



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**FACULDADE DE TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E**  
**AMBIENTAL**

**O VEÍCULO ELÉTRICO NO BRASIL: ANÁLISE**  
**BASEADA NOS SISTEMAS TECNOLÓGICOS DE**  
**INOVAÇÃO (STI)**

**JUAN PABLO ESPAÑA GOMEZ**

**ORIENTADORA: Profa. Dra. FABIANA SERRA DE ARRUDA**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM TRANSPORTES**

**DATA: BRASÍLIA/DF, JULHO DE 2016**



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**FACULDADE DE TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL**

**O VEÍCULO ELÉTRICO NO BRASIL: ANÁLISE BASEADA NOS  
SISTEMAS TECNOLÓGICOS DE INOVAÇÃO (STI)**

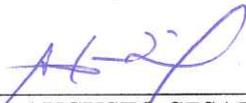
**JUAN PABLO ESPAÑA GOMEZ**

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TRANSPORTES DO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL DA FACULDADE DE TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM TRANSPORTES.

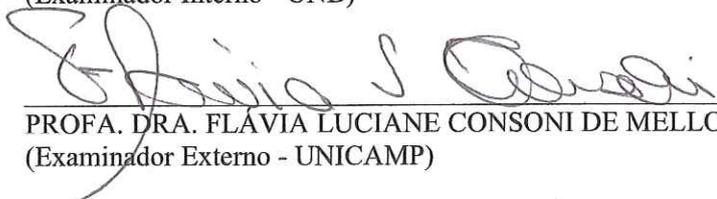
APROVADA POR:



PROFA. DRA. FABIANA SERRA DE ARRUDA  
(Orientadora - UNB)



PROF. DR. AUGUSTO CESAR DE MENDOÇA BRASIL  
(Examinador Interno - UNB)



PROFA. DRA. FLÁVIA LUCIANE CONSONI DE MELLO  
(Examinador Externo - UNICAMP)

**DATA: BRASÍLIA/DF, JULHO DE 2016**

## FICHA CATALOGRÁFICA

GOMEZ, JUAN PABLO ESPAÑA

O veículo elétrico no Brasil: análise baseada nos Sistemas Tecnológicos de Inovação (STI)

xv, 119p., 210 x 297 mm (ENC/FT/Unb, Mestre, Transportes, 2016)

Dissertação de mestrado – Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia.

Departamento de Engenharia Civil e Ambiental.

1. Veículo Elétrico

2. Sistemas Tecnológicos de Inovação

3. Inovação Tecnológica

4. Energias Renováveis

I. ENC/FT/UnB

II. Título (série)

## REFÊNCIA BIBLIOGRAFICA

GÓMEZ, J. P. E. (2016). O veículo elétrico no Brasil: análise baseada nos Sistemas Tecnológicos de Inovação (STI). Dissertação de Mestrado em Transportes, Publicação T.MD-013/2016 Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, DF, 119p.

## CESSÃO DE DIREITOS

AUTOR: Juan Pablo España Gómez

TÍTULO: O veículo elétrico no Brasil: análise baseada nos Sistemas Tecnológicos de Inovação (STI)

GRAU: Mestre

ANO: 2016

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte dessa dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

---

Juan Pablo España Gómez

juanpaesp78@gmail.com

*Se eu pudesse deixar algum presente para você, deixaria aceso o sentimento de amar a vida dos seres humanos. A consciência de aprender tudo o que foi ensinado pelo tempo. Lembraria os erros que foram cometidos para que não se repetissem mais. A capacidade de escolher novos rumos. Deixaria para você, se pudesse, o respeito por aquilo que é indispensável. Além do pão, o trabalho. Além do trabalho, a ação. E, quando tudo mais faltasse, um segredo: o de buscar no interior de si mesmo a resposta e a força para encontrar a saída.*

*Mahatma Gandhi*

*Aos meus pais, Rosalina (in memoriam) e Francisco,  
e ao Edgar, meu companheiro de aventuras*

## AGRADECIMENTOS

Aos meus irmãos Quico, Rocio e Chiqui, aos meus sobrinhos Julián, Katha, Dani, Meli, Pipe, Sofi, Gabi e Sebas pela paciência, pelo apoio incondicional e pelo amor que sempre tiveram para mim, porque vocês sempre foram a minha motivação para continuar nesta luta, longe de todos vocês.

À minha mãe (*in memoriam*) por ter me ensinado que as dores físicas podem parecer poucas, quando são olhadas por aqueles que não as suportam, desculpa mãe por ter prometido para a senhora algo que não cumpri.

Ao meu pai por ser o motor da minha vida, o exemplo de homem, pai, irmão, avô e amigo, gostaria muito de ser como você quando eu crescer. Obrigado por ter me ensinado tudo o que eu aprendi de você, isso que a gente não aprende na academia. Obrigado pelo amor e pelo apoio incondicional que só um pai pode dar para seus filhos.

Ao Edgar, amor da minha vida e a família que escolhi para passar os anos mais maravilhosos que até agora já vivi, pela aventura que a gente começou quando decidimos vir para o Brasil e que jamais vou me arrepender de ter empreendido. Obrigado pelo apoio, pela força, por acreditar em mim e por fazer parte da minha vida e do meu coração.

A minha orientadora Fabiana por ter se convertido em uma peça fundamental no meu processo de formação, por ter acreditado em mim e por ter me dado aquela luz que eu precisava para continuar.

Aos professores do PPGT pelas bases para construir um bom trabalho, especialmente ao professor José Augusto, Pastor e Augusto Brasil.

A minha amiga Monica que merece um trato diferenciado já que hoje em dia tem se convertido em mais do que uma amiga, em uma irmã, obrigado “Moni” pela compreensão, pelo apoio, pelas palavras certas no momento certo.

Aos meus velhos amigos, Larita, Rita, Irene, Milena, Gilberto, Virginia, Yolanda, Natalia, obrigado pelas palavras de apoio nesta etapa.

À família Rodriguez Rincón, Carmelita, Pata, Lilis, Anea, Dani, Esteban, Gaga, Nico e Sebas, por ter me emprestado o seu irmão, filho e tio durante estes 4 anos para viver os anos mais maravilhosos, e claro, pelo apoio e palavras de alento.

Aos novos amigos que conheci aqui no Brasil e que agora fazem parte do meu coração: Denis, Michelle, Adriana, Aleja, Cata, Claudia O, Claudia M, Ivonne, Ivan, Esteban, Jorge, Juan Carlos, Carmen, Elisa, Abimael, Betânia Feitosa, Betânia Santos, Edson, Paulinha, Tharcia, Camila G., Elisa, Gal, Gerardo, Soares, Luiz e Marcelo.

Às minhas amigas Zuleide e Aline, obrigado pelo carinho e por ter me acompanhado de perto nesta luta, e por ter se convertido para mim na minha família brasileira, obrigado pelas dicas no meu português falado e pelas correções do meu documento escrito.

Ao pessoal administrativo da UnB, Lu, Camila e Janaina.

À Universidade de Brasília, por ter me recebido como Colombiano e ter me tratado como um Brasileiro.

Ao CNPq pelo apoio financeiro, fundamental para a construção do conhecimento dos brasileiros e estrangeiros no Brasil.

## RESUMO

### **O VEÍCULO ELÉTRICO NO BRASIL: ANÁLISE BASEADA NOS SISTEMAS TECNOLÓGICOS DE INOVAÇÃO (STI)**

A alta dependência de combustíveis fósseis por parte dos transportes no mundo tem motivado aos países a se conscientizarem sobre os problemas ambientais e de saúde advindos do seu uso. É assim que alguns destes países, motivados por buscarem alternativas para diminuir a emissão de poluentes têm desenvolvido e adaptado novos modelos energéticos usados nas suas frotas de veículos que incluem combustíveis mais eficientes e limpos, a fim de diminuir os impactos ambientais e melhorar a qualidade de vida de seus habitantes. Alguns destes modelos incluem a utilização da energia elétrica gerada a partir de fontes renováveis como a solar, a hidráulica e a eólica, assim como combustíveis ambientalmente mais eficientes e menos poluentes como o biodiesel, o gás natural e o etanol. O Brasil é pioneiro ao nível mundial na pesquisa e desenvolvimento de combustíveis ambientalmente eficientes para o transporte como é o caso do etanol. No entanto, faz-se necessário que no país sejam avaliados outros tipos de modelos energéticos que possam ser usados nos transportes. Assim no presente trabalho foi utilizada a metodologia de Sistemas Tecnológicos de Inovação (STI) para avaliar a potencialidade da inserção do veículo elétrico no Brasil. Esta metodologia permitiu estabelecer um panorama da situação atual do país a partir da descrição de componentes estruturais (redes, atores e instituições) e processos-chave analisados por meio de indicadores. Para o levantamento dos dados foram utilizadas bases de dados de organizações nacionais e internacionais, assim como uma pesquisa de intenção aplicada no território nacional e atendida por 990 indivíduos. Os resultados obtidos permitiram evidenciar a potencialidade que o mercado brasileiro tem referente a este tipo de tecnologia principalmente pela importância que o mercado automotor tem na economia nacional. Testes realizados por meio de parcerias público-privadas e privadas-privadas, registro de patentes, normalização e legislação sobre este tipo de tecnologias foram identificados como os incentivos mais importantes para a inserção deste tipo de tecnologia no mercado local. O estudo permitiu identificar também algumas limitações como falta de informação sobre legislação e especificações técnicas deste tipo de tecnologia por parte dos possíveis usuários. Finalmente evidenciou-se que o veículo elétrico no Brasil se encontra no início de uma etapa de transição entre as fases de formação e crescimento, principalmente pela pouca representação no mercado.

## **ABSTRACT**

### **ELECTRIC VEHICLE IN BRAZIL: ANALYSIS BASED IN TECHNOLOGICAL INNOVATION SYSTEM (TIS)**

The high dependence on fossil fuels by transports in the world, has encouraged countries to raise awareness of environmental and health problems arising from their indiscriminate use. Thus, some of these countries, motivated by the search for alternatives to reduce the emission of pollutants, have developed and adapted new energy models used in their vehicle fleets, including more efficient and cleaner fuels in order to reduce environmental impacts and improve the quality of life of its inhabitants. Some of these models include the use of electricity generated from renewable sources such as solar, hydro and wind, as well as the use of environmentally efficient and less polluting as biodiesel, natural gas and ethanol fuels. Brazil is a world pioneer in research and development of environmentally efficient fuels used in transportation, such as ethanol. However, the country needs to evaluate other types of energy models that can be used in transportation. Thus, in the present research, was used the methodology of Technological Innovation Systems (TIS) to assess the potential of the introduction of electric vehicles in Brazil. This methodology allowed to establish an overview of the current situation of the country from the description of the structural components (networks, actors and institutions) and some key processes analyzed through indicators. Data for the survey were used from databases of national and international organizations, as well as an intention to study applied in the country, of which 990 people participated. The results show the potential of the Brazilian market has regarding this type of technology, especially the importance of the automotive market has on the national economy. Testing electric vehicles carried out through public-private and private-private partnerships, patent registration, standardization and legislation concerning these technologies were identified as the most important incentives for including this technology on the local market. The study also identified some limitations including lack of information on legislation and technical specifications for this type of vehicle by potential users. Finally, the TIS methodology helped to demonstrate that electric vehicles in Brazil is in the beginning of a transitional stage between formation and growth stages, mainly due to poor representation that electric vehicles have in the Brazilian market.

## RESUMEN

### VEHICULO ELÉCTRICO EN BRASIL: ANÁLISIS BASADO EN SISTEMAS TECNOLÓGICOS DE INNOVACIÓN (STI)

La alta dependencia de combustibles fósiles por parte del transporte en el mundo, ha motivado a los países a tomar conciencia sobre los problemas ambientales y de salud derivados de su uso indiscriminado. De esta forma, algunos de estos países, motivados por la búsqueda de alternativas para reducir la emisión de contaminantes, han desarrollado y adaptado nuevos modelos energéticos utilizados en sus flotas de vehículos, incluyendo combustibles más eficientes y limpios con el fin de reducir los impactos ambientales y mejorar la calidad de la vida de sus habitantes. Algunos de estos modelos incluyen el uso de la electricidad generada a partir de fuentes renovables como la energía solar, la hidráulica y la eólica, así como el uso de combustibles ambientalmente eficientes y menos contaminantes como el biodiesel, gas natural y etanol. Brasil es pionero mundial en la investigación y el desarrollo de combustibles ambientalmente eficientes usados por los transportes, como es el caso del etanol. Sin embargo, es necesario que el país evalúe otros tipos de modelos energéticos que puedan ser utilizados en el transporte. De este modo, en la presente investigación fue utilizada la metodología de Sistemas de Innovación Tecnológica (STI) para evaluar el potencial de introducción del vehículo eléctrico en Brasil. Esta metodología permitió establecer una visión general de la situación actual del país a partir de la descripción de los componentes estructurales (redes, actores e instituciones) y algunos procesos clave analizados a través de indicadores. Para el levantamiento de datos fueron utilizadas las bases de datos de las organizaciones nacionales e internacionales, así como un estudio intención aplicado en el territorio nacional, del que participaron 990 personas. Los resultados evidencian el potencial que el mercado brasileño tiene referente a este tipo de tecnología, especialmente por la importancia que el mercado automotriz tiene en la economía nacional. Las pruebas de vehículos eléctricos llevadas a cabo a través de parecerías público-privadas y privadas-privadas, registro de patentes, la normalización y legislación referentes a este tipo de tecnologías fueron identificadas como los incentivos más importantes para la inclusión de esta tecnología en el mercado local. El estudio también identificó algunas limitaciones como la falta de información sobre la legislación y las especificaciones técnicas para este tipo de vehículos por parte de los potenciales usuarios. Finalmente, la metodología STI sirvió para demostrar que el vehículo eléctrico en Brasil está en el inicio de una etapa de transición entre las etapas de formación y de crecimiento, principalmente debido a la poca representación que los vehículos eléctricos tienen en el mercado brasileño.

## SUMARIO

1.	INTRODUÇÃO .....	1
1.1.	PROBLEMA.....	4
1.2.	OBJETIVOS .....	5
1.2.1.	Objetivo Geral.....	5
1.2.2.	Objetivos Específicos.....	6
1.3.	JUSTIFICATIVA .....	6
1.4.	ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	7
2.	O VEÍCULO ELÉTRICO .....	9
2.1.	TRAJETÓRIA DO VEÍCULO ELÉTRICO NO MUNDO .....	13
2.2.	O USO DOS VEÍCULOS ELÉTRICOS EM ALGUNS PAÍSES DO MUNDO .....	16
3.	METODOLOGIAS PARA AVALIAÇÃO DE INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS.....	27
3.1.	MODELO DE CAPACIDADES DE INOVAÇÃO.....	27
3.2.	FORECASTING INNOVATION PATHWAYS (FIP) .....	27
3.3.	INTERNATIONALIZATION, INNOVATION AND ENTREPRENEURSHIP .....	29
3.4.	SISTEMAS TECNOLÓGICOS DE INOVAÇÃO (STI) .....	29
3.4.1.	Etapas do STI.....	30
3.5.	APLICAÇÃO DO STI EM PAÍSES DO MUNDO .....	45
4.	ESTUDO DE CASO: APLICAÇÃO DO STI NO CONTEXTO BRASILEIRO .....	49
4.1.	ETAPA 1: IDENTIFICAÇÃO DOS COMPONENTES ESTRUTURAIS DO STI.....	49
4.1.1.	Atores .....	49
4.1.2.	Instituições .....	61
4.1.3.	Redes .....	67
4.2.	ETAPA 2: MAPEAMENTO DO PADRÃO FUNCIONAL DO STI .....	68
4.2.1.	Desenvolvimento, Difusão e Intercambio de Conhecimento (F1).....	68
4.2.2.	Influência na Orientação da Pesquisa (F2) .....	74
4.2.3.	Experiências Empreendedoras (F3) .....	79
4.2.4.	Formação de Mercados (F4) .....	79
4.2.5.	Legitimação (F5).....	81
4.2.6.	Mobilização de Recursos (F6) .....	82
4.2.7.	Desenvolvimento de Externalidades Positivas (F7).....	82
4.3.	ETAPA 3: AVALIAÇÃO DA FUNCIONALIDADE DO STI E ESTABELECIMENTO DAS METAS DE PROCESSO .....	83
4.4.	ETAPA 4: IDENTIFICAÇÃO DOS INCENTIVOS E MECANISMOS DE BLOQUEIO . .....	86
4.5.	ETAPA 5: ESPECIFICAÇÃO DAS QUESTÕES POLÍTICAS FUNDAMENTAIS.....	89
5.	CONCLUSÕES .....	91
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	97

APÊNDICES.....	103
Apêndice A. Patentes de veículos elétricos e seus componentes .....	104
Apêndice B. Eventos de maior importância no Brasil referentes aos veículos elétricos e seus componentes.....	106
Apêndice C. Instrumento utilizado para coleta de dados na pesquisa de intenção .....	109
Apêndice D. Resultados mais importantes derivados dessa pesquisa de intenção.....	115

## LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1. Veículos elétricos no mundo. ....	15
Tabela 3.1. Fases do FIP. ....	28
Tabela 3.2. Funções do STI.....	40
Tabela 4.1. Grupos de pesquisa registrados no CNPq. ....	50
Tabela 4.2. Informações dos estados com grupos de pesquisa no Brasil .....	53
Tabela 4.3. Vendas de veículos por tipo de combustível. ....	57
Tabela 4.4. Normas referentes aos veículos elétricos e seus componentes.....	62
Tabela 4.5. Instituições de educação superior no Brasil .....	66
Tabela 4.6. Produção científica referente ao veículo elétrico e seus componentes.....	71
Tabela 4.7. Projetos de pesquisa e desenvolvimento referentes ao VE e seus componentes no Brasil .....	74
Tabela 4.8. Alianças entre empresas para testar veículos elétricos.....	81
Tabela A. 1. Patentes de Veículos Elétricos e seus componentes.....	105
Tabela B. 1. Eventos de maior importância no Brasil referentes aos Veículos Elétricos e seus componentes.....	107

## LISTA DE FIGURAS

Figura 4.1. Grupos de pesquisa por Estado .....	52
Figura 4.2. Relação Renda, População e Frota de Veículos.....	53
Figura 4.3. Grupos de pesquisa por ano de conformação .....	53
Figura 4.4. Grupos de pesquisa por instituição de ensino superior .....	54
Figura 4.5. Representação do mercado de veículos automotores no Brasil .....	55
Figura 4.6. Vendas de veículos no Brasil.....	56
Figura 4.7. Veículos leves licenciados no Brasil por tipo de combustível.....	57
Figura 4.8. Veículos elétricos leves licenciados no Brasil .....	58
Figura 4.9. Instituições de educação superior no Brasil por Estado.....	67
Figura 4.10. Teses e Dissertações no Brasil por ano. ....	70
Figura 4.11. Teses e Dissertações no Brasil por Universidade. ....	70
Figura 4.12. Registro de Patentes dos países com maior número de VE. ....	72
Figura 4.13. Percentual de conhecimento acerca dos veículos elétricos .....	76
Figura 4.14. Combustível de preferência na compra de um veículo novo .....	77
Figura 4.15. Motivações para a aquisição de um veículo elétrico.....	78
Figura 4.16. Variáveis consideradas na compra de veículo elétrico .....	78
Figura 4.17. Barreiras na aquisição de veículos elétricos .....	80
Figura 4.18. Inter-relação entre as funções na fase de formação do STI .....	84
Figura 4.19. Inter-relação entre as funções na fase de crescimento do STI .....	85
Figura 4.20. Inter-relação entre as funções na fase de maturidade do STI.....	85
Figura 4.21. Inter-relação entre as funções na fase de consolidação do STI.....	86
Figura 4.22. Consumo por tipo de combustível .....	89
Figura C. 1. Instrumento utilizado para coleta de dados na pesquisa de intenção. ....	114
Figura D. 1. Você tem Carro? .....	116
Figura D. 2. Qual a faixa de valor de seu veículo atual?.....	116
Figura D. 3. Tipo de combustível e porcentagem de uso no abastecimento .....	116
Figura D. 4. Quantos carros possui em casa?.....	116
Figura D. 5. Habitualmente você usa seu carro para:.....	116
Figura D. 6. No seu dia a dia, qual a velocidade média atingida por seu veículo? .....	116
Figura D. 7. Onde normalmente estaciona? .....	116
Figura D. 8. Quantos quilômetros em média você percorre por dia?.....	117
Figura D. 9. Aproximadamente, qual é o valor da manutenção anual de seu veículo (desconsidere impostos)? .....	117
Figura D. 10. Com que frequência você troca de veículo? .....	117
Figura D. 11. Daqui a quantos anos você pretende comprar um veículo novo? .....	117
Figura D. 12. Na compra de um veículo novo, qual seria o combustível de sua preferência?..	117
Figura D. 13. Você considera que os combustíveis no Brasil têm um preço: .....	117
Figura D. 14. Tem algum conhecimento dos temas listados? .....	117
Figura D. 15. Você compraria um veículo elétrico? .....	117
Figura D. 16. Qual seria a sua principal motivação para a aquisição de um veículo elétrico? .	118
Figura D. 17. Para aquisição de um veículo elétrico, quanto você estaria disposto a pagar a mais, comparado ao valor do seu veículo? .....	118
Figura D. 18. Qual a autonomia mínima que deveria ter um veículo elétrico com a bateria completamente carregada para que você considere ele como opção de compra? .....	118
Figura D. 19. Qual o tempo máximo de recarga que você aceitaria para um veículo elétrico? ..	118
Figura D. 20. Qual considera o local mais indicado para realizar as recargas dos veículos elétricos? .....	118
Figura D. 21. Variáveis consideradas na compra de veículo elétrico?.....	118
Figura D. 22. Quais as principais barreiras da inserção do veículo elétrico no Brasil .....	118

Figura D. 23. Gênero.....	118
Figura D. 24. Qual a sua idade? .....	118
Figura D. 25. Qual a renda familiar mensal? .....	118
Figura D. 26. Estado.....	119

## LISTA DE ABREVIACOES

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnica
ABRADEE	Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica
ADEME	Agência de Meio Ambiente e Energia Gestão
ADETAX	Associação das Empresas de Táxi de Frota do Município de São Paulo
AEA	Associação Brasileira de Engenharia Automotiva
AFME	Associação Europeia de Mercados Financeiros
AMN	Associação Mercosul de Normalização
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ANFAVEA	Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores
ANTT	Agência Nacional de Transportes Terrestres
BNDES	Banco Nacional do Desenvolvimento
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CARB	<i>California Air Resources Board</i>
CEIIA	Centro de Excelência e Inovação para a Indústria Automóvel
CEREVH	Estudos e Investigação Veículos elétricos e Híbridos
CEU	Centro Universitário
CEVEQ	Centro Experimental do Veículo Elétrico Quebec
CFET	Centro Federal de Educação Tecnológica
CIPF	Comissão Interministerial para Veículo Limpo
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CO2	Dióxido de Carbono
CONIT	Conselho Nacional de Integração de Políticas de Transporte
COPANT	Comissão Pan-Americana de Normas Técnicas
CORREIOS	Empresa Brasileira de Correios e Telégrafos
CPFL	Companhia Paulista de Força e Luz
CV	Programa de Introdução de Veículos de Energia Limpa
DENATRAN	Departamento Nacional de Trânsito
EA	Agência Japonesa de Ambiente
EMPRAPII	Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial
F1	Desenvolvimento, difusão e intercambio de conhecimento
F2	Influência na orientação da pesquisa
F3	Experiências Empreendedoras
F4	Formação de mercados
F5	Legitimação
F6	Mobilização de recursos
F7	Desenvolvimento de externalidades positivas.
FAC	Faculdade
FAP	Fundações de Apoio a Pesquisa
FIP	<i>Forecasting Innovation Pathways</i>
FTA	<i>Future-oriented Technology Analyses</i>
FUNTEC	Fundo Tecnológico
GEE	Gases Efeito Estufa
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBICT	Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações
IEC	Comissão Eletrotécnica Internacional

IES	Instituições de Educação Superior
IFECT	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia
II	Imposto de Importação
INEE	Instituto Nacional de Eficiência Energética
INPI	Instituto Nacional de Propriedade Industrial
IPI	Imposto sobre Produtos Industrializados
ISSO	Organização Internacional de Normalização
IT	Inovação Tecnológica
JEVA	Associação Japonesa do Veículo Elétrico
ME	Mobilidade Elétrica
MEC	Ministério da Educação
MOB-i	Programa de Mobilidade Elétrica Inteligente
NBR	Norma Brasileira
NESTs	<i>New and Emerging Science and Technologies</i>
NIS	Sistemas de Inovação Nacionais
OECD	<i>Organisation for Economic Co-operation and Development</i>
P e D	Pesquisa e Desenvolvimento
PC	Pontos de Carregamento
PCHs	Pequenas Centrais Hidrelétricas
PLC	Projeto de Lei da Câmara
PREDIT	Plano Automóvel Limpo e Eficiente
PTI-BR	Parque Tecnológico Itaipu
	Programa de Pós-graduação em Transportes da Universidade de
PPGT	Brasília
REP	Representação
SAE	<i>Society of Automobile Engineering - Brasil</i>
STI	Sistemas Tecnológicos de Inovação
TCB	Sociedade de Transportes Coletivos de Brasília
UNB	Universidade de Brasília
UNI	Universidade
VCI	Veículo de Combustão Interna
VE	Veículo Elétrico
VINNOVA	Agência Sueca para Sistemas de Inovação
ZEV	<i>Mandato Zero Emission Vehicle</i>

# Capítulo 1. INTRODUÇÃO

A poluição ambiental movida pelos sistemas de transporte motorizados que usam combustíveis fósseis atualmente é um dos temas que causam maior preocupação no mundo (Rocha, 2013; Ferreira, 2013; Wan *et al.* 2015; Arioli, 2014). Tal fato tem motivado vários países a buscarem alternativas de Inovação Tecnológica (IT) (Hekkert e Negro, 2009) para diminuir os impactos ambientais negativos advindos do uso desses modos, por exemplo, poluição atmosférica e sonora (Wan *et al.* 2015; Salon *et al.* 2010; Shepherd, *et al.* 2012).

Para mitigar estes impactos negativos advindos da emissão de Gases Efeito Estufa (GEE), alguns países dentre eles o Brasil têm assinados vários acordos internacionais referentes à emissões deste tipo de gases, os acordos que mais se destacam são: a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente (Declaração de Estocolmo, 1972), Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Relatório Brundland, 1987), a Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, Rio 92 (Declaração de Rio, 1992). Nesta última foram assinadas três convenções: Convenção sobre diversidade Biológica pelo Comitê Intergovernamental de Negociação do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (Convenção, 1992), convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima e Convenção pelo Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (UNFCCC, 1992)

Com base nos resultados esperados em estes acordos, países como Brasil, Estados Unidos, Japão e Noruega, têm optado pelo desenvolvimento e uso de inovações tecnológicas, a fim de melhorar a qualidade do ar e a sustentabilidade ambiental (Hillman e Sandén, 2008). Podemos citar exemplos de IT tais como combustíveis gerados a partir de fontes renováveis e o uso da energia elétrica gerada em hidroelétricas, energia eólica e energia solar (Witcover, 2013; Shepherd, *et al.* 2012; Hillman e Sandén, 2008) e biocombustíveis como etanol (Nitsch, 1991; Goldemberg e Guardabassi, 2010; Mesquita *et al.* 2013).

Como resultado do desenvolvimento deste tipo de IT, países da União Europeia, Estados Unidos (Hillman e Sandén, 2008) e Japão (Åhman, 2006), preocupados com a melhoria da qualidade de vida dos seus habitantes, adotaram a Mobilidade Elétrica

(ME) nos deslocamentos da população. A ME é definida por Mendes e Ribeiro (2012) como o uso de qualquer tipo de veículo alimentado pelo menos por uma bateria como fonte de locomoção e que emite menor quantidade de poluentes, ou ainda, apresenta zero emissões diretas, como é o caso dos veículos puramente elétricos.

O caso de Los Angeles, nos Estados Unidos, é um bom exemplo do êxito da mobilidade elétrica. Na década dos 90, os problemas de saúde dos habitantes de Los Angeles levaram o estado da Califórnia a se converter no pioneiro na inserção do Veículo Elétrico (VE) com seu programa *ZEV Mandate (Zero Emissions Vehicles)* (Kemp, 2005; Hoogma, 2002), mandato que em 1994 foi adotado por outros estados do país (Dijk, *et al.* 2013). Já na Europa, 17 dos 28 países que compõem a União Europeia começaram a implantação deste tipo de tecnologia, adotando diversos incentivos para facilitar a sua inserção no mercado. Destacam-se os programas MOBI.E de Portugal (Pinto, *et al.* 2010; Mendes e Ribeiro, 2012, Ribeiro *et al.* 2012; Leurent e Windisch, 2011) e MOVELE da Espanha (Leurent e Windisch, 2011).

No Brasil, durante a crise do petróleo de 1973, surgiram os primeiros apoios à pesquisa & desenvolvimento de IT com o Programa Brasileiro do Álcool (Proalcool) (Goldemberg e Guardabassi, 2010; Mesquita *et al.* 2013; Lima e De Souza, 2015) constituindo-se no maior esforço do país na diversificação e substituição de combustíveis fósseis por biocombustíveis limpos. Esses apoios converteram o Brasil no maior produtor de álcool de cana-de-açúcar no mundo (Nitsch, 1991; Goldemberg e Guardabassi, 2010; Mesquita *et al.* 2013). Este combustível contribui na redução das emissões de gases causadores do efeito estufa em 61% em comparação à gasolina (Rocha, 2013).

Já na década de 90, quando foi determinado que o preço do álcool não poderia ser superior a 65% do preço da gasolina (Lima e De Souza, 2015), e em função dos baixos preços do álcool, não houve avanço no uso desse combustível, principalmente devido aos problemas fiscais e altos preços do açúcar. Tais situações desmotivaram a utilização da cana-de-açúcar para geração de etanol (Nitsch, 1991, Rocha, 2013). O ressurgimento do etanol apenas foi possível no ano 2003 com a inserção no mercado do veículo *Flex Fuel*, eliminando a dependência de um único combustível e permitindo ao usuário escolher o melhor preço para abastecer o carro (Mesquita *et al.* 2013). Desse modo, o etanol alcançou em 2009 uma representação de 92% do total da frota

comercializada de veículos leves no Brasil (Lima e De Souza, 2015).

Do mesmo modo Jonker *et al.* (2015) afirmam que os problemas que apareceram na década dos 90 são preocupantes na década atual, principalmente porque existe uma tendência de queda nos custos do cultivo de cana-de-açúcar desde 2010. A previsão, segundo os pesquisadores é que o custo do cultivo passe de US\$35/Ton. em 2010 para US\$22/Ton. em 2030, porém, os custos do etanol poderiam reduzir também de US\$700/m<sup>3</sup> para US\$424/m<sup>3</sup> em 2030.

O uso do etanol nos transportes gera, segundo Mazon *et al.* (2013), uma completa ausência de políticas públicas direcionadas ao desenvolvimento de novas IT relacionadas com a produção de VE no Brasil. Observa-se simplesmente algumas medidas de incentivo isoladas nos Ministérios da Fazenda, do Desenvolvimento, da Ciência e Tecnologia e do Meio Ambiente, além de algumas discussões sobre as bases de um plano de incentivos ao VE por parte dos representantes da indústria automobilística (De Castro e Ferreira, 2010). Porém, sem a robustez e a integração necessárias para consolidar o mercado de produção e consumo desse tipo de tecnologia e seus componentes no país (De Castro e Ferreira, 2010; Baran, 2012) a fim de diminuir as emissões de GEE e problemas de saúde causados pelo uso de combustíveis fósseis nos transportes.

Faz-se necessário que no Brasil, pioneiro ao nível mundial na pesquisa e desenvolvimento de IT relacionados especificamente com combustíveis ambientalmente eficientes para o transporte (Nitsch, 1991, Rocha, 2013; Lima e De Souza, 2015), sejam avaliadas outras possibilidades de diversificação de IT, como o desenvolvimento energias aplicáveis ao uso de veículos elétricos (Goldemberg e Guardabassi, 2010; Mesquita *et al.* 2013), além de fortalecer o potencial das já existentes como o uso do etanol (Souza, 2006), biomassa (bagaço de cana, casca de arroz, restos de madeira e biogás), energia solar, energia eólica, e, para gerar energia elétrica, necessária para o funcionamento de veículos elétricos. Estes tipos de IT facilitam o cumprimento dos objetivos traçados nos convênios internacionais supracitados.

Para fazer uma análise específica da inserção de qualquer tipo de IT, Bergek *et al.* (2008a, 2008b) e Hekkert *et al.* (2007), foi desenvolvida a metodologia denominada de Sistemas Tecnológicos de Inovação (STI). Esta metodologia tem a vantagem de se concentrar no desenvolvimento e difusão de IT, fornecendo a flexibilidade necessária

para descrever os vários atores, redes e instituições que contribuem para a inclusão de IT e produtos no mercado (Bergek *et al.* 2008a).

Referente aos problemas causados pela poluição ambiental, os STI se convertem em uma ferramenta crucial para fazer análises eficazes dos efeitos colaterais negativos, associados com o crescimento econômico, especialmente em questões como o aquecimento global, a segurança do abastecimento de energia, a poluição do ar, o consumo indiscriminado de combustíveis fósseis e os efeitos sociais negativos do crescimento econômico na população (Hekkert e Negro, 2009).

## **1.1. PROBLEMA**

Os problemas ambientais ocasionados pelo uso de combustíveis fósseis nos transportes têm sido pauta de vários encontros, debates e seminários, na tentativa de implementar soluções rápidas e eficientes não só no Brasil, como também no mundo inteiro (Goldemberg e Guardabassi, 2010; Lima e De Souza, 2015; Rocha, 2013).

De acordo com o Balanço Energético Nacional Brasileiro (BEN) de 2016, realizado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), o setor de transportes foi responsável por 32,5% do consumo de combustíveis fósseis somente em 2015. Isto fornece ao segmento a segunda colocação no ranking dos consumidores energéticos do país, logo após as indústrias, que representaram 32,9% (BEN, 2016).

O esgotamento eminente das fontes de energias primárias, a dependência energética do petróleo e o impacto ambiental (Ribeiro *et al.* 2012; Rocha, 2013; Baran e Loureiro, 2010) conduz a busca de novos modelos energéticos para a mobilidade, que visam à melhoria da qualidade de vida das populações e a diminuição do uso de fontes não renováveis (Mazon *et al.* 2013).

É por isto que o setor de transporte tem recebido mais atenção e contribuição dos pesquisadores tais como: melhorias na eficiência de motores dos veículos de combustão interna (VCI), qualidade e diversidade dos combustíveis (Lima e De Souza, 2015) e o surgimento de carros híbridos e elétricos (Arioli, 2014).

Países da Europa tais como Noruega, França, Alemanha, Reino Unido, além do Japão, China e dos Estados Unidos, despontam na inserção de VE nas suas frotas públicas e privadas (Balsa, 2013; Mendes e Ribeiro, 2012; Ribeiro *et al.* 2012; Leurent

e Windisch, 2011, IEA, 2015). Uma das grandes preocupações é a diminuição das emissões dos Gases Efeito Estufa (GEE), ocasionados principalmente pelo consumo de combustíveis fósseis no transporte e na indústria (Leurent e Windisch, 2011; Golinska e Hajdul, 2012).

A inserção do VE não teria sido possível, principalmente pelos altos custos de aquisição e manutenção das baterias, sem a implantação de diferentes modelos de incentivos que motivaram o uso de modos de transporte ambientalmente mais eficientes (Pinto *et al.* 2010; Ribeiro *et al.* 2012). Dentre os incentivos destacam-se o apoio à pesquisa, às políticas de mercado, aos subsídios diretos e à redução nos impostos na compra de veículos, entre outros (Golinska e Hajdul, 2012). Esses incentivos têm como principal objetivo contribuir para uma mobilidade mais sustentável, maximizando as suas vantagens e integrando as energias renováveis como alternativa aos combustíveis fósseis (Balsa, 2013), além da implementação e uso de veículos ambientalmente eficientes (Baran e Loureiro, 2010; Rocha, 2013).

No Brasil, a inserção do veículo elétrico ainda é tímida, pois existem várias restrições ao seu uso (Baran, 2012; Baran e Loureiro, 2010; Mazon *et al.* 2013). O alto custo marginal desta modalidade veicular e falta de incentivos na sua aquisição (ao contrário dos países supracitados), além da forte proteção na produção do etanol (Mazon *et al.* 2013; Rocha, 2013), são fatores que podem desestimular a aquisição dos VEs por parte da população.

Desse modo, coloca-se como pergunta de pesquisa a ser respondida neste trabalho, frente à diversificação dos transportes ambientalmente eficientes, qual o panorama da viabilidade da inserção do veículo elétrico no Brasil a partir da aplicação da metodologia de Sistemas Tecnológicos de Inovação?

## **1.2. OBJETIVOS**

### **1.2.1. Objetivo Geral**

Avaliar a potencialidade da inserção do veículo elétrico no Brasil baseado na metodologia de Sistemas Tecnológicos de Inovação (STI).

### 1.2.2. Objetivos Específicos

- Avaliar o panorama do veículo elétrico no Brasil, o potencial do mercado, a estrutura e as limitações da indústria;
- Descrever as características e condições do mercado do veículo elétrico e o seu comportamento no Brasil;
- Analisar o panorama atual de intenção de compra do veículo elétrico por parte da população brasileira.

### 1.3. JUSTIFICATIVA

Na atualidade, os transportes respondem por 56,9% do consumo final energético de óleo diesel (BEN, 2016), convertendo-se na segunda maior fonte de consumo de energia no Brasil após a indústria (Rocha, 2013; Baran e Loureiro, 2010). Este consumo de energia faz que os transportes sejam a maior fonte móvel poluente do país com 41,96% do total de emissões antrópicas associadas à matriz energética brasileira (BEM, 2016), além do principal causador de doenças cardiorrespiratórias (Mazon *et al.* 2013).

O desenvolvimento de ITs ambientalmente eficientes tem sido a base de grandes debates acadêmicos no Brasil (Baran, 2012; Rocha, 2013). Esse cenário mostra uma ampla relevância na urgência de criar novos mecanismos que melhorem os impactos produzidos pelos sistemas de transportes ao meio ambiente (De Castro e Ferreira, 2010; Goldemberg e Guardabassi, 2010).

Na tentativa de estagnar o acelerado processo no qual tem ocorrido mudanças climáticas, surge a necessidade principalmente nas grandes cidades do mundo de mudar os combustíveis utilizados nos sistemas de transportes (Johansson, 1995; Johansson, 1998). Para conseguir esse objetivo, os governos dos países interessados estão desenvolvendo estratégias confiáveis e economicamente viáveis (Dijk, *et al.* 2013; Shepherd *et al.* 2012).

O Brasil tem poucas evidências no que se refere ao apoio ao desenvolvimento de IT para transportes ambientalmente eficientes diferentes ao etanol e o biodiesel (Nitsch, 1991; Lima e De Souza, 2015). Ainda assim, a formação de grupos de pesquisa em diferentes universidades brasileiras criados para desenvolvimento de projetos considerando a IT, como a inserção do veículo elétrico (De Castro e Ferreira, 2010;

Rocha, 2013), dão um panorama da importância que o tema representa.

Segundo o BEN, (2016) o panorama para os veículos elétricos pode ser diferente, principalmente pela alta participação na matriz energética brasileira de energias geradas a partir de fontes renováveis (41,2%), distribuídas assim: biomassa da cana 16,9%, hidráulica 11,3%, lenha e carvão vegetal 8,2%, lixo e outras renováveis 4,7%, estas últimas compostas principalmente por energia eólica, biodiesel, energia solar e outras biomassas, entre outras.

No entanto, para que as estratégias propostas nas pesquisas sejam confiáveis, Rocha (2013) afirma que não é conveniente trocar radicalmente uma frota de veículos de combustão interna (VCI) por uma frota elétrica, sem antes avaliar os impactos econômicos e ambientais na geração e consumo de energia, já que em 58,8% da produção de energia elétrica são utilizados combustíveis fósseis (Wan *et al.* 2015; De Castro e Ferreira, 2010, BEM, 2016). Ressalta-se a importância de se avaliar os problemas que países como Estados Unidos (Gordon *et al.* 2012; Becker, *et al.* 2009), Japão (Wan *et al.* 2015) e países europeus (Ribeiro *et al.* 2012), pioneiros na implantação do VE, tiveram nesse processo, especialmente no tocante à motivação na aquisição desse tipo de tecnologia, redes de distribuição e pontos de abastecimento (Ribeiro *et al.* 2012; Leurent e Windisch, 2011). Problemas que levaram tais países a tomar decisões econômicas importantes, especialmente na outorga de incentivos como bônus na aquisição de tais veículos (Gomes, 2010; Pinto *et al.* 2010; Leurent e Windisch, 2011), descontos em impostos, melhorias na infraestrutura e uso de novas formas de energia renováveis e ambientalmente eficientes (Hoogma, 2002; Grant-Muller e Usher, 2014).

Diante de tais ocorrências, ressalta-se a importância do desenvolvimento da indústria do VE no Brasil, derivada principalmente de estudos feitos em diversas universidades brasileiras, a partir da visão tecnológica. Espera-se que trabalhos nessa área possam auxiliar no desenvolvimento de novas políticas públicas voltadas a inserção desse tipo de tecnologia no país.

#### **1.4. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO**

Esta dissertação está estruturada em seis capítulos, conforme descrito a seguir.

No primeiro capítulo é feita a contextualização do projeto e defino o quadro

analítico da dissertação, assim como a problematização, os objetivos e a justificativa. No segundo capítulo apresenta-se a revisão da literatura e dos conceitos que contribuem para o desenvolvimento da pesquisa. O capítulo três apresenta algumas das metodologias mais importantes referentes à análise de inovações tecnológicas, incluindo uma descrição da Metodologia utilizada na presente dissertação baseada nos Sistemas Tecnológicos de Inovação (STI), bem como as experiências já desenvolvidas em diversos países referentes ao uso desta metodologia, mais especificamente Japão, China, Noruega e França. No quarto capítulo apresenta como estudo de caso a aplicação da metodologia de Sistemas Tecnológicos de Inovação, previamente identificada e avaliada para o Brasil, com a finalidade de definir inferências acerca da conveniência de introduzir o veículo elétrico. Neste capítulo serão apresentadas também as análises e discussão dos resultados obtidos do mapeamento. Finalmente no capítulo quinto são apresentadas as conclusões e recomendações da pesquisa.

## Capítulo 2. O VEÍCULO ELÉTRICO

Os transportes têm se convertido em um componente importante da economia mundial. Porém, representam uma ameaça latente para o meio ambiente, devido aos problemas graves de poluição ambiental que ocasionam (Shepherd *et al.* 2012; Kobayashi *et al.* 2009). Os efeitos negativos advindos incluem esgotamento das fontes não renováveis, poluição do ar, até destruição da paisagem natural, causando desequilíbrio do ambiente biológico (Rong, 1999).

O setor de transportes é o principal emissor de gases de efeito estufa do mundo. Comporta cerca de um quarto do consumo global de combustíveis fósseis, dos quais, três quartos são provenientes dos transportes rodoviários (Ma, *et al.* 2012), causando no ano de 2007, 71% das emissões de CO<sub>2</sub> relacionadas com o transporte, em que 63% correspondem aos automóveis de passageiros (Zubaryeva, *et al.* 2012).

Ainda que estes problemas aconteçam tanto nos países em desenvolvimento e nos países desenvolvidos, são principalmente nestes últimos onde tem sido reconhecida a importância da proteção ao meio ambiente (Rong, 1999; Arioli, 2014). Os países desenvolvidos têm colaborado com a promoção na redução do transporte individual e no desenvolvimento e aplicação de IT de combustíveis derivados de fontes renováveis (Rocha, 2013; Baran e Loureiro, 2010).

Frente à necessidade de substituir o uso de combustíveis derivados do petróleo no transporte por combustíveis ambientalmente mais eficientes, tem surgido a importância em desenvolver pesquisas que ofereçam novas alternativas de tecnologia, como a propulsão elétrica e os biocombustíveis com emissões diretas reduzidas (Hymel, 2006). Como resultado de algumas destas pesquisas, um dos objetivos da política europeia é promover o desenvolvimento e a utilização dos veículos não poluentes e energeticamente eficientes, considerando a tecnologia dos veículos de passeio elétricos como um dos colaboradores mais promissores para a modernização e descarbonização do setor dos transportes no médio e longo prazo (Zubaryeva, *et al.* 2012).

Vale ressaltar que o veículo elétrico é aquele tracionado por pelo menos um motor elétrico. Enquanto os veículos com motor a combustão interna (VCI) podem ter

um motor elétrico, só nos elétricos é que ele estará direta ou indiretamente ligado à tração do veículo (Cain, *et al.* 2010). Os motores elétricos em VCI normalmente estão ligados a sistemas periféricos, como o acionamento de vidros elétricos (Harris e Webber, 2014).

A tecnologia dos automóveis híbridos e elétricos não representa uma inovação tecnológica recente, porém, avanços tecnológicos importantes nos VE atuais, como as baterias de íon de lítio e toda a tecnologia digital presente nos carros modernos, convertem este tipo de veículos em uma inovação tecnológica permanente, embora não tenham ocorrido mudanças radicais nos motores elétricos de hoje, nem mesmo na utilização da energia cinética gerada pelo movimento do veículo (Baran e Loureiro, 2010).

Na Europa, esse tipo de tecnologia apareceu, principalmente devido aos efeitos negativos da poluição do ar e aos altos preços do petróleo (Dijk, *et al.* 2013). No entanto, o ressurgimento do petróleo e a fabricação dos modelos de veículos baratos e populares, aliado à necessidade de se percorrer percursos longos, fomentou que os carros elétricos fossem preteridos e deixassem de ser comercializados na época (Rocha, 2013).

Segundo Rajashekara (1994), a história do veículo elétrico remete ao final dos anos 70 e início dos 80 na época do embargo do petróleo árabe, em que os altos preços da gasolina deixaram de ser uma preocupação para desenvolver veículos elétricos. Alguns deles foram desenvolvidos pela *General Motors* no final dos anos 80 e surgiram principalmente para resolver os problemas ambientais causados pelo uso de VCI (Hori *et al.* 1998).

Deste modo, a mobilidade elétrica começa a ser avaliada como uma opção de inovação tecnológica ambientalmente promissora, tanto para o transporte público quanto para o individual, no cumprimento de objetivos das políticas públicas implementadas, tais como: segurança energética, diversificação do uso dos combustíveis, melhoria da qualidade do ar e aumento da eficiência energética (Zubaryeva, *et al.* 2012; Lucas *et al.* 2012).

Para Pompermayer (2010), os automóveis elétricos são excelentes candidatos a substituírem os automóveis convencionais em seu uso mais frequente, que é o transporte

diário de casa para o trabalho e de volta para casa ao final do dia. Pesquisas realizadas na Europa indicam que cerca de 80% das viagens de automóveis perfazem menos de 20 quilômetros, e que os europeus percorrem, em média, menos de 40 quilômetros por dia.

Na atualidade, o "roteiro europeu dos transportes" da Comissão Europeia propõe dez metas a serem alcançadas nos próximos vinte a quarenta anos, incluindo a redução da participação dos veículos de combustão interna nos transportes urbanos para 50% em 2030 e sua mudança gradual para veículos elétricos nas cidades até 2050 (Golinska e Hajdul, 2012).

De acordo com esta visão, o sistema de transporte provavelmente irá desempenhar um importante papel de evolução no sentido da implementação de veículos elétricos e a inclusão de energias limpas, explorando seu potencial de mercado numa perspectiva de curto prazo (De Gennaro, *et al.* 2014).

Embora a primeira geração de veículos elétricos (VE) já esteja disponível no mercado, ainda não está claro se o público vai aceitar amplamente este tipo de tecnologia. Esta incerteza é gerada devido inúmeras questões que limitam o mercado de VE, como a quantidade da frota relativamente disponível, diversos problemas com as baterias (Gaines *et al.* de 2011), a interface com a rede de energia e o futuro crescimento dos custos de energia (Cain *et al.* 2010).

De modo simplificado, podem-se classificar os veículos elétricos em duas categorias: híbridos e puramente elétricos (Balsa, 2013):

### **Os veículos híbridos**

Os Veículos Elétricos Híbridos não Plug-in (VEH) são assim chamados por combinarem um Motor de Combustão Interna (MCI) com um gerador, uma bateria e um ou mais motores elétricos. Sua função é reduzir o gasto de energia associado à ineficiência dos processos mecânicos, se comparados aos sistemas eletrônicos (Raskin e Shah, 2006). Para Baran, 2012, os VEH utilizam um motor elétrico movido pela energia armazenada em baterias, além do motor de combustão interna.

Os Veículos Elétricos Híbridos Plug-in (VEHP) utilizam uma bateria, um MCI e um motor elétrico, sendo que a bateria possui maior capacidade de armazenamento que a de um VEH não plug-in, podendo ser recarregada quando conectada à rede de

distribuição de energia elétrica (Balsa, 2013).

A bateria do VEHP armazena energia suficiente para deslocar o veículo por longas distâncias sem assistência do MCI. Quando a bateria descarrega, o MCI é utilizado como um gerador de energia para o motor elétrico. O VHEP pode ter configuração em série ou em paralelo, e pode operar em dois diferentes modos: o modo de carga sustentada (*charge sustaining* – CS) ou o modo de carga abatida (*charge depleting* – CD) (Balsa, 2013; Moreira, 2013).

Há basicamente três tipos de sistemas nos automóveis híbridos comercializados atualmente:

- Sistema híbrido em série, em que um MCI aciona um gerador que alimenta o motor elétrico;
- O sistema híbrido em paralelo, em que o motor de combustão interna é auxiliado pelo motor elétrico nas situações que exijam mais potência;
- E o sistema misto, em que dois motores elétricos atuam um em série e outro em paralelo ao MCI.

Nos três sistemas supracitados, as baterias são recarregadas também por um sistema de frenagem regenerativa, e o MCI é desligado quando o veículo fica parado no trânsito por muito tempo.

### **Veículos puramente elétricos**

Os veículos puramente elétricos não têm um motor a combustão. São integralmente movidos por energia elétrica, seja provida por baterias, por células de combustível, por placas fotovoltaicas (energia solar) ou ligados permanentemente à rede elétrica, como os trólebus. Entre estes, a maioria dos lançamentos das grandes montadoras tem se concentrado em veículos movidos a bateria (De Castro e Ferreira, 2010).

A estrutura básica de um automóvel elétrico dispõe de um motor elétrico, um regulador e um conjunto de baterias recarregáveis. O regulador é o responsável pelo repasse da energia recebida das baterias para o motor do veículo. O pedal do acelerador é ligado a um par de medidores de potências que fornecem um sinal para avisar ao

controlador de potência o quanto de energia deve ser transmitido ao motor.

Os motores dos carros elétricos são menores do que os movidos a gasolina e totalmente silenciosos, porém, possuem velocidade máxima reduzida. Responsáveis por converter a energia elétrica em mecânica, os motores elétricos podem trabalhar com correntes alternadas ou contínuas (Rocha, 2013).

Com o aperfeiçoamento tecnológico das baterias e do aumento na produção de veículos elétricos, espera-se que os preços deste tipo de tecnologia irão reduzir, tornando-os mais competitivos. Estima-se que até 2020 cerca de 10 por cento dos veículos motorizados na Europa sejam elétricos (Mendes e Ribeiro, 2012), no entanto, isso não seria possível sem a implementação de incentivos para motivar o seu uso (De Castro e Ferreira, 2010).

## **2.1. TRAJETÓRIA DO VEÍCULO ELÉTRICO NO MUNDO**

A história do veículo elétrico (VE) segundo Guarnieri (2011), remonta ao século XIX, onde foi considerada como uma das melhores opções em transporte. Entre 1823 e 1839, Robert Anderson criou o primeiro protótipo do carro elétrico, movido com baterias não recarregáveis. Apesar disto, foi só entre 1856 e 1881 que Werner Siemens, Antonio Pacinotti e Zénobe Gramme desenvolveram motores elétricos e baterias recarregáveis de alta eficiência (Guarnieri 2011).

Tais desenvolvimentos tecnológicos serviram para impulsionar este tipo de tecnologia, conseguindo que em 1888, o alemão Andreas Flocken construísse o primeiro veículo elétrico de quatro rodas com alguns problemas de autonomia. No entanto, após um ano, na Bélgica, a autonomia do VE já atingia os 100 quilômetros, o que motivou outras cidades do mundo a mostrarem interesse em incluir esses modelos de veículos em suas frotas (IEA, 2014).

No ano de 1897, após uma década, na cidade de Nova Iorque, foi implementada a primeira frota de táxis elétricos do mundo, chegando a atingir 28% do mercado de veículos rodoviários no ano de 1900, tornando-se um dos veículos de maior venda nos Estados Unidos e na Europa, atingindo a frota global de 30 mil veículos elétricos em 1912 (IEA, 2014).

No começo do século XX , principalmente devido os baixos preços do petróleo e

a produção em massa dos VCI da Ford, o VE desapareceu completamente do mercado (Unruh, 2000). Não obstante, a preocupação derivada das altas emissões de gases de efeito estufa (GEE) ocasionadas pelos VCI e os elevados preços do petróleo derivados do embargo árabe, levaram a reavivar o interesse na promoção dos VE, com algumas ações regulatórias em vários países (Rajashekara, 1994).

No decorrer das últimas décadas entraram em vigor várias ações em forma de acordos intergovernamentais que tinham como principal desafio gerar diversos tipos de incentivos a fim de reduzir os problemas ambientais derivados da emissão de GEE, principalmente a partir do uso dos VCI. Estes são responsáveis por cerca de 40% do crescimento do dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) no mundo desde 1990 (Carranza *et al.* 2013; Samaras e Meisterling, 2008).

Um dos convênios de maior importância na redução deste tipo de gás foi assinado na Conferência das Partes (COP-3) realizada em Quioto, no Japão, em dezembro de 1997. O compromisso de cada um dos países aderentes ao acordo foi reduzir suas emissões combinadas de gases de efeito estufa em pelo menos 5% em relação aos níveis de 1990, no período entre 2008 a 2012 (Protocolo de Quioto, 1998).

Alguns destes convênios auxiliaram para que o Congresso dos Estados Unidos, em 1966, recomendasse o VE como um meio para minimizar este tipo de preocupação (IEA, 2014). Estas recomendações conseguiram que a Agência Federal de Proteção Ambiental permitisse ao Estado da Califórnia através da *California Air Resources Board* (CARB) criar em 1990 o Mandato *Zero Emission Vehicle* (ZEV), a fim de fazer cumprir integralmente os regulamentos de veículos não poluentes, com o firme objetivo de converter 10% da sua frota de VCI para VE no período entre 1998 e 2003 (Kemp 2005; Hoogma, 2002; Guignard, 2010).

Por outro lado, em Bruxelas no ano de 1988, 11 países da Europa (França, Alemanha, Áustria, Bélgica, Dinamarca, Finlândia, Irlanda, Itália, Reino Unido, Suécia, Suíça) criaram a associação das cidades europeias interessadas nos veículos elétricos (CITELEC), com o objetivo de difundir o conceito de mobilidade elétrica. Esta associação pretendia manter os países membros informados sobre os desenvolvimentos referentes aos VE, além de participar com eles em pesquisas e normalização internacional (Guignard, 2010).

Em uma escala mais ampla, a Comissão Europeia no seu Livro Branco dos Transportes propôs não só reduzir pela metade o uso de veículos que utilizam "combustíveis convencionais" nos transportes urbanos até 2030, como também eliminá-los progressivamente até 2050, além de propiciar que em 2030, os principais centros urbanos estejam livres de emissões de CO<sub>2</sub> (European Commission, 2011).

Na Tabela 2.1 são apresentadas as estatísticas atuais dos veículos elétricos (VE) no mundo e o total de pontos de carregamento (PC) para cada um deles. É apresentada também a representação (REP) destes itens em referencia ao total de VE e PC:

**Tabela 2.1.** Veículos elétricos no mundo.

País	2012			2014			2014-2012	
	VE	REP	PC	VE	REP	PC	VE	PC
Estados Unidos	71.174	38%	15.192	275.104	41%	21.814	287%	44%
Japão	44.727	24%	5.009	108.248	16%	11.511	142%	130%
China	11.573	6%	8.107	83.198	13%	30.000	619%	270%
Noruega	10.000	5%	3.600	40.887	6%	6.208	309%	72%
França	20.000	11%	2.100	30.912	5%	8.600	55%	310%
Alemanha	5.555	3%	2.821	24.419	4%	2.821	340%	0%
Reino Unido	8.183	4%	2.866	21.425	3%	2.866	162%	0%
Canadá				10.778	2%	3.117		
Itália	1.643	1%	1.350	7.584	1%	2.520	362%	87%
Suécia	1.285	1%	1.215	6.990	1%	3.100	444%	155%
Espanha	787	0%	705	3.536	1%	775	349%	10%
Dinamarca	1.388	1%	3.978	2.799	0%	1.721	102%	-57%
Índia	1.428	1%	999	2.689	0%	328	88%	-67%
Portugal	1.862	1%	1.350	743	0%	1.330	-60%	-1%
<b>Total</b>	<b>186.355</b>		<b>52.966</b>	<b>663.074</b>		<b>108.825</b>		

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da IEA, (2013) e IEA (2015).

Nos dois anos apresentados na Tabela 2.1, é evidente que o mercado de veículos elétricos nos países descritos, a tendência é de constante crescimento com taxas representativas de entre 55% e 619% no aumento das vendas e postos de carregamento que representam um incentivo à aquisição deste tipo de tecnologias.

Tendo como base a Tabela 2.1 e as condições atuais do uso dos VEs no Brasil, o item seguinte apresenta de forma sucinta o panorama e a trajetória na utilização desses veículos em 4 dos 5 primeiros países avaliados pela IEA. Também é incluído um breve panorama atual do VE no Brasil.

## 2.2. O USO DOS VEÍCULOS ELÉTRICOS EM ALGUNS PAÍSES DO MUNDO

### Japão

Em 1970, no Japão, os VE foram escolhidos pelo Ministério da Indústria e Comércio como a opção mais interessante para o futuro dos transportes no país, devido principalmente ao seu potencial para mitigar as emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) e a forte dependência do petróleo. Esta escolha conduziu à criação da Agência Japonesa de Ambiente (EA) em 1971, a fim de gerenciar as rigorosas normas de emissões regulamentadas pela Lei contra a poluição, assinada no ano 1967 (Åhman, 2006).

Esta agência foi patrocinadora de um projeto de grande escala em 1971, que incluiu ¥5.700 milhões em seis anos, dando origem à indústria do Veículo Elétrico no país. O projeto começou no ano 1976 e inicialmente incluiu apenas pesquisa e desenvolvimento de tecnologias, surgindo assim o primeiro protótipo de VE com inclusão de baterias com tecnologia a base de chumbo/ácido que lhe forneciam uma autonomia total de 455 km (Åhman, 2006).

O primeiro plano de expansão do VE no mercado, inicialmente destinado para 10 anos, fracassou após sua implementação, principalmente quando os mercados de petróleo se estabilizaram e o progresso no desenvolvimento técnico para tais veículos foi mais lento do que o VCI. No entanto, após a Conferência do Rio em 1992, questões ambientais e energéticas globais para o VE voltaram a ser uma opção a longo prazo (Åhman, 2006).

No ano 1992 o Ministério de Indústria e Comércio do Japão implementou uma campanha agressiva para expandir o mercado do veículo elétrico, buscando que 200.000 unidades desses veículos rodassem nas rodovias nacionais no ano 2000 (Åhman, 2006). Esta campanha representou a fase inicial para o surgimento no ano de 1993 do projeto ECO-Station, que incluía subsídios de 50% na compra de um VE, além de estabelecer 1.000 estações de carregamento para veículos elétricos até o ano 2000 (Patchell, 1999).

O governo japonês anunciou em 1995 a criação do Programa de Proteção Ambiental, que pretendia substituir 10% do transporte terrestre por veículos de baixa emissão até o ano 2000, destinando uma verba de ¥ 170 milhões para o desenvolvimento de pesquisas e testes de campo, além de ¥ 1.260 milhões para o

desenvolvimento de novas baterias (Patchell, 1999). Deste programa surgiu em 2001 a iniciativa de substituir todos os veículos oficiais por veículos com este tipo de tecnologia, onde 60% (aproximadamente 4.000 veículos) seriam elétricos e híbridos, apesar disso, o programa não conseguiu cumprir tais objetivos (Åhman, 2006).

Desde 1976 e até 1996, a Associação Japonesa do Veículo Elétrico (JEVA) implementou vários programas de incentivos para a aquisição do VE, que variaram desde cortes de impostos, serviços de leasing para empresas privadas para investimentos até apoio para pesquisas e estudos de viabilidade. Foi assim que em 1993 os governos das maiores províncias do Japão (Tóquio, Chiba, Kanagawa, Osaka e Hyogo) dispuseram de planos mais agressivos para incluir VE nas suas frotas. No entanto, no final de 1996 o Japão só tinha uma frota de 655 VE e 36 estações de carregamento (Åhman, 2006).

Estes planos não foram cumpridos devido principalmente à recessão econômica na década de 1990 e aos altos custos na construção de estações de carregamento, além dos recursos financeiros limitados em algumas cidades japonesas. Apesar da fraca representação do VE no país, o Japão aproveitou alguns planos de outros governos, como o mandato da Califórnia ZEV em 1990, ressurgindo o interesse do governo em apoiar a indústria automóvel japonesa na produção dos VE (Patchell, 1999).

Em 1998, este programa de incentivos foi integrado ao Programa de Introdução de Veículos de Energia Limpa (CEV), quando o Ministério da Indústria e Tecnologia assumiu metade do risco financeiro desta IT, subsidiando a metade do custo adicional em comparação com um VCI. Ao final do ano 2000, tinham sido beneficiados com o subsídio 276 VE e 12.242 veículos híbridos dos 22.400 comercializados no território nacional (Åhman, 2006).

Em maio de 2009, o governo japonês anunciou a primeira fase da sua estratégia de incentivos para estimular a compra de veículos ambientalmente eficientes. Esta estratégia estabeleceu dois objetivos principais a serem cumpridos diretamente pelo setor dos transportes até 2030: (1) melhorar a eficiência do combustível utilizado pelos veículos novos em 30% e (2) reduzir a dependência do petróleo entre 20 e 50% (AMA, 2009; Zhou *et al.* 2015).

Para atender a segunda meta, o governo japonês destinou um orçamento total de

US\$3,7 bilhões distribuídos em incentivos e créditos fiscais. O orçamento estabelecia diferenças ao momento da concessão entre aqueles que adquiriram um veículo ambientalmente eficiente pela primeira vez e os usuários que pretendiam substituir seu VCI (que devia ter uma idade mínima de 13 anos) por um VE, além disso, os veículos ambientalmente eficientes estavam isentos dos impostos de compra e imposto anual (AMA, 2009; Zhou *et al.* 2015).

Em 2012, o Japão destinou US\$300 milhões adicionais para subsidiar os veículos ambientalmente eficientes que satisfaçam certos padrões de eficiência de combustível, além de créditos fiscais para os veículos adquiridos entre os anos 2012 e 2013. As isenções que os japoneses tinham direito desde 2009 continuaram durante dois anos, os subsídios foram atribuídos até US\$100 em 2012 e até US\$850 em 2013 (Zhou *et al.* 2015).

## **China**

Desde o ano 2000, a China tem investido mais de 16 bilhões de yuanes (US\$2,6 bilhões) em pesquisa e desenvolvimento de veículos elétricos (Zhou *et al.* 2015). Tal investimento serviu de base para que o governo central chinês, através dos Ministérios da Indústria e Tecnologia, Ciência e Tecnologia, Desenvolvimento Nacional e das Finanças, avançasse significativamente nesse tipo de tecnologia. Assim, no ano 2009 deram início a implementação de uma série de políticas e incentivos para promover o desenvolvimento do setor, através do programa "dez cidades, mil veículos" (Marquis *et al.* 2013).

Segundo Zhou *et al.* (2015), estes subsídios, correspondentes à fase 1 do programa, foram restritos inicialmente a veículos de serviço público chineses, tais como táxis e ônibus, determinados pela taxa de consumo de combustível (percentual de combustível que poderia ser poupado por um VE comparado ao modelo VCI produzido pelo mesmo fabricante) e a relação de potência elétrica máxima.

Este cenário de subsídios para frotas públicas mudou em maio de 2010, quando a China começou o programa piloto de subsídios para compra de VE de uso privado em seis cidades. Tais subsídios variaram entre ¥3.000 (US\$490) e ¥60.000 (US\$9.835) por veículo. Neste caso, os subsídios foram concedidos em função da capacidade da bateria de cada veículo (superior a 15 kWh) e da autonomia, que não poderia ser menor que 50

km (Zhou *et al.* 2015).

Estas políticas implementadas no país conseguiram que, em junho de 2012, o Conselho de Estado criasse o Plano de Desenvolvimento para Veículos que utilizam Energia Limpa que incluía alguns objetivos governamentais ambiciosos referentes a este tipo de tecnologia, entre os quais estão: inclusão de 500 mil veículos elétricos no mercado para o ano de 2015 e 5 milhões em 2020, além de aderir 15 cidades mais para um total de 25 (Marquis *et al.* 2013; Zhou *et al.* 2015).

Este Plano de Desenvolvimento correspondeu à fase 2 do programa no qual foram concedidos subsídios no ano 2013, depois de finalizar a fase 1 do programa em 2012. Com esta nova fase, o governo central chinês ampliou este tipo de subsídios para veículos eficientes em termos ambientais até 2015. O Plano conseguiu até dezembro de 2013, que 28 regiões metropolitanas fizeram parte do programa (Zhou *et al.* 2015).

É importante destacar que os avanços alcançados por algumas cidades chinesas resultaram de estratégias adotadas para cumprir tais objetivos. Por exemplo, Beijing focou na criação de incentivos para a compra de táxis, adquirindo a frota de 150 carros em 2012. Por outro lado, Shanghai adotou o modelo do sistema de aluguel de VE de Bremen na Alemanha, além da criação de incentivos para compras sob *leasing* (Marquis *et al.* 2013).

A empresa estatal Potevio da cidade de Shenzhen adotou o sistema de leasing financeiro para compra de ônibus, assumindo o valor da bateria para oferecer em aluguel ao comprador, além de um subsídio do governo de 50% na compra desse tipo de veículo. Algo semelhante acontece em Hangzhou, onde o comprador do veículo desconta o valor da bateria e, o aluguel, apenas começa a acontecer a partir dos 60.000 quilômetros rodados. No ano de 2012, Hangzhou já tinha implementado uma infraestrutura de 5 estações de recarga, 62 estações de troca de baterias e 620 estações de carregamento (Marquis *et al.* 2013).

Por outro lado, para cumprir as metas estabelecidas no Plano de Desenvolvimento, segundo Zhou *et al.* (2015), a partir do ano de 2014 e até 2018, os VE tinham preferência no momento da inscrição, o que resultou ser atrativo para cidadãos de Xangai e Pequim já que as placas de veículos VCI nestas cidades são limitadas e distribuídas por leilão, prevendo que das 600.000 novas matrículas que a

China tinha previsto para os anos de 2014-2017, 170.000 seriam dedicadas exclusivamente aos veículos ambientalmente eficientes (Zhou *et al.* 2015).

## **Noruega**

O impulso para a inclusão do VE na Noruega foi projetado em várias fases. A primeira delas corresponde ao apoio financeiro do Conselho de Pesquisa da Noruega entre 1970 e 1990 a algumas empresas privadas (Bakelittfabrikken, Strømmens Verksted e ABB). Este apoio foi baseado no desenvolvimento de conceitos referentes ao VE e sistemas de propulsão, seguido por uma fase de teste entre 1990 e 1999. Como resultado, surgiu a Norstar, primeira associação de veículos elétricos da Noruega, responsável pelos testes dos primeiros veículos realizados na fase inicial nas empresas públicas do país (Figenbaum *et al.* 2015).

A seguinte fase começou no ano de 1999 e corresponde à introdução do VE no mercado. Esta fase serviu para que a partir do ano de 2001 a Noruega implementasse 50.000 unidades de VE, com garantia de alguns benefícios econômicos até o ano de 2018. Os benefícios mais importantes foram a isenção do IVA (25%) e da taxa de inscrição de veículos (entre 6.600 e 20.000 euros). A partir de 2004, o VE obteve redução no imposto de circulação (325 euros por ano), além da gratuidade do serviço de recarga nos postos públicos e o uso de linhas exclusivas de ônibus e taxis (Carranza *et al.* 2013; Figenbaum *et al.* 2015; Zhou *et al.* 2015).

O sucesso do VE na Noruega surgiu a partir da combinação de três fatores principais: (1) Incentivos: inserção do pacote integral de incentivos, apoiados por consenso político e garantidos até 2018; (2) Infraestrutura de carga: mais de 4.200 pontos de carregamento, 65 dos quais são de carregamento rápido; (3) Consciência ambiental: a política pública desde 1990 e a produção local de VE têm proporcionado aos cidadãos o tempo para compreender os benefícios da mobilidade com emissões zero (Carranza *et al.* 2013).

Em 2006, o mercado do VE na Noruega era dominado principalmente pelas marcas locais, com cerca de 1.600 veículos elétricos (aproximadamente 60% do mercado). Em junho de 2013, a frota de veículos de emissão zero atingiu 13.000 unidades, tornando a Noruega o país não só com maior quantidade de VE per capita do mundo (Carranza *et al.*, 2013; Figenbaum *et al.* 2015; Haugneland e Kvisle, 2015),

senão, o país com os incentivos mais generosos para este tipo de tecnologia (Zhou *et al.* 2015).

Em janeiro de 2008, os partidos majoritários do Parlamento norueguês assinaram o Acordo Sobre Política Climática (klimaforliket), com metas ambiciosas, como chegar a 2050 sem emissões de carbono provenientes dos transportes. Para atingir este objetivo, foi estabelecido que a frota total do setor público para 2020 deveriam usar combustíveis com emissões zero, e uma redução total de 44 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> por ano até 2020 (ANCP, 2008).

Como parte desta política, em 2009, o Parlamento aprovou 6,5 milhões de euros por ano para financiar o desenvolvimento da infraestrutura dos veículos elétricos através da Transnova organização do governo norueguês. Esta foi criada para apoio e expansão dos testes da IT destinadas a redução das emissões de gases de efeito estufa, derivadas principalmente do setor dos transportes, com a implantação de cerca de 3.700 novos pontos de carregamento em 2013. (Figenbaum *et al.* 2015; IEA, 2013; Hannisdahl *et al.* 2013).

Em 2012 o setor dos transportes da Noruega representava 19% de todas as emissões de gases de efeito estufa do país (Vatne *et al.* 2012). Para o combate das emissões, a Noruega continuou sendo o país com os incentivos mais generosos para aquisição de VE no mundo. Nesse mesmo ano, ocorreu uma das maiores quotas de mercado de VE na Europa, já que enquanto a média na Europa Ocidental foi menos de 0,21%, na Noruega os VE representavam 2,9% do total do mercado (Vergis, 2014).

A última fase corresponde à expansão do VE no mercado através da comercialização, surgindo um elevado número de concessionárias de automóveis que ofereciam o VE, superando no primeiro semestre de 2013 as 13.000 unidades vendidas, tornando este tipo de tecnologia uma concorrência clara para o veículo de combustão interna, especialmente para compradores privados (Figenbaum *et al.* 2015).

## **França**

Para resolver os problemas causados pelo aumento do consumo de combustíveis fósseis na França na década de 1990, os ministérios do transporte e de indústria e meio ambiente criaram o programa de pesquisa e inovação em transportes PREDIT, com pretensão principalmente em acelerar a comercialização de sistemas de transportes

energeticamente mais eficientes, lançando diversos projetos a fim de incentivar a compra e melhorar a infraestrutura necessária para a sua inserção no mercado nacional (Doufene *et al.* 2014; Guignard, 2010).

A Associação Europeia de Mercados Financeiros AFME liderou em 1990 o programa de pesquisa chamado "veículos elétricos geração 21", que levou o Ministério da Indústria francês em 1991 a criar o fundo de apoio aos veículos elétricos. Este fundo foi destinado principalmente para expandir o uso de VE em hospitais e organizações públicas que contassem com mais de cinco veículos em suas frotas, concedendo um subsídio nos custos de matrícula de 30%, além da instalação de novos pontos de recarga (Guignard, 2010).

Foi assim que em 1993 o Ministério do Meio Ambiente iniciou um projeto piloto com autoridades locais de 22 cidades francesas para a introdução de veículos elétricos, entre os quais estão: La Rochelle, Bordeaux, Tours, Saint-Quentin-en-Yvelines, Estrasburgo, Sophia-Antipolis, Besançon, Nancy, Toulouse, Douai, Lyon, Nanterre, Grenoble, Avignon, Montbéliard, Rouen, onde foram instaladas um total de 430 estações de carregamento, a fim de criar um mercado de VE facilmente adaptável (Guignard, 2010).

O governo da França e as duas principais montadoras do país assinaram o acordo sobre o desenvolvimento de veículos elétricos no dia 11 de abril de 1995. A finalidade do acordo era motivar o aumento da frota elétrica em 100.000 unidades até o ano 2000, o que corresponde a 5% frota nacional. Além disso, o acordo também previa que 10% dos novos veículos para serviços urbanos da administração francesa deveriam ser elétricos (Doufene *et al.* 2014; Guignard, 2010).

Pelo Decreto 95-697 de 1995, o governo francês concedeu um subsídio de 5.000 francos para qualquer pessoa natural ou jurídica que adquirisse um veículo elétrico novo. Este documento foi atualizado em 2007 com o Decreto 2007-1873, e foram estabelecidos subsídios até de 5.000 euros para os novos veículos que utilizem combustíveis mais limpos e com taxas de emissões inferiores a 60 g/km. Além disso, os veículos deveriam ser adquiridos entre 2008 e 2012.

Em 1995, o governo francês coordenou acordos com algumas empresas (Peugeot, Renault e FED) para garantir o desenvolvimento da infraestrutura necessária

para a implementação dos VE no mercado. Estes acordos permitiram fases de teste de tais veículos (Doufene *et al.* 2014), o que deu lugar ao nascimento de vários modelos de VE como o Citroën AX elétrico e o Clio elétrico. No entanto, a França decidiu abandonar a esperança de ter o VE no país devido a um fracasso comercial (AVERE, 2014).

A Lei no. 96-1236 de 30 de dezembro de 1996 sobre o ar e utilização racional da energia, estabeleceu que as instituições públicas, os operadores públicos e empresas nacionais com mais de 20 veículos da frota leve (menos de 3,5 toneladas), deveriam incluir pelo menos 20% de veículos não poluentes no momento da renovação das frotas. Esta lei ajudou para que ao final de 1996 mais de 3.500 veículos elétricos estivessem circulando no país (Guignard, 2010).

Como resultado deste documento, a região francesa de Poitou-Charentes por iniciativa de todas as partes interessadas e diferentes organizações, em 1996 promoveu a criação do Centro Experimental do Veículo Elétrico Quebec (CEVEQ). Em 1999 o Centro de Estudos e Investigação de Veículos elétricos e Híbridos (CEREVEH), incluiu entre seus objetivos a implementação do veículo elétrico do Grupo Interministerial (Guignard, 2010).

Em 1998, em Saint-Quentin-en-Yvelines, foi implementado o programa Praxitele, baseado principalmente em VE compartilhados (alugados) que funcionavam 24 horas os 7 dias da semana (Massot, 2000; Blosseville *et al.* 2000). O programa contava com 50 VE e mais de 6 estações localizadas em pontos de acesso à estação de trem, da estação de ônibus da cidade e do campus universitário da comunidade urbana Rochelle, encerrando o ano com 520 clientes e mais de 15.000 viagens reportados (Ion, *et al.* 2009).

Segundo Guignard (2010), o sistema institucional foi concluído em 1999 com a criação do Ministério do Meio Ambiente e da Comissão Interministerial para Veículo Limpo (CIPF), cujo objetivo era se transformar em ferramenta de análise e propostas para veículos não poluentes, baseados no desenvolvimento industrial, tecnológico, legal, regulamentar e fiscal. A comissão é composta por organizações como o Ministério da Indústria, Ministério dos Transportes, da Investigação e das Finanças, assim como a Agência do Ambiente e Gerenciamento da Energia e o Grupo Interdepartamental para Veículos Elétricos.

Apesar do ambiente regulatório e financeiro favorável da França, aos finais da década de 1990, os veículos elétricos acabaram por não ter o sucesso esperado, somando 100.000 unidades no ano 2000, mesmo com o subsídio de 17.000 francos para a compra, obtiveram apenas pouco mais de 7.000 unidades em todo o território nacional. Esta falha foi devida principalmente aos altos custos de aquisição, baixa autonomia, produção em massa pobre, tempo de carregamento limitado e as poucas estações de recarga instaladas (Guignard, 2010).

Com orçamento de 40 milhões de euros, destinado principalmente para pesquisa, desenvolvimento e subsídios de aquisição, o ex-primeiro-ministro francês Jean-Pierre Raffarin lançou em 15 de setembro de 2003 o Plano "automóvel limpo e eficiente" (PREDIT) em parceria com os principais fabricantes de veículos. Este plano foi destinado especificamente para desenvolver veículos inovadores e à aplicação de IT dos VE entre 2006 e 2010 (Doufene *et al.* 2014; Guignard, 2010).

A partir do ano de 2003 foram implementados os subsídios para a compra de VE que foram administrados pela Agência de Meio Ambiente e Energia e Gestão (ADEME). Esses subsídios iniciaram em 1500 euros, no entanto, logo depois chegaram a 3.050 euros para veículos particulares, 4.050 euros para veículos comerciais leves operados por empresas privadas e de 15.000 euros para ônibus urbanos (Guignard, 2010).

Em 2002, de acordo com Guignard (2010), foram introduzidas ao mercado francês as versões de caminhões híbridos e totalmente elétricos para as entregas de mercadorias e coleta de lixo e ônibus, com capacidade entre 22 e 60 passageiros fabricados por diferentes empresas, chegando a ter uma frota nacional de 141 ônibus elétricos em 2004, distribuídos em 38 cidades diferentes.

Em 2010, a Lei 2010-788 *Grenelle 2* criou o fundo financeiro para acelerar a pesquisa e o desenvolvimento de veículos elétricos (ônibus, caminhões e pequenos veículos urbanos), destinando 250 milhões de euros para empréstimos, além de subsídios de 5.000 euros para compra de VE. Adicionalmente, a lei previa sanções para aqueles veículos que tinham altos níveis de poluição (Guignard, 2010; Whiteside, *et al.* 2010).

No mesmo ano surge o projeto de *car-sharing* AUTOLIB que faz parte da

cidade de Paris e 19 cidades suburbanas (Alfortville, Arcueil, Bagnolet, Boulogne-Billancourt, CachanCharenton, Créteil, Limeil, Brévannes, La Garenne-Colombes, LesLilas, Montrouge, Nanterre , Neuillysur-Seine, Pantin, Saint-Mande, SaintMaurice, Sceaux, Sevres e Villeneuve-la-Garenne), com um orçamento de 50 milhões de euros fornecidos pela cidade de Paris, 130 milhões do Banco de Investimento Europeu e 70 milhões de Ile-de-France para a implementação de 4.000 VE e 1400 estações de carregamento (Guignard, 2010; Hildermeier e Villareal, 2014).

## **Brasil**

Wittman *et al.* (2013) afirmam que não há possibilidades de produção dos veículos elétricos em curto prazo no Brasil, visto que há dois diferentes desafios a serem superados: de um lado, a falta de políticas públicas de incentivo à inserção deste tipo de modalidade, e de outro, o fator econômico/cultural. Da Cunha (2011) afirma que o Brasil ainda não deu início ao processo de incremento tecnológico, mas apresenta um cenário bastante favorável que inclui uma ampla rede de distribuição de energia, com 41,2% de fontes limpas (BEN, 2016).

Domingues e Pecorelli-Peres (2013) também defendem a entrada do veículo elétrico no mercado apesar dos esforços necessários em especial do Governo Federal, por meio de políticas públicas. Estes autores afirmam também que o Brasil pode perder grandes oportunidades se não desenvolver um plano estratégico referente a este tipo de tecnologia.

Os autores concluíram que o país precisa de uma reforma fiscal verde a favor da redução da poluição, bem como uma base tecnológica sólida e a criação de incentivos fiscais corretos a favor do VE. Estes tipos de iniciativas podem se converter em uma ferramenta adequada a favor da consciência e responsabilidade socioambiental.



## Capítulo 3. METODOLOGIAS PARA AVALIAÇÃO DE INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS

Diversas metodologias têm sido utilizadas por autores para avaliar e estruturar o ingresso de uma IT nos mercados locais, regionais, nacionais e transacionais. Este capítulo apresenta as metodologias mais relevantes para essa avaliação.

### 3.1. MODELO DE CAPACIDADES DE INOVAÇÃO

Faber e Hesen (2004) desenvolveram o Modelo de Capacidades de Inovação, baseado no conceito dos Sistemas de Inovação Nacionais (NIS). O modelo analisa fatores socioeconômicos que contribuem para o desempenho inovador da União Europeia (EU) e que servem de base para a definição de políticas públicas referentes às novas tecnologias. O estudo valida os fatores por meio de regressões lineares, considerando duas variáveis: (1) variáveis relacionadas com os processos de inovação dentro e entre as empresas, e (2) variáveis relacionadas à infraestrutura de inovação circundante e permitindo inovações por parte das empresas.

As variáveis utilizadas na metodologia são analisadas por meio de indicadores que dependem de condições econômicas, institucionais e contextuais. Alguns dos indicadores utilizados na pesquisa são: patentes concedidas, vendas de produtos inovadores, dificuldades encontradas durante os processos de inovação, cooperação em matéria de pesquisa e desenvolvimento, intensidade das atividades de inovação, distribuição de entrada de tecnologia, tamanho das empresas e orientação em inovação entre empresas, estímulo financeiro às atividades de inovação e nível de tributação das empresas.

### 3.2. FORECASTING INNOVATION PATHWAYS (FIP)

Robinson *et al.* (2013) desenvolveram a metodologia *Forecasting Innovation Pathways* (FIP) que representa a junção das metodologias de Ciências e Novas Tecnologias emergentes (*New and Emerging Science and Technologies –NESTs–*) e Análises de Tecnologias Orientadas ao Futuro (*Future-oriented Technology Analyses –FTA–*) como fontes potenciais de inovação e inserção de novas tecnologias nos mercados.

Essa metodologia é composta por quatro Fases: A Fase 1 “surgimento” serve para entender o nível de amadurecimento de uma tecnologia e a dinâmica contextual, as quais poderiam afetar as potenciais vias de inovação. A Fase 2 “concretização de potencialidades” baseia-se em caracterizações empíricas entre o perfil de pesquisa e desenvolvimento da nova tecnologia e as aplicações potenciais. A Fase 3 “Previsão e avaliação do futuro” traz experiência para suportar sobre os resultados empíricos a fim de avaliar como a tecnologia se destaca proporcionando funcionalidade comparável e avaliar o impacto para delinear as implicações indiretas não intencionais como produtos resultantes, e os seus ciclos de vida. Por último, a Fase 4 “relatórios e suporte” consiste na integração das anteriores 3 Fases. As quatro fases são analisadas por indicadores descritos na Tabela 3.1.

**Tabela 3.1.** Fases do FIP.

<b>Fase</b>	<b>Passo</b>	<b>Análises</b>
Surgimento	Passo A: caracterizar a natureza da tecnologia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descrição da tecnologia e o que ela faz</li> <li>• Análise de desenvolvimento de tecnologia</li> </ul>
	Passo B: modelar a tecnologia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análise de forças e fatores contextuais</li> <li>• Análise empresarial</li> </ul>
	Passo C: perfil de pesquisa e desenvolvimento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análise bibliográfica</li> <li>• Principais atores</li> <li>• Análise disciplinar de pesquisa e desenvolvimento</li> </ul>
Concretização de potencialidades	Passo D: perfil de atores de inovação e atividades	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análise de Cooperação Empresarial</li> </ul>
	Passo E: determinar aplicações potenciais	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análise de tecnologias concorrentes</li> <li>• Concorrentes, risco e análise de mercado</li> <li>• Exploração via comercialização e avaliação</li> <li>• Análise de oportunidades específicas</li> </ul>
	Passo F: disposição dos caminhos de inovação alternativa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inteligência consolidada de Passos A-F</li> </ul>
Previsão e avaliação do futuro	Passo G: explorar componentes de inovação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analisar caminhos de inovação dentro de uma seleção chave</li> <li>• Avaliação do impacto das potenciais vias de inovação</li> </ul>
	Passo H: avaliação tecnológica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Avaliação de impacto comparativo de tecnologias alternativas</li> </ul>
Relatórios e suporte	Passo I: sintetizar e relatório	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Avaliação iterativa</li> <li>• Difusão dos resultados</li> </ul>
	Passo J: contratar peritos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apoio à análise de todos os passos</li> </ul>

Fonte: Adaptado de Robinson *et al.* (2013)

### 3.3. INTERNATIONALIZATION, INNOVATION AND ENTREPRENEURSHIP

Outra metodologia foi desenvolvida por Onetti, *et al.* (2012) e surgiu da comparação de várias metodologias baseadas no modelo de negócio e gira em torno de atividades da empresa, ou seja, como uma estratégia de apoio à implementação da estratégia das empresas. Este modelo se baseia nas principais áreas de tomada de decisão estratégica, a saber: o foco (as atividades que constituem a base da proposta de valor da empresa); o local (através do qual os recursos empresas e/ou atividades de valor estão espalhados); e o *modus* (*modus operandi* ou modos de negócio), que diz respeito à organização interna e ao desenho da rede das atividades da empresa.

### 3.4. SISTEMAS TECNOLÓGICOS DE INOVAÇÃO (STI)

Outra metodologia de destaque é a referente aos Sistemas Tecnológicos de Inovação (STI) desenvolvida por Hekkert *et al.* (2007, 2009, 2011) e Bergek *et al.* (2008b). Esta metodologia foi escolhida para ser aplicada neste trabalho, por permitir analisar um sistema de IT de forma mais ampla. A metodologia de Sistemas Tecnológicos de Inovação já foi previamente testada na indústria do VE em vários países do mundo, o que gera confiança na sua aplicação aos transportes. Assim, esta metodologia e suas aplicações serão melhor detalhadas a seguir.

Os Sistemas Tecnológicos de Inovação (STI) são sistemas sócio técnicos voltados para o desenvolvimento, difusão e utilização de uma determinada tecnologia (Bergek *et al.* 2008c). Geralmente os STI são usados para descrever componentes estruturais (redes, atores e instituições), que contribuem no sucesso ou desaparecimento de um determinado produto (Eggert, 2007).

O modelo define sete elementos estruturais a fim de diferenciar a funcionalidade de sistemas de inovação com componentes similares. Para isso, desenvolve sete processos-chave denominados “funções do sistema” apresentados no Capítulo 4. Cada um dos processos-chave é analisado por meio de um ou vários indicadores, dependendo de cada tecnologia estudada.

Para Hekkert *et al.* (2011), nos STI, o fluxo de tecnologia e informação entre pessoas, empresas e instituições é fundamental para um processo inovador, principalmente porque pretendem influenciar na criação ou transformação de uma ideia

em um produto ou serviço bem-sucedido no mercado.

Diversas pesquisas que incluem os STI têm sido propostas para o estudo da implantação de IT em vários níveis do governo e da indústria no mundo, incluindo sistemas nacionais, regionais e setoriais. Como exemplo, pode-se citar o estudo feito por Oltander e Perez Vico (2005), junto com VINNOVA (Agência Sueca para Sistemas de Inovação), sobre aplicação do STI na segurança da indústria Suécia.

A pesquisa desenvolvida por esses autores serviu como base para que Bergek et al. (2008b) desenvolvessem um manual de aplicação prática da metodologia a fim de ser usado tanto por pesquisadores como por tomadores de decisão.

No entanto, Bergek *et al.* (2008b) esclarecem que não é necessário que as etapas sejam aplicadas linearmente. Esta metodologia tem a vantagem de se concentrar no desenvolvimento e difusão de IT e fornece a flexibilidade necessária para descrever os componentes que contribuem para o sucesso das IT nos mercados.

Os STI podem ser utilizados no contexto de tecnologias sustentáveis, para identificar mecanismos de indução, a fim de facilitar a introdução de uma IT no mercado. Por exemplo, Nilsson *et al.* (2012), usaram o STI para descrever a inovação e governança relacionada com as tecnologias de baixa emissão de carbono para veículos e combustíveis, utilizando estudos de casos de inovações que estão sendo implementadas em países como Alemanha, Japão, o Reino Unido e os Estados Unidos.

#### **3.4.1. Etapas do STI**

A metodologia do STI contempla cinco etapas para avaliar a funcionalidade do sistema referente à tecnologia estudada, na primeira etapa, são identificados os componentes estruturais do sistema tecnológico (atores, redes e instituições). Na segunda etapa, é definida a estrutura de funções para processos-chave na evolução de um STI. A terceira etapa corresponde à definição das "metas de processo". Na quarta etapa, são identificados os mecanismos que induzem ou bloqueiam uma evolução para o padrão funcional desejável. Por último, são especificadas questões políticas fundamentais relativas a estes mecanismos de indução e de bloqueio.

Assim, as primeiras duas etapas descrevem o mapeamento da estrutura e funcionamento do STI e as etapas 3, 4 e 5 identificam as principais barreiras e

proporcionam as bases para a elaboração de políticas apropriadas. A seguir, serão apresentadas cada uma das etapas da metodologia desenvolvida por Hekkert *et al.* (2007, 2009, 2011) e Bergek *et al.* (2008b) da forma como foi concebida pelos autores.

#### 3.4.1.1. *Etapa 1: Identificação dos componentes estruturais do STI*

A primeira etapa consiste em identificar e analisar os componentes estruturais do sistema: os atores, as instituições e as redes envolvidos no STI:

##### **Atores**

Em primeiro lugar, os atores envolvem organizações que contribuem diretamente à tecnologia, como desenvolvedor ou adaptante, ou indiretamente como um regulador, financiador, etc. São os atores de um STI aqueles que, por meio de escolhas e ações, geram, difundem e utilizam tecnologias. Existe uma grande variedade de atores relevantes, variando desde atores privados até públicos e desde desenvolvedores até adaptadores de tecnologia. O desenvolvimento de um Sistema Tecnológico de Inovação depende então, das inter-relações entre todos estes atores.

Podem-se distinguir entre os atores as seguintes categorias:

- Institutos de pesquisa;
- Organizações educativas;
- Indústria;
- Agentes do mercado;
- Órgãos governamentais e organizações de apoio.

Os atores do STI podem incluir não apenas as empresas ao longo da cadeia de valor, mas também, sociedades comerciais, fornecedores, clientes, associações da indústria e organizações que decidem sobre padronização. Estes envolvem organizações que contribuem direta ou indiretamente para o desenvolvimento de uma IT e podem ser públicos, privados ou parcerias formadas entre estes dois.

Um aspecto importante do funcionamento de um STI refere-se ao jogo entre o sistema educativo que inclui institutos de pesquisa, e as necessidades empresariais. Na maioria dos casos, resulta na difícil obtenção de informações sobre como o sistema educativo fornece alguma solução às necessidades/demandas dos empresários (principalmente devido a questões de privacidade). Apenas em algumas ocasiões,

organizações involucram universidades para trabalharem no desenvolvimento de seus produtos.

Pode ser difícil reconhecer os atores relevantes quando os diretórios são escassos, quando não há associações industriais ou se os próprios atores não estão cientes de pertencer a um determinado STI. Porém, uma ampla base de atores no STI aumenta as oportunidades para cada empresa participante dentro do sistema, para contribuição dos fatores: desenvolvimento, difusão e intercambio de conhecimento e experiências empreendedoras, fatores estes avaliados no item 3.2.

### **Instituições**

As estruturas institucionais são a essência do conceito do STI já que representam "as regras do jogo em uma sociedade", ou, mais formalmente as limitações criadas que influenciam as estruturas organizacionais. Existem as instituições formais onde as regras são codificadas e executadas por alguma autoridade e as informais, que representam as interações coletivas dos atores com uma forte influência sobre a velocidade e a direção da inovação, porém, impossíveis de mapear sistematicamente. No mapeamento da estrutura do STI, o foco está nas políticas formais que estão em vigor e, que são susceptíveis de afetar o desenvolvimento da tecnologia a ser estudada.

Em geral, as instituições têm de ser adaptadas para a IT, sendo que os ajustes, não é um processo automático, principalmente porque as empresas não competem só no mercado, mas também na natureza da estrutura institucional, influenciando positiva ou negativamente no mercado. A diferencia dos atores, as instituições referem-se a organizações que existem para armazenar o conhecimento e as expectativas do mercado. As instituições podem incluir órgãos governamentais e instituições de investigação (Eggert, 2007).

### **Redes**

As redes se referem como a nova informação do produto ou serviço é canalizada no mercado (por exemplo, através dos meios de comunicação), geralmente as redes são conformadas pela união dos atores, o que faz relevante mapear o foco geográfico das redes, ou seja, identificar se as redes têm um carácter localizado ou globalizado.

Assim como nas instituições, existem também redes formais e informais. As

redes formais muitas vezes são facilmente reconhecidas entre as comissões de elaboração de normas e associações industriais, fortemente influentes para a difusão do conhecimento. As redes informais por outro lado, podem surgir da discussão entre especialistas da indústria e outros intervenientes.

Por outro lado, na interação entre universidades, governos e indústria, há muitas organizações intermediárias que facilitam a troca de conhecimentos, podendo-se desenvolver programas de consultorias entre as universidades (fornecedoras de conhecimento) e a indústria e o governo (fornecedoras de informações sobre questões fundamentais como demandas, normas e leis).

Nesta interação entre universidades, governo e indústria existem muitos pontos de vista de análise identificados como redes com relações de nós e laços. Os nós correspondem aos atores individuais no âmbito das redes e os laços são as relações entre os atores. Estas redes desempenham um papel fundamental na forma como: os problemas são resolvidos, as organizações são dirigidas e o grau de sucesso em que as organizações alcançarem seus objetivos.

A identificação desses componentes estruturais do sistema fornece uma base para a seguinte etapa, que representa o núcleo da análise do STI em termos funcionais.

#### *3.4.1.2. Etapa 2: Mapeamento do padrão funcional do STI*

O primeiro passo de uma análise de STI em termos funcionais é descrever o "padrão funcional" do STI. Esta análise visa determinar em que medida as funções são atualmente preenchidas no STI, ou seja, analisa a forma como o STI está se comportando em termos de um conjunto de processos-chave.

A ideia central desta abordagem é considerar todos os processos que contribuem para o desenvolvimento, difusão e uso de inovações como funções do sistema. Essas funções devem ser entendidas como tipos de processos que influenciam a formação de um Sistema Tecnológico de Inovação (STI) sob a premissa de que o sistema deve desempenhar todas as funções de forma positiva.

Os sistemas de inovação podem ter componentes similares, porém, funcionar de forma diferente. A metodologia STI desenvolve processos-chave denominados "funções do sistema" para serem aplicados dependendo de cada tecnologia estudada. A

contribuição de um componente ou um conjunto de componentes para o objetivo global é referida como uma “função”. Uma função é, portanto, um processo-chave para a evolução de um STI.

Consequentemente, usar *benchmarking* em um STI é difícil, principalmente porque o que funciona em um país pode não funcionar em outro, e as regiões onde elas são ou serão implementadas são diferentes umas das outras, o que dificulta definir uma configuração ideal para um STI. Além disso, o desenvolvimento de um STI depende fortemente da dinâmica específica do mercado local.

A seguir são apresentadas as sete funções do STI:

### **(F1) Desenvolvimento, Difusão e Intercambio de Conhecimento**

A função descreve o conhecimento existente dentro do sistema, relacionado à produção e aplicação da IT. A função também mede o número e variedade de projetos de pesquisa e desenvolvimento realizados referentes à IT, além de avaliar até que ponto as empresas existentes inovam e criam novos produtos da tecnologia estudada e como elas se inter-relacionam.

Em função, normalmente é colocado o coração de um STI na medida em que representa a base do conhecimento e, claro, da sua evolução. A função captura a amplitude e profundidade da base de conhecimento do STI e quão bem o conhecimento é difundido e combinado no sistema. Pode-se distinguir entre o tipo e a origem do desenvolvimento do conhecimento:

- Tipo: científico, tecnológico (por exemplo, a integração do sistema), produção, mercado, logística, aplicação específica, design, etc.
- Origem: Pesquisa e Desenvolvimento (PD), aprendendo com novas aplicações, imitação, importação, etc.

Resulta necessário fazer algumas perguntas de diagnóstico para esta função do tipo: onde está a vantagem competitiva do STI relacionada ao conhecimento? A base de conhecimento é ampla ou restrita? Qual é o grau de variedade na base de conhecimento? Até que ponto a base de conhecimento aborda toda a cadeia de valor? Que tipo de aplicação específica do conhecimento é gerado?

A função pode ser medida por um ou vários dos seguintes indicadores:

- Volume de publicações, grau de variedade;
- Número e tamanho (dinheiro, número de pessoas) de PD, projetos-piloto e de demonstração, grau de variedade;
- Número de patentes referentes ao STI;
- Número de conferências, workshops;
- Número de alianças entre atores e instituições.

## **(F2) Influência na Orientação da Pesquisa**

Quando uma IT é desenvolvida, toda uma gama de empresas e outras organizações têm que fazer parte do STI. A segunda função é a força combinada de incentivos e/ou pressões que abrangem os mecanismos que têm uma influência sobre a direção da pesquisa dentro do sistema, em termos de diferentes tecnologias concorrentes, aplicações, mercados, modelos de negócios, etc. Esses fatores não são controlados nem por uma organização nem pelo Estado, mas a sua força é o efeito combinado de, por exemplo:

- Visões e expectativas no potencial de crescimento da IT:
  - Incentivos e preços dos produtos;
  - Crescimento da IT em outros países ou regiões;
  - Tendências demográficas e debates sobre problemas climáticos.
- A percepção da relevância dos diferentes tipos e fontes de conhecimento dos atores;
- Regulamentação e políticas públicas;
- Articulação da demanda dos principais clientes;
- Crises em negócio atual e tecnologias alternativas.

A função pode ser medida por um ou vários dos seguintes indicadores:

- Potencial de crescimento, visões e expectativas (por exemplo, a partir de questionários de intenção);
- Incentivos de preços ao fator ou produto;
- A extensão de pressões reguladoras, como regulamentos sobre nível mínimo de adoção e regimes fiscais;

- Planos oficiais do governo;
- Parcerias público privadas.

### **(F3) Experiências Empreendedoras**

A função Experiências Empreendedoras (F3) descreve, a partir de uma perspectiva social, a maneira de lidar com a incerteza e garantir que muitas experiências empreendedoras aconteçam. Estas experiências implicam uma sondagem em IT e aplicações, onde muitos irão falhar, e outros irão ter sucesso, além de um processo de aprendizagem social desenvolvido ao longo desses experimentos.

Para poder analisar esta função, resulta importante conhecer o número de experiências empreendedoras, ou seja, número de novos operadores e diversificação das empresas estabelecidas (feiras, catálogos, revistas especializadas), além das suas variedades, ou seja, número de tipos de aplicações diferentes, a amplitude de tecnologias utilizadas e do caráter das tecnologias complementares empregadas (entrevistas, revistas especializadas).

A função pode ser medida por um ou vários dos seguintes indicadores:

- Número de novos operadores e diversificação das empresas estabelecidas, o grau de variedade;
- Número e grau de variedade (tecnologias, aplicações) de experiências/projetos;
- Investimentos privados.

### **(F4) Formação de Mercados**

A função Formação de Mercados (F4) identifica controles para a formação de mercados a partir da demanda e das características dos mercados atuais, e sobre as condições em que os mercados paralelos foram formados.

A formação de mercado normalmente passa por três fases com características bastante diferentes. Na fase de formação, é criado um primeiro mercado chamado “formação” e é aqui onde as IT podem encontrar um lugar para se formar, nesta fase, o tamanho do mercado é frequentemente muito limitado. A seguinte corresponde à fase de “crescimento” e permite a criação de volumes para aumentar a IT em termos de número de atores. Finalmente, na fase “madura” estão os mercados de massa que podem surgir, no entanto, muitas vezes esta fase pode acontecer várias décadas após a formação do

primeiro mercado, esta fase normalmente é seguida de um processo de consolidação.

Para entender a sequência da formação dos mercados, é necessário diagnosticar, tanto o desenvolvimento real do mercado, como aqueles fatores que impulsionam a sua formação real.

As principais questões de diagnóstico em matéria de formação de mercado são os seguintes: Em que fase está o mercado (formação, crescimento, madura ou consolidação)? Qual é o grau em que as experiências são feitas com a IT? O perfil da demanda foi claramente articulado? Existem estímulos institucionais para a formação de mercado ou é necessária uma mudança institucional? Quais incertezas estão enfrentando os potenciais compradores?

A função pode ser medida por um ou vários dos seguintes indicadores:

- Tamanho do mercado e infraestrutura;
- Número e grau de variedade dos nichos de mercado e grupos de clientes;
- Processos de compra já definidos ou potenciais;
- Mecanismos de apoio ao mercado tais como políticas, normas, incentivos ao consumidor e apoio do governo à infraestrutura.

### **(F5) Legitimação**

A função Legitimidade (F5) é uma questão de aceitação social e respeito com as instituições relevantes. A IT precisa ser considerada adequada e desejável pelos atores relevantes no momento da Mobilização de Recursos (F6) e a Formação de Mercados (F4), a fim de que os agentes adquiram força política. Assim, a função Legitimação (F5) analisa a legitimidade desde o ponto de vista dos diferentes atores e partes interessadas relevantes.

A legitimidade é formada por meio de ações conscientes de várias organizações e indivíduos em um processo de legitimação. No entanto, este processo pode levar um tempo considerável, devido principalmente às competições de adversários que defendem outro tipo de tecnologias já existentes e que podem ser concorrentes com a IT.

Embora o processo de legitimação esteja frequentemente associado com o alinhamento institucional das regras do jogo por meio de políticas públicas, é apenas

uma das várias estratégias alternativas de legitimação possíveis como a “conformidade”, seguindo as regras do quadro institucional existente, por exemplo, escolher seguir um padrão de produto estabelecido, e a “criação” ou desenvolvimento de um novo quadro institucional.

O processo de legitimação é mais complexo, mas pode ser estudado pelo debate político e pelas ações de empresas, grupos de pressão, etc. A legitimidade atual de uma IT pode ser medida através de questionários, entrevistas e dados secundários. Perguntas de diagnóstico podem incluir, por exemplo: existe alinhamento entre a IT e a legislação em vigor? A IT segue padrões atuais? Que visões e expectativas da IT existem entre as diferentes partes interessadas? É legítimo fazer investimentos na IT? Como a IT é apresentada em jornais e outros meios de comunicação?

A função pode ser medida por um ou vários dos seguintes indicadores:

- A opinião pública (estudos de intenção);
- Número e "peso" de atores;
- Simbolismo, Alianças Público-privadas;
- O que (ou quem) influencia legitimidade e como;
- Como a legitimidade influencia a demanda, legislação e comportamento das empresas existentes.

#### **(F6) Mobilização de Recursos**

Como os mercados vão além dos primeiros nichos, há um espaço amplo em que o sistema emergente pode evoluir e as funções devem ser reforçadas. O ingresso de empresas relacionadas à IT é fundamental neste processo. Em primeiro lugar, cada novo operador traz conhecimento e outros recursos para as IT, fortalecendo a função de Mobilização de Recursos (F6).

Esta função avalia possibilidades dos atores para mobilizar recursos suficientes, propícios para o desenvolvimento de negócios prósperos. A função mede a quantidade total de recursos dentro do sistema, relacionado ao capital financeiro, bem como o capital humano. Os exemplos para esta função dependem do tipo de recurso que podem ser físicos (infraestrutura, materiais, etc.), humanos (mão de obra qualificada) e financeiros (investimentos, subsídios, etc.).

Por isso, é necessário compreender a extensão em que a IT é capaz de se movimentar dentro do sistema e o volume de recursos disponíveis em diferentes partes do sistema. Esta função pode ser medida por um ou mais dos seguintes indicadores:

- Capital humano através da educação em domínios científicos e tecnológicos específicos;
- Capital financeiro;
- Ativos complementares (produtos complementares, serviços, infraestrutura, etc.);
- Volume de recursos disponíveis em diferentes partes do sistema.

### **(F7) Desenvolvimento de Externalidades Positivas**

A função Desenvolvimento de Externalidades Positivas (F7) pretende avaliar os mercados de trabalho agrupados que fortalecem a função Desenvolvimento, difusão e intercambio de conhecimento (F1) na qual, é provável que os novos operadores envolvidos recrutem pessoal qualificado (e vice-versa). Também avalia o surgimento de bens intermediários especializados e prestadores de serviços referentes à IT.

Os novos operadores podem resolver, pelo menos, algumas das incertezas iniciais em relação a tecnologias e mercados, reforçando assim, a função e Influência na Orientação da Pesquisa (F2). Os novos operadores também podem fortalecer o poder político das coalizões de defesa que, por sua vez, aumentam as oportunidades para que a função de Legitimação (F5) represente um sucesso para a IT.

Neste ponto, a função Legitimação (F5) é de extrema importância, devido a que pode influenciar positivamente em quatro funções: Mobilização de Recursos (F6), Influência na Orientação da Pesquisa (F2), Formação de Mercados (F4), e Experiências Empreendedoras (F3).

Resolvendo incertezas e melhorando a legitimidade, os novos operadores podem conferir externalidades positivas sobre outras empresas e novos operadores tais como: o surgimento de bens intermediários especializados e prestadores de serviços; divisão do trabalho; custos reduzidos; e desenvolvimento e difusão do conhecimento.

Assim, os novos operadores podem contribuir para um processo pelo qual todas as sete funções anteriores são reforçadas, beneficiando outros membros dos STI através

da geração de novas utilidades.

A função pode ser medida por um ou mais dos seguintes indicadores:

- Empreendimentos de negócios relacionados;
- Benefícios ambientais.

A Tabela 3.2 resume as funções descritas e os indicadores que podem ser considerados ao avaliar um STI, alguns destes indicadores fazem parte do manual de aplicação prática desenvolvido por Bergek et al. (2008b).

**Tabela 3.2.** Funções do STI

Função	Descrição	Indicadores
Desenvolvimento, difusão e intercâmbio de conhecimento	Geração de conhecimentos relacionados à nova tecnologia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Volume de publicações, grau de variedade;</li> <li>• Número e tamanho (dinheiro, número de pessoas) de P e D, projetos-piloto e de demonstração, grau de variedade;</li> <li>• Número de patentes referentes ao STI;</li> <li>• Número de conferências, workshops;</li> <li>• Número de alianças entre atores e instituições.</li> <li>• Potencial de crescimento, visões e expectativas (por exemplo, a partir de questionários de intenção);</li> </ul>
Influência na orientação da pesquisa	Incentivos ou pressões para que atores orientem suas atividades em direção ao desenvolvimento da nova tecnologia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incentivos de preços ao fator ou produto;</li> <li>• A extensão de pressões reguladoras, como regulamentos sobre nível mínimo de adoção e regimes fiscais;</li> <li>• Coerência das normas de apoio, regulamentos e metas/objetivos;</li> <li>• Planos oficiais do governo;</li> <li>• Gargalos tecnológicos;</li> <li>• Parcerias público privadas.</li> </ul>
Experiências Empreendedoras	Atividades empresariais de apoio ao desenvolvimento da nova tecnologia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de novos operadores e diversificação das empresas estabelecidas, o grau de variedade;</li> <li>• Número e grau de variedade (tecnologias, aplicações) de experiências/projetos;</li> <li>• Investimentos privados.</li> <li>• Tamanho do mercado e infraestrutura;</li> <li>• Número e grau de variedade dos nichos de mercado e grupos de clientes;</li> </ul>
Formação de mercados	Demanda dos consumidores e tamanho do mercado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Processos de compra já definidos ou potenciais;</li> <li>• Mecanismos de apoio ao mercado tais como políticas, normas, incentivos ao consumidor e apoio do governo à infraestrutura.</li> <li>• A opinião pública (estudos de intenção);</li> <li>• Número e "peso" de atores;</li> </ul>
Legitimação	Aceitação social da nova tecnologia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Simbolismo, Alianças Público-privadas;</li> <li>• O que (ou quem) influencia legitimidade e como;</li> <li>• Como a legitimidade influencia a demanda, legislação e comportamento das empresas existentes.</li> <li>• Capital humano através da educação em domínios científicos e tecnológicos específicos;</li> </ul>
Mobilização de recursos	Capital humano e financeiro	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capital financeiro;</li> <li>• Ativos complementares (produtos complementares, serviços, infraestrutura, etc.);</li> <li>• Volume de recursos disponíveis em diferentes partes do sistema.</li> </ul>
Desenvolvimento de externalidades positivas	Produtos complementares, serviços e infraestrutura de apoio à nova tecnologia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Empreendimentos de negócios relacionados</li> <li>• Benefícios ambientais</li> </ul>

Fonte: Adaptado de Vergis, (2014) e Hillman, *et al.* (2011).

### *3.4.1.3. Etapa 3: Avaliação da funcionalidade do STI e estabelecimento das metas de processo*

Na fase formativa da funcionalidade, as palavras-chave são a experimentação e a criação de conhecimento. Isso requer extensas Experiências Empreendedoras (F3) de tal forma que o Desenvolvimento, Difusão e Intercambio de Conhecimento (F1) ocorra dentro de um número de diferentes abordagens tecnológicas e aplicações, dependendo, claro, de uma estruturada Influência na Orientação da Pesquisa (F2).

Quando as sete funções na evolução de um STI servem como uma avaliação preliminar dos pontos fortes e fracos dos processos, o padrão funcional por si só não evidencia se o STI funciona bem ou não, porém, é importante distinguir entre as diferentes fases em que se pode encontrar o sistema.

As fases em que pode se encontrar o sistema são: (i) fase de formação - caracterizada pela incerteza em termos de tecnologias, mercado, regulamentos e pequenos nichos de mercado; (ii) fase de crescimento - caracterizada pelas mudanças institucionais, ingresso de empresas fornecedoras da IT ao mercado; (iii) fase de maturidade, e por último, (iv) fase consolidação - caracterizada pela estabilidade, tanto em termos tecnológicos, quanto estruturais.

Na fase de crescimento do STI, as palavras-chave são criação, experimentação e variedade. Isso requer do surgimento de Mobilização de Recursos (F6) e da Legitimação (F5) referente à nova tecnologia, a fim de estimular e dar suporte ao crescimento das Experiências Empreendedoras (F3), que nesta etapa já devem começar a ter importância. Consequentemente, estas funções facilitam e consolidam a Orientação da Pesquisa (F2) e o Desenvolvimento, Difusão e Intercambio de Conhecimento (F1).

Na etapa de crescimento, o processo de Legitimação (F5) é retroalimentado pelas funções, Experiências Empreendedoras (F3), Orientação da Pesquisa (F2) e Desenvolvimento, Difusão e Intercambio de Conhecimento (F1), para o surgimento de novas políticas públicas referentes à nova tecnologia, exigindo o surgimento da função Formação de Mercados (F4).

A função Formação de Mercados (F4) surge na fase de maturidade da nova

tecnologia, justamente quando já tem sido testada por diferentes atores e todas as funções anteriores foram desenvolvidas para analisar as possibilidades que tem a nova tecnologia no mercado. Nesta função também começam a ser evidentes as funções de Externalidades Positivas (F7).

Na fase de consolidação, o foco muda para difusão em grandes proporções, expansão e reduções de custos por meio de economias de escala. Para que isso ocorra, é necessária a formação de mercados de massa. No entanto, não é evidente que as aplicações que irão gerar o crescimento do mercado baseiam-se na amplitude das Experiências Empreendedoras (F3) e a Formação do Mercado (F4), assim como na orientação da pesquisa (F2) que sustenta a criação de variedade no Desenvolvimento, Difusão e Intercambio de Conhecimento (F1).

Nesta fase, a Legitimação (F5) e a Mobilização de Recursos tornam-se ainda mais importantes, já que a consolidação do STI pode capturar a atenção dos atores e criar uma competência entre eles, a fim de ser protagonistas do sucesso da IT. Assim, a força e fraqueza das funções podem estar relacionadas com as necessidades específicas das diferentes fases.

Esta etapa pode ser avaliada por alguns dos seguintes indicadores:

- Grandes incertezas que prevalecem sobre a IT, assim como sobre os mercados e as suas aplicações;
- Preço/desempenho da IT;
- Volume de difusão;
- Demanda desarticulada;
- Ausência de Externalidades Positivas (F7).

Para fazer um diagnóstico mais próximo da realidade, a fim de identificar as funções críticas, é indispensável se questionar aspectos como: Quais são as necessidades do usuário ou consumidor? Tais necessidades estão sendo abordadas? Quais são os atores envolvidos? Quais são os recursos disponíveis para o desenvolvimento e aplicação da IT? Quais são os obstáculos que foram encontrados e como foram ou serão superados?

As metas do processo em fase de crescimento podem ser definidas e avaliadas sob os seguintes termos:

- Formação de Mercados (F4): o tamanho da demanda, novos segmentos;
- Mobilização de Recursos (F6): número de novos operadores e recursos de investimento referentes à IT;
- Desenvolvimento, Difusão e Intercambio de Conhecimento (F1): apoio às pesquisas acadêmicas referentes à IT;
- Experiências Empreendedoras (F3): número de aplicações de recursos referentes à IT.

#### 3.4.1.4. *Etapa 4: Identificação dos incentivos e mecanismos de bloqueio*

A formação do mercado pode estar bloqueada por até quatro fatores: ausência de normas, falta de consciência, competência e a falta de conhecimento referente às necessidades dos clientes dos fornecedores de soluções de IT. O resultado da análise corresponde à identificação das funções do sistema, que pode constituir um obstáculo para o progresso do desenvolvimento da IT. Estes obstáculos podem bloquear o desenvolvimento e a difusão da tecnologia.

Uma IT pode apresentar funções fracas ou funções que se desenvolvem lentamente, principalmente pelas características dos componentes estruturais no setor em que a IT opera. Alguns fatores exógenos também entram em jogo, influenciando a dinâmica interna como políticas de restrição, impostos, etc.

Desde uma perspectiva política, é particularmente importante compreender a natureza dos mecanismos de bloqueio que moldam a natureza da dinâmica de um STI. Estes podem, por exemplo, ser dos seguintes tipos:

- Os defensores da IT podem ter uma estrutura muito fraca para influenciar na função de Legitimação (F5), podendo assim, perder a batalha sobre as instituições, na tentativa de alcançar o alinhamento institucional. Porém, o desalinhamento institucional pode levar a uma Formação de Mercados (F4) errada, limitando a força sobre a Influência na Orientação da Pesquisa (F2) e às Experiências Empreendedoras (F3);
- Uma competência subdesenvolvida entre os operadores da IT pode levar à ausência na articulação da demanda, porém, um fraco desenvolvimento das funções de Formação de Mercados (F4), influência na orientação da pesquisa (F2) e Experiências Empreendedoras (F3);

- As redes desarticuladas podem falhar ao tentar ajudar no sucesso de uma IT, simplesmente por causa da má conectividade entre os atores. No entanto, as redes consolidadas podem exercer uma Influência na Orientação da Pesquisa (F2), diminuindo assim, a distância entre os fornecedores e os clientes potenciais da IT.

Existem dois mecanismos de incentivo significativos: por um lado, a crença por parte da população em geral no potencial de crescimento da IT avaliada e, por outro, as políticas do governo em desenvolvimento de pesquisas referentes à IT. O primeiro mecanismo tem uma influência sobre as funções: Formação de Mercados (F4), Influência na Orientação da Pesquisa (F2), e Experiências Empreendedoras (F3). O segundo mecanismo fornece sinais de atratividade da IT como um bem comum para a sociedade, influenciando fortemente as funções: Mobilização de Recursos (F6), Legitimação (F5), e Desenvolvimento, Difusão e Intercambio de Conhecimento (F1).

A função Formação de Mercados (F4), pode estar bloqueada por vários fatores como: ausência de normas (mercado fragmentado), competência entre os clientes potenciais (má articulação da demanda) e falta de conhecimento das necessidades dos clientes por parte dos fornecedores de soluções de IT.

Além disso, a função Formação de Mercados (F4), assim como as funções: Experiências Empreendedoras (F3), Influência na Orientação da Pesquisa (F2), e Legitimação (F5), podem ser bloqueadas por uma falta de competência e uma má articulação da demanda, além das incertezas das necessidades dos clientes e a falta de mercados para soluções de software padrão.

As funções tendem a depender umas de outras, porém, se uma não funciona corretamente, pode acontecer um bloqueio em outras funções. Por exemplo, uma pobre Formação de Mercados (F4) afeta negativamente tanto a função de Experiências Empreendedoras (F3), como a função de Influência na Orientação da Pesquisa (F2).

Outro exemplo da dependência de funções pode ser quando existem poucas Experiências Empreendedoras (F3), influenciando negativamente as funções Mobilização de Recursos (F6) e Desenvolvimento, Difusão e Intercambio de Conhecimento (F1).

#### 3.4.1.5. *Etapa 5: Especificação das questões políticas fundamentais*

Finalmente, é identificado em que estado de desenvolvimento se encontra o STI, a fim de analisar os problemas do sistema que bloqueiam o seu bom funcionamento. O objetivo desta etapa é começar a especificar as principais questões políticas relacionadas com os mecanismos que bloqueiam ou induzem ao desenvolvimento de um padrão funcional desejável de uma IT. Portanto, esta etapa representa uma ideia das falhas do mercado e as possíveis intervenções políticas em processos de inovação que devem ser reforçadas a fim de enfraquecer ou remover os mecanismos de bloqueio.

### 3.5. APLICAÇÃO DO STI EM PAÍSES DO MUNDO

Vários pesquisadores no mundo têm utilizado o modelo de STI para avaliar a potencialidade do mercado do veículo elétrico nos seus países. A seguir são apresentadas algumas das mais importantes aplicações na indústria do veículo elétrico no mundo, que justificam a escolha do presente estudo.

#### **Noruega**

Em 2012, as vendas de veículos elétricos na Noruega representavam 2,9% do mercado, enquanto a média na Europa Ocidental era uma ordem de 0,21% (Vergis, 2014). Vergis (2014) aplicou a metodologia dos STI a fim de explicar quais foram os fatores mais relevantes para que este fenômeno acontecesse dentro do mercado norueguês.

A pesquisa concluiu que o fenômeno do veículo elétrico na Noruega dependeu claramente da presença de líderes e engajamento precoce de instituições que ajudaram a legitimar o mercado deste tipo de tecnologia dentro do país. Além disso, a presença de redes locais tem ajudado a contribuir para a formação de mercado.

No entanto, a pesquisadora concluiu que, ainda quando a fabricação doméstica de VE é fraca, e que a Noruega, sendo um país rico em petróleo sem subsídios no preço da gasolina, o elemento mais notável é a gama de incentivos do governo para os usuários de VE é a redução nos custos de compra. Porém, o mercado tem-se beneficiado a partir dos esforços de desenvolvimento de conhecimentos e de difusão que ocorrem em outros países.

## **Estados Unidos (Califórnia)**

Vergis e Mehta, (2012) utilizaram a metodologia STI para avaliar o desempenho do mandato ZEV (*Zero Emissions Vehicles*) na condução da inovação nos veículos de baixas emissões e zero emissão. O estudo revelou que uma série de fatores de apoio às novas tecnologias em transportes emergiram nos Estados Unidos, incluindo políticas complementares estaduais e federais que apoiavam alianças entre atores, recursos para pesquisa e desenvolvimento, além de programas estabelecidos para apoiar atividades de preparação de infraestrutura.

As pesquisadoras concluem que o mandato ZEV apresentou algumas alterações na funcionalidade dentro de cada categoria STI, principalmente devido à presença de políticas que forçam à inclusão da nova tecnologia, resultando na dificuldade em determinar o grau em que o mandato ZEV sozinho influencia as funções do STI.

Ao analisar algumas mudanças que ocorreram dentro de cada indicador STI, as pesquisadoras evidenciaram que a política desempenhou um papel de condução através da criação de um foco de políticas estaduais e federais complementares, que apoiaram o surgimento de veículos de baixas emissões ou zero emissão.

## **Japão**

Pohl (2012) utilizou a metodologia STI para discutir o papel dos encarregados da tomada de decisão nas tecnologias referentes às mudanças climáticas, especificamente, o papel da política japonesa em relação à eletrificação de veículos. Para conseguir o seu objetivo, com a ajuda do STI, detalhou no seu trabalho cada um dos atores industriais e as atividades que fazem parte do papel dos vários intervenientes no sistema de inovação dos veículos elétricos.

Nesta pesquisa, Pohl, (2012) conseguiu identificar que as modificações na governança do país têm como alvo, o desenvolvimento do conhecimento, particularmente em relação às baterias e células de combustível, constituindo-se como a única contribuição direta da política japonesa para a eletrificação dos transportes.

O trabalho concluiu que a política japonesa tem contribuído para o elevado grau de concorrência entre os fabricantes de automóveis domésticos, representando o principal fator que ajuda para que as montadoras desenvolvam a capacidade de produzir

veículos inovadores de baixa emissão.

## **Suécia**

Com base no estudo de caso sobre o desenvolvimento de tecnologia de veículo híbrido-elétrico na Suécia, durante o período 1990-2010, Magnusson e Rickne, (2012) utilizaram a metodologia do STI avaliada sob três etapas de análise: a exposição histórica do desenvolvimento da IT; influência dos mecanismos de governo sobre a IT; e a interação de acordos de gestão em diferentes níveis para facilitar sistemas de inovação conducentes a tecnologias de veículos sustentáveis desde os diferentes níveis do governo.

Os pesquisadores concluíram seu trabalho sob quatro áreas distintas da governança local e nacional, identificando-as como os fatores mais importantes na aplicação da metodologia do STI. Em primeiro lugar, a vantagem que tem a legitimação na medida em que se pode adaptar de forma rápida às necessidades imediatas do ingresso no mercado das novas tecnologias. Em segundo lugar, tanto o desenvolvimento, difusão e intercambio de conhecimento, como a influência na orientação da pesquisa, representados pelo sistema nacional de educação, representam um papel importante para servir o sistema com recursos da engenharia.

A terceira área está representada pelos incentivos nacionais que estimulam os mercados de emergentes locais e facilitam os processos de aprendizagem entre produtores e usuários. Esses incentivos servem também de apoio ao desenvolvimento e formação do mercado. Finalmente, a análise também ilustrou que, ainda quando as limitações e os requisitos para o ingresso de novas tecnologias no mercado local são muito rigorosos, a governança pode ajudar para permitir o ingresso de novas tecnologias que convergem na redução das emissões de veículos dentro do país.

## **China**

Os pesquisadores Kokko e Liu, (2014) aplicaram a metodologia do STI na China com o propósito de conhecer o papel do Estado no desenvolvimento da indústria dos veículos elétricos no país. O foco da pesquisa foi a inovação e a orientação no desenvolvimento tecnológico da indústria.

O trabalho baseou-se em entrevistas com funcionários do governo, empresas de

automóveis da China e em dados recolhidos a partir dos sites das empresas do governo e de veículos automóveis chineses, bem como outros materiais secundários. Foi identificado a partir da aplicação da metodologia, que o governo Chinês se tornou ativo em inovação tecnológica para veículos elétricos, e que foi o responsável do impacto significativo na promoção do desenvolvimento do carro verde de baixo carbono.

## **Capítulo 4. ESTUDO DE CASO: APLICAÇÃO DO STI NO CONTEXTO BRASILEIRO**

O Brasil tem assinado diversos convênios internacionais a fim de promover a diminuição das emissões de poluentes, entre elas, as causadas pelos transportes. Assim, o veículo elétrico surge como uma solução atrativa não só na busca da diminuição das emissões dos Gases do Efeito Estufa (GEE), mas também das consequências mortais na saúde da população derivadas da queima de combustíveis fósseis. Alguns dos efeitos negativos identificados correspondem a doenças pulmonares obstrutivas crônicas e pneumonia (Cançado *et al.* 2006) e em média foram reportadas pela IEA, (2016) 22.000 mortes prematuras no país por causa da poluição do ar no ano 2015. Nessa perspectiva, o país tem o desafio de estimular a oferta e a demanda por tecnologias menos poluentes.

A fim de avaliar as condições do Brasil para superar os desafios presentes e futuros referentes à inserção do veículo elétrico, neste capítulo serão avaliadas no contexto local, cada uma das etapas que compõem a metodologia de Sistemas Tecnológicos de Inovação (STI) (Capítulo 4).

### **4.1. ETAPA 1: IDENTIFICAÇÃO DOS COMPONENTES ESTRUTURAIS DO STI**

O objetivo da primeira etapa é conhecer o papel do Estado, da Indústria e das Instituições, e como esses componentes estruturais orientam ou não ao desenvolvimento tecnológico da indústria do veículo elétrico.

#### **4.1.1. Atores**

Os atores estão representados por organizações com relevância técnica, financeira ou política, com forte influência sobre o processo de inovação e difusão. Este componente contribui direta ou indiretamente à geração, desenvolvimento, apoio, uso e difusão de uma nova tecnologia. Os atores podem incluir organizações públicas e/ou privadas como grupos de pesquisa, indústria de veículos (montadoras de veículos), órgãos governamentais e organizações de apoio e de padronização.

Normalmente, os atores identificados influenciam de qualquer maneira no

desenvolvimento de um Sistema Tecnológico de Inovação, dependendo das inter-relações entre eles. Para analisar a influência que os atores têm sobre o STI referentes ao veículo elétrico, esses foram identificados e divididos em diferentes categorias: i) grupos de pesquisas; ii) indústria de veículos; iii) órgãos governamentais, organizações de apoio e de padronização.

### ***Grupos de pesquisa***

A informação referente aos grupos de pesquisa foi consultada na base de dados do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq – por ser o ente oficial certificado para o cadastro de grupos de pesquisa no Brasil. Ressalta-se que podem existir outros grupos de pesquisa ainda não oficiais ou não registrados na base de dados do Conselho.

Para a busca foram usadas as seguintes palavras-chave: veículo elétrico, carro elétrico, veículo híbrido, carro híbrido, mobilidade elétrica e mobilidade sustentável. Nos resultados foram encontrados grupos de pesquisa que trabalham com o desenvolvimento de baterias para os veículos elétricos, no entanto, esta palavra não foi usada como palavra-chave principalmente devido a que poderia enviesar a consulta pelos diversos usos que têm as baterias.

Como resultado, foram encontrados 24 grupos de pesquisa dos quais 7 não têm o certificado atualizado há mais de 12 meses antes da consulta (01-03-2016). Na Tabela 4.1 são apresentados os 24 grupos de pesquisa reportados nas bases de dados do CNPq por ano de formação, área predominante, instituição universitária e o estado ao qual pertence cada um deles.

**Tabela 4.1.** Grupos de pesquisa registrados no CNPq.

<b>Grupo de pesquisa</b>	<b>Ano de formação</b>	<b>Área predominante</b>	<b>Instituição</b>	<b>Estado</b>
Defeitos em Isolantes e Semicondutores	1991	Ciências Exatas e da Terra	Universidade Federal de Itajubá	MG
Projeto Mecânico	1994	Engenharia Mecânica	UNICAMP	SP
Pilhas e Baterias	1995	Ciências Exatas e da Terra; Química	Institutos LACTEC	PR
Energia	1995	Engenharia Mecânica	PUC-Rio	RJ
Grupo de Pesquisas em Eletrônica de Potência e Qualidade de Energia	1997	Engenharia Elétrica	UNESP	SP

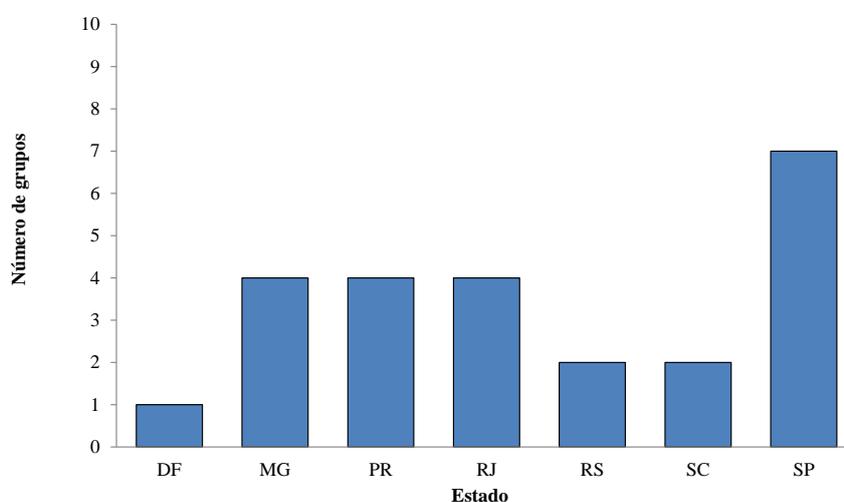
NAEP - Núcleo de Automação e Eletrônica de Potência	1997	Engenharia Elétrica	UFJF	MG
TESLA - Engenharia de Potência	1999	Engenharia Elétrica	UFMG	MG
Design para Sustentabilidade	2001	Desenho Industrial	INT	RJ
Grupo de Projeto, Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico de Sistemas Mecatrônicos e Automáticos	2002	Engenharia Mecânica	UNITAU	SP
Eletromagnetismo Aplicado	2002	Engenharia Elétrica	UCP	RJ
Comportamento em Transportes e Novas Tecnologias	2006	Engenharia de Transportes	UnB	DF
Grupo de Pesquisa em Eletrônica de Potência	2007	Engenharia Elétrica	IFSC	SC
Modelagem, Simulação e Controle de Sistemas Dinâmicos	2009	Engenharia Elétrica	UFSCAR	SP
Propulsão Química	2010	Engenharia Aeroespacial	ITA	SP
Controle, automação e eficiência energética para o ensino	2011	Engenharia Mecânica	IFSC	SC
Grupo de Estudos de Mobilidade Sustentável	2011	Administração	ESPM	SP
Grupo de Pesquisa em Automação e Robótica - GPAIROM	2012	Engenharia Elétrica	CEFET/MG	MG
Grupo de Estudos em Eficiência Energética	2013	Engenharia de Energia	IFSUL	RS
Grupo de Pesquisa em Smart Grid	2013	Engenharia Elétrica	PUC/PR	PR
Smart Grids e Qualidade da Energia Elétrica	2013	Engenharia Elétrica	UFSCAR	SP
GMCE Grupo Multidisciplinar do Carro Elétrico	2014	Engenharia Elétrica	UFRGS	RS
Tecnologias para produção de lítio	2014	Engenharia de Materiais e Metalúrgica	CETEM	RJ
Grupo de Pesquisa em energias, sustentabilidade, inovação e mobilidade - GESIM	2015	Engenharia Mecânica	IFPR	PR
Eletroquímica Aplicada à Indústria	2015	Ciências Exatas e da Terra; Química	SENAI/DR/PR	PR

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados consultados no CNPq, (2016)

Foi analisado um a um dos grupos de pesquisa a fim de conhecer a realidade de cada um deles e foram verificadas as linhas de pesquisa que involucram o veículo

elétrico e seus componentes.

Dos 26 estados brasileiros, só sete deles figuram na lista dos estados com grupos de pesquisa referentes a veículos elétricos e seus componentes. Os sete Estados identificados serão utilizados para realizar as análises dos grupos de pesquisa conformados no país. Na Figura 4.1 é apresentado o número de grupos de pesquisa por Estado, cadastrados no CNPq, resultando evidente que os estados de São Paulo, Minas Gerais, Paraná e Rio de Janeiro, são os estados que mais grupos de pesquisa têm conformado.



**Figura 4.1.** Grupos de pesquisa por Estado  
Fonte: Elaboração própria a partir dos dados consultados no CNPq, (2016)

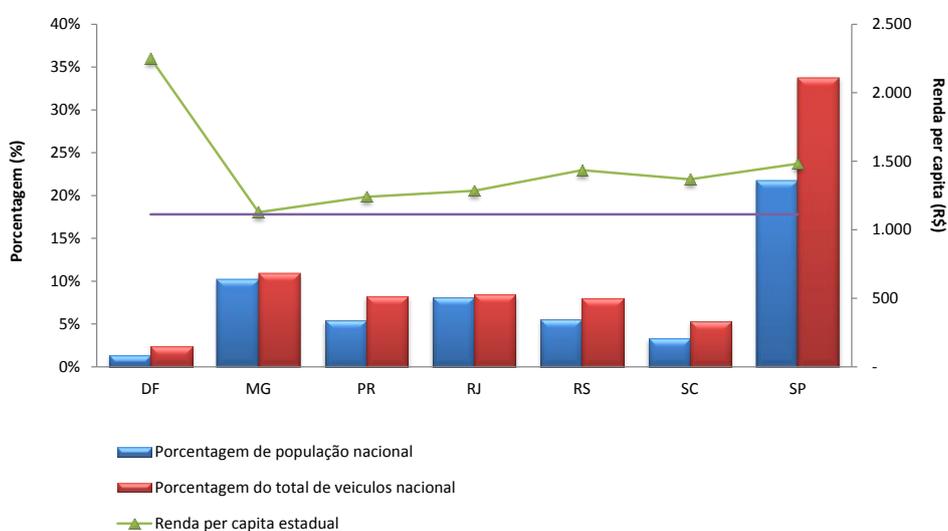
Os sete estados que atualmente possuem grupos de pesquisa com temas referentes ao veículo elétrico representam 55,74% da população do Brasil, além de possuir 77,03% do total da frota nacional de automóveis segundo o apresentado na Tabela 4.2 e na Figura 4.2. Adicionalmente, foi evidenciado que nos referidos estados, a renda per capita média é superior à média nacional de R\$1.113,00.

Na Figura 4.3 são apresentados os grupos de pesquisa por ano de formação, formalmente registrados no CNPq desde 1991 até 2014 para os Estados escolhidos, evidenciando-se que, em média, foram conformados 1,5 grupos por ano, sendo que o ano 2013 representou o ano com mais grupos de pesquisa conformados referentes ao desenvolvimento deste tipo de tecnologias. Já na Figura 4.4 são apresentados também os grupos de pesquisa por Instituição de Ensino Superior (IES).

**Tabela 4.2.** Informações dos estados com grupos de pesquisa no Brasil

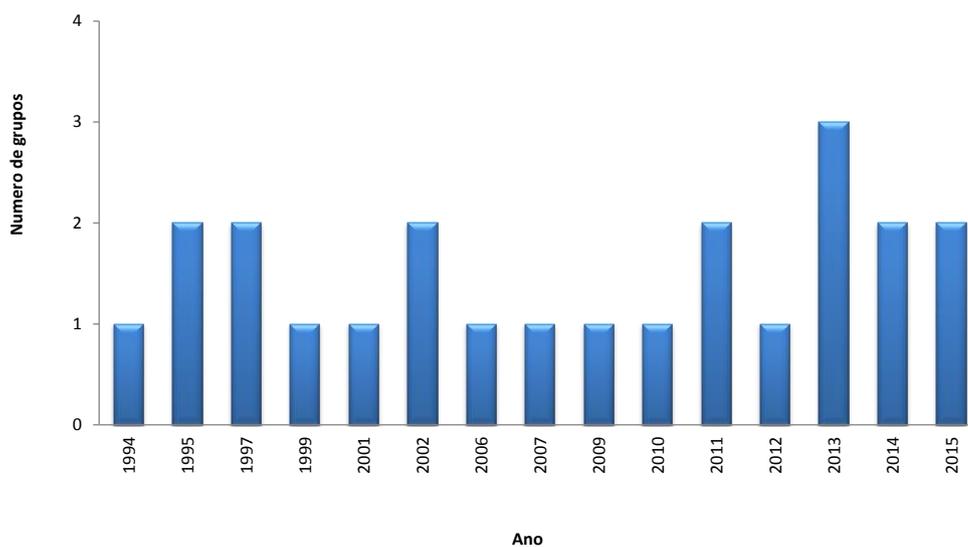
UF	Pop 2015*	Rep	Renda per capita média*	Frota Automóveis**	Rep
DF	2.914.830	<b>1,43%</b>	R\$2.252	1.184.570	<b>2,38%</b>
MG	20.869.101	<b>10,21%</b>	R\$1.128	5.441.609	<b>10,92%</b>
PR	11.163.018	<b>5,46%</b>	R\$1.241	4.109.097	<b>8,25%</b>
RJ	16.550.024	<b>8,10%</b>	R\$1.285	4.193.776	<b>8,42%</b>
RS	11.247.972	<b>5,50%</b>	R\$1.435	3.960.938	<b>7,95%</b>
SC	6.819.190	<b>3,34%</b>	R\$1.368	2.655.083	<b>5,33%</b>
SP	44.396.484	<b>21,72%</b>	R\$1.482	16.834.630	<b>33,79%</b>
<b>TOTAL BRASIL</b>	<b>204.440.972</b>	<b>55,74%</b>	<b>R\$1.113</b>	<b>49.822.709</b>	<b>77,03%</b>

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados consultados no IBGE\* (2016) e no DENATRAN\*\* (2016)



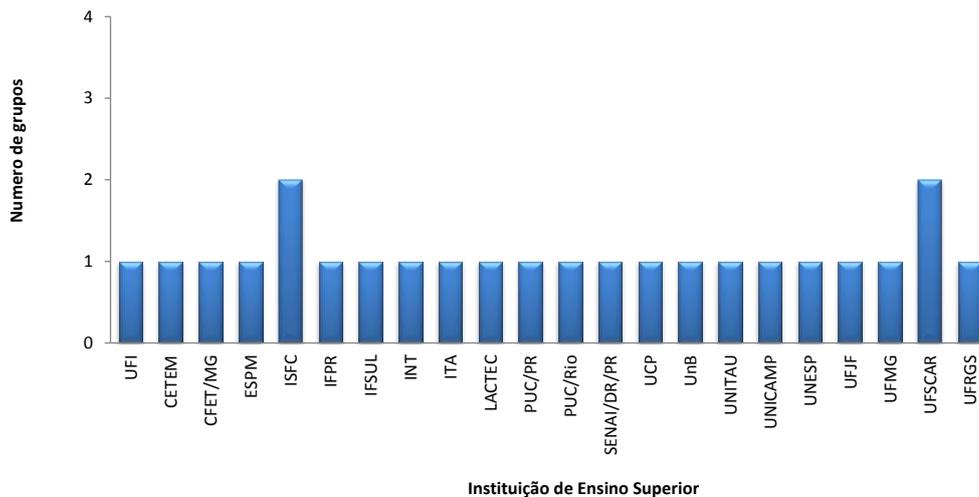
**Figura 4.2.** Relação Renda, População e Frota de Veículos.

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados consultados no IBGE (2016) e no DENATRAN (2016)



**Figura 4.3.** Grupos de pesquisa por ano de conformação

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados consultados no CNPq, 2016



**Figura 4.4.** Grupos de pesquisa por instituição de ensino superior  
 Fonte: Elaboração própria a partir dos dados consultados no CNPq, 2016

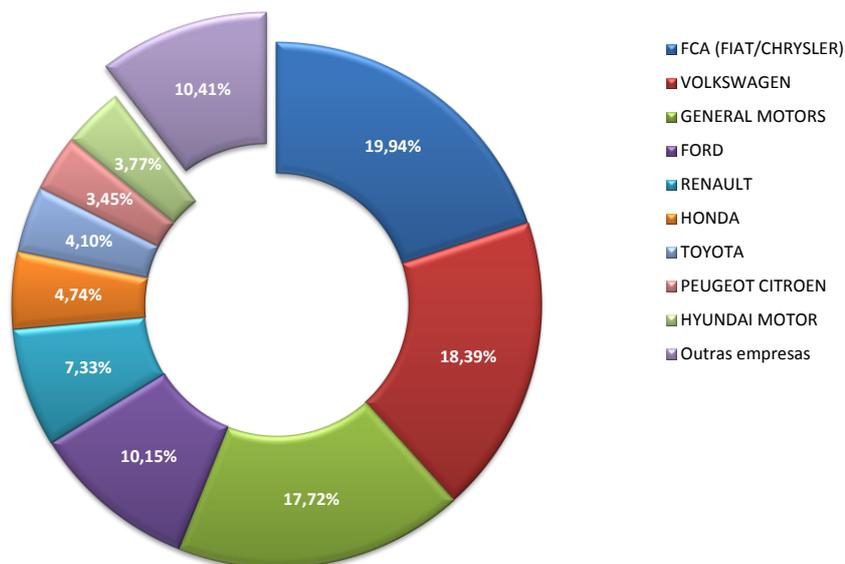
Algumas outras empresas vinculadas à Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial (EMBRAPII) também oferecem programas de incentivo e apoio a pesquisas de desenvolvimento de veículos elétricos e seus componentes. Esse é o caso dos Institutos Lactec que financiam projetos de pesquisa e desenvolvimento referentes à integração de fontes renováveis em situações especiais, tais como carregamento de veículos elétricos.

Os Institutos Lactec também têm um programa de apoio à pesquisa em redes inteligentes referente ao desenvolvimento de baterias e eletropostos para Veículos Elétricos reconhecido pelos órgãos metrológicos brasileiros. Também desenvolvem estudos do impacto da conexão dos veículos elétricos na rede elétrica.

Um projeto já desenvolvido e concluído nos Institutos Lactec foi o referente ao desenvolvimento de um sistema inteligente de gestão de fontes renováveis, armazenamento distribuído e veículos elétricos recarregáveis integrados ao conceito e plataforma *Smart Grid*.

### ***Indústria de veículos***

Os incentivos fiscais outorgados às montadoras de veículos no país converteram o Brasil em um dos países com um dos maiores mercados de veículos do mundo. Na Figura 4.5 são apresentadas as empresas montadoras/comercializadoras de veículos e a sua representação no mercado.



**Figura 4.5.** Representação do mercado de veículos automotores no Brasil

Fonte: Elaboração própria a partir de dados consultados na Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA, 2016)

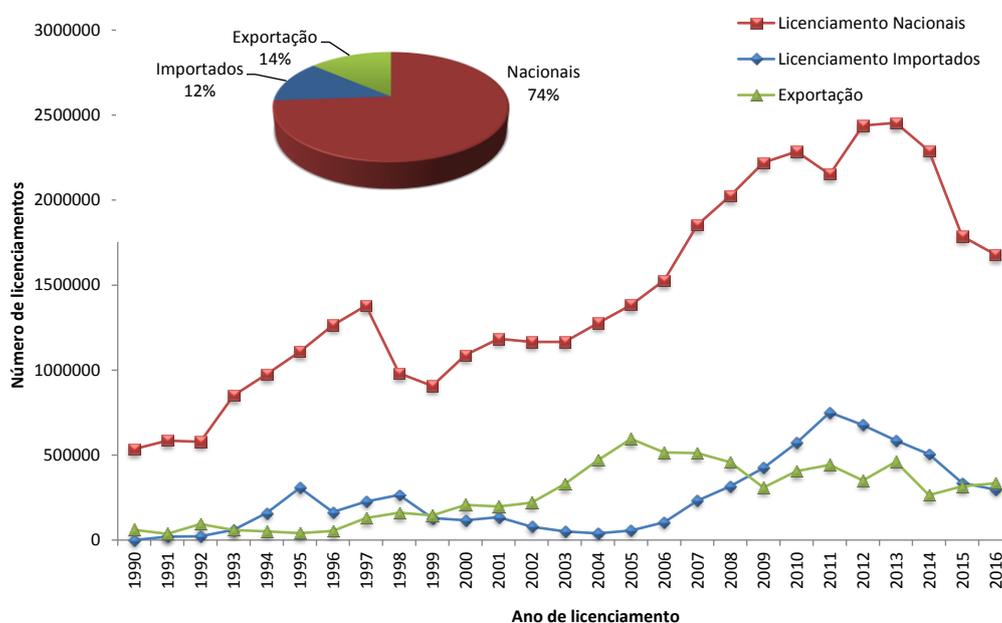
Apesar do Brasil não ter uma marca própria de automóveis, atualmente é um dos maiores produtores de veículos automotores do mundo e conta com uma alta concentração de montadoras nos seguintes Estados: Bahia, Ceará, Goiás, Minas Gerais, Paraná, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul e São Paulo, sendo este último o Estado com maior concentração de fábricas no país.

A indústria automobilística tem se consolidado no mercado Brasileiro devido principalmente aos incentivos outorgados pelo governo aos consumidores, como a redução do IPVA e subsídios aos combustíveis. A exportação deste tipo de bens também tem sido promovida pelo Governo Federal com a regulamentação do *Drawback* criado pelo Decreto-Lei 37/66 (regime aduaneiro de desoneração de impostos na importação vinculada a um compromisso de exportação).

O crescimento constante nas vendas nacionais começou no ano de 1999 alcançando seu ponto máximo no ano de 2013, com quase 2,5 milhões de vendas. No ano de 2014 e 2015, a indústria de veículos teve uma queda importante na venda de veículos, fechando o ano 2015 com 1,68 milhões de veículos vendidos no Brasil, 32,8% menos que o ano anterior (ANFAVEA, 2016).

O comportamento das vendas de veículos importados foi diferente. O crescimento constante começou no ano 2004, depois da inserção do veículo *flex* no mercado, alcançando seu ponto máximo no ano de 2011 com mais de 750 mil unidades vendidas. A partir do ano 2012, as vendas de veículos importados iniciaram uma queda e fechou o ano 2015 com apenas 297 mil unidades nacionalizadas, 60,4% menos que o ano referenciado.

Na Figura 4.6 é apresentado o comportamento das vendas dos licenciamentos de veículos no Brasil, tanto nacionais, quanto importados, além do comportamento das exportações de veículos montados no país.



**Figura 4.6.** Vendas de veículos no Brasil

Fonte: Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA, 2016)

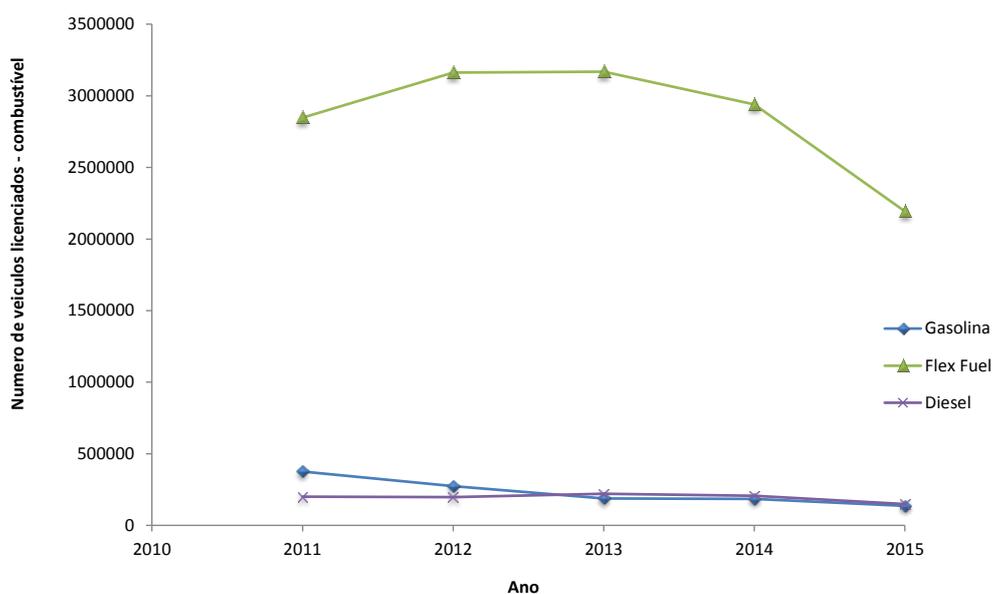
Como mencionado anteriormente, o Brasil é o maior produtor de álcool de cana-de-açúcar no mundo (Nitsch, 1991; Goldemberg e Guardabassi, 2010; Mesquita *et al.* 2013), o que tem convertido os veículos *flex*, não só em uma opção atrativa, mas também, nos veículos mais vendidos no território nacional, com mais de 14 milhões de veículos nos últimos cinco anos.

Por outro lado, os veículos elétricos<sup>1</sup> começaram a apresentar um crescimento nas vendas nacionais, podendo-se evidenciar que, mesmo ainda com pouca representatividade no mercado, essa tecnologia é uma oportunidade para o país buscar a redução de emissões derivadas dos VCI. Na Tabela 4.3, na Figura 4.7 e na Figura 4.8 são apresentadas as vendas de veículos por tipo de combustível no país, tendo como base os anos entre 2011 e 2015.

**Tabela 4.3.** Vendas de veículos por tipo de combustível.

<b>Tipo</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>Total</b>
<i>Flex Fuel</i>	2.848.122	3.162.874	3.169.114	2.940.508	2.194.020	14.314.638
Gasolina	376.804	273.915	189.109	184.841	136.150	1.160.819
Diesel	200.705	197.277	221.181	207.275	149.513	975.951
Elétrico	200	117	491	855	846	2509

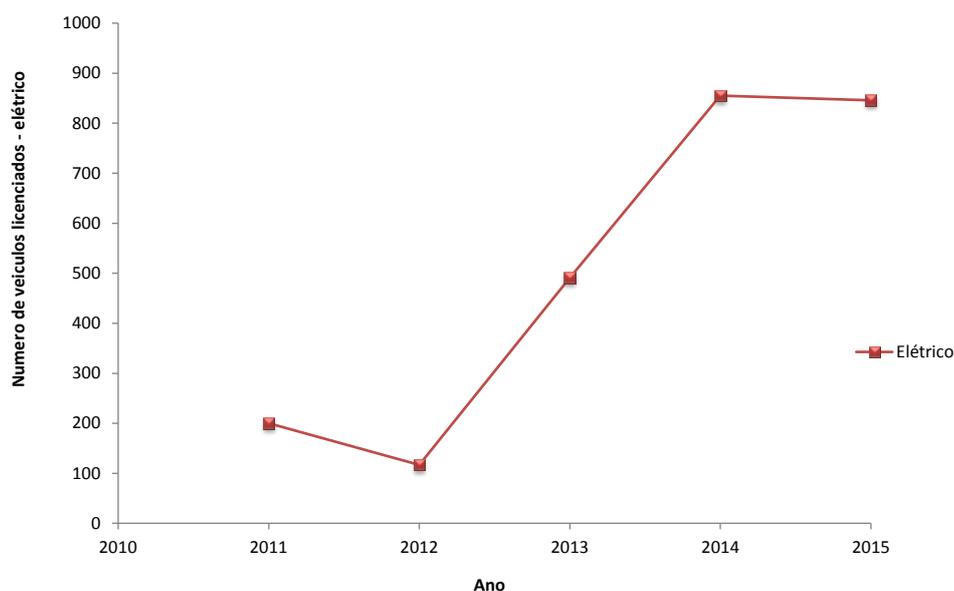
Fonte: Elaboração própria a partir de Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA, 2016)



**Figura 4.7.** Veículos leves licenciados no Brasil por tipo de combustível

Fonte: Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA, 2016)

<sup>1</sup> ANFAVEA não faz distinção nos seus reportes sobre se os veículos elétricos reportados são puramente elétricos, ou híbridos.



**Figura 4.8.** Veículos elétricos leves licenciados no Brasil  
 Fonte: Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA, 2016)

### *Órgãos Governamentais, Organizações de Apoio e de Padronização*

Os Órgãos Governamentais e as Organizações de Apoio são fundamentais para o desenvolvimento de novas tecnologias, principalmente nas questões financeira, intelectual e tecnológica. O panorama brasileiro já começa a mostrar uma estrutura básica de incentivos ao uso e desenvolvimento de tecnologias ambientalmente eficientes, referentes aos veículos elétricos e seus componentes por parte deste tipo de organizações.

O apoio ao desenvolvimento de tecnologias referentes aos veículos elétricos e seus componentes, geração de energia elétrica a partir de fontes renováveis e fornecimento, estratégias de vendas e, impactos socioeconômicos e ambientais, são abordados por parcerias estabelecidas entre algumas organizações. O objetivo deste tipo de apoio é de chamar a atenção de fabricantes de veículos elétricos e componentes para ingressar no mercado brasileiro. Assim, além das organizações descritas a seguir, os fabricantes de veículos elétricos como a Renault, a Fiat, a BYD e a Nissan, entre outros, começaram a testar este tipo de veículo no território nacional, realizando parcerias com algumas organizações públicas e privadas.

- Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social BNDES

O Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social BNDES é uma organização que apoia o empreendedorismo nacional. Atualmente, o Banco conta com o Fundo Tecnológico (FUNTEC) que tem como principal objetivo apoiar financeiramente projetos que estimulem o desenvolvimento tecnológico e a inovação e que sejam de interesse estratégico para o país.

Para atingir este objetivo, foi criada a modalidade FUNTEC IT que apoia projetos de pesquisa aplicada, desenvolvimento tecnológico e inovação executados por uma Instituição Tecnológica. Esta modalidade é aprovada dependendo do foco de atuação da instituição incluindo o desenvolvimento de tecnologias e sistemas inovadores destinados a veículos automotores de baixo impacto ambiental, especificamente sistemas destinados à eletrificação veicular como baterias e células-combustível.

Por outro lado, o Plano Inova Energia do BNDES apoia iniciativas de empresas e instituições científicas tecnológicas brasileiras que promovem o desenvolvimento de integradores na cadeia de componentes na produção de veículos elétricos em diversas linhas, tais como: sistemas de recarga/abastecimento elétrico ou de hidrogênio para veículos automotores com tração elétrica, desenvolvimento de tecnologias para motores e sistemas de tração elétrica, desenvolvimento de baterias, supercapacitores, para uso em veículos automotores elétricos e finalmente produção a escala de veículos elétricos (BNDES, 2016).

- Ministério de Desenvolvimento, Indústria e Comercio Exterior MDIC

O Programa de Incentivo à Inovação Tecnológica e Adensamento da Cadeia Produtiva de Veículos Automotores (Inovar-Auto), criado pela Lei nº 12.715/2012, surge com o firme objetivo de incentivar o aumento da competitividade do setor até o ano 2017, principalmente com apoio a empresas com projetos de pesquisa e desenvolvimento na produção de veículos mais econômicos, seguros e energeticamente mais eficientes. O Decreto nº 8.015/2013 que regulamenta a mencionada Lei inclui aos veículos elétricos e híbridos dentro dos veículos energeticamente mais eficientes.

- Caixa Econômica Federal e ABVE

O Banco Caixa Econômica Federal e a Associação Brasileira de Veículos Elétricos ABVE assinaram no ano 2015 uma parceria e criaram uma linha de financiamento tanto para veículos elétricos e híbridos, quanto para seus componentes. Esta linha de crédito também pode ser usada por empresas para construir e melhorar a infraestrutura necessária para este tipo de veículos, além de buscar soluções aos altos custos das baterias por meio de locação e instalação de postos de carregamento (PC) de veículos elétricos (ABVE, 2016).

- ITAIPU Binacional

Itaipu Binacional em parceria com o Centro de Excelência e Inovação para a Indústria Automóvel CEIIA de Portugal e o Parque Tecnológico Itaipu (PTI-BR) desenvolveram o projeto programa de mobilidade elétrica inteligente Mob-i com o objetivo principal de desenvolver tecnologia relacionada aos veículos elétricos de nova geração. Este programa foi criado a fim de atender os princípios do Pacto Global das Nações Unidas (Rede Brasileira) referentes ao meio ambiente.

O projeto conta com linhas de pesquisa para veículos de 2, 3 e 4 rodas nas áreas de serviços de mobilidade de nova geração, novas tecnologias de armazenamento, infraestrutura de veículos, novos materiais e novos modelos industriais. Por outro lado, desenvolve tecnologias referentes aos componentes de sistemas de gestão e integração de mobilidade, assim como para sistemas de carregamento, aplicadas experimentalmente por meio de pilotos de testes em algumas cidades do país, bem como na própria usina e seu entorno (ITAIPU, 2016).

- Companhia Paulista de Força e Luz CPFL

A CPFL Energia é o segundo maior agente privado do país em geração de energia através de fontes renováveis provenientes de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs), parques eólicos, termoeletricas a biomassa e usina solar (Usina Tanquinho, pioneira no Estado de São Paulo).

Este interesse pela geração de energias alternativas fez que no ano de 2008, a CPFL criasse o Programa de Veículos Elétricos direcionado à pesquisa e desenvolvimento de tecnologias referentes a este tipo de veículos e seus componentes,

envolvendo várias companhias do setor automotivo e de tecnologia.

O programa já tem conseguido várias conquistas, como a fabricação de um veículo utilitário elétrico em que 90% dos materiais utilizados para sua construção foram recicláveis. O veículo desenvolvido conta com uma autonomia de 70 km e foi testado na entrega de objetos postais no bairro do Taquaral, Campinas, São Paulo.

Por outra parte, no referente à criação de inovações tecnológicas, a CPFL com orçamento de mais de R\$25 milhões, desenvolveu um protótipo de bateria de lítio em parceria com as empresas Edra, CEGASA e Eletrocell. Além disso, desenvolveu um protótipo de posto de recarga a fim de testar veículos elétricos em locais públicos, e desenvolveu uma parceria institucional para realizar testes de veículos elétricos com Itaipu e Natura (CPFL, 2016).

- Associação Brasileira de Normas Técnicas ABNT

A ABNT é o foro brasileiro de normalização e membro fundador da *International Organization for Standardization* (Organização Internacional de Normalização - ISO), da *Comisión Panamericana de Normas Técnicas* (Comissão Pan-Americana de Normas Técnicas - Copant), da *Asociación Mercosur de Normalización* (Associação Mercosul de Normalização - AMN) e da *International Electrotechnical Commission* (Comissão Eletrotécnica Internacional - IEC) (ABNT, 2011).

Esta associação é responsável pela elaboração das Normas Brasileiras (ABNT NBR), contribuindo para a implementação de políticas públicas e promovendo o desenvolvimento de mercados. As normas referentes aos veículos elétricos e seus componentes começaram a ser publicadas desde o ano 2013. Até o ano 2016 se encontravam em vigor as normas descritas na Tabela 4.4 (ABNT, 2016).

#### **4.1.2. Instituições**

O componente Instituições representa as regras do jogo e as limitações que influenciam as estruturas organizacionais. Porém, se converte no principal meio de difusão do conhecimento referente ao STI, principalmente porque as instituições são as encarregadas da implementação de políticas e diretrizes, estimulando as expectativas geradas na sociedade sobre uma determinada tecnologia (Eggert, 2007).

**Tabela 4.4.** Normas referentes aos veículos elétricos e seus componentes

<b>Código da Norma ABNT</b>	<b>Válida a partir de</b>	<b>Título</b>
NBR IEC 61851-1:2013	03/07/2013	Sistema de recarga condutiva para veículos elétricos Parte 1: Requisitos gerais
NBR IEC 61851-21:2013	03/07/2013	Sistema de recarga condutiva para veículos elétricos Parte 21: Requisitos de veículos elétricos para a conexão condutiva a uma alimentação em corrente alternada ou contínua
NBR IEC 61851-22:2013	03/07/2013	Sistema de recarga condutiva para veículos elétricos Parte 22: Estação de recarga em corrente alternada para veículos elétricos
NBR IEC 62196-1:2013	03/08/2013	Plugues, tomadas, tomadas móveis para veículo elétrico e Plugues fixos de veículos elétricos — Recarga condutiva para veículos elétricos Parte 1: Requisitos gerais
NBR IEC 62196-2:2013	11/12/2013	Plugues, tomadas, tomadas móveis para veículo elétrico e plugues fixos de veículo elétrico — Recarga condutiva para veículo elétrico Parte 2: Requisitos dimensionais de compatibilidade e de intercambiabilidade para os acessórios em c.a. com pinos e contatos tubulares
NBR IEC 62660-1:2014	23/10/2014	Células de lítio-íon secundárias para propulsão de veículos elétricos rodoviários Parte 1: Ensaio de desempenho
NBR IEC 62660-2:2015	19/03/2015	Células de lítio-íon secundárias para propulsão de veículos elétricos rodoviários Parte 2: Ensaio de confiabilidade e abuso
ISO/TR 8713:2015	13/11/2015	Veículos rodoviários propelidos a eletricidade – Vocabulário

Fonte: Elaboração própria a partir da base de dados da Associação Brasileira de Normas Técnicas ABNT, (2016)

Existem as formais às quais são codificadas e executadas por alguma autoridade, e as informais, que representam às interações coletivas dos atores com uma forte influência sobre a velocidade e a direção da inovação. As instituições podem incluir órgãos governamentais e instituições de investigação. Para analisar a influência das instituições sobre o veículo elétrico, a seguir são apresentadas as instituições relevantes que influenciam nas tomadas de decisões referentes ao veículo elétrico e seus componentes.

#### *4.1.2.1. Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL*

A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), vinculada ao Ministério de Minas e Energia, foi criada por meio da Lei nº 9.427/1996 e do Decreto nº 2.335/1997 para regular o setor elétrico brasileiro, cumpre as funções de autarquia em regime especial. As competências, previstas no art. 3º da lei supracitada que fazem ou podem fazer referência aos veículos elétricos são:

- Implementar as políticas e diretrizes do governo federal para a exploração da energia elétrica e o aproveitamento dos potenciais hidráulicos, expedindo os atos regulamentares necessários ao cumprimento das normas estabelecidas pela Lei nº 9.074, de 7 de julho de 1995 (Inciso I do art. 3º da Lei nº 9.724/96);
- Estimular o aumento da qualidade, produtividade, preservação do meio-ambiente e conservação (Inciso X do art. 29 da Lei nº 8.987/95);
- Incentivar a competitividade (Inciso XI do art. 29 da Lei nº 8.987/95).

A Nota Técnica no 0050/2016-SRD da ANEEL, abriu a Consulta Pública para avaliar a necessidade de regulamentação dos aspectos relativos ao fornecimento de energia elétrica a veículos elétricos. Segundo o citado documento, a principal oportunidade de contribuição da ANEEL no contexto brasileiro atual é reduzir a incerteza regulatória para empreendedores e usuários interessados na mobilidade elétrica, em particular no que refere à infraestrutura de recarga de veículos elétricos, principalmente pelo fato de que no Brasil não existe regulação que permita a venda de energia elétrica em eletropostos.

Resulta evidente que a ANEEL atualmente estimula a realização de projetos de pesquisa e desenvolvimento, focados na mobilidade elétrica, convertendo-se assim em uma organização chave para o desenvolvimento e comercialização de energia elétrica para veículos que utilizam este tipo de energia.

#### *4.1.2.2. Agência Nacional de Transportes Terrestres - ANTT*

O objetivo principal da Agência Nacional de Transportes Terrestres - ANTT, criada mediante a Lei nº 10.233/2001 é regular ou supervisionar as atividades de prestação de serviços e de exploração da infraestrutura de transportes terrestres exercidas por terceiros. O artigo 20, inciso I da referida Lei obriga a ANTT a implementar políticas públicas estabelecidas pelo Ministério dos Transportes e pelo

CONIT.

Os princípios e diretrizes pelos quais é regida a ANTT foram estabelecidos no artigo 11 e 12 respectivamente da citada Lei. A seguir são apresentados os que fazem referência à promoção dos veículos elétricos:

#### *Princípios*

- Compatibilizar os transportes com a preservação do meio ambiente, reduzindo os níveis de poluição sonora e de contaminação atmosférica, do solo e dos recursos hídricos;
- Promover a conservação de energia, por meio da redução do consumo de combustíveis automotivos;
- Ampliar a competitividade do País no mercado internacional, e
- Estimular a pesquisa e o desenvolvimento de tecnologias aplicáveis ao setor de transportes.

#### *Diretrizes*

- Promover a pesquisa e a adoção das melhores tecnologias aplicáveis aos meios de transporte e à integração destes;
- Promover a adoção de práticas adequadas de conservação e uso racional dos combustíveis e de preservação do meio ambiente.

Ainda quando os princípios e diretrizes que regem a ANTT poderiam servir de apoio ao desenvolvimento de pesquisa referente aos veículos elétricos, na presente pesquisa não foi encontrada evidência alguma sobre a atuação da Agência neste tipo de tecnologias.

#### *4.1.2.3. Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA)*

A Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores – ANFAVEA – reúne as empresas fabricantes de veículos (automóveis, comerciais leves, caminhões e ônibus) e de máquinas agrícolas com instalações industriais e produção no Brasil.

Algumas das mais importantes atribuições da associação são: estudar temas da indústria e do mercado de veículos e máquinas agrícolas automotrizes, coordenar e

defender os interesses coletivos das empresas associadas, participar, patrocinar ou apoiar em caráter institucional eventos e exposições ligadas à indústria e compilar e divulgar dados de desempenho do setor como acordos comerciais que motivam o intercâmbio de veículos e máquinas autopropulsadas entre o Brasil e os demais países signatários.

Os mais destacados acordos divulgados pela ANFAVEA são os firmados entre o Brasil e países do Mercosul (Argentina, Paraguai e Uruguai) que permitem áreas de livre comércio entre estes países. Existem outros acordos de complementação econômica como os assinados com outros países como Chile e México, além da criação de uma área de livre comércio entre África do Sul e o Brasil.

A Associação funciona também como a organização encarregada da elaboração e difusão das estatísticas referentes à produção, vendas e exportação do setor automotriz, sendo estas, a base para estabelecer um panorama real da indústria no país. Adicionalmente, baseada nas exigências da Instrução Normativa IBAMA nº 127/2006, a ANFAVEA, por meio de informações técnicas, difunde informações dos veículos comercializados pelas empresas associadas, referentes às emissões de poluentes do ciclo *otto* e *diesel* (ANFAVEA, 2016).

#### *4.1.2.4. Comissão do Meio Ambiente*

A Comissão do Meio Ambiente é uma das 22 comissões permanentes criada por meio da Resolução nº 20 de 2004. Essa Comissão é encarregada de dar vida a todos os projetos direcionados a melhorar a qualidade do meio ambiente, o que resulta na qualidade de vida dos brasileiros. Estes projetos, uma vez aprovados, se convertem em Leis de aplicação nacional.

A finalidade da Comissão do Meio Ambiente é de deliberar as proposições dentro de seus campos temáticos e fiscalizar os atos do Poder Público. Entre as atribuições da comissão se destacam as discussões e votos em projetos de Lei e realização de audiências públicas.

Uma das maiores conquistas da comissão referentes à inserção dos veículos elétricos no país começou com o projeto de Lei do Senado nº 174, de 2014, aprovado no dia 20 de outubro de 2015, que isenta os veículos a bateria ou elétricos híbridos a etanol, assim como suas partes e acessórios por um período de 10 anos, do Imposto

sobre Produtos Industrializados (IPI).

O referido projeto também suspende o Imposto de Importação (II) e o Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) na importação direta de partes e acessórios sem similar nacional, destinados à fabricação dos veículos elétricos ou híbridos a etanol e dos equipamentos para recarga das baterias de tração.

#### 4.1.2.5. Instituições de Ensino

As Instituições de Ensino representam grande relevância, principalmente para o desenvolvimento de novas tecnologias aplicadas aos veículos elétricos e seus componentes.

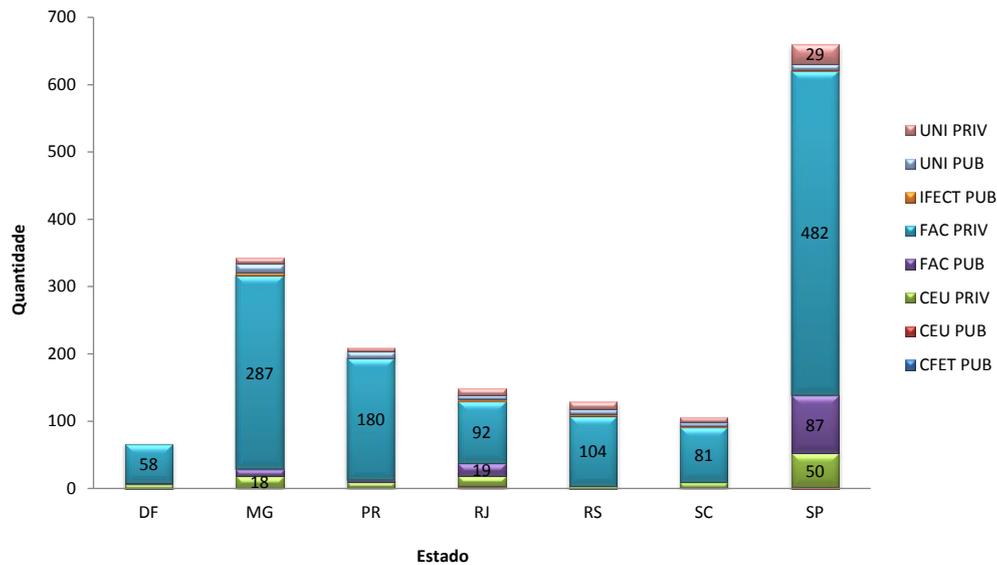
Segundo o Ministério da Educação MEC, as instituições de educação superior no Brasil são divididas em 5 diferentes categorias: Centro Federal de Educação Tecnológica (CFET); Centro Universitário (CEU); Faculdade (FAC); Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFECT) e Universidade (UNI). Estas pela sua vez, podem ser públicas ou privadas. Na Tabela 4.5 são apresentadas o total das instituições de educação superior reconhecidas pelo MEC.

**Tabela 4.5.** Instituições de educação superior no Brasil

<b>Tipo de instituição</b>	<b>Pública</b>	<b>Privada</b>
Faculdade (FAC)	156	2099
Universidade (UNI)	108	88
Centro Universitário (CEU)	8	141
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFECT)	38	n/a
Centro Federal de Educação Tecnológica (CFET)	2	n/a
<b>Total Brasil</b>	<b>312</b>	<b>2328</b>

Fonte: Elaboração própria a partir da base de dados do Ministério da Educação, (2015)

Do total de instituições de educação superior devidamente acreditadas pelo MEC, 62,82% públicas e 63,10% privadas, fazem parte dos 7 Estados que contam com grupos de pesquisa referentes à tecnologia do veículo elétrico e seus componentes (Figura 4.9).



**Figura 4.9.** Instituições de educação superior no Brasil por Estado.  
 Fonte: Elaboração própria a partir da base de dados do Ministério da Educação, (2015)

### 4.1.3. Redes

A Associação Brasileira de Veículos Elétricos (ABVE) é uma organização civil, sem fins econômicos, que incentiva a utilização de veículos elétricos no país, promovendo não só a comercialização deste tipo de tecnologia, mas também o desenvolvimento da mesma, sendo parte de pesquisas em tecnologia veicular elétrica e definição de padrões.

A maioria dos eventos referentes à mobilidade elétrica são registrados e difundidos pela ABVE desde o ano 2009. Anualmente a ABVE realiza um seminário sobre veículos elétricos em que são apresentados os avanços tecnológicos das montadoras de veículos que oferecem o VE. Nas últimas duas versões, o seminário tem difundido também pesquisas realizadas em diversas universidades do país referentes ao VE e seus componentes (ABVE, 2016).

Segundo Barassa (2015), no Brasil foram criadas, além da ABVE, algumas associações privadas que oferecem suporte à indústria automobilística nacional em seus diversos aspectos, como a Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA), o Instituto Nacional de Eficiência Energética (INEE), a *Society of Automobile Engineering* Brasil (SAE BRASIL) e a Associação Brasileira de

Engenharia Automotiva (AEA).

Por outro lado, jornais nacionais e regionais impressos e digitais são os encarregados de divulgar avanços neste tipo de tecnologia no mercado e sua legislação no país. Existem também alguns sites especializados em que são difundidas as principais notícias referentes a políticas públicas e avanços tecnológicos conseguidos no Brasil e no mundo, referentes ao VE e seus componentes.

É imprescindível a divulgação dos avanços tecnológicos dos veículos elétricos no Brasil, sem contar com a relevância necessária que este tipo de tecnologia pode acarretar para o país. Por outro lado, não existe evidência no país de revistas especializadas em veículos elétricos que divulguem os avanços alcançados não só no mundo, mas também no Brasil para este tipo de mobilidade.

## **4.2. ETAPA 2: MAPEAMENTO DO PADRÃO FUNCIONAL DO STI**

O mapeamento do padrão funcional do Sistema Tecnológico de Inovação pretende determinar o comportamento do sistema, baseado em indicadores, considerando os processos essenciais para o desenvolvimento, difusão e uso dos veículos elétricos e seus componentes.

A seguir são identificadas cada uma das sete funções do sistema no referente ao veículo elétrico e seus componentes.

### **4.2.1. Desenvolvimento, Difusão e Intercambio de Conhecimento (F1)**

Para a construção dos indicadores referentes a esta função, foram consultadas as bases de dados de organizações de relevância nacional:

- Grupos de pesquisa que trabalham com veículos elétricos e seus componentes: foram consultados nas bases de dados do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CPNq);
- Publicações de teses, dissertações e artigos publicados em revistas reconhecidas: foram consultadas as bases de dados da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (IBICT);
- Patentes: foram consultadas na *Organisation for Economic Co-operation and*

*Development* (OECD) e no Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI);

- Conferências, workshops e alianças entre atores e instituições: foram consultadas na ABVE.

O primeiro indicador corresponde ao volume, grau e variedade de publicações e citações referente aos veículos elétricos e seus componentes. É importante esclarecer que a presente pesquisa avalia o grau de difusão de publicações científicas (Teses, Dissertações e Artigos) registradas nas bases de dados da Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (IBICT) e da CAPES. Porém, podem existir outros tipos de publicações não registradas nas bases de dados consultadas, derivadas de repositórios, congressos e seminários.

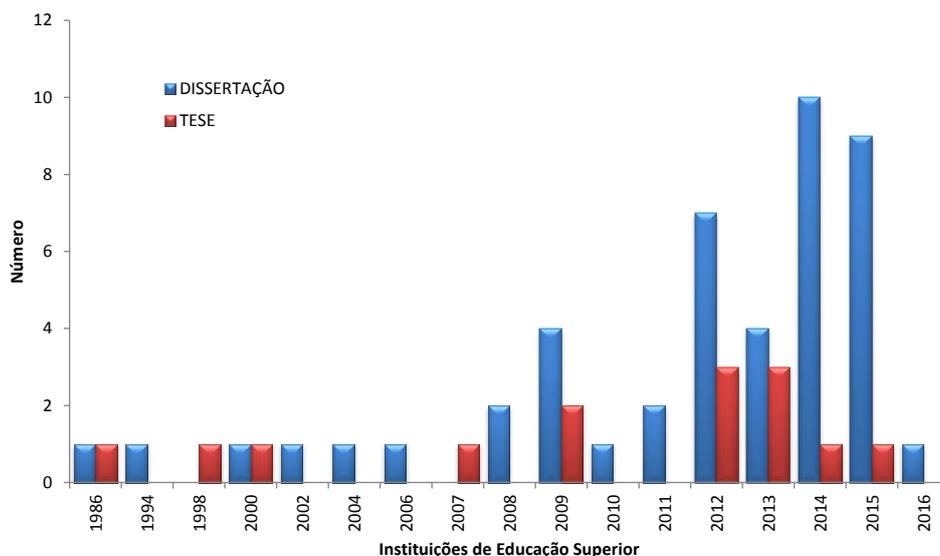
Para a busca, foram utilizadas as seguintes palavras-chave: transporte elétrico, veículo (s) elétrico (s), veículo (s) híbrido (s), mobilidade elétrica, e carro (s) elétrico (s). Não foram utilizadas palavras-chave como baterias e mobilidade sustentável durante a busca, devido a que poderiam enviesar o resultado, no entanto, dentro das palavras-chave utilizadas, foram filtrados os resultados que continham este tipo de palavras.

A seguir são apresentados os indicadores levantados que servirão de suporte para as análises desta pesquisa.

#### *4.2.1.1. Volume de publicações, grau de variedade*

O indicador correspondente ao volume de publicações foi levantado da base de dados da Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (IBICT) e complementado com a base de dados do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

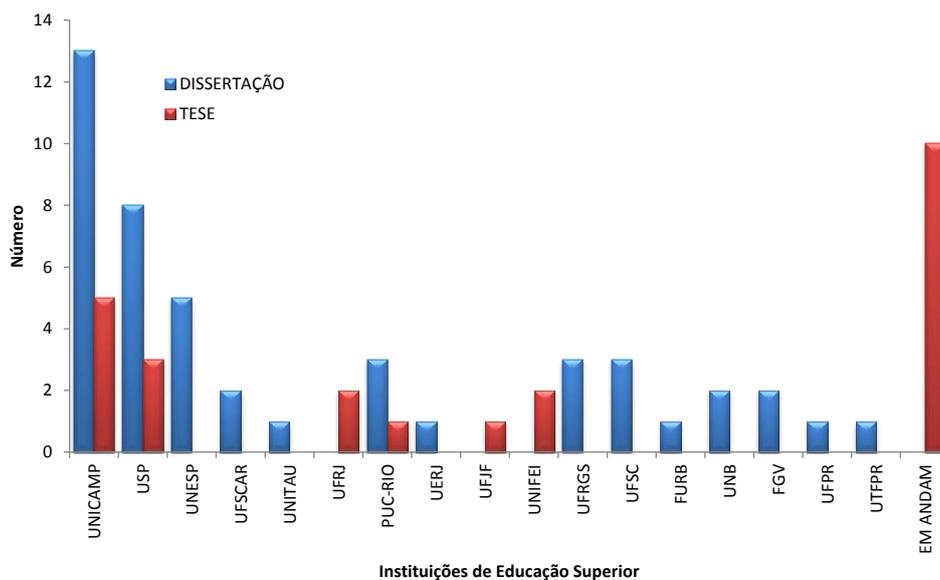
Na Figura 4.10 é apresentado o volume de dissertações de mestrado e teses de doutorado defendidas desde 1986 até 2016 referentes ao veículo elétrico e seus componentes. Pode-se evidenciar o aumento que se apresentou a partir do ano 2012 para este tipo de documentos.



**Figura 4.10.** Teses e Dissertações no Brasil por ano.

Fonte: Elaboração própria a partir da base de dados da Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (IBICT), 2016, CNPq, 2016

Na Figura 4.11 são apresentados os dados correspondentes ao volume de dissertações de mestrado e teses de doutorado por universidade, e agrupados por Estados.



**Figura 4.11.** Teses e Dissertações no Brasil por Universidade.

Fonte: Elaboração própria a partir da base de dados da Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (IBICT), 2016, CNPq, 2016

Na base de dados do CNPq também foi consultada a produção científica referente ao veículo elétrico e seus componentes, os resultados são apresentados na Tabela 4.6.

**Tabela 4.6.** Produção científica referente ao veículo elétrico e seus componentes

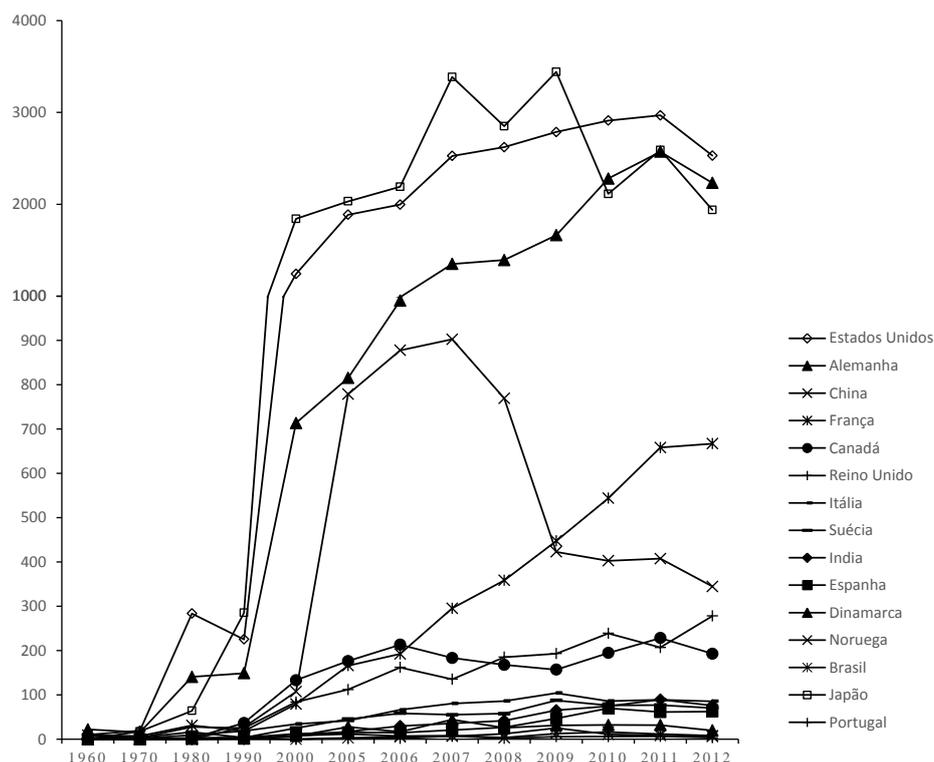
<b>Atividade</b>	<b>Quantidade</b>
Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)	289
Trabalhos completos publicados em anais de congressos	255
Projetos de pesquisa (43 vigentes)	135
Artigos completos publicados em periódicos	103
Projetos de iniciação científica	112
Produtos tecnológicos	31
Capítulos de livros publicados	12
Monografia	10
Programas de computador sem registro	7
Livro	1

Fonte: Elaboração própria a partir da base de dados do CNPq, (2016), ano base 2015

#### 4.2.1.2. *Patentes*

O registro das patentes referentes ao veículo elétrico e seus componentes, estes desenvolvidos no Brasil, foi consultado na base de dados da Organização de Cooperação Econômica e Desenvolvimento (OECD, 2013) (*Organisation for Economic Co-operation and Development*). Foram consultados também os países com maior venda de veículos elétricos no mundo, de acordo com a IEA (2013 e 2015) para os anos 2012 e 2014, e foram incluídas as patentes de produtos desenvolvidos no Brasil a fim de fazer um comparativo. Os dados obtidos são apresentados na Figura 4.12 e apresentados no Apêndice A. A última base de dados publicada pela OECD corresponde à do ano 2013, ano base 2012.

Para a busca, foram utilizadas as seguintes palavras-chave: transporte elétrico, veículo (s) elétrico (s), veículo (s) híbrido (s), mobilidade elétrica, e carro (s) elétrico (s). Não foram utilizadas palavras-chave como baterias e mobilidade sustentável durante a busca, devido a que poderiam enviesar o resultado, no entanto, dentro das palavras-chave utilizadas, foram filtrados os resultados que continham este tipo de palavras.



**Figura 4.12.** Registro de Patentes dos países com maior número de VE.

Fonte: Elaboração própria a partir da base de dados da *Organization for Economic Co-operation and Development* –OECD-, 2016

Países como Japão, Estados Unidos, Alemanha, China e França, além de liderarem o ranking dos países com umas das maiores frotas de veículos elétricos no mundo, destacam no registro de patentes referentes aos veículos elétricos e seus componentes (Figura 4.12). Caso diferente se apresenta com países como Noruega, que tem um alto uso desse tipo de tecnologia nas suas frotas, com um quarto lugar no ranking dos países com maiores frotas de veículos elétricos no mundo.

Pode-se evidenciar que ainda quando a frota de veículos elétricos no Brasil apenas está dando mostras de crescimento, já conta com registro de patentes referentes a este tipo de tecnologia, conseguindo-se posicionar acima de países como Portugal, com uma frota de VE superior à do Brasil.

#### 4.2.1.3. Conferências, seminários e workshops

Esses tipos de encontros têm grande importância no desenvolvimento de qualquer tipo de tecnologia. No caso do veículo elétrico, os eventos nacionais ajudam não só na divulgação de avanços tecnológicos e de políticas públicas locais, mas

também ao intercâmbio de conhecimento entre os atores, redes e instituições. A lista dos eventos de maior importância no Brasil referentes aos veículos elétricos e seus componentes podem ser consultados no Apêndice B. Os dados foram obtidos das bases de dados dos pesquisadores nacionais e suas publicações registradas no CNPq usando palavras-chave referentes aos veículos elétricos.

Alguns desses eventos começaram a acontecer como workshops e encontros acadêmicos, no entanto, alguns deles já contam com a importância do tema e hoje em dia são realizados periodicamente.

#### *4.2.1.4. Alianças entre instituições*

O Brasil já conta com evidências de alianças entre instituições público-privadas, privadas-privadas e públicas-públicas. Como exemplo pode-se citar: aliança entre a Caixa Econômica Federal e a Associação Brasileira de Veículos Elétricos (ABVE) com uma linha de financiamento para veículos elétricos e a sua infraestrutura; parceria entre Itaipu Binacional com o Centro de Excelência e Inovação para a Indústria Automóvel CEIIA de Portugal para desenvolver tecnologia relacionadas a mobilidade elétrica e sistemas de recarga, adicionalmente, Itaipu entregou em comodato um veículo elétrico e um posto de recarga ao Exército Brasileiro em Brasília.

Outras parcerias ganham importância, como a realizada entre a Companhia Paulista de Força e Luz CPFL e as companhias Edra, CEGASA e Electrocell para o desenvolvimento de baterias e postos de recarga. Esta empresa também estabeleceu parceria com a Natura para testar um veículo elétrico tipo furgão nas suas entregas, adicionalmente a CPFL estabeleceu uma parceria em Campinas, SP com a locatária de veículos HERTZ para incluir em suas frotas, veículos elétricos (CPFL, 2016).

Outras alianças têm surgido diretamente das empresas fabricantes de veículos que comercializam a tecnologia elétrica, algumas delas são: BYD que já tem testado seus veículos com alguns órgãos públicos como o Metrô de Brasília, a Secretaria de Transportes e a Sociedade de Transportes Coletivos de Brasília (TCB) e a empresa Brasileira de Correios e Telégrafos (CORREIOS) que estabeleceu parceria com a RENAULT a fim de testar veículos elétricos tipo furgão com capacidade de 700 kg nas suas frotas para entrega postal.

A Nissan, com seu programa de Taxis Elétricos (Nissan Leaf) assinou uma

parceria com as prefeituras do Rio de Janeiro e São Paulo, as Secretarias Estaduais de Transportes, a Petrobras Distribuidora, a AES Eletropaulo, a Light e a Associação das Empresas de Táxi de Frota do Município de São Paulo (Adetax) e entregou 25 taxis elétricos para ser testados (10 em São Paulo e 15 no Rio de Janeiro). Estes modelos de veículos também foram testados anteriormente nestas cidades pela polícia militar e o corpo de bombeiros do Rio (ABVE, 2016).

Por último, a plataforma de veículos compartilhados *Fleety* disponibiliza veículos elétricos em parceria com a BYD em forma de aluguel na cidade Energy e Schneider de Curitiba, PR. Com todas estas parcerias, outras empresas como AZ Electric começaram a se integrar no mercado, oferecendo a incorporação de postos de recarga para veículos elétricos em Curitiba.

#### 4.2.2. Influência na Orientação da Pesquisa (F2)

A função Influência na Orientação da Pesquisa (F2) representa as possibilidades que têm o veículo de ingressar no mercado brasileiro e o apoio que entidades oferecem a determinada tecnologia.

No Brasil, os apoios referentes ao veículo elétrico são financiados principalmente por órgãos do governo como o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e organizações de apoio regionais como as Fundações de Apoio a Pesquisa (FAP), o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), A empresa brasileira de Fomento à Ciência, Tecnologia e Inovação (FINEP).

Na Tabela 4.7 são apresentados os projetos de pesquisa e desenvolvimento referentes aos veículos elétricos e seus componentes, que atualmente se encontram vigentes no Brasil, assim como a data de formação. Os dados foram obtidos da base de dados dos pesquisadores reportados na plataforma lattes do CNPq.

**Tabela 4.7.** Projetos de pesquisa e desenvolvimento referentes ao VE e seus componentes no Brasil

<b>Tipo</b>	<b>Início</b>	<b>Nome do projeto</b>
PPES	2002	Design para Sustentabilidade mobilidade sustentável
PPES	2002	Pesquisa desenvolvimento de um veículo elétrico com capacidade para uma pessoa
PPES	2008	Tributação ambiental. Uma tentativa de tributação verde no Brasil.
PEXT	2011	Desenvolvimento de veículo elétrico para apoio centros de coleta seletiva

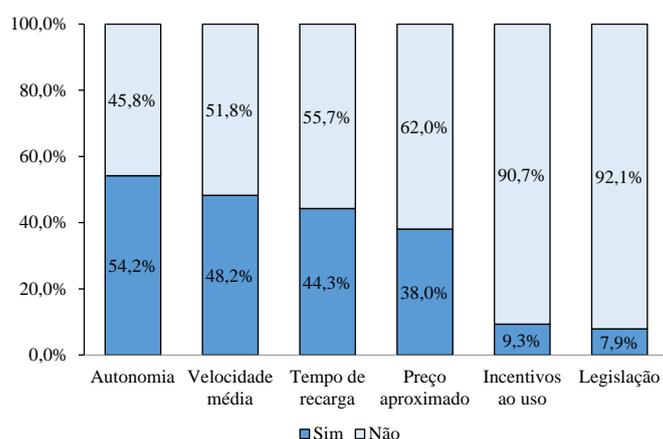
PPES	2011	Metodologias para Planejamento da Operação Expansão de Sistemas de Energia Elétrica Considerando Energias Renováveis Smart Grids
PPES	2012	Desenvolvimento de Veículo Ecológico Baixo Custo
PPES	2012	Desenvolvimento implementações de provas de conceito de Redes Inteligentes (REI) em localidade piloto com elevadas restrições ambientais Caso Ilha de Fernando de Noronha (IFN)
PEXT	2012	Novas tecnologias aplicadas veículos elétricos
PPES	2012	O futuro do Veículo Elétrico em São Paulo
PPES	2012	Projeto de Pesquisa Veículo Elétrico nas Engenharias
PPES	2012	Projeto implementação de um carro elétrico com vistas eficiência energética
PDES	2012	Projeto Global Protótipo do veículo VW/saveiro Elétrico com Microgeração Regeneração de Energia-
PPES	2012	Rede de Abastecimento de Veículos Elétricos para Cidade Inteligente Búzios
PPES	2013	Eletroposto Solar Microgeração fotovoltaica distribuída integrada arquitetura predial sua aplicação para carregamento de veículos elétricos
PDES	2013	Plataforma experimental para ensaio de estratégias de integração de veículos elétricos redes inteligentes de energia elétrica
PDES	2013	Programa Mobilidade Elétrica Inserção de Veículos Elétricos em frotas empresariais da Região Metropolitana de Campinas FASE 1
PPES	2013	Projeto de veículo elétrico como plataforma de desenvolvimento de tecnologias
PPES	2013	Projeto Construção de Veículo Urbano Acionado por Energia Elétrica
PPES	2014	Carro elétrico livre com navegação autônoma CELINA: construção de modelo de baixo custo para fins educacionais
PPES	2014	Conversores estáticos aplicados em acionamentos elétricos veiculares
PEXT	2014	Desenvolvimento de acionamento de motores para veículos elétricos
PPES	2014	Desenvolvimento Produção de Sistema de Tração Elétrica de Alta Eficiência Energética Sustentável para Veículo Elétrico
PEXT	2014	Fórmula E-Route
PEXT	2014	Fórmula SAE Elétrico 2014 Simulações em CFD
PPES	2014	Inserção de veículos elétricos no contexto internacional no Brasil
PPES	2014	Inserção técnica comercial de veículos elétricos em frotas empresariais da região metropolitana de campinas Análise de ciclo de vida de veículos elétricos nas condições brasileiras
PDES	2014	Projeto UNISAL CELERITAS
PDES	2014	Tecnologias avançadas de armazenamento gestão de energia para um veículo elétrico puro de alto desempenho
PPES	2015	Desenvolvimento de um Conversor de Potência ANPC Tolerante Falhas baseado em IGBT
PEXT	2015	Desenvolvimento de um protótipo veicular elétrico de baixo custo para mobilidade de um único passageiro
PPES	2015	Desenvolvimento de um veículo elétrico de eficiência energética
PPES	2015	Development of telemetry system applied to experimental electric vehicles
PPES	2015	Filtro Ativo Sistema de Armazenamento de Energia Unificados para Veículo Elétrico.
PPES	2015	Mobilidade Elétrica: Inserção Técnica Comercial de Veículos Elétricos em Frotas Empresariais da Região Metropolitana de Campinas. Fases II, III IV
PPES	2015	V2G Comunicação de veículos elétricos com rede elétrica para um melhor rendimento gestão
PEXT	2016	Projeto de um Veículo elétrico autossustentável-versão 3.0

PPES: projeto de pesquisa; PEXT: projeto de extensão; PDES: projeto de desenvolvimento  
Fonte: Elaboração própria a partir de dados do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico CNPq, (2016)

Por outro lado, para analisar as possibilidades que tem o VE no Brasil e conhecer o panorama atual de intenção de compra e uso do veículo elétrico por parte da população brasileira, foi realizada uma pesquisa difundida pelas internet e redes sociais.

O instrumento utilizado para coleta de dados corresponde a um questionário online (Apêndice C) aplicado através do site [www.onlinepesquisa.com](http://www.onlinepesquisa.com) a motoristas de veículo individual residentes no Brasil. A divulgação do link foi feita através de e-mail, redes sociais e aplicativos de mensagens para smartphones. No total, 990 indivíduos responderam o questionário, dos quais 5,6% não finalizaram a pesquisa e 10% declarou não possuir automóvel, sendo esta uma pergunta restritiva para continuar a responder o questionário. Os respondentes foram também indagados sobre variáveis sócio demográficas gerais como gênero, idade e renda. Os gráficos dos resultados mais importantes derivados dessa pesquisa online são apresentados no Apêndice D.

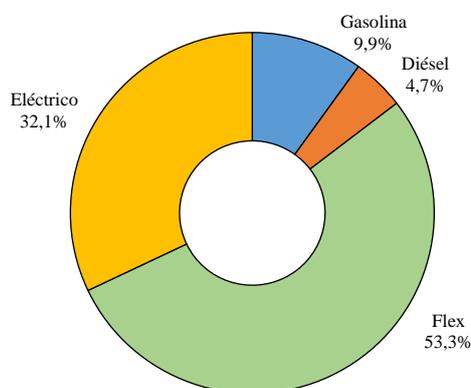
Para obter conhecimento dos pesquisados acerca dos veículos elétricos, estes foram indagados sobre alguns aspectos básicos que devem ser conhecidos no momento de se optar pelo veículo elétrico na hora da compra. As respostas são apresentadas na Figura 4.13. A autonomia, a velocidade média e o tempo de recarga são os aspectos mais conhecidos pelos respondentes e a legislação e os incentivos os itens menos conhecidos.



**Figura 4.13.** Percentual de conhecimento acerca dos veículos elétricos  
Fonte: Elaboração própria

Outra questão feita foi: Na compra de um veículo novo, qual seria o combustível de sua preferência? Formalmente a eletricidade não é considerada como um combustível; no entanto, no questionário foi considerada como tal, principalmente para

permitir uma fácil compreensão por parte dos respondentes e assim poder estabelecer um comparativo com aqueles que são definidos como combustíveis. As respostas a esta questão são apresentadas na Figura 4.14. O resultado favorece aos veículos *flex* e elétrico com 53,3% e 32,1% das respostas, respectivamente.

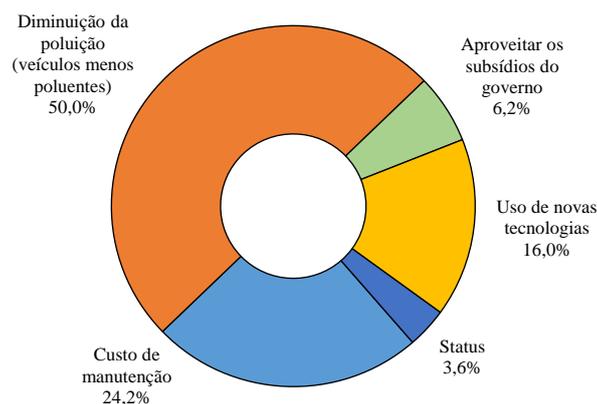


**Figura 4.14.** Combustível de preferência na compra de um veículo novo  
Fonte: Elaboração própria

Em relação à intenção de compra do veículo elétrico, 48% dos respondentes afirmaram que comprariam esse tipo de veículo e 34,8% manifestaram que talvez comprassem o veículo elétrico. Apenas 16,5% dos respondentes afirmaram não saber se o comprariam ou não. Nenhum dos respondentes afirmou que não compraria um veículo elétrico. Os resultados mostram que a população, com base na amostra pesquisada, tem interesse na aquisição desse tipo de veículo.

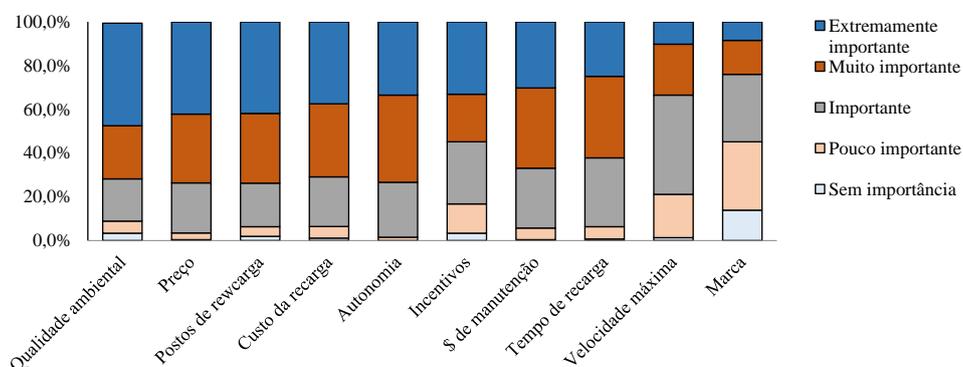
Dentro das motivações dos participantes da pesquisa para a aquisição de um veículo elétrico, 50% dos respondentes afirmaram que comprariam um veículo elétrico pensando que eles são menos poluentes do que os de combustão interna. As variáveis custo de manutenção e uso de novas tecnologias também foram importantes para os respondentes. Os resultados são apresentados na Figura 4.15.

Ao serem questionados sobre a autonomia mínima que deveria ter um veículo elétrico com a bateria completamente carregada, 62% dos respondentes afirmaram que o veículo deveria ter uma autonomia entre 20 km e 120 km para que este fosse considerado como uma opção de compra. Adicionalmente, o tempo de recarga da bateria, segundo o 66,3% dos respondentes, deveria estar entre 2 e 8 horas.



**Figura 4.15.** Motivações para a aquisição de um veículo elétrico  
 Fonte: Elaboração própria

As variáveis consideradas na aquisição de um veículo elétrico foram investigadas com uma escala que variou entre sem importância e extremamente importante. As respostas de maior relevância são a qualidade ambiental, o preço e os postos de recarga e, as de menor importância, a marca e a velocidade máxima. Os resultados gerais são apresentados na Figura 4.16.



**Figura 4.16.** Variáveis consideradas na compra de veículo elétrico  
 Fonte: Elaboração própria

Contudo, a necessidade de continuar apoiando a pesquisa para o desenvolvimento deste tipo de tecnologias, e a conformação de parcerias entre as instituições interessadas, principalmente para promover a divulgação e a criação de políticas públicas em prol de transportes ambientalmente mais eficientes.

A queda nas vendas de veículos automotores no país pode-se converter em uma oportunidade para explorar novos mercados, principalmente por aqueles que são ambientalmente mais eficientes.

#### **4.2.3. Experiências Empreendedoras (F3)**

No Brasil, o mercado de produção de veículos automotores é um dos mais importantes para a economia nacional. No entanto, é um setor que precisa de constantes mudanças e evoluções tecnológicas, a fim de evitar comportamento de queda nas vendas locais e as exportações.

Os veículos elétricos representam uma forte oportunidade para o ressurgimento do mercado automotor com projetos de empreendedorismo, derivados principalmente da preocupação atual existente pelo cuidado do meio ambiente e o consumo de energias renováveis nos transportes. No entanto, não se tem evidência de que as empresas produtoras de veículos que atualmente se encontram no país, participem de projetos de desenvolvimento de novos produtos dentro do Brasil, diferente de alguns testes com este tipo de tecnologia, realizados por meio das alianças existentes entre as instituições.

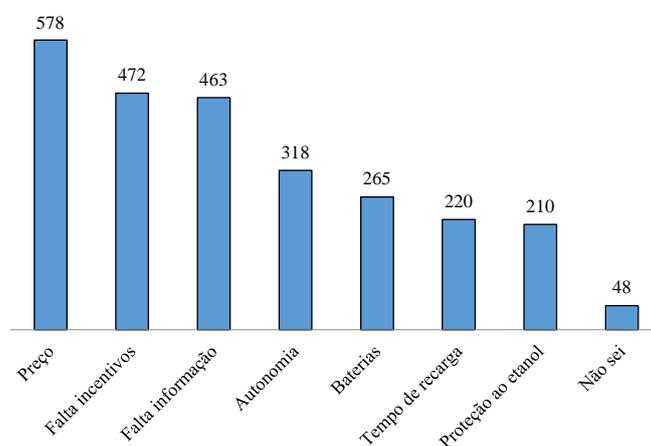
O mercado de veículos é um mercado consolidado no país, e a maioria das montadoras que aqui estão já produzem e comercializam veículos elétricos em outras partes do mundo. Assim, é evidente a necessidade de incluir na produção nacional a produção deste tipo de tecnologia por parte das empresas já instaladas e empresas consolidadas no mercado do veículo elétrico, como o maior produtor de veículos elétricos – Tesla - que atualmente não tem representação no mercado brasileiro.

#### **4.2.4. Formação de Mercados (F4)**

A formação de mercado automotriz no Brasil se encontra em uma etapa madura, porém, não representa uma preocupação para as montadoras de veículos, por esta ser uma indústria consolidada na economia nacional com empresas reconhecidas e já instaladas. No entanto, o mercado do veículo elétrico encontra-se em uma etapa de formação, evidenciada pela pouca inclusão nas vendas nacionais deste tipo de tecnologia, principalmente por falta de incentivos na produção e comercialização.

Na pesquisa de intenção, referenciada na função Influência na Orientação da Pesquisa (F2), os respondentes foram indagados sobre as incertezas que existem no

momento de pensar na aquisição de um veículo elétrico como uma opção. Nesta questão, o respondente tinha a possibilidade de escolher mais de uma resposta. Na Figura 4.17 são apresentadas os resultados referentes às principais barreiras na aquisição deste tipo de veículo argumentadas por parte dos respondentes na pesquisa de intenção.



**Figura 4.17.** Barreiras na aquisição de veículos elétricos  
Fonte: Elaboração própria

Uma forma de diminuir as barreiras identificadas e potencializar a inserção do veículo elétrico no mercado brasileiro é a partir da divulgação dos resultados dos testes realizados pelas montadoras com este tipo de tecnologia nas organizações públicas e privadas, a fim de motivar outras empresas no uso dessa tecnologia.

Os veículos elétricos utilizados durante os testes realizados nas parcerias firmadas são entregues em comodato. Isso significa que a empresa que recebe o veículo não paga os custos de manutenção, apenas os gastos com o carregamento elétrico. Ressalta-se que em algumas parcerias até os gastos com a energia elétrica são subsidiados por outros parceiros, como empresas distribuidoras de energia ou especialistas em fornecimento de eletricidade para veículos elétricos como a AZ Electric. As alianças mais destacadas são apresentadas na Tabela 4.8.

Algumas destas parcerias já finalizaram etapas de teste. No entanto, não foi encontrada até o momento nenhuma evidência pública dos resultados obtidos destas alianças por parte dos fabricantes e usuários nem sobre potenciais processos de compra definidos.

Esses tipos de parceria, aliadas a apoios por parte de organizações públicas e das

políticas públicas, surgem como mecanismo de apoio para a formação de mercado dos veículos elétricos no Brasil.

**Tabela 4.8.** Alianças entre empresas para testar veículos elétricos

<b>Provedor dos veículos</b>	<b>Empresa Parceira</b>
BYD	Metrô de Brasília
BYD	Secretaria de Transportes
BYD	Sociedade de Transportes Coletivos de Brasília (TCB)
BYD	Fleety
RENAULT	Empresa Brasileira de Correios e Telégrafos (CORREIOS)
NISSAN	Prefeitura do Rio de Janeiro
NISSAN	Prefeitura de São Paulo
NISSAN	Secretaria Estaduais de Transportes (Rio)
NISSAN	Secretaria Estaduais de Transportes (São Paulo)
NISSAN	Petrobras Distribuidora
NISSAN	AES Eletropaulo
NISSAN	Light (Rio)
NISSAN	ADETAX (Associação das Empresas de Táxi de Frota do Município de São Paulo)
NISSAN	Polícia militar
NISSAN	Corpo de bombeiros do Rio
CPFL	Natura
CPFL	HERTZ

Fonte: Elaboração própria

#### **4.2.5. Legitimação (F5)**

Com a função Legitimação (F5) se pretende analisar o alinhamento da aceitação social desde o ponto de vista dos diferentes atores e partes interessadas relevantes, a fim de que o veículo elétrico adquira um respaldo político, social e econômico no mercado local. Contudo, esta análise pode não acontecer a curto prazo, principalmente, devido à proteção do mercado dos combustíveis, principalmente por esse ser concorrente do veículo elétrico.

Indicadores como a intenção evidenciam a falta de conhecimento em temas como legislação, incentivos e valores aproximados dos veículos elétricos por parte dos interessados.

Os atores que interveem no sistema têm ampla participação no mercado, principalmente as empresas montadoras de veículos no país e os grupos de pesquisa que contam com o apoio para o desenvolvimento de produtos e serviços referentes a este

tipo de tecnologias.

Outros atores como os órgãos governamentais também já começaram a fazer parte do processo de inserção do veículo elétrico no país com projetos de Lei. Da mesma forma, a elaboração de normas técnicas referentes a este tipo de tecnologia e seus componentes desde o ano 2013, antecipam-se a uma inserção de transportes ambientalmente mais eficientes.

#### **4.2.6. Mobilização de Recursos (F6)**

O ingresso de empresas comercializadoras de tecnologias referentes aos veículos elétricos representa um ponto a favor para o mercado brasileiro, devido principalmente a que as montadoras de veículos que atualmente funcionam no país, comercializam este tipo de veículos em outros países do mundo, facilitando assim a aquisição de conhecimento referente ao tema. Algumas destas empresas já se mobilizam no país com este tipo de tecnologia, como apresentado na função Formação de Mercados (item 5.2.4), especialmente com parcerias público-privadas e privadas-privadas. O principal objetivo destas alianças é estudar a inserção do veículo elétrico no mercado local.

Essas parcerias representam um ganho econômico para as empresas parceiras uma vez que os veículos são entregues em comodato durante as etapas de teste com gastos de manutenção assumidos pelos fabricantes.

Os testes realizados com veículos elétricos em parcerias com as empresas fabricantes de veículos permitem conhecer os benefícios dessa tecnologia por parte das empresas. Os testes permitem a adequação desse veículo às necessidades da empresa antes de fazer qualquer tipo de investimento em veículos e infraestrutura.

Com referência aos recursos financeiros utilizados pelas empresas que estabelecem parcerias, existem poucos registros do montante destinado aos testes com veículos elétricos. O único registro conhecido é o da CPFL que destinou mais de R\$25 milhões para desenvolver um protótipo de bateria de lítio.

#### **4.2.7. Desenvolvimento de Externalidades Positivas (F7)**

As externalidades positivas geradas pela inserção do veículo elétrico estão basicamente ligadas à diminuição de emissão de poluentes, causados pelo uso de

combustíveis fósseis, assim como de uma possível reativação da indústria automobilística no país a qual apresentou uma queda nos últimos anos.

Uma grande responsabilidade recai sobre o Brasil ao fazer parte de importantes convênios alusivos à melhoria na qualidade de vida das pessoas e do meio ambiente, a partir da redução de emissão de Gases Efeito Estufa (GEE) e a consequente redução do uso de combustíveis fósseis. Essas responsabilidades levam o Brasil a continuar com o apoio de pesquisa e desenvolvimento de produtos e serviços tecnológicos referentes ao veículo elétrico e seus componentes. Além disso, motiva as organizações privadas a fazerem parte desse desafio a partir da adaptação desse tipo de tecnologias no contexto local, além de motivar as instituições de educação superior e de pesquisa a continuarem com projetos referentes ao tema.

#### **4.3. ETAPA 3: AVALIAÇÃO DA FUNCIONALIDADE DO STI E ESTABELECIMENTO DAS METAS DE PROCESSO**

Para identificar a fase na qual se encontra o veículo elétrico no Brasil são avaliadas as inter-relações das funções estipuladas no item 4.2. As fases nas quais o sistema pode se encontrar são: formação, crescimento, maturidade e consolidação.

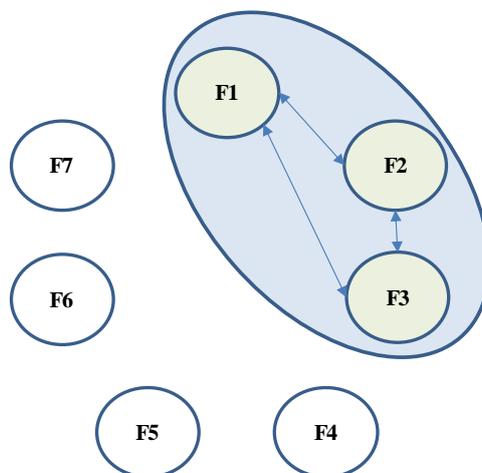
A fase de formação corresponde à geração de conhecimento a partir de Experiências Empreendedoras (F3), Desenvolvimento, Difusão e Intercâmbio de Conhecimento (F1), e a Influência na Orientação da Pesquisa (F2).

Como referenciado nos itens 4.2.1, 4.2.2 e 4.2.3, as funções que compõem a fase de formação já são reconhecidas no Brasil a partir do incremento no número de publicações científicas e produção de documentos derivados de pesquisas como trabalhos de conclusão de curso (TCC), dissertações e teses.

Ao nível de patentes, se comparado aos países que mais produzem esse tipo de registro no mundo, foi evidenciado que o Brasil começa a despontar, porém ainda de forma tímida. Uma situação parecida acontece com a divulgação da informação por meio de conferências, seminários e workshops.

O apoio a projetos de pesquisa e as alianças entre algumas instituições público-privadas e privadas-privadas para testar veículos elétricos e desenvolver produtos e serviços referentes a este tipo de tecnologia, proporciona um panorama da realidade

atual referente a este tipo de tecnologia no país. Na Figura 4.18 é apresentada a inter-relação que existe entre cada função na fase de formação do STI.

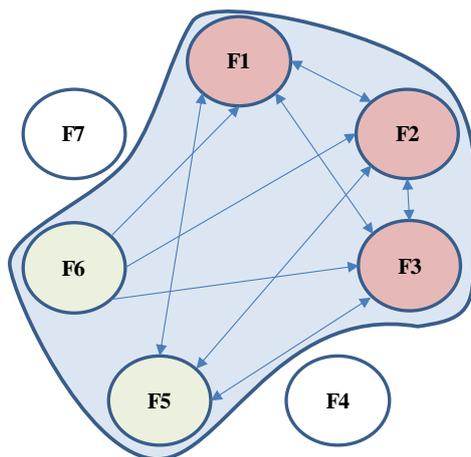


**Figura 4.18.** Inter-relação entre as funções na fase de formação do STI  
Fonte: Elaboração própria

Para identificar se o STI referente aos veículos elétricos se encontra em uma fase de crescimento foi levantada informação sobre a legitimação por intermédio do estudo de intenção, o qual revelou uma atitude positiva frente ao veículo elétrico. Aspectos importantes referentes às políticas públicas já foram identificados, podendo ser citados os referentes à isenção do IPI e do II para este tipo de tecnologia e seus componentes.

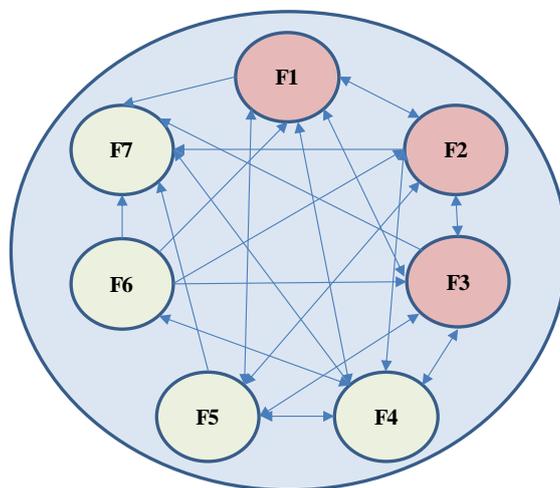
Ainda quando na presente pesquisa não foi possível obter informação acerca da Mobilização de Recursos (F6), foi evidenciado que na atualidade existem organizações públicas que oferecem algum tipo de apoio à pesquisa e desenvolvimento de produtos e serviços referentes ao veículo elétrico. Na Figura 4.19 é apresentada a inter-relação que existe entre cada função na fase de crescimento do STI. Nesta fase aparecem as funções Mobilização de Recursos (F6) e começa a Legislar (F5) sobre o assunto.

A fase de maturidade é identificada pelo ingresso ao mercado do veículo elétrico. Foi evidenciado que o ingresso deste tipo de tecnologia no mercado ainda é fraco, principalmente porque não existe uma Formação de Mercado (F4) considerável referente aos veículos com tecnologias diferenciadas. Foram apenas evidenciados testes com algumas empresas.



**Figura 4.19.** Inter-relação entre as funções na fase de crescimento do STI  
 Fonte: Elaboração própria

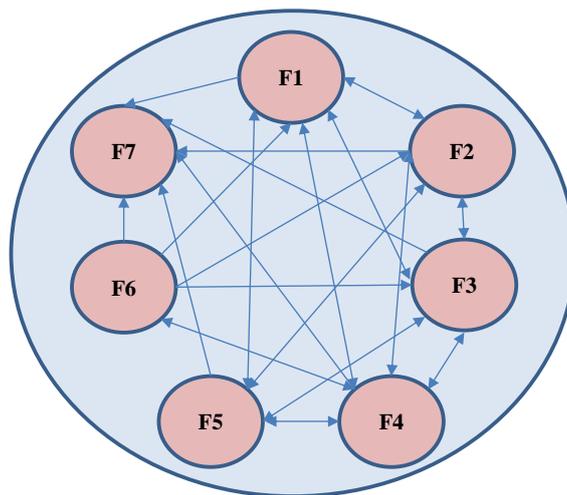
O Desenvolvimento de Externalidades Positivas (F7) ainda não é evidente, principalmente pela ausência dos veículos elétricos no mercado. Na Figura 4.20 é apresentada a inter-relação que existe entre cada função na fase de maturidade do STI. Nesta fase, a função Formação de Mercados (F4) aparece junto ao desenvolvimento de externalidades positivas, no entanto, sem a representatividade de um mercado consolidado.



**Figura 4.20.** Inter-relação entre as funções na fase de maturidade do STI  
 Fonte: Elaboração própria

Como definido no referencial teórico, a fase de consolidação representa a difusão, expansão e redução nos custos do veículo elétrico por meio de economias de

escala. Assim, é evidente que esse tipo de tecnologia ainda não participa de um mercado de massa no Brasil. Na Figura 4.21 é apresentada a inter-relação que existe entre cada função para a fase de consolidação do STI. Nesta fase é evidente que as funções Formação de Mercado (F4), Legitimação (F5) Mobilização de Recursos (F6) e o Desenvolvimento de Externalidades Positivas (F7) já se encontram consolidadas no mercado.



**Figura 4.21.** Inter-relação entre as funções na fase de consolidação do STI  
 Fonte: Elaboração própria

Com base nos resultados obtidos desta avaliação, é possível determinar que o Brasil se encontra em uma tímida de transição entre a fase de formação e a fase de crescimento, principalmente pela pouca Formação de Mercado (F4) dos veículos elétricos e seus componentes, porém, sem o Desenvolvimento de Externalidades Positivas (F7) evidentes e identificadas.

#### **4.4. ETAPA 4: IDENTIFICAÇÃO DOS INCENTIVOS E MECANISMOS DE BLOQUEIO**

Para identificar os incentivos e mecanismos de bloqueio que podem ter algum tipo de incidência no desenvolvimento e difusão da nova tecnologia, serão identificados quatro fatores que exercem algum tipo de influência sobre o STI: ausência de normas, falta de consciência referente à nova tecnologia e a suas externalidades positivas, concorrentes muito fortes e a falta de conhecimento da nova tecnologia por parte dos possíveis clientes e por parte dos provedores referente às necessidades dos clientes.

- a) Ausência de normas:

A Associação Brasileira de Normas Técnicas ABNT tem conseguido avanços importantes na elaboração de normas referentes ao veículo elétrico e seus componentes, desde o ano 2013. Estas normas, apresentadas na Tabela 4.4 exercem influência direta na implementação de políticas públicas presentes e futuras no Brasil.

Foram identificadas também outras organizações como a ANEEL com influência direta na implantação de redes de distribuição de energia elétrica para veículos automotores, segundo a Nota Técnica no 0050/2016-SRD em que foi aberta Consulta Pública para avaliação das necessidades de regulamentação referente ao fornecimento de energia elétrica para este tipo de veículos.

A Comissão de Meio Ambiente tem se convertido na esperança para a inserção do veículo elétrico no país com o projeto de Lei do Senado nº 174, de 2014, aprovada no dia 20 de outubro de 2015, que regula a isenção do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI). Além disso, o mesmo projeto suspende o Imposto de Importação (II) dos veículos elétricos de fabricação nacional e suas partes e acessórios por um período de 10 anos.

No dia 2 de junho de 2016 foi promovido pela Comissão de Serviços de Infraestrutura, o debate no Senado da República sobre o Projeto de Lei da Câmara (PLC) 65/2014 referente à exigência de instalação de postos de recarga de veículos elétricos em vias públicas, assim como em ambientes residenciais e comerciais do país. O PLC 65/2014 busca regulamentar a instalação de postos de recargas de baterias de veículos elétricos por parte das empresas provedoras de serviço de energia elétrica em vagas de estacionamento público.

Organizações como a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), a Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA); a Associação Brasileira do Veículo Elétrico (ABVE); a Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica (ABRADEE) e o Ministério das Cidades participaram para dar suporte técnico e científico ao debate. No entanto, não foi evidenciada por parte da divulgação oficial do evento, a participação de instituições universitárias e de pesquisas no debate.

Contudo, é evidente que o Brasil se encontra no caminho para definição de

políticas públicas que regulam a comercialização de veículos elétricos e seus componentes no país. Entretanto, é importante a participação das universidades de pesquisas nesse tipo de decisões.

- b) Consciência referente a externalidades positivas

Na função Externalidades Positivas (F7) foi identificado que o esgotamento de fontes não renováveis por meio do uso de combustíveis fósseis e a poluição que estes produzem é a principal motivação para a inclusão no mercado de tecnologias provenientes de energias limpas aplicadas aos transportes, como é o caso da energia elétrica.

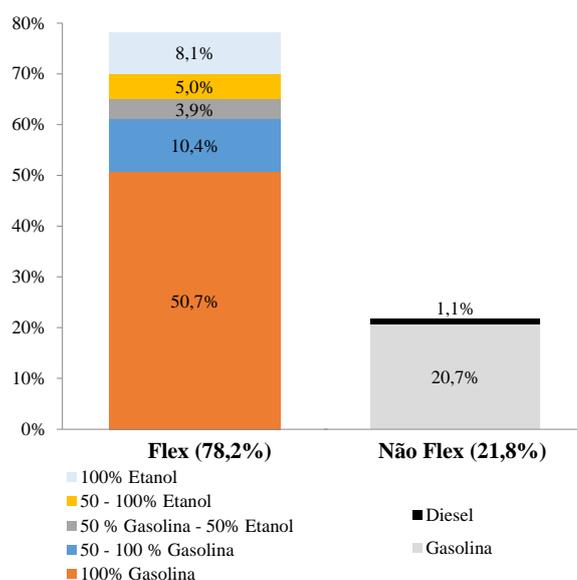
Existem evidências da participação do Brasil em importantes convênios de amplo reconhecimento internacional que desencadearam em compromissos para diminuir as emissões de GEE. Esses tipos de convênios convertem o veículo elétrico em oportunidade para cumprir os objetivos traçados.

A inclusão do veículo elétrico no mercado, além de ajudar com os objetivos supracitados, poderia ajudar claramente ao ressurgimento da indústria automobilística e a um aumento nas pesquisas referentes ao tema, além de ofertas laborais diretas e indiretas.

- c) Concorrência

Os benefícios com que atualmente conta o álcool, combustível utilizado para abastecer veículos *flex* no Brasil, tornam este tipo de combustível como o concorrente direto para a inclusão do veículo elétrico no mercado brasileiro. No entanto, o etanol foi identificado também como uma oportunidade na geração de energia elétrica necessária para o abastecimento deste tipo de veículos. Na pesquisa de intenção realizada, foi evidenciado que o etanol é o segundo combustível de maior consumo no país depois da gasolina como apresentado na Figura 4.22.

Por outro lado, pelo fato das montadoras terem pelo menos um modelo de veículo elétrico, a concorrência entre elas poderia não gerar elementos positivos para a inclusão do VE no Brasil.



**Figura 4.22.** Consumo por tipo de combustível  
 Fonte: Elaboração própria

d) Falta de conhecimento

A falta de conhecimento sobre este tipo de tecnologia no Brasil foi evidenciada a partir da pesquisa de intenção realizada. Os aspectos menos conhecidos pelos respondentes foram sobre Legislação, incentivos ao uso e custos de aquisição, acerca do veículo elétrico e seus componentes.

#### 4.5. ETAPA 5: ESPECIFICAÇÃO DAS QUESTÕES POLÍTICAS FUNDAMENTAIS

A partir da análise das etapas anteriores que definem o panorama do Sistema Tecnológico de Inovação com foco no veículo elétrico, foram identificados problemas que impedem o ingresso deste tipo de tecnologia no mercado.

- a) Falta de incentivos

O Brasil começa a evidenciar atitude positiva referente ao veículo elétrico, com a regulamentação de alguns incentivos ao uso desta tecnologia. No entanto, é necessário que estas atitudes continuem sendo estudadas e aplicadas para gerar novas políticas públicas, principalmente baseados nos reconhecimentos e ganhos tecnológicos e

ambientais.

- b) Falta de informação

Foi evidenciado que a falta de informação por parte dos possíveis compradores deste tipo de tecnologia é relevante. Por este motivo, convém que continuem criando redes de apoio ao mercado do VE e consolidando as que já existem para uma difusão mais efetiva dos avanços tecnológicos para este tipo de tecnologia, bem como de pesquisas referentes aos avanços locais no desenvolvimento do VE e das políticas públicas que se derivem.

- c) Proteção ao etanol

Resulta evidente a proteção ao etanol, principalmente porque este combustível representa parte do que já foi investido pelo país no desenvolvimento dessa tecnologia. No entanto, é importante que o Brasil continue utilizando este e outros tipos de combustíveis derivados de fontes renováveis para geração de energia elétrica, oferecendo suporte à matriz energética nacional na inserção de novas tecnologias nos transportes como é o caso do veículo elétrico.

## Capítulo 5. CONCLUSÕES

Esta dissertação buscou avaliar a potencialidade da inserção do veículo elétrico no Brasil baseado na metodologia de Sistemas Tecnológicos de Inovação (STI).

Partindo da importância que tem os transportes ambientalmente eficientes que usam energias limpas, o veículo elétrico surge como uma opção para diminuir os efeitos devastadores causados pelo uso indiscriminado dos combustíveis fósseis na saúde da população e no meio ambiente. A importante acolhida deste tipo de tecnologias, especialmente em países desenvolvidos dão suporte à possibilidade que tem o Brasil para incluir o veículo elétrico dentro das suas frotas tanto públicas, quanto privadas.

As informações referentes aos países em que o veículo elétrico está consolidado e a sua evolução para conseguir este resultado, ofereceu um panorama das perspectivas do futuro que este tipo de mobilidade tem no país. Esse panorama foi validado junto com a aplicação da metodologia de Sistemas Tecnológicos de Inovação, evidenciando que o Brasil se encontra começando uma etapa de transição entre as fases de formação e crescimento, principalmente pela pouca infraestrutura e pouca representação no mercado dos veículos elétricos e seus componentes.

Os incentivos dados nos países analisados, como descontos em impostos, bônus na compra e adaptação de infraestrutura, se comparados com a realidade local, evidenciam os obstáculos que o Brasil tem para conseguir cumprir os objetivos ambientais atuais e futuros, derivados principalmente da assinatura de acordos internacionais referentes à diminuição das emissões de GEE advindas do uso intensificado de combustíveis fósseis nos transportes.

O surgimento do veículo *flex* no ano de 2003 também foi identificado como um obstáculo importante para a inserção do VE no mercado brasileiro, principalmente, porque o álcool tem representado altos investimentos do país em pesquisas de desenvolvimento de tecnologias referentes a combustíveis ambientalmente eficientes usados pelos transportes. No entanto, este obstáculo se converte em uma oportunidade para o país, devido à necessidade de diversificação da oferta de outro tipo de tecnologias ambientalmente mais eficientes usadas nos transportes como é o caso da energia elétrica e veículos híbridos de etanol.

Esta oportunidade de diversificação, se comparada com os países analisados, mostrou a importância de começar pela inclusão da mobilidade elétrica dentro das frotas de veículos oficiais e frotas de transporte público. Assim, a presente pesquisa evidenciou que algumas organizações oficiais já começaram a fazer parte deste tipo de inserção com alianças com empresas montadoras para testar se este tipo de veículos se adapta às suas necessidades. No entanto, é importante a massificação deste tipo de alianças para que o veículo elétrico seja pensado como uma realidade no país.

Uma vez analisadas as empresas montadoras de veículos que atualmente fazem parte do mercado de veículos no Brasil, foi evidenciada a oportunidade que o país tem referente a este tipo de tecnologia, principalmente porque as empresas identificadas já comercializam veículos elétricos no mercado mundial, convertendo este tipo de tecnologia em uma possível estratégia para reativar o mercado de veículos no país.

No Brasil, o mercado de produção de veículos automotores é um dos mais importantes para a economia nacional, no entanto, é um setor que precisa de constantes mudanças e evoluções tecnológicas. Contudo, foi evidenciado que os veículos elétricos no Brasil têm começado a figurar nas vendas, podendo-se confirmar com estes dados que, ainda quando a representação do veículo elétrico é pouca, este tipo de tecnologia já apresenta um crescimento nas vendas nacionais o que coloca o veículo elétrico como uma clara oportunidade para o ressurgimento do mercado automotor com projetos de empreendedorismo, derivadas principalmente da preocupação atual existente pelo cuidado do meio ambiente e o consumo de energias renováveis nos transportes.

O mercado de automóveis no Brasil se encontra em uma etapa madura, devido principalmente a sua consolidação na economia nacional. Assim, é evidente que a inserção do veículo elétrico no mercado brasileiro não representa uma preocupação para as montadoras de veículos instaladas no país e sim uma oportunidade para a inserção deste tipo de tecnologias no mercado.

Resulta importante também que o Brasil promova acordos entre as empresas montadoras e instituições de ensino e pesquisa por meio de seus grupos de pesquisa para desenvolvimento de conhecimento referente ao veículo elétrico e seus componentes no país, assim como promover a divulgação dos resultados dos testes realizados nas parcerias realizadas entre instituições a fim de gerar uma motivação adaptada à realidade brasileira.

Foi identificado que os grupos de pesquisa e as organizações que apoiam o desenvolvimento de tecnologias referentes aos veículos elétricos no país se encontram em etapa de consolidação em 7 dos 26 estados brasileiros. Esses estados possuem 77,3% do total da frota nacional de veículos, evidenciando que o Brasil se encontra no caminho certo no desenvolvimento de pesquisas dessas tecnologias. No entanto, é importante a motivação para a criação de grupos de pesquisa nos outros estados, e de organizações que apoiem esses estudos, uma vez que dão suporte ao surgimento de políticas públicas referentes a este tipo de tecnologias.

No Brasil começa a se evidenciar atitudes positivas referentes ao veículo elétrico a partir da regulamentação de alguns incentivos ao uso dessa tecnologia. O Projeto de Lei do Senado nº 174, de 2014, referente à isenção do IPI na importação direta de partes e acessórios por 10 anos, assim como a Consulta Pública para avaliar a necessidade de regulamentação dos aspectos relativos ao fornecimento de energia elétrica a veículos elétricos realizada pela ANEEL. Esses tipos de compromissos provêm um panorama motivador, não só para a recuperação do mercado automotor, mas também da geração de políticas públicas referentes a este tipo de tecnologia, principalmente pelo fato de que no Brasil não é permitido o cobro pela venda de energia elétrica em eletropostos

Por outro lado, destacou-se os avanços alcançados pela Associação Brasileira de Normas Técnicas ABNT referentes à elaboração de normas referentes ao veículo elétrico e seus componentes desde o ano 2013 que exercem uma influência direta na futura implementação de políticas públicas presentes e futuras no Brasil.

Com referência à divulgação dos avanços tecnológicos e registro de patentes no país, o estudo observou um crescimento na divulgação desses avanços, principalmente por meio de estudos especializados de pesquisa reportados por meio de teses, dissertações, monografias e trabalhos de conclusão de curso. Entretanto, estes ainda não contam com a relevância necessária para o estabelecimento de políticas públicas. Contudo, resulta evidente a necessidade de conformação de parcerias entre as instituições interessadas, principalmente para promover a divulgação e a criação de políticas públicas em prol de transportes ambientalmente mais eficientes.

O estudo de intenção realizado para dar apoio ao trabalho evidenciou que o veículo elétrico representa uma opção de compra para os brasileiros, sendo que apenas 16,5% dos pesquisados responderam que não comprariam um veículo com estas

características. Nessa pesquisa também foi evidenciado que a principal motivação na compra de um veículo elétrico para os brasileiros é a diminuição dos poluentes e a variável de menor importância foi o custo de manutenção, evidenciando-se a potencialidade que este tipo de tecnologia representa no país.

O principal problema evidenciado nas respostas foi a falta de informação sobre as tecnologias por parte dos respondentes, especialmente no que se refere à legislação e incentivos. Assim, é interessante que o Estado motive o mercado do VE e consolide as instituições que já existem por meio de legislação pertinente e da promoção mais efetiva dos avanços tecnológicos. Da mesma forma, é importante incentivar o desenvolvimento de pesquisas referentes aos avanços locais no desenvolvimento do VE e das políticas públicas referentes ao tema.

A evidência da falta de informação no estudo de intenção revela a ausência de externalidades positivas como a consciência sobre o eminente esgotamento de fontes não renováveis por meio do uso de combustíveis fósseis e a poluição que estes produzem. Os problemas ambientais são uma das principais motivações para a inclusão no mercado de tecnologias provenientes de energias limpas aplicadas aos transportes.

O ressurgimento da indústria automobilística, identificado também como uma externalidade positiva derivada de uma possível inserção do veículo elétrico no país, pode trazer uma melhoria nas ofertas laborais diretas e indiretas, exportações, e adicionalmente, apoios a pesquisa e desenvolvimento de estudos referentes a este tipo de tecnologia.

Foi evidenciada a importância de que o Brasil realize pesquisas de intenção e estudos de viabilidade de maior porte, referentes à inserção do veículo elétrico no mercado, a fim de que estes levantamentos ajudem principalmente na elaboração de políticas públicas verdes e destinação de recursos importantes para apoios financeiros e logísticos referentes à sua aquisição.

O principal objetivo que o Brasil tem pela frente é incentivar as organizações públicas e privadas a fazerem parte do desafio com a adaptação deste tipo de tecnologias no contexto local, ressaltando externalidades positivas como os impactos positivos advindos do uso deste tipo de tecnologias tais como: redução de emissão de Gases Efeito Estufa, redução dos níveis de ruído, entre outros. Para cumprir estes

objetivos, é importante continuar e melhorar o apoio econômico às instituições de educação superior e de pesquisa a fim de continuar com projetos referentes ao tema e desenvolvimento de políticas públicas que promovam o uso de tecnologias limpas.

Resulta importante também que no Brasil sejam identificados, analisados e adaptados outro tipo de incentivos referentes ao uso de veículos verdes a fim de criar uma mobilidade mais sustentável, além de sanções por emissão de poluentes.

Finalmente, o presente trabalho representa para o mundo acadêmico em geral um avanço nos estudos dos transportes, principalmente porque não foi evidenciado nenhum estudo similar dentro do programa de pós-graduação em transportes da Universidade de Brasília. Existem poucas evidências de estudos similares em outras universidades do Brasil referentes a estudos de mobilidade elétrica que pretendam avaliar a possível inserção do veículo elétrico nas frotas nacionais. Contudo, é importante continuar com a promoção de trabalhos futuros que incluam a mobilidade sustentável como base de pesquisa.

Para pesquisas futuras se recomenda trabalhar em temas referentes a: criação de metodologias adaptáveis à realidade brasileira, realizar estudos referentes ao uso de energias geradas por fontes limpas utilizadas nos transportes, dando suporte à matriz energética nacional a fim de promover a mobilidade elétrica para os diversos meios de transporte, inclusive o transporte de cargas e de passageiros.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Åhman, M. (2006). Government policy and the development of electric vehicles in Japan. *Energy Policy*, 34(4), 433-443.
- Albert, M., e Laberge, S. (2007). The Legitimation and Dissemination Processes of the Innovation System Approach The Case of the Canadian and Québec Science and Technology Policy. *Science, Technology e Human Values*, 32(2), 221-249.
- AMA (Japan Automobile Manufacturers Association) (2009) Japanese government incentives for the purchase of environmentally friendly vehicles (fact sheet).
- ANCP Agreement on Norway's climate policy. (2008). Agreement on Norway's climate policy- Klimaforliket. White paper Norway's climate policy (Report No. 34).
- ANFAVEA, 2016. Anuário da Indústria Automobilística Brasileira. 154p.
- Arioli, M. S. (2014) Emissões do transporte urbano: da quantificação à mitigação. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- AVERE, (2014). Association Nationale pour le Développement de la Mobilité Électrique. [http://www.avere-france.org/Site/Article/?article\\_id=5871](http://www.avere-france.org/Site/Article/?article_id=5871)
- Balsa, J. M. (2013) "Avaliação do impacto da introdução de veículos elétricos na procura de combustíveis em Portugal."
- Baran, R.; Loureiro, L. F. (2010) "Veículos elétricos: história e perspectivas no Brasil." XIII Congresso Brasileiro de Energia, Brasil.
- Baran, R. (2012) A introdução de veículos elétricos no Brasil: Avaliação do impacto no consumo de gasolina e eletricidade. Rio de Janeiro. 139 p.
- Barassa, E. (2015) Trajetória tecnológica do veículo elétrico: atores, políticas e esforços tecnológicos no brasil. Tese Doutoral. UNICAMP.
- Becker, T. A., Ikhlaiq S.; Burghardt T. (2009) "Electric vehicles in the United States: A new model with forecasts to 2030." Center for Entrepreneurship and Technology, University of California, Berkeley.
- Bergek, A., Jacobsson, S., Carlsson, B., Lindmark, S., Rickne, A. (2008a). Analyzing the Dynamics and Functionality of Technological Systems: A Manual.
- Bergek, A., Hekkert, M., Jacobsson, S., (2008b). Functions in innovation systems: a framework for analysing energy system dynamics and identifying goals for system-building activities by entrepreneurs and policy makers. In: Foxon, T., Kohler, J., Oughton, C. (Eds.), *Innovation for a Low Carbon Economy: Economic, Institutional and Management Approaches*. Edward Elgar, Cheltenham.
- Bergek, A., Jacobsson, S., Carlsson, B., Lindmark, S., e Rickne, A. (2008c). Analyzing the functional dynamics of technological innovation systems: A scheme of analysis. *Research policy*, 37(3), 407-429.
- Blosseville, J. M., Massot, M. H., e Mangeas, M. (2000). PRAXITÈLE, un concept, un service, une expérimentation, bilan d'un prototype. *TEC*, 161, 17-25.
- Cain, A., MacGill, I., e Bruce, A. 2010. Assessing the potential impacts of electric vehicles on the electricity distribution network.
- Cançado, J. E. D., Braga, A., Pereira, L. A. A., Arbex, M. A., Saldiva, P. H. N., & Santos, U. D. P. (2006). Repercussões clínicas da exposição à poluição atmosférica. *J bras pneumol*, 32(Supl 1), S5-S11.
- Carranza, F., Paturet, O., e Salera, S. (2013). Norway, the most successful market for Electric Vehicles. In *Electric Vehicle Symposium and Exhibition (EVS27), 2013 World* (pp. 1-6). IEEE.
- Casotti, B. P., e Goldenstein, M. (2008). Panorama do setor automotivo: as mudanças estruturais da indústria e as perspectivas para o Brasil. *BNDES Setorial*, Rio de Janeiro, (28), 147-187.
- Da Cunha. R. D., (2011) Análise da integração de veículos elétricos na matriz energética Brasileira. UFPA. Monografia.
- De Castro, B. H. R. D., e Ferreira, T. T. (2010). Veículos elétricos: aspectos básicos, perspectivas e oportunidades. *BNDES Setorial*, n. 32, p. 267-310.
- De Gennaro, M., Paffumi, E., Martini, G., e Scholz, H. (2014). A pilot study to address the travel behaviour and the usability of electric vehicles in two Italian provinces. *Case Studies on Transport Policy*, 2(3), 116-141.
- Declaração de Estocolmo. (1972). Conferência das Nações Unidas sobre Meio ambiente. Estocolmo.
- Declaração de Rio. (1992). Conferência das Nações Unidas sobre Meio ambiente, Rio 92. Rio de Janeiro.
- Decreto nº 2.335 (1997). Constitui a Agência Nacional de Energia Elétrica -ANEEL, autarquia sob regime especial, aprova sua Estrutura Regimental e o Quadro Demonstrativo dos Cargos em

- Comissão e Funções de Confiança e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/d2335.HTM](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d2335.HTM)>. Acesso em: 22 mar. 2016.
- Dijk, M., Orsato, R. J., e Kemp, R. (2013). The emergence of an electric mobility trajectory. *Energy Policy*, 52, 135-145.
- Domingues, J. M., e Pecorelli-Peres, L. A. (2013). Electric Vehicles, Energy Efficiency, Taxes, and Public Policy in Brazil. *Law e Bus. Rev. Am.*, 19, 55.
- Doufene, A., Siddiqi, A., e de Weck, O. L. (2014). Innovation Dynamics in the Development of Nuclear Energy and Electric Vehicles in France.
- European Commission., (2011). WHITE PAPER roadmap to a single European transport area towards a competitive and resource efficient transport system. COM (2011), 144.
- European Commission., (2014) Research and Innovation performance in the EU Innovation Union progress at country level, European Commission: Luxembourg.
- Eggert, A. (2007). Transportation Biofuels in the USA Preliminary Innovation Systems Analysis. Institute of Transportation Studies.
- BEN - Balanço Energético Nacional (2016). Empresa de Pesquisa Energética Ano base 2015.
- Faber, J., e Heslen, A. B. (2004). Innovation capabilities of European nations: Cross-national analyses of patents and sales of product innovations. *Research Policy*, 33(2), 193-207.
- Ferreira, J. C. (2013). *Mobi-System: towards an information system to support sustainable mobility with electric vehicle integration*. Tese de Doutorado. Universidade do Minho Escola de Engenharia. MIT.
- Figenbaum, E., e Kolbenstvedt, M. (2015). Electromobility in Norway-experiences and opportunities with Electric vehicles (No. 1281/2013).
- Firnkorn, J., e Müller, M. (2011). What will be the environmental effects of new free-floating car-sharing systems? The case of car2go in Ulm. *Ecological Economics*, 70(8), 1519-1528.
- Gaines, L., Sullivan, J., Burnham, A., e Belharouak, I. (2011, January). Life-cycle analysis for lithium-ion battery production and recycling. In *Transportation Research Board 90th Annual Meeting*, Washington, DC (pp. 23-27).
- Goldemberg, J., e Guardabassi, P. (2010). The potential for first-generation ethanol production from sugarcane. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*, 4(1), 17-24.
- Gomes, L. M. M. (2010). *O Veículo Eléctrico e a sua Integração no Sistema Eléctrico*. Instituto Superior Técnico-Universidade Técnica de Lisboa.
- Golinska, P., e Hajdul, M. (2012). European Union Policy for Sustainable Transport System: Challenges and Limitations. In *Sustainable Transport* (pp. 3-19). Springer Berlin Heidelberg.
- Gordon, D., Sperling, D., e Livingston, D. (2012). *Policy Priorities for Advancing the US Electric Vehicle Market*
- Grant-Muller, S., e Usher, M. (2014). Intelligent Transport Systems: The propensity for environmental and economic benefits. *Technological Forecasting and Social Change*, 82, 149-166.
- Guarnieri M. (2011). When cars went electric, part one [historical]. *IEEE Ind Electron Mag*.
- Guignard S., (2010). *Histoire du développement en France du véhicule électrique – Role de l'ADEME*.
- Hannisdahl, O. H., Malvik, H. V., e Wensaas, G. B. (2013). The future is electric! The EV revolution in Norway—Explanations and lessons learned. In *Electric Vehicle Symposium and Exhibition (EVS27)*, 2013 World (pp. 1-13). IEEE.
- Harris, C. B., e Webber, M. E. (2014). An empirically-validated methodology to simulate electricity demand for electric vehicle charging. *Applied Energy*, 126, 172-181.
- Haugneland, P., e Kvisle, H. H. (2015). Norwegian electric car user experiences. *International Journal of Automotive Technology and Management*, 15(2), 194-221.
- Hekkert, M. P., Suurs, R. A. A., Negro, S. O., Kuhlmann, S., e Smits, R. E. H. M. (2007). Functions of innovation systems: a new approach for analyzing technological change. *Technological Forecasting and Social Change*, 74(4), 413-432.
- Hekkert, M. P., e Negro, S. O. (2009). Functions of innovation systems as a framework to understand sustainable technological change: Empirical evidence for earlier claims. *Technological forecasting and social change*, 76 (4), 584-594.
- Hekkert, M., Negro, S., Heimeriks, G., e Harmsen, R. (2011). *Technological Innovation. System Analysis. A manual for analysts*. Utrecht University, Report for Joint Research Center, Energy Institute.
- Hildermeier, J., e Villareal, A. (2014). Two ways of defining sustainable mobility: Autolib' and BeMobility. *Journal of Environmental Policy e Planning*, 16(3), 321-336.
- Hillman, K., Nilsson, M., Rickne, A., e Magnusson, T. (2011). Fostering sustainable technologies: a framework for analysing the governance of innovation systems. *Science and Public Policy*, 38(5), 403-415.

- Hillman, K. M., e Sandén, B. A. (2008). Exploring technology paths: the development of alternative transport fuels in Sweden 2007–2020. *Technological Forecasting and Social Change*, 75(8), 1279-1302.
- Hymel, M. L. (2006). Globalization, environmental justice, and sustainable development: the case of oil. *Macquarie Law Review*, 06-38.
- Hori, Y., Toyoda, Y., e Tsuruoka, Y. (1998). Traction control of electric vehicle: Basic experimental results using the test EV “UOT Electric March”. *Industry Applications, IEEE Transactions on*, 34(5), 1131-1138.
- Hoogma, R. (2002). *Experimenting for sustainable transport: the approach of strategic niche management*. Taylor e Francis.
- IEA, (2013) International Energy Agency. *Global Electric Vehicle Outlook. Understanding the Electric Vehicle Landscape to 2020*.
- IEA. (2014) International Energy Agency. *Global EV Outlook: understanding the electric vehicle landscape to 2020*.
- IEA, (2015) International Energy Agency. *Global Electric Vehicle Outlook Update*.
- Johansson, B. (1995). Strategies for reducing emissions of air pollutants from the Swedish transportation sector. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 29(5), 371-385.
- Johansson, B. (1998). Will new technology be sufficient to solve the problem of air pollution caused by Swedish road transport?. *Transport policy*, 5(4), 213-221.
- Jonker, J. G. G., Van Der Hilst, F., Junginger, H. M., Cavalett, O., Chagas, M. F., & Faaij, A. P. C. (2015). Outlook for ethanol production costs in Brazil up to 2030, for different biomass crops and industrial technologies. *Applied Energy*, 147, 593-610.
- Kemp, R. (2005). *Zero Emission Vehicle Mandate in California: misguided policy or example of enlightened leadership* (pp. 169-191). Edward Elgar: Cheltenham, UK.
- Kobayashi, S., Plotkin, S., e Ribeiro, S. K. (2009). Energy efficiency technologies for road vehicles. *Energy Efficiency*, 2(2), 125-137.
- Kokko, A., e Liu, Y. (2012). Governance of new energy vehicle technology in China. In *Paving the Road To Sustainable Transport*. Routledge. On book: *Paving the Road to Sustainable Transport: Governance and innovation in low-carbon vehicles*. Routledge. Chapter 11, 200-233
- Lei nº 9.427 (1996). Instituição da Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, disciplina o regime das concessões de serviços públicos de energia elétrica e dá outras providências. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/lei19969427.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 2016.
- Lei nº10.223 (2001). Reestruturação dos transportes aquaviário e terrestre, cria o Conselho Nacional de Integração de Políticas de Transporte, a Agência Nacional de Transportes Terrestres, a Agência Nacional de Transportes Aquaviários e o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, e dá outras providências. Disponível em: <[www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/LEIS\\_2001/L10223.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10223.htm)>. Acesso em: 24 fev. 2016.
- Leurent, F., e Windisch, E. (2011). Triggering the development of electric mobility: a review of public policies. *European Transport Research Review*, 3(4), 221-235.
- Lima, N. C., e de Souza, G. H. S. (2015). A demanda do etanol e sua caracterização no mercado brasileiro de combustíveis. *Organizações Rurais e Agroindustriais*, 16(4).
- Lucas, A., Silva, C. A., e Neto, R. C. (2012). Life cycle analysis of energy supply infrastructure for conventional and electric vehicles. *Energy Policy*, 41, 537-547.
- Ma, H., Balthasar, F., Tait, N., Riera-Palou, X., e Harrison, A. (2012). A new comparison between the life cycle greenhouse gas emissions of battery electric vehicles and internal combustion vehicles. *Energy policy*, 44, 160-173.
- Magnusson, T., e Rickne, A. (2012). Multilevel governance and innovation system functionality: Hybrid-electric vehicle technology in Sweden 1990-2009. On book: *Paving the Road to Sustainable Transport: Governance and innovation in low-carbon vehicles*. Routledge. Chapter 10, 179-199
- Marquis, Ch., Zhang H., e Zhou L. (2013). *China’s Quest to Adopt Electric Vehicles*. Stanford Social Innovation Review.
- Massot, M. H. (2000). Praxitèle: un concept, un service et une expérimentation. *TEC, Transport, Environnement, Circulation*, (159), 25-32.
- Mazon, M. T., Consoni, F. L., Quintão, R. (2013). *Perspectivas para a implantação do veículo elétrico no Brasil: uma análise a partir do Sistema Nacional de Inovação e das redes colaborativas de CeT*, Congresso da Associação Latino-Americana de Gestão de Tecnologia. Vol. 1, pp.4140-4155, Porto, Portugal, 2013
- Mendes, J. F., e Ribeiro, P. (2012). *Electric mobility in Portugal: the beginning*. V Congresso Para o Planeamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável, PLURIS, 2012.
- Mesquita, D. L., Borges, A. F., Sugano, J. Y., e dos Santos, A. C. (2013). *O desenvolvimento de*

- processos de inovação sob a ótica da teoria dos custos de transação: o caso da tecnologia flex-fuel  
DOI: 10.5773/rai.v1i1.1081. RAI: Revista de Administração e Inovação, 10(1), 119-140.
- Moreira, B. (2013). Eletricidade a serviço do transporte. 94 ed..
- Nilsson, M., Hillman, K., Rickne, A., e Magnusson, T. (Eds.). (2012). Paving the Road to Sustainable Transport: Governance and innovation in low-carbon vehicles. Routledge. Livro
- Nitsch, M. (1991). O programa de biocombustíveis Proálcool no contexto da estratégia energética brasileira. Revista de economia política, 11(2), 123-137. Observatorio Tecnológico de la Energía., "Mapa Tecnológico Movilidad Eléctrica." Ministerio de Industria, Energía y Turismo (2012).
- Nota Técnica no 0050/2016-SRD da ANEEL. (2016). Abertura de Consulta Pública para avaliar a necessidade de regulamentação dos aspectos relativos ao fornecimento de energia elétrica a veículos elétricos. Disponível em: <[http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/consulta\\_publica/documentos/Nota%20T%C3%A9cnica\\_050\\_VE%C3%8DCULOS%20EL%C3%89TRICOS\\_SRD.pdf](http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/consulta_publica/documentos/Nota%20T%C3%A9cnica_050_VE%C3%8DCULOS%20EL%C3%89TRICOS_SRD.pdf)>. Acesso em: 05 jun. 2016.
- OECD. (2009), *OECD Patent Statistics Manual*, OECD Publishing, Paris. DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264056442-en>
- Oltander, G., e Perez Vico, E. (2005). A survey of the Swedish security industry and an innovation system analysis of the Swedish security sensor industry.
- Onetti, A., Zucchella, A., Jones, M. V., e McDougall-Covin, P. P. (2012). Internationalization, innovation and entrepreneurship: business models for new technology-based firms. *Journal of Management e Governance*, 16(3), 337-368.
- Patchell, J. (1999). Creating the Japanese electric vehicle industry: the challenges of uncertainty and cooperation. *Environment and Planning A*, 31(6), 997-1016.
- Pinto, M. C., Reis, L., e Neves, T. J. (2010). MOBi. E.-The Portuguese Programme for Electric Mobility. In *European Transport Conference*, 2010.
- Pohl, H. (2012). The role of national policy for electric and hybrid electric vehicle development in Japan. On book: *Paving the Road to Sustainable Transport: Governance and innovation in low-carbon vehicles*. Routledge. Chapter 9, 159-178.
- Pompermayer, F. M. (2010). Etanol e veículos elétricos: via de mão única ou dupla?. *Cadernos Fórum Nacional*, 10.
- Projeto de Lei do Senado nº 174, (2014). Isenção do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) incidente sobre a fabricação de automóveis elétricos ou híbridos a etanol e dá outras providências. Disponível em: < <https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/117572>>. Acesso em: 05 abr. 2016.
- Projeto de Lei da Câmara (PLC) nº 65/2014, (2014). Institui a obrigatoriedade de instalação de pontos de recarga para veículos elétricos em vias públicas e em ambientes residenciais e comerciais. Disponível em: < <https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/118247>>. Acesso em: 05 abr. 2016.
- Protocolo de Quioto. (1998). Protocolo de Quioto à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. Quioto.
- Rajashckara, K. (1994). History of electric vehicles in General Motors. *IEEE transactions on industry applications*, 30(4), 897-904.
- Raskin, A., e Shah, S. (2006). The Emergence of Hybrid Vehicles: Ending Oil's Stranglehold on Transportation and the Economy. AllianceBernstein.
- Relatório Brundland (1987). Comissão mundial sobre meio ambiente e desenvolvimento. 2ª Edição. Rio de Janeiro: Editora da FGV.
- Relatorio Rio+20, (2013). Comissão de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – Subcomissão Rio+20. Câmara dos Deputados.
- Resolução nº 20 (2004). Comissões Permanentes e respectivos campos temáticos ou áreas de atividade. Disponível em: < <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/rescad/2004/resolucaodacamaradosdeputados-20-17-marco-2004-531522-publicacaooriginal-13474-pl.html>>. Acesso em: 05 abr. 2016.
- Ribeiro, P., Mendes, J. F., e Ramos, R. A. (2012). Electric mobility in Portugal: municipal plans for its promotion.
- Robinson, D. K., Huang, L., Guo, Y., e Porter, A. L. (2013). Forecasting Innovation Pathways (FIP) for new and emerging science and technologies. *Technological Forecasting and Social Change*, 80(2), 267-285.
- Rocha, L. H. (2013). Carro Elétrico–Desafios para sua Inserção no Mercado Brasileiro de Automóveis. Tese Doutoral. USP.
- Rong, Ch. (1999) The Evolution of Transport and Sustainable Transport. *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, Vol.3, No.1.

- Salon, D., Sperling, D., Meier, A., Murphy, S., Gorham, R., e Barrett, J. (2010). City carbon budgets: A proposal to align incentives for climate-friendly communities. *Energy Policy*, 38(4), 2032-2041.
- Samaras, C., e Meisterling, K. (2008). Life cycle assessment of greenhouse gas emissions from plug-in hybrid vehicles: implications for policy. *Environmental science e technology*, 42(9), 3170-3176.
- Shepherd, S., Bonsall, P., e Harrison, G. (2012). Factors affecting future demand for electric vehicles: A model based study. *Transport Policy*, 20, 62-74.
- Souza, Z. J. D., & Azevedo, P. F. D. (2006). Geração de energia elétrica excedente no setor sucroalcooleiro: um estudo a partir das usinas paulistas. *Revista de Economia e Sociologia rural*, 44(2), 179-199.
- Unruh, G. C. (2000). Understanding carbon lock-in. *Energy policy*, 28(12), 817-830.
- UNFCCC. (1992). Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre mudança do clima. Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima. Nova York.
- Vatne, Å., Molinas, M., e Foosnas, J. A. (2012). Analysis of a scenario of large scale adoption of electrical vehicles in nord-trøndelag. *Energy Procedia*, 20, 291-300.
- Vergis, S., e Mehta, V. (2012). Technology innovation and policy: A case study of the California ZEV mandate. On book: *Paving the Road to Sustainable Transport: Governance and innovation in low-carbon vehicles*. Routledge. Chapter 8. p.136-158
- Vergis, S. (2014). Norwegian Electric Vehicle Market: Technological Innovation Systems Analysis. In *Transportation Research Board 93rd Annual Meeting* (No. 14-2874).
- Wan, Z., Sperling, D., e Wang, Y. (2015). China's electric car frustrations. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 34, 116-121.
- Witcover, J., Yeh, S., e Sperling, D. (2013). Policy options to address global land use change from biofuels. *Energy Policy*, 56, 63-74.
- Whiteside, K. H., Boy, D., e Bourg, D. (2010). France's 'Grenelle de l'environnement': openings and closures in ecological democracy. *Environmental politics*, 19(3), 449-467.
- Wittmann, D., Wittmann, T. F.,; Bermann, C. (2013) . Análise Crítica da Integração em Larga Escala de Veículos Elétricos no Brasil. In: *4th International Workshop Advances in Cleaner Production*, São Paulo.
- Yong, J. Y., Ramachandaramurthy, V. K., Tan, K. M., e Mithulananthan, N. (2015). A review on the state-of-the-art technologies of electric vehicle, its impacts and prospects. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 49, 365-385.
- Zhou, Y., Wang, M., Hao, H., Johnson, L., e Wang, H. (2015). Plug-in electric vehicle market penetration and incentives: a global review. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 20(5), 777-795.
- Zubaryeva, A., Thiel, C., Barbone, E., e Mercier, A. (2012). Assessing factors for the identification of potential lead markets for electrified vehicles in Europe: expert opinion elicitation. *Technological Forecasting and Social Change*, 79(9), 1622-1637.



## **APÊNDICES**

## **Apêndice A. Patentes de veículos elétricos e seus componentes**

**Tabela A. 1.** Patentes de Veículos Elétricos e seus componentes.

<b>Ano</b>	<b>1960</b>	<b>1970</b>	<b>1980</b>	<b>1990</b>	<b>2000</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>Total</b>
Japão	0	18	64	285	1.841	2.032	2.191	3.386	2.850	3.441	2.114	2.591	1.939	<b>22751,89</b>
E.E.U.U.	10	19	284	225	1.242	1.887	1.998	2.526	2.622	2.787	2.912	2.969	2.530	<b>22010,53</b>
Alemanha	22	16	141	149	714	815	990	1.351	1.394	1.664	2.281	2.572	2.233	<b>14340,58</b>
China	0	-	-	27	107	779	878	902	769	423	403	408	345	<b>5039,49</b>
França	9	7	31	18	79	166	192	296	358	447	544	658	667	<b>3473,56</b>
Canadá	0	-	2	37	133	176	213	183	168	157	195	228	193	<b>1684,88</b>
Reino Unido	7	3	28	25	84	112	162	135	185	193	239	207	278	<b>1658,2</b>
Itália	0	2	9	19	34	42	66	81	86	104	86	89	86	<b>703,35</b>
Suécia	1	4	16	4	25	45	58	55	58	87	76	77	71	<b>577,62</b>
Índia	0	-	1	1	7	17	30	36	42	65	74	89	76	<b>437,52</b>
Espanha	0	-	3	4	12	16	15	21	27	47	70	61	62	<b>336,99</b>
Dinamarca	0	-	1	2	7	28	17	44	26	31	32	32	20	<b>239,36</b>
Noruega	0	-	-	2	8	12	7	8	4	13	16	12	8	<b>88,53</b>
Brasil	0	-	1	3	-	3	5	6	12	25	11	8	6	<b>80,08</b>
Portugal	0	-	-	-	-	1	2	7	2	6	6	7	3	<b>33,78</b>

Fonte: Elaboração própria a partir da base de dados da *Organization for Economic Co-operation and Development* –OECD-, 2016

**Apêndice B. Eventos de maior importância no Brasil referentes aos veículos elétricos e seus componentes**

**Tabela B. 1.** Eventos de maior importância no Brasil referentes aos Veículos Elétricos e seus componentes

<b>Tipo</b>	<b>Evento</b>
Congresso	Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes - ANPET
Congresso	ALTEC - Congresso Latino Ibero-americano de Gestão Tecnológica
Conferência	Brazilian Power Electronics Conference - COBEP
Seminário	Ciclo de Seminários "Terças Tecnológicas - INT"
Congresso	CMNE CILAMCE
Congresso	COBEP Brazilian Power Electronics Conference.
Concurso	Concurso WEG de Conservação de Energia
Conferência	Conferência Latino Americana de Inovação, Tendências e Tecnologia em Mobilidade Elétrica.
Congresso	Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás
Congresso	Congresso Brasileiro de Energia
Congresso	CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA MECANICA
Congresso	Congresso Brasileiro de Planejamento Energético
Congresso	Congresso Brasileiro de Sistemas Fuzzy
Congresso	Congresso de Iniciação Científica da UFSCar (CIC)
Congresso	Congresso de Iniciação Científica da UNESP
Congresso	Congresso de Iniciação Científica do Inatel - Incitel
Congresso	Congresso de Iniciação Científica e Encontro de Iniciação Em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação
Congresso	Congresso de Inovação Tecnológica em Energia Elétrica CITENEL
Congresso	Congresso de Transportes - CONDET
Congresso	Congresso e Mostras Internacionais SAE Brasil de Tecnologia da Mobilidade
Congresso	Congresso Latino Americano de Veículo Elétrico, Componentes e Novas Tecnologias
Congresso	Congresso Latino-Ibero-americano de Gestão da Tecnologia
Congresso	Congresso Nacional das Engenharias de Mobilidade
Fórum	E-Mobility Fórum Ingolstadt Brasil
Encontro	ENBAT- Encontro Nacional dos Fabricantes de Baterias
Encontro	Encontro Anual de Iniciação Científica (EAIC)
Encontro	Encontro de Ciências e Tecnologia
Congresso	Encontro Nacional da ANPPAS
Encontro	Enditec - Encontro Nacional de Difusão Tecnológica
Congresso	ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia da Produção
Encontro	ENIC da UNITAU 2012
Encontro	EPASE - Encontro de P&D dos agentes do Setor Elétrico
Congresso	Feira da Mobilidade
Feira	Feira de Tecnologia e Mostra de Ciências Exatas e suas Interfaces
Oficina	First E-Mobility Fórum Ingolstadt Brasil
Congresso	Fórum de Ciência e Tecnologia da UNICAMP
Congresso	Fórum de Empreendedorismo da Unicamp
Jornadas Acadêmicas	Jornada Giulio Massarani de Iniciação Científica, Artística e Cultural
Seminário	Latin America Utility Week
Congresso	Latin-American Congress Electricity Generation and Transmission
Maratona	Maratona Universitária de Eficiência Energética
Mostra	Mostra Venâncio-Airense de Cultura e Inovação

Mostra	Mostra de Ciências e Tecnologias
Simpósio	Mostra de Destaques IC/IT do 22º SIICUSP
Congresso	Reunião Anual da SBPC. MagLev-Cobra
Congresso	SAE BRASIL International Congress and Exhibition
Congresso	SAEELT
Congresso	Salão Latino Americano de Veículos Elétricos
Jornadas Acadêmicas	Semana Acadêmica de Engenharia de Energias Renováveis e Ambiente
Simpósio	Semana Nacional de Ciência e Tecnologia
Seminário	Seminário - INOVA CEEE
Seminário	Seminário Brasileiro de Armazenamento e Qualidade de Energia
Seminário	Seminário Brasileiro sobre Tecnologias para Veículos Elétricos- Tec-ve
Seminário	Seminário Brasileiro Veículos Elétricos e Rede Elétrica
Seminário	Seminário de Eficiência Energética no Setor Elétrico - SEENEL.
Seminário	Seminário e Exposição de Veículos Elétricos
Seminário	Seminário Empresas de Energia Elétrica
Seminário	Seminário Internacional de Direitos Humanos e Democracia Os Direitos Humanos e a sua Proteção
Seminário	Seminário Latino Americano de Energia
Seminário	Seminário Paranaense de Engenharia Elétrica
Seminário	Seminário sobre Energia e Sustentabilidade - WICaC-SES
Seminário	Seminário sobre Veículo Elétrico Híbrido
Seminário	Seminário sobre veículos elétricos - SEMIKRON
Seminário	Seminário sobre veículos elétricos utilitários a bateria
Seminário	Seminário Veículos Elétricos e Rede Elétrica/RJ
Congresso	Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente
Simpósio	Simpósio Internacional de Engenharia Automotiva - SIMEA
Simpósio	Simpósio Internacional de Iniciação Científica da USP
Simpósio	Simpósio SAE Brasil de Veículos Elétricos e Híbridos
Congresso	The Battery Show
Congresso	UERJ sem Muros
Exposição	Veículo Elétrico e Energia Fotovoltaica
Workshop	Workshop Baterias para Veículos Elétricos
Oficina	Workshop Cepel-Siemens
Workshop	Workshop da Rede SIBRATEC de Veículos Elétricos
Simpósio	Workshop do Programa de Mobilidade Elétrica da CPFL
Workshop	Workshop Internacional Brasil Japão
Oficina	Workshop Bioenergia UNICAMP

---

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico CNPq, (2016)

## **Apêndice C. Instrumento utilizado para coleta de dados na pesquisa de intenção**

**INTENÇÃO VEICULO ELÉTRICO****Página 1**

Prezado respondente,

Você está respondendo uma pesquisa de 29 perguntas sobre a intenção de compra de um veículo elétrico feita pelo Programa de Pós-Graduação em Transportes PPGT da Universidade de Brasília. Agradecemos sua preciosa colaboração e informamos que seus dados são extremamente confidenciais. Fique a vontade para concluir ou desistir em qualquer tempo desta pesquisa. Estimamos que o questionário tem duração de aproximadamente 10 minutos.

Contato para mais informações sobre a pesquisa,

JUAN PABLO ESPAÑA GOMEZ  
Mestrando do PPGT-UnB

**Página 2**

1. **Você tem carro? \***

- sim
- não

**Página 3**

2. **Qual a faixa de valor de seu veículo atual \***

- Menos de R\$15.000,00
- Entre R\$15.000 e R\$30.000
- Entre R\$30.000 e R\$45.000
- Entre R\$45.000 e R\$60.000
- Mais de R\$60.000

3. **Seu veículo é Flex? \***

- sim
- não

**Página 4**

4. **Qual o tipo de combustível que seu veículo utiliza \***

- Gasolina
- Diesel

**Página 5**

5. **Qual a porcentagem de combustível que você utiliza para bastecer seu veículo no mês? \***

%

- Gasolina
- Etanol

Página 6

6. Quantos carros possui em casa? \*

- 1
- 2
- 3
- 4 ou mais

7. Habitualmente você usa seu carro para: \*

- Ir ao trabalho
- Ir à faculdade
- Outras atividades (lazer, atividade física, etc.)

8. No seu dia a dia, qual a velocidade média atingida por seu veículo? \*

- Entre 20 e 40 km/h
- Entre 40 e 60 km/h
- Entre 60 e 80 km/h
- Mais de 80 km/h

9. Onde você normalmente estaciona? \*

	Estacionamento Público	Estacionamento Privado
Em casa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Faculdade	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Trabalho	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

10. Quantos quilômetros em média você percorre por dia? \*

- Menos de 10 km por dia
- Entre 10 e 20 km por dia
- Entre 20 e 30 km por dia
- Entre 30 e 40 km por dia
- Mais de 40 km por dia

11. Em média quanto tempo você usa seu carro por dia? \*

(desconsidere os tempos que o veículo está estacionado)

- Menos de 1 hora
- Entre 1 e 2 horas
- Entre 2 e 3 horas
- Entre 3 e 4 horas
- Mais de 4 horas

12. Aproximadamente, qual é o valor da manutenção anual do seu veículo? \*

(Desconsidere impostos)

- Menos de R\$1.000,00
- Entre R\$1.000,00 e R\$2.000,00
- Entre R\$2.000,00 e R\$3.000,00
- Entre R\$3.000,00 e R\$4.000,00
- Mais de R\$4.000,00

13. Com que frequência você troca de veículo? \*

- Menos de dois anos
- Entre 2 e 4 anos
- Entre 4 e 6 anos
- Entre 6 e 8 anos
- Mais de 8 anos

14. **Daqui a quantos anos você pretende comprar um veículo novo? \***
- Menos e um ano
  - Entre 1 e 2 anos
  - Entre 2 e 3 anos
  - Mais de 3 anos
  - Não pretendo comprar um veículo novo
15. **Na compra de um veículo novo, qual seria o combustível de sua preferência? \***
- Gasolina
  - Diésel
  - Flex
  - Eléctrico
16. **Você considera que os combustíveis no Brasil têm um preço: \***
- Muito baixo
  - Baixo
  - Razoável
  - Alto
  - Muito alto

### Página 7

Em relação à tecnologia dos Veículos Elétricos, indique:

17. **Você tem algum tipo de conhecimento referente aos seguintes temas? \***
- |  | Sim                   | Não                   |
|--|-----------------------|-----------------------|
| Autonomia de um veículo elétrico             | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Velocidade média de um veículo elétrico      | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Tempo de recarga de um veículo elétrico      | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Preço aproximado de um veículo elétrico      | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Legislação sobre os veículos elétricos no DF | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Incentivos ao uso do veículo elétrico no DF  | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
18. **Você compraria um veículo elétrico? \***
- Sim
  - Não
  - Não sei
  - Talvez

### Página 8

19. **Qual seria a sua principal motivação para a aquisição de um veículo elétrico? \***
- Custo de manutenção
  - Diminuição da poluição (veículos menos poluentes)
  - Aproveitar os subsídios do governo
  - Uso de novas tecnologias
  - Status
20. **Para aquisição de um veículo elétrico, quanto você estaria disposto a pagar a mais comparado ao valor do seu veículo? \***
- 10% a mais
  - 20% a mais
  - 30% a mais
  - 40% a mais
  - Não estou disposto a pagar a mais por um veículo elétrico
  - Atualmente não tenho veículo

21. Em que valor deveria aumentar o combustível que você usa agora, para que pensasse em trocar seu carro atual por um veículo elétrico? \*

- Menos do 10%
- Entre 10 e 30%
- Entre 30 e 50%
- Mais que 50%
- Atualmente não tenho veículo

22. Qual a autonomia mínima que deveria ter um veículo elétrico com a bateria completamente carregada para que você considere ele como opção de compra? \*

- Entre 20 e 40 km
- Entre 40 e 80 km
- Entre 80 e 120 km
- Mais de 120 km

23. Qual o tempo máximo de recarga que você aceitaria para um veículo elétrico? \*

- Menos de 2 horas
- Entre 2 e 4 horas
- Entre 4 e 6 horas
- Entre 6 e 8 horas
- Mais de 8 horas

24. Qual considera o local mais indicado para realizar as recargas dos veículos elétricos? \*

- Em casa
- No trabalho
- Pontos de abastecimento públicos

25. Abaixo são apresentados alguns aspectos avaliados no momento da compra de um veículo. Se você considera um veículo elétrico como uma opção de compra, qual seria a importância de cada um desses aspectos no momento da escolha? \*

	Sem importância	Pouco importante	Importante	Muito importante	Extremamente importante
Preço	<input type="radio"/>				
Tempo de recarga	<input type="radio"/>				
Custo da recarga	<input type="radio"/>				
Autonomia	<input type="radio"/>				
Custos de manutenção	<input type="radio"/>				
Incentivos por parte do governo	<input type="radio"/>				
Marca	<input type="radio"/>				
Velocidade máxima	<input type="radio"/>				
Localização dos postos de recarga	<input type="radio"/>				
Melhoria na qualidade ambiental	<input type="radio"/>				

26. Para você, quais as principais barreiras da inserção do veículo elétrico no Brasil? \*

Pode escolher mais de uma opção

- Preço
- Tecnologia das baterias
- Autonomia
- Falta de informação
- Falta de incentivos por parte do governo
- Tempo de recarga
- Proteção ao etanol
- Não sei

Página 9

27. **Gênero \***

- Masculino
- Feminino

28. **Qual a sua idade? \***

- 18-30 anos
- 31-40 anos
- 41-50 anos
- 51-70 anos
- Mais que 70 anos

29. **Qual a renda familiar mensal? \***

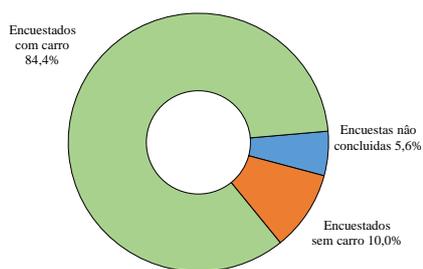
- Até 2 salários mínimos
- Entre 2 e 4 salários mínimos
- Entre 4 e 10 salários mínimos
- Entre 10 e 20 salários mínimos
- Acima de 20 salários mínimos

30. **Estado \***

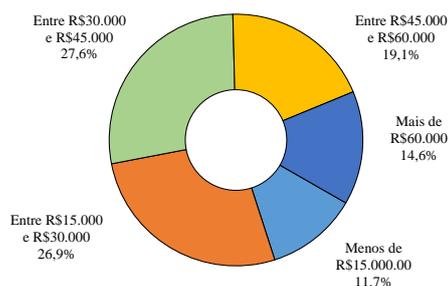
Por favor, escolha ...

**Figura C. 1.** Instrumento utilizado para coleta de dados na pesquisa de intenção.

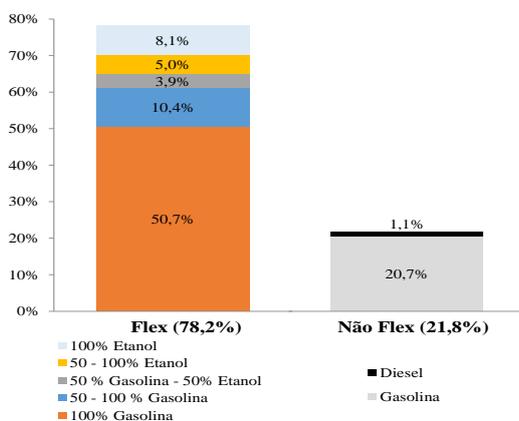
**Apêndice D. Resultados mais importantes derivados dessa pesquisa de intenção.**



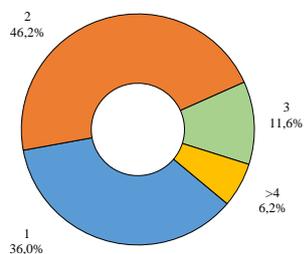
**Figura D. 1.** Você tem Carro?



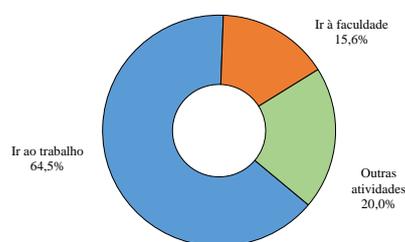
**Figura D. 2.** Qual a faixa de valor de seu veículo atual?



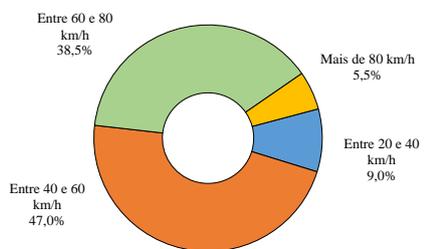
**Figura D. 3.** Tipo de combustível e porcentagem de uso no abastecimento



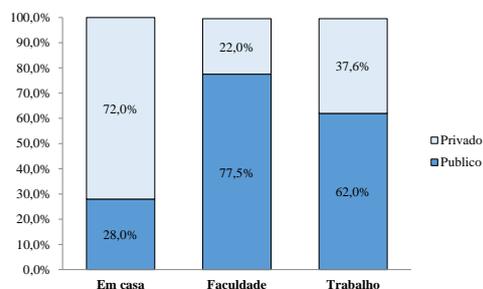
**Figura D. 4.** Quantos carros possui em casa?



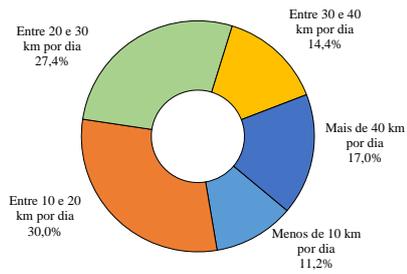
**Figura D. 5.** Habitualmente você usa seu carro para:



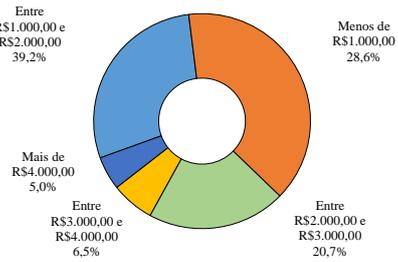
**Figura D. 6.** No seu dia a dia, qual a velocidade média atingida por seu veículo?



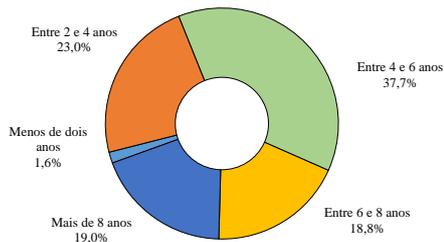
**Figura D. 7.** Onde normalmente estaciona?



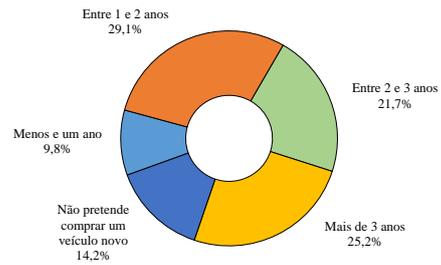
**Figura D. 8.** Quantos quilômetros em média você percorre por dia?



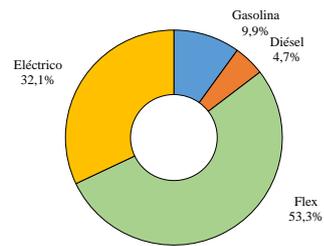
**Figura D. 9.** Aproximadamente, qual é o valor da manutenção anual de seu veículo (desconsidere impostos)?



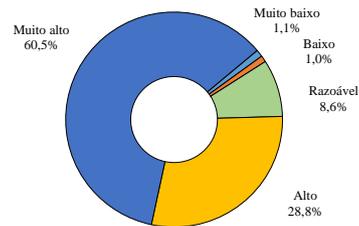
**Figura D. 10.** Com que frequência você troca de veículo?



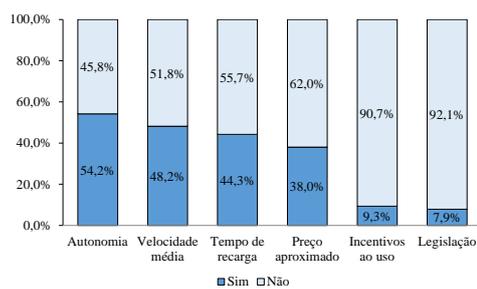
**Figura D. 11.** Daqui a quantos anos você pretende comprar um veículo novo?



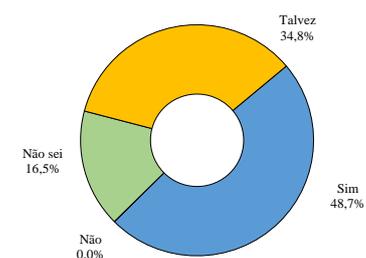
**Figura D. 12.** Na compra de um veículo novo, qual seria o combustível de sua preferência?



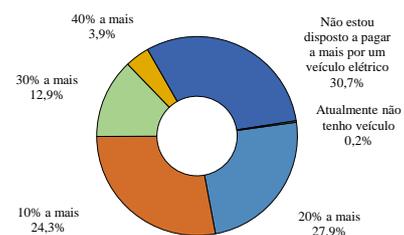
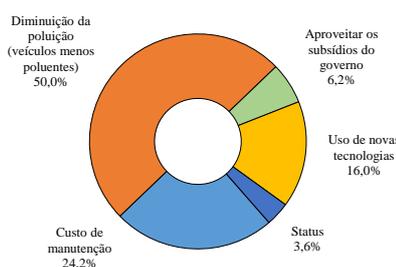
**Figura D. 13.** Você considera que os combustíveis no Brasil têm um preço:



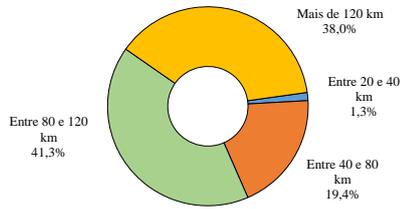
**Figura D. 14.** Tem algum conhecimento dos temas listados?



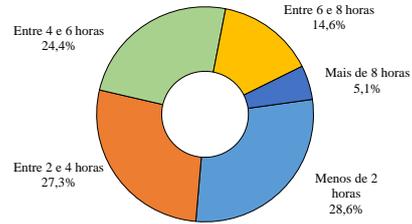
**Figura D. 15.** Você compraria um veículo elétrico?



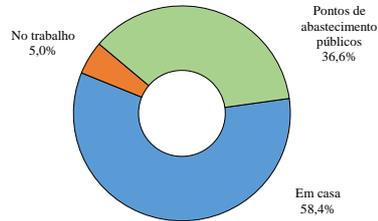
**Figura D. 16.** Qual seria a sua principal motivação para a aquisição de um veículo elétrico?



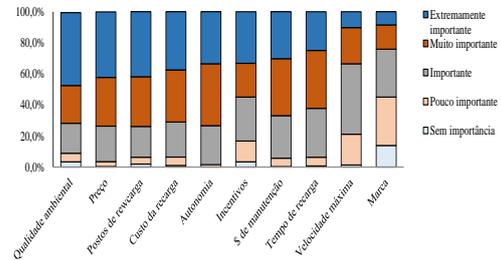
**Figura D. 17.** Para aquisição de um veículo elétrico, quanto você estaria disposto a pagar a mais, comparado ao valor do seu veículo?



**Figura D. 18.** Qual a autonomia mínima que deveria ter um veículo elétrico com a bateria completamente carregada para que você considere ele como opção de compra?

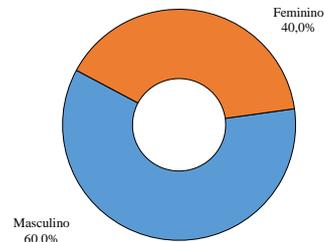
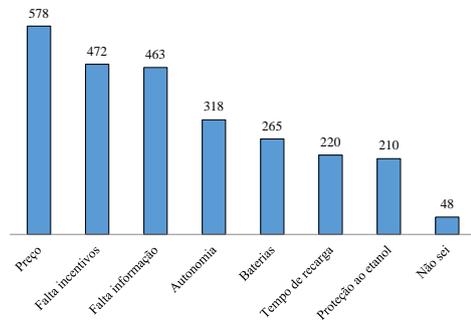


**Figura D. 19.** Qual o tempo máximo de recarga que você aceitaria para um veículo elétrico?



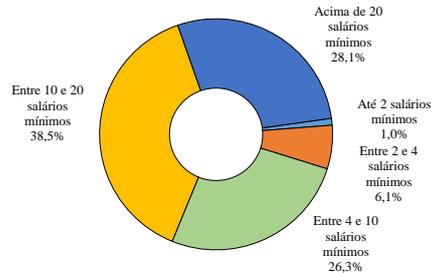
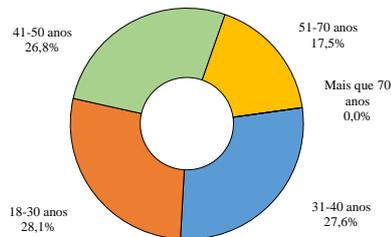
**Figura D. 20.** Qual considera o local mais indicado para realizar as recargas dos veículos elétricos?

**Figura D. 21.** Variáveis consideradas na compra de veículo elétrico?



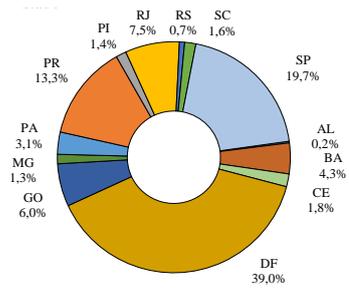
**Figura D. 22.** Quais as principais barreiras da inserção do veículo elétrico no Brasil

**Figura D. 23.** Gênero



**Figura D. 24.** Qual a sua idade?

**Figura D. 25.** Qual a renda familiar mensal?



**Figura D. 26. Estado**