados os objetivos e metas não estavam claros, muitas vezes as metas eram consideradas objetivos, o que fez com que os objetivos fossem numerosos, tornando-se difícil a identificação dos respectivos resultados. Os objetivos encontravam-se pulverizados e repetitivos, dificultando o encadeamento lógico.

Mesmo com o interesse do Governo Estadual em relação ao tema Mobilidade Elétrica, não houve interação da equipe executora (IFES) com o contratante, isto é o próprio Governo Estadual.

Uma das dificuldades encontradas dizia respeito à infraestrutura de recarga disponibilizada pela EDP. Houve o dimensionamento inadequado por parte da equipe, o que exigiu um esforço maior de tecnologia e atividades não quantificadas inicialmente.

### **Oportunidades**

No âmbito das políticas internacionais e nacionais, o projeto de Mobilidade Elétrica realizado e apoiado pelo governo estadual encontra inúmeras oportunidades.

As publicações de pesquisas em nível global sobre mobilidade elétrica demonstram a relevância do tema, e políticas públicas internacionais estão fixando *deadlines* para fabricação de carros à combustão interna, a Europa por exemplo definiu o ano de 2035.

A América Latina e o Brasil também vêm desenvolvendo inúmeras estratégias e/ou planos nacionais de mobilidade elétrica com metas de curto, médio e longo prazos.

Nesse sentido destacam-se o Programa Rota 2030 que incentiva a criação de um sistema sustentável do setor automobilístico; o Decreto 9.557, de 08 de novembro de 2018, que cria o grupo técnico de eletromobilidade, para discussão de estratégias para a mobilidade elétrica no país e proposição do Plano Nacional de Eletromobilidade; o Plano Nacional de Energia - PNE (2030 e 2050); a Plataforma Nacional de Mobilidade Elétrica (PNME) – RoadMap e a Política Nacional de Mobilidade Urbana (PNMU), por meio da Lei 12.587/2012, que objetiva a integração entre os meios de transporte e a melhoria da acessibilidade e mobilidade das pessoas e cargas nas cidades. Nesta mesma lei consta o “incentivo ao desenvolvimento científico-tecnológico e ao uso de energias renováveis e menos poluentes”, que coloca a eletrificação veicular na lista das possíveis soluções para os problemas da mobilidade.

Dessa forma, são evidentes as pesquisas e desenvolvimento de novas tecnologias energéticas no cenário nacional, além das iniciativas do setor privado para estímulo à mobilidade elétrica, a exemplo da Uber Green, uma modalidade de viagem criada pela empresa, permitindo que os passageiros optem por carros elétricos ou híbridos para realizarem o trajeto.

Aliado a políticas e planos, tem-se por parte da sociedade civil e governantes o entendimento da importância da mobilidade elétrica como forma de minimizar os efeitos das mudanças climáticas, onde o Espírito Santo apresenta destaque. Há o compromisso político do Estado na neutralidade do carbono até 2050 e as iniciativas do Governo do ES na busca por uma nova rota tecnológica, alinhando-se às políticas de desenvolvimento da mobilidade elétrica já existentes no âmbito nacional e da América Latina. Destacam-se, então, a assinatura do Termo de Cooperação para instalação no ES do primeiro laboratório especializado em mobilidade elétrica do Brasil e a criação do Dia Estadual da Mobilidade Elétrica (Lei 11.283, de 29/10/2020).

O setor privado acompanha o desenvolvimento da mobilidade elétrica do Estado, onde observa-se o crescimento da quantidade de start-ups existentes em diferentes segmentos de negócios de mobilidade elétrica.

Empresas privadas, como a EDP, atuam nas pesquisas e desenvolvimento de novas tecnologias energéticas e colaboram na logística da rede de eletropostos instalada nas cidades de Vitória, São Mateus, Nova Venécia, Guarapari, Venda Nova do Imigrante e Cachoeiro de Itapemirim e Linhares. Há o interesse de empresas em investir em infraestrutura de recarga e produção local de veículos elétricos e tem-se a disposição de empresas fornecedoras de veículos elétricos em adaptar e ampliar seus produtos às demandas e particularidades de serviços públicos estaduais.

A academia estadual vem investindo fortemente na formação de recursos humanos e na infraestrutura voltada ao tema, assegurando as condições do desenvolvimento do mercado da mobilidade elétrica no Estado.

Por fim, destaca-se que o crescimento do PIB do Espírito Santo encontra-se acima da média nacional, possibilitando o aumento do número de consumidores com maior poder aquisitivo interessados em novas tecnologias e inovação.

## Ameaças

Por se tratar de um plano de inovação, a implantação da mobilidade elétrica no Estado se defronta com inúmeros desafios a serem vencidos. A não superação destes desafios pode ameaçar o sucesso do projeto.

Os veículos elétricos (VEs) apresentam baixa autonomia, o que gera a necessidade de boa infraestrutura disponível para o abastecimento da frota, ainda inexistente. A atual infraestrutura de recarga encontra-se insuficiente.

Além disso, podem haver impactos que ainda não estão sendo amplamente estudados, como os possíveis impactos da inserção maciça de VEs no Sistema de Distribuição de Energia Elétrica (SDEE) e qual seria uma infraestrutura satisfatória de recarga per capita.

O alto valor do investimento é traduzido pela necessidade de importação de veículos e baterias, e ainda, pelo incipiente desenvolvimento da indústria automobilística nacional. Assim sendo, são altos custos de aquisição e da adaptação à infraestrutura de recarga, o que pode desestimular a adoção dos VEs, que ainda se defrontam com o fim da isenção de imposto de importação.

Neste momento da transição ainda há a falta de conhecimento e uma percepção negativa dos prováveis usuários em torno da tecnologia e das facilidades de uso desses veículos, assim como incertezas sobre o futuro do projeto no que diz respeito à implementação de ações práticas, somada à resistência ao abandono de uma tecnologia já consolidada de veículos à combustão. Muita divulgação da tecnologia ainda se faz necessária.

Uma vez superadas as incertezas, outras dificuldades precisam ser vencidas para a popularização dos VEs. Poucos modelos são ofertados no mercado, restringindo a concorrência, encarecendo o produto e limitando a oferta de veículos que atenda às exigências do consumidor.

Como o tempo de recarga ainda é alto e autonomia é baixa, há a necessidade prévia de planejamento de viagens, o que causaria um incômodo por parte dos usuários em ter que planejar as recargas, consultar mapas ou não ter certeza da disponibilidade das estações no momento em que chegarem ao local de carregamento. Para que haja confiança dos usuários de veículos, é fundamental uma infraestrutura de recarga robusta e inteligente, com o desenvolvimento de aplicativos e tecnologias de inovação.

Destaca-se, por fim, a falta de regulação de uma política e diretrizes para mobilidade elétrica, que uma vez implantada diminuiria as incertezas e desconfianças dos novos usuários.

## 9. Recomendações

## 9.1. Políticas Públicas

Para que a mobilidade elétrica estadual, assim como a brasileira, se concretize como atividade com investimento em fontes de energia limpa, são necessários estudos transversais com coerência entre políticas nacionais e regionais que envolvam a transição energética na mobilidade urbana. Sendo uma transição, os impactos serão sentidos ao longo dos anos, o que exigirá a implementação de programas de acompanhamento e acolhimento da nova tecnologia por parte do Estado. É necessário o estabelecimento de regulamentações que assegurem aos investidores e consumidores condições para a adoção da eletromobilidade. Como exemplo, a regulamentação e os incentivos do Estado podem estimular as empresas privadas de automóveis a desenvolver condições de produção local de veículos elétricos, reduzir os custos e tornar esses veículos mais acessíveis para os brasileiros, já que um dos desafios a serem vencidos para a adoção da mobilidade elétrica no Brasil e no Espírito Santo é o alto custo do VE.

Nesse sentido, cabe ao Brasil o desenvolvimento de políticas e ações concretas para mobilizar todos os atores envolvidos, como os governamentais, as empresas, os fabricantes de automóveis, os institutos de pesquisa, entre outros. Incentivos fiscais na aquisição de tecnologia e dos automóveis e acessórios devem ser estudados e propostos.

Com a diversidade espacial no Brasil, a transição energética deve ser adaptada a cada localidade, respeitando o território e os percursos a serem percorridos. O Espírito Santo, com o desenvolvimento da pesquisa aqui realizada, já se encontra em vantagem frente a alguns estados brasileiros.

O estudo aqui apontou ser possível adotar parcerias para alavancar a mobilidade elétrica estadual. A participação da empresa privada EDP é fundamental para a ampliação dos pontos de eletropostos, cujo número atualmente existente é apontado como um obstáculo para os consumidores. Desta forma, com a participação do Estado, estudos sobre os impactos do aumento da demanda energética e adoção de tecnologia de desenvolvimento de armazenamento de energia são altamente recomendáveis.

Ainda, por parte do Governo, recomenda-se que projetos, a exemplo do aqui realizado, sejam replicados para outras frotas a serviço do Estado, como na administração, segurança, saúde, entre outros, para que as futuras implementações continuem a despertar o interesse da população.

## 9.2. Desenvolvimento de tecnologia, divulgação e capacitação

Seja por iniciativas públicas, participativas ou privadas, há a necessidade de pesquisa no desenvolvimento de tecnologia em todos os serviços ancilares que envolvam a mobilidade elétrica. O futuro próximo prevê o crescimento no setor, o que vai impulsionar empresas que adotarem a ideia.

Nesse sentido destacam-se os serviços relacionados à utilização das baterias. É relevante aprofundar as análises de reuso e reciclagem das baterias considerando a realidade brasileira e a perspectiva de duração de outras alternativas para a mobilidade sustentável.

Institutos de pesquisa nacionais e estaduais devem ser incentivados a promover investigações nesse sentido. O IFES, juntamente com a UFES, já demonstrou competência e expertise quando entregou os produtos da pesquisa aqui realizada. Recomenda-se, portanto, que os pesquisadores se sintam estimulados a dar continuidade às pesquisas e buscar financiamento junto aos diversos editais disponibilizados para inovação e tecnologia.

A mobilidade elétrica é um investimento no futuro, materializando-se como um campo de atuação para as gerações novas e as que estão por vir. Investimento em capacitação de recursos humanos são necessários. Mais uma vez, destaca-se a participação do IFES e da UFES, no sentido de dar continuidade e ampliar o quadro das disciplinas ofertadas nos programas de ensino médio e superior, consolidando o Espírito Santo como um estado preparado para aderir à transição energética. Ainda recomenda-se que os projetos de pesquisa continuem a incluir pesquisadores desde do ensino médio ao superior, o que é essencial para a ampliação dos níveis de capacitação envolvidos.

A divulgação científica dos produtos gerados pelas pesquisas deve ser incentivada, o que vai gerar condições para a conscientização sobre os processos envolvidos na transição e estimular o interesse e adesão à transição, por parte da população. Nesse sentido recomenda-se fortemente a participação da Secretaria de Educação do Estado para promover programas de educação ambiental para as escolas sobre transição energética como solução para mitigar os efeitos das alterações climáticas e sobre a transição energética. Os resultados destas ações vão incentivar as gerações futuras a engajar na proposta de mobilidade elétrica estadual e nacional.

## 10. Considerações finais

Considerando que o setor de transportes se constitui em uma fonte significativa de emissão de gases de efeito estufa em nível mundial, a utilização de veículos elétricos em

larga escala se traduz em uma medida relevante, uma vez que pode auxiliar na redução da emissão desses gases que tanto contribuem para o aquecimento global, mitigando os seus efeitos.

Mesmo tendo encontrado ao longo do tempo algumas barreiras à sua utilização, os veículos elétricos vêm conquistando espaço no mundo inteiro como uma alternativa viável aos meios de transporte que utilizam combustíveis fósseis, seja pela não emissão de gases poluentes, seja pela eliminação de ruídos, contribuindo para a saúde e o bem estar da população em geral.

O Mobilidade Elétrica no Espírito Santo é um projeto que posiciona o ES na discussão do tema descarbonização, o qual se encontra fortemente presente na pauta do Governo do Estado. Além da busca por alternativas para a redução de emissões de gases de efeito estufa, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida de toda a sociedade capixaba, esse projeto também fomentou a área da ciência, tecnologia e inovação, à medida em que disponibilizou conhecimento, formando mão de obra especializada que poderá atender a um mercado em expansão.

## Referências

AKIBARI M., BRENNAN, M., LONGO, M. (2018). “Optimal Locating of Electric Vehicle Charging Stations by Application of Genetic Algorithm”, Sustainability, vol. 10, nº 4, p. 1076, abr. 2018.

ANEEL - Resolução Normativa nº 1000, de 07 de dezembro de 2021. Estabelece as Regras de Prestação do Serviço Público de Distribuição de Energia Elétrica; revoga as Resoluções Normativas ANEEL nº 414, de 9 de setembro de 2010; nº 470, de 13 de dezembro de 2011; nº 901, de 8 de dezembro de 2020 e dá outras providências.

BRASIL. Decreto 9557, de 08 de novembro de 2018. Regulamenta a Medida Provisória nº 843, de 5 de julho de 2018, que estabelece requisitos obrigatórios para a comercialização de veículos no País, institui o Programa Rota 2030 - Mobilidade e Logística e dispõe sobre o regime tributário de autopeças não produzidas. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2018/Decreto/D9557.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/Decreto/D9557.htm). Acesso em 03 jan. 2025.

\_\_\_\_\_. Lei nº 12187, de 29 de dezembro de 2009. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2009/Lei/L12187.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2009/Lei/L12187.htm). Acesso em: 13 nov. 2024.

\_\_\_\_\_. Lei 12587, de 03 de janeiro de 2012. Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana; revoga dispositivos dos Decretos-Leis nºs 3.326, de 3 de junho de 1941, e 5.405, de 13 de abril de 1943, da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), aprovada pelo Decreto-Lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943, e das Leis nºs 5.917, de 10 de setembro de 1973, e 6.261, de 14 de novembro de 1975; e dá outras providências. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12587.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12587.htm). Acesso em 03 jan. 2025.

ESPÍRITO SANTO. Decreto nº 4503-R, de 20 de setembro de 2019. Institui o Fórum Capixaba de Mudanças Climáticas - FCMC. Disponível em: <<https://leisestaduais.com.br/es/decreto-n-4503-2019-espírito-santo-dispoe-sobre-o-forum-capixaba-de-mudancas-climaticas-e-da-outras-providencias?q=4503>>. Acesso em: 03 out. 2024.

\_\_\_\_\_. Decreto nº 4887-R, de 19 de maio de 2021. Institui a Comissão Estadual de Mudanças Climáticas e dá outras providências. Disponível em: <<https://ioes.dio.es.gov.br/portal/visualizacoes/pdf/5771#/p:9/e:5771?find=4887-R>>. Acesso em: 03 out. 2024.

\_\_\_\_\_. Decreto nº 4938-R, de 02 de agosto de 2021. Dispõe sobre a adesão do Estado do Espírito Santo às campanhas “Race to Zero” e “Race to Resilience”, no âmbito da Convenção - Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, visando à redução de emissões de gases de efeito estufa e à resiliência climática. Disponível em: <<https://leisestaduais.com.br/es/decreto-n-4938-2021-espírito-santo-dispoe-sobre-a-adesao-do-estado-do-espírito-santo-as-campanhas-race-to-zero-e-race-to-resilience-no-ambito-da-convencao-quadro-das-nacoes-unidas-sobre-mudanca-do-clima-e-da-providencias-correlatas>>. Acesso em: 09 nov. 2024.

\_\_\_\_\_. Decreto 5249-S, de 16 de dezembro de 2022. Altera o Decreto nº 4887-R, de 19 de maio de 2021, que institui a Comissão Estadual de Mudanças Climáticas e dá outras providências. Disponível em: <<https://leisestaduais.com.br/es/decreto-n-5249-2022-espírito-santo-altera-o-decreto-no-4887-r-de-19-de-maio-de-2021-que-institui-a-comissao-estadual-de-mudancas-climaticas-e-da-outras-providencias>>. Acesso em: 19 set. 2024.

\_\_\_\_\_. Decreto nº 5387-R, de 05 de maio de 2023. Cria o Programa Capixaba de Mudanças Climáticas no âmbito do Poder Executivo Estadual e dá outras providências. Disponível em: <<https://leisestaduais.com.br/es/decreto-n-5387-2023-espírito-santo-cria-o-programa-capixaba-de-mudancas-climaticas-no-ambito-do-poder-executivo-estadual-e-da-outras-providencias?q=5387>>. Acesso em: 21 out. 2024.

\_\_\_\_\_. Decreto nº 5664, de 27 de março de 2024. Dispõe sobre o Plano Estadual de Monitoramento e Avaliação de Políticas Públicas, previsto na Lei nº 10.744 de 05 de outubro de 2017, e dá outras providências. Disponível em: <<https://leisestaduais.com.br/es/decreto-n-5664-2024-espírito-santo-dispoe-sobre-o-plano-estadual-de-monitoramento-e-avaliacao-de-politicas-publicas-previsto-na-lei-no-10-744-de-05-de-outubro-de-2017-e-da-outras-providencias?q=5664>>. Acesso em: 13 out. 2024.

\_\_\_\_\_. Lei nº 9531, de 15.09.2010. Institui a Política Estadual de Mudanças Climáticas - PEMC, contendo seus objetivos, princípios e instrumentos de aplicação. Disponível em: <<https://leisestaduais.com.br/es/lei-ordinaria-n-9531-2010-espírito-santo-institui-a-politica-estadual-de-mudancas-climaticas-pemc-contendo-seus-objetivos-principios-e-instrumentos-de-aplicacao?q=9531>>. Acesso em: 25 jul. 2024.

\_\_\_\_\_. Lei nº 10744, de 05 de outubro de 2017. Institui o Sistema de Monitoramento e de Avaliação de Políticas Públicas do Espírito Santo. Disponível em:

<<https://leisestaduais.com.br/es/lei-ordinaria-n-10744-2017-espirito-santo-institui-o-sistema-de-monitoramento-e-de-avaliacao-de-politicas-publicas-do-espirito-santo>>. Acesso em: 15 jul. 2024.

IEA - Agência Internacional de Energia (sigla em inglês). Os países mais rápidos na transição para carros elétricos. Disponível em: <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/global-ev-data-explorer>. Acesso em: 23 out. 2024.

Instituto Jones dos Santos Neves (IJSN). Guia para Avaliar Políticas Públicas | volume 3. Avaliação ao alcance de todos: análise executiva. Vitória, ES, 2018. Disponível em: <[https://ijsn.es.gov.br/Media/IJSN/PublicacoesAnexos/livros/IJSN\\_SiMAPP\\_Volume-03-1.pdf](https://ijsn.es.gov.br/Media/IJSN/PublicacoesAnexos/livros/IJSN_SiMAPP_Volume-03-1.pdf)>. Acesso em: 12 ago. 2024.

Instituto Jones dos Santos Neves (IJSN). Nota Técnica 56: Sistema de Monitoramento e Avaliação de Políticas Públicas do Estado do Espírito Santo (SIMAPP). Vitória, ES, 2018. Disponível em: [https://ijsn.es.gov.br/Media/IJSN/PublicacoesAnexos/notatecnica/IJSN\\_NT\\_56.pdf](https://ijsn.es.gov.br/Media/IJSN/PublicacoesAnexos/notatecnica/IJSN_NT_56.pdf). Acesso em: 2 nov. 2024.

MI - Ministério da Infraestrutura - Frota de Veículos - 2022 — Português (Brasil). Disponível em: . Acesso em: 8 nov. 2024.

NUNES, Reginaldo Barbosa; CÓ, Márcio Almeida (orgs.). Mobilidade elétrica no Espírito Santo: um projeto de vanguarda. Vitória/ES: Edifes Acadêmico, 2024.

OLADE - Organización Latinoamericana de Energía. Monitoreando la Electromovilidad. Nota Técnica nº 1. Setembro de 2024. Disponível em: <https://www.olade.org/wp-content/uploads/2024/09/Nota-Tecnica-Movilidad-electrica-en-America-Latina-y-el-Caribe-DEFINITIVA.pdf>

SILVA, D.: “Localização de Estações de Carregamento de Veículos Elétricos utilizando heurísticas e padrões reais de deslocamento veicular.” Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Sustentáveis do Instituto Federal do Espírito Santo, Vitória/ES, 2018.

STOPFER, N.; SOARES, A.; CASTRO, N.J; ROSENTAL, R. A Mobilidade Elétrica na América Latina Tendências, Oportunidades e Desafios, 1st ed.; E-papers: Rio de Janeiro, Brazil, 2021.

World Resources Institute - WRI Brasil. Global EV Data Explorer. Disponível em: <https://www.wribrasil.org.br/noticias/os-paises-mais-rapidos-na-transicao-para-carros-eletricos>. Acesso em: 23 out. 2024.

## ANEXOS

Anexo I - Termo de Referência

Anexo II - Lista de publicações

