



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ECONOMIA
BACHARELADO EM CIÊNCIAS ECONÔMICAS

JOÃO PEDRO SILVA GOMES

**INTRODUÇÃO E DIFUSÃO DA MOBILIDADE ELÉTRICA NOS ESTADOS
UNIDOS: ESTUDO DE CASO DO ESTADO DA CALIFÓRNIA**

RIO DE JANEIRO

2021

JOÃO PEDRO SILVA GOMES

**INTRODUÇÃO E DIFUSÃO DA MOBILIDADE ELÉTRICA NOS ESTADOS
UNIDOS: ESTUDO DE CASO DO ESTADO DA CALIFÓRNIA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Instituto de Economia da Universidade
Federal do Rio de Janeiro, como parte dos
requisitos para a obtenção do título de Bacharel
em Ciência Econômicas

Orientador: Professor. Dr. Nivalde José de
Castro

Co-orientador: Me. Rubens Rosental

RIO DE JANEIRO

2021

CIP - Catalogação na Publicação

SG633i Silva Gomes, João Pedro
INTRODUÇÃO E DIFUSÃO DA MOBILIDADE ELÉTRICA NOS
ESTADOS UNIDOS: ESTUDO DE CASO DO ESTADO DA
CALIFÓRNIA / João Pedro Silva Gomes. -- Rio de
Janeiro, 2021.
58 f.

Orientador: Nivalde De Castro.
Coorientador: Rubens Rosental.
Trabalho de conclusão de curso (graduação) -
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto
de Economia, Bacharel em Ciências Econômicas, 2021.

1. veículos elétricos. 2. mobilidade elétrica. 3.
inovações regulatórias. 4. governança norte-americana.
I. De Castro, Nivalde, orient. II. Rosental,
Rubens, coorient. III. Título.

JOÃO PEDRO SILVA GOMES

INTRODUÇÃO E DIFUSÃO DA MOBILIDADE ELÉTRICA NOS ESTADOS UNIDOS: ESTUDO
DE CASO DO ESTADO DA CALIFÓRNIA

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Instituto de Economia da Universidade Federal do
Rio de Janeiro, como requisito para a obtenção do
título de Bacharel em Ciências Econômicas.

Rio de Janeiro, 12/21/2021.

NIVALDE JOSÉ DE CASTRO - Presidente

Professor Dr. do Instituto de Economia da UFRJ

RUBENS ROSENAL

Mestre em Engenharia de Produção pela COPPE/UFRJ

ANDRÉ CÔRTEZ ALVES

Mestre em Políticas Públicas, Estratégia e Desenvolvimento da UFRJ

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer, em primeiro lugar, à minha família. Minha mãe, Vanessa, meus avós Gizeuda e Sebastião, e meu irmão Guilherme, sem o esforço, apoio e carinho de vocês, essa caminhada certamente teria sido muito mais difícil, talvez até impossível. Também agradeço ao meu tio, Flamarion, por todo o apoio me dado e por estar sempre ao meu lado me incentivando a dar o meu melhor.

É impossível incluir todas as pessoas que de alguma forma contribuíram em minha formação como indivíduo e como economista. Contudo, certos nomes que participaram de toda a minha experiência universitária merecem ser citados, por isso, agradeço aos meus amigos, Bruno Prado, Paulo César, Pedro Barbosa, Brunno Alves, Paulo Pimentel, Caio Favilla, José Junior, Matheus Balmas, Izadora Borges e Letícia Patiño. Sou muito grato por todos os momentos que passamos juntos.

Cabe, por fim, agradecer ao meu orientador, Nivalde José de Castro, uma verdadeira inspiração profissional para mim dentro do meio acadêmico. Agradeço bastante também ao meu co-orientador, Rubens Rosental, por todo o suporte, auxílio e paciência durante a construção desse trabalho. À pesquisadora do GESEL e minha colega de trabalho, Luíza Masseno, meus mais sinceros agradecimentos por ter feito parte da elaboração desse trabalho final, sem você também não seria possível chegar até aqui.

RESUMO

As crescentes alterações climáticas e as metas de redução de poluição definidas pelos países trouxeram a necessidade de desenvolver tecnologias que possam servir de alternativas menos poluentes. Um dos principais contribuidores para a emissão de gases poluentes é o setor dos transportes. Apesar de melhorias marcantes na tecnologia dos motores de combustão interna, a poluição do ar na maioria das áreas urbanas ainda é medida em níveis considerados prejudiciais para a saúde humana. Ao longo da década de 1990 e além, a Califórnia escolheu melhorar a qualidade do ar por meio da inovação tecnológica, adotando uma legislação que promoveu veículos limpos, com destaque para os veículos elétricos (VEs). Do ponto de vista prático, o presente estudo visou mapear e analisar as ações institucionais e público-privadas realizadas a partir dos anos 1970, nos EUA e especificamente na Califórnia. Os Estados Unidos sediam grandes empresas com participação na indústria dos VEs e registram os níveis mais altos de difusão de VEs e de infraestrutura de carregamento. A injeção de recursos e a formação de um arcabouço institucional consolidado permite uma base de dados sólida quanto a esse tipo de avaliação. A Califórnia fez progressos significativos para reduzir a exposição a poluentes atmosféricos prejudiciais. Esse progresso é fruto de novas regulamentações e programas baseados em dados científicos sólidos. Essas conquistas refletem um esforço coletivo e bipartidário ao longo do último meio século que envolve o legislativo, distritos locais, indústrias regulamentadas e o público.

Palavras chave: veículos elétricos; mobilidade elétrica; inovações regulatórias; governança norte-americana

ABSTRACT

The increasing concerns regarding climate change, together with the ever-stricter worldwide regulations on pollution, spurred the need for cleaner technologies across all industries. One of the main contributors to the emission of greenhouse gases is the transportation sector. In spite of striking improvements in internal combustion engine technology, air pollution in most urban areas is still measured at levels determined to be harmful to human health. Throughout the 1990s and beyond, California chose to improve air quality by means of technological innovation, adopting legislation that promoted clean vehicles, prominently among them, electric vehicles (EVs). From a practical point of view, this study aimed to map and analyze institutional and public-private actions carried out from the 1970s onwards, in the USA and specifically in California. The United States is home to large companies with a stake in the EV industry and has the highest levels of EV diffusion and charging infrastructure. The injection of resources and the formation of a consolidated institutional framework allows for a solid database regarding this type of assessment. California has made significant strides in reducing exposure to harmful air pollutants. This progress is the result of new regulations and programs based on solid scientific data. These achievements reflect a collective, bipartisan effort over the past half century that involves the legislature, local districts, regulated industries and the public.

Key words: electric vehicles; electric mobility; regulatory innovations; american governance

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Vendas trimestrais de veículos elétricos na Califórnia e nos Estados Unidos, 2011-2021.....	49
Figura 2 - Vendas anuais de veículos elétricos na Califórnia, 2011-2021.....	50
Figura 3 - Vendas trimestrais de veículos elétricos na Califórnia, 2019-2021.....	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Principais políticas voltadas para o consumo de VEs adotadas por Noruega, Japão e China.....	24
Tabela 2 - Principais Políticas Federais para a promoção de VEs nos Estados Unidos. .	34
Tabela 3 - Porcentagens de vendas anuais para ZEVs médios e pesados vendidos na Califórnia.....	36
Tabela 4 - Porcentagem mínima requisitada de automóveis de passageiros e caminhões leves produzidos por fabricante e entregues para venda na Califórnia, 2020-2025.....	40
Tabela 5 - Agenda de compra e operação para número mínimo de ônibus com emissão zero para agências de transporte público.....	41
Tabela 6 -Quantidade de descontos emitidos e aprovados por tipo de veículo na Califórnia, 2010-2021.	43
Tabela 7 - Dados sobre infraestrutura de recarga de VEs na Califórnia por tipo de pontos de carregamento, 2021.	52

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	MUDANÇAS CLIMÁTICAS E O CONCEITO DE TRANSIÇÃO ENERGÉTICA: DESDOBRAMENTOS NO ÂMBITO DA INOVAÇÃO	10
2.1	A necessidade de novas proposições	11
2.2	Principais propostas e Acordos Globais	11
2.3	A reprodução do conceito de “energia verde”	12
2.4	O conceito de Inovação	14
2.5	Os sistemas de inovação no mundo	15
2.6	A inovação no futuro da energia	16
3	A DIFUSÃO DE UM ECOSISTEMA DA MOBILIDADE ELÉTRICA PELO MUNDO	18
3.1	O Panorama Global para a Mobilidade Elétrica	19
3.2	Países bem-sucedidos possuem diferentes motivações	19
3.3	Instrumentos de políticas de promoção para a Mobilidade Elétrica	22
3.4	Exemplos de políticas utilizadas por países bem-sucedidos	23
3.5	Oportunidades e Desafios	25
4	ESTADOS UNIDOS E O ESTUDO DE CASO DA CALIFÓRNIA	27
4.1	Os EUA e a Mobilidade Elétrica	28
4.2	Principais atores no cenário norte-americano	29
4.3	Arcabouço Regulatório - O modelo de atuação governamental norte-americano	30
4.4	Políticas Públicas e Regulações de Incentivo – O Caso da Califórnia	35
4.5	Políticas de caráter climático/ambiental	35
4.6	Políticas Industriais	38
4.7	Políticas fiscais e de financiamento	42
4.8	Regulações preferenciais e de incentivo a VEs	47
5	A EVOLUÇÃO DA MOBILIDADE ELÉTRICA NA CALIFÓRNIA NO PERÍODO DE 2011-2020	48
5.1	A expansão da infraestrutura de carregamento	51
5.2	A relação entre o arcabouço regulatório e a evolução do ecossistema de mobilidade elétrica na Califórnia	53
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	53
	REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	55

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos tem-se verificado uma crescente preocupação por parte dos governos acerca dos problemas relacionados as mudanças climáticas. Esses problemas podem ser definidos como obstáculos que colocam em risco o desenvolvimento sustentável das gerações futuras e as reservas naturais de que o planeta ainda dispõe. O setor dos transportes tem um grande peso nas emissões de gases causadores do efeito estufa (GEE), principalmente os transportes rodoviários. Levando em consideração o crescimento do setor automobilístico para os próximos anos, a indústria automotiva tornou-se um pilar estratégico de uma mudança de rumo para a sociedade. Essa mudança de percepção da realidade por partes dos países, tem feito com que muitas medidas visando garantir um desenvolvimento sustentável para os próximos anos sejam adotadas.

O desenvolvimento de tecnologias alternativas para a mobilidade ganhou força nos últimos anos, com maior destaque para os veículos elétricos. Diversos países enxergam na Mobilidade Elétrica um caminho para reduzir suas emissões de GEE, e assim, obter êxito em alcançar as metas climáticas internacionalmente estabelecidas. Países como China, Alemanha, França e Noruega estão mais avançados com relação à difusão dos veículos elétricos, contudo, suas experiências dentro desse processo são diferentes em vários sentidos. Cada qual com suas motivações, estratégias e metas.

Dentro dessa realidade, os Estados Unidos tem se mostrado um dos *players* mais bem-sucedidos. Os esforços para acelerar a eletrificação do transporte rodoviário norte-americano estão se intensificando cada vez mais devido as preocupações conjuntas sobre: mudanças climáticas, poluição do ar, segurança energética e competitividade internacional entre montadoras. Visto isso, o presente estudo busca auxiliar no mapeamento e análise das ações institucionais e público-privadas realizadas a partir dos anos 1970, nos EUA e mais especificamente na Califórnia. Dessa forma, o trabalho pretende contribuir acerca de uma maior compreensão das características do arcabouço institucional e regulatório norte-americano para a eletromobilidade e suas políticas públicas de incentivo. A análise permitirá compreender o envolvimento de atores públicos e privados nesse processo, bem como suas relações interesferas, traçando um perfil de suas estratégias de desenvolvimento.

2 MUDANÇAS CLIMÁTICAS E O CONCEITO DE TRANSIÇÃO ENERGÉTICA: DESDOBRAMENTOS NO ÂMBITO DA INOVAÇÃO

As mudanças climáticas podem ser consideradas como parte de um processo contínuo de transformação do planeta, no entanto, a velocidade com a qual elas vem ocorrendo no período pós-revolução industrial é algo nunca antes visto. As transformações são de dimensões globais, e seus impactos derivam da conjuntura atual da humanidade. Nos séculos XIX e XX, o planeta terra experimentou a um ritmo exponencial o crescimento populacional do homo sapiens, tendo como referência o processo de industrialização e consolidação da vida no meio urbano. Muitos dos aspectos da modernidade estão atribuídos a esses dois “eventos”.

Essa dissociação entre o caminho natural das mudanças climáticas e os impactos dos seres humanos nesse processo estão explicitados na avaliação da trajetória recente dos valores obtidos das temperaturas médias da atmosfera e do oceano, dos níveis de dióxido de carbono (CO₂), de óxido nitroso (N₂O) e metano (CH₄). Além disso, adiciona-se a constatação do número de noites e dias mais quentes em detrimento de noites e dias mais frios, com continentes inteiros sofrendo com ondas de calor (GESEL, 2014).

Segundo dados obtidos no quinto relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), é possível afirmar com 95% de certeza, que as severas mudanças climáticas são derivadas das ações do homem (GESEL, 2014). Através da emissão de metano e gás carbônico, as atividades agrícolas e o uso de combustíveis fósseis são os principais fatores que contribuem para o efeito estufa. No entanto, a concentração de CO₂ está mais diretamente relacionada ao uso de combustíveis fósseis utilizados em larga escala pós-revolução industrial.

As emissões antropogênicas de GEE estão presentes de maneiras e volumes diferentes em diversos setores. Os maiores atores desse processo estão nos setores de produção de energia, industrial, de atividades agrícolas e transportes. Nesses setores, o nível de emissão de GEE é reflexo do nível de atividade econômica, do tamanho da população, do nível de desenvolvimento tecnológico e do tipo de combustível utilizado. Segundo dados do IPCC, dado o crescimento econômico projetado e supondo a não existência de grandes transformações tecnológicas e energéticas nos países em desenvolvimento, a tendência para a emissão de gases de efeito estufa seguirá crescente.

As consequências podem ser observadas no aumento das temperaturas, elevação do nível do mar, maior frequência de “eventos extremos” (tsunamis, terremotos, grandes períodos de secas) e mudanças nos padrões locais e sazonais das atividades de diversas espécies

(GESEL, 2014). O impacto no meio ambiente não é único, os efeitos na sociedade como um todo são cada vez mais comuns, vide a escassez de água em regiões subtropicais, deterioração da qualidade da água em diversos países, inundações em regiões costeiras e adversidades cada vez maiores em certas produções agrícolas. É importante destacar que existem sérias possibilidades de irreversibilidade de muitos destes impactos.

2.1 A necessidade de novas proposições

É cada vez mais evidente a necessidade de novas políticas e medidas que visem a redução das emissões de GEE. Atualmente, a visão atribuída ao combate as alterações climáticas passa pela alteração das lógicas de produção e consumo. Algumas das demandas da sociedade moderna perpassam pela busca por menor emissão de poluentes, baixos danos ao meio ambiente, maior conforto e interatividade, sempre acompanhando os avanços tecnológicos. A questão da sustentabilidade ambiental passou a ser alvo de acordos e metas entre os países e regiões ao redor do mundo todo.

2.2 Principais propostas e Acordos Globais

Em 1992, no Rio de Janeiro, foi realizada a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente, nascendo ali a UNFCCC (Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas), assinada por 166 países. A primeira implementação da UNFCCC foi o Protocolo de Kyoto, oficializado em 1998, pós-COP3 no Japão, sendo de fato, o primeiro compromisso multilateral para combater o aquecimento global. O Protocolo de Kyoto entrou em vigor apenas em 2005, porém, serviu de base para inúmeros outros acordos internacionais de enfrentamento às mudanças climáticas.

As principais cúpulas climáticas estabeleceram certos marcos no combate ao aquecimento global. Em 2009, na COP15, em Copenhague, se estabeleceu o Acordo de Copenhague, estabelencendo um financiamento de longo prazo mais robusto para o combate as mudanças climáticas. Já em 2012, na COP18, em Doha, entrou em pauta a segunda fase do Protocolo de Kyoto.

O Acordo de Paris, celebrado em 2015, na COP21 promete ser um dos mais impactantes para a história recente, pois contém muitos dos elementos necessários para uma estratégia mais sólida de luta contra as mudanças climáticas para o período pós-2020. O objetivo a longo prazo é limitar até o fim de 2100 o aumento da temperatura a 2°C em relação

aos níveis pré-industriais, atribuir intercâmbio das reduções de emissões de gases poluentes entre os países e o preço do CO₂, a manutenção da estratégia de financiamento, onde os países desenvolvidos lideram as contribuições (com meta de financiamento climático de 100 bilhões de dólares anuais), transferência de tecnologia para países em desenvolvimento e o monitoramento, relatórios e verificação quanto a implementação de acordos e metas (SOUZA, 2017). Outro ponto de grande importância abordado no Acordo de Paris, é originário da aprovação do Livro de Regras de Katowice, garantindo em termos mais homogêneos as diferentes informações e compromissos que visam estabelecer a governança para o cumprimento do acordo, focado no desenvolvimento de uma metodologia de diagnóstico global, orientada de modo a atender as especificidades de países que necessitem de apoio financeiro e técnico (SOUZA, 2017). Juntamente a metas e diagnósticos abordados nas conferências e acordos globais, surgem as ideias de economia sustentável e transição energética.

2.3 A reprodução do conceito de “energia verde”

O progresso da humanidade se deu junto com o crescente acesso as mais variadas formas de se obter energia, com o combustível fóssil dominante pela maior parte do planeta. Porém, as percepções mudam, surgem novas preocupações e perspectivas para o futuro. Os impactos ambientais derivados do uso de combustíveis fósseis na produção e no consumo trouxeram uma nova corrente de pensamento para o mundo globalizado, de expansão da chamada “energia verde”. O conceito de energia verde, abrange a ideia de uma “energia” gerada sem grandes impactos ao meio ambiente, afim de combater a poluição atmosférica e outros fenômenos climáticos que ameaçam a vida na Terra. Mais recentemente, as mudanças climáticas e o foco na redução das emissões de GEE assumiram um papel central nas políticas públicas (WORLD ECONOMIC FORUM, 2013)

Apesar de várias abordagens diferentes terem sido propostas para tornar as economias adequadas para o propósito no mundo de hoje, a transição energética é regida por certos objetivos, como, reconhecer a necessidade de uma ação sem precedentes diante de graves perigos socioeconômicos e ambientais. Os problemas ambientais implicam a necessidade de maior intervenção pública como remédio. Essa visão está de acordo com a perspectiva de que as abordagens orientadas para o mercado por si só não serão suficientes e que ferramentas políticas fortes são necessárias para atingir as metas de redução das emissões de gases de efeito estufa consideradas cientificamente necessárias (IRENA, 2020). Outro ponto muito

bem esclarecido no relatório da IRENA (International Renewable Energy Agency) (2020), é a importância de abordar outras questões sociais simultaneamente (como equidade, uso sustentável de recursos e saúde humana). É preciso que exista justiça para os trabalhadores e as comunidades afetadas pela necessária reestruturação econômica como uma prioridade essencial da transição energética - conforme expresso, por exemplo, no Acordo Verde Europeu - de modo que a meta de neutralidade de carbono até 2050 ande de mãos dadas com uma política socialmente inclusiva.

Os desafios de implementação das diretrizes e metas do Acordo de Paris derivam da dificuldade das discussões econômicas e de investimentos em incorporá-los ao crescimento econômico global. A mudança para a energia renovável requer um cenário de investimento adequado. Enquadrar as mudanças climáticas como “falhas de mercado” representa a visão neoliberal de empresas e governo para lidar com o problema. Apesar de políticas voltadas para o mercado serem efetivas, como os impostos sobre o carbono, elas não representam em si a transição para o verde. A inovação tecnológica nesse segmento não pode estar atrelada somente ao carbono ou políticas de investimento em direção a energia limpa, é preciso recompensar de alguma maneira os agentes envolvidos na transição energética, é preciso que haja estímulos. (MAZZUCATO, 2015).

O crescimento econômico direcionado para a sustentabilidade necessita de uma reformulação de todos os atores e setores (público, privado e sociedade civil). O planejamento para essa mudança deve reconhecer a complexidade inerente à reorientação do sistema econômico global e biofísico (LAMPERTI, 2019) Uma mudança sistêmica em direção a economia verde não se sustenta apenas com especificidades na cadeia de inovação, empresas do setor devem ser amparadas financeiramente desde a pesquisa básica até a aplicação em problemas do mundo real.

Um dos pilares do desenvolvimento sustentável é o papel do mercado. A partir de uma abordagem orientada, o mercado é modelado para compreender aspectos do meio ambiente, de política de inovação verde e remodelação de estratégia industrial. A missão é definir uma direção clara e de longo prazo para a mudança (MAZZUCATO, 2018a, b). A modelagem de mercado é responsável por guiar o financiamento (público e privado), as mudanças estruturais e a combinação de políticas necessárias.

Nem todas as tecnologias verdes são iguais. Esses diferentes tipos de tecnologias requerem diferentes tipos de financiamentos e investimentos. No entanto, historicamente, o papel central desse tipo de investimento é assumido em diferentes frentes, quase sempre pelo Estado. O capital é intensivo e o risco alto, porém, esses “Estados Empreendedores”

(LAMPERTI, 2019) são os verdadeiros líderes do processo de transição energética. É preciso estabelecer uma visão para onde inovar, ou seja, definir uma direção, para que em seguida, se assuma o papel de investidor em projetos de alto risco, não apenas no nível de pesquisa básica, mas em todo o cenário de inovação. A intenção do Estado é garantir competitividade e desenvolvimento pleno da tecnologia inovadora e também estimular a participação do setor privado. Mais do que atuar na redução do risco do investimento, o papel do Estado é garantir qualidade ao financiamento. Atores públicos possuem um papel essencial para uma transição de economia verde.

Apesar da importante atuação do Estado no financiamento direto na inovação e no desenvolvimento sustentável, esse tipo de política deve ser adotada de forma a complementar medidas fiscais e tarifárias facilitadoras e a criação de um mercado robusto para o produto em questão (DELEIDI, MAZZUCATO e SEMIENIUK, 2019). Dado o tamanho de tais investimentos e seu papel central na difusão de tecnologias mais sustentáveis (MAZZUCATO e SEMIENIUK 2017), a liderança dos governos é fundamental.

2.4 O conceito de Inovação

Não se pode tratar de desenvolvimento sustentável e transição energética sem antes explorar os aspectos relacionados ao conceito de inovação. A inovação é constituída quase sempre por uma grande ruptura com o que já existia, porém, pode também ser caracterizada como uma melhoria ao que já estava sendo implementado.

Explorando o conceito Schumpeteriano, inovação envolve fatores que contribuem para a alteração no estado de equilíbrio da economia, não necessariamente no sentido radical, porém, toda introdução de uma inovação é atribuída ao sistema econômico como um “ato empreendedor”. Existem certas condições que envolvem o processo inovador, dentre elas, a situação econômica, que necessita de estabilidade e confiabilidade para determinação de custos e planejamento. Outra condição está relacionada a existência de possibilidades distintas e vantajosas do ponto de vista econômico, na indústria como um todo ou em seus mais diversos segmentos. Tais possibilidades devem ser de acesso limitado, ao ponto de estarem associadas a qualificação profissional e outros fatores externos (SCHUMPETER, 1984).

A partir de Schumpeter (1982) o termo inovação é definido como um conjunto de novas funções produtivas. Existem cinco casos distintos nos quais se encaixam o conceito de inovação: na introdução de um novo bem no mercado; na introdução de um novo método de

produção; na abertura de um novo mercado; na abertura de uma nova fonte de insumos; e no estabelecimento de uma nova organização em qualquer ramo (DE CAMPOS, 2015).

Com o mercado cada vez mais competitivo, investir em inovação pode significar a sobrevivência. Ganhar espaço e proteger sua posição de mercado tem sido o foco das grandes empresas que focaram em desenvolvimento tecnológico. Programas de P&D recebem cada vez mais atenção de gigantes do mercado, de diferentes segmentos do setor produtivo. Com o meio ambiente em foco no século XXI, cada vez mais as empresas e países se preocupam em desenvolver tecnologias que auxiliem na redução dos impactos nocivos ao planeta.

2.5 Os sistemas de inovação no mundo

A capacidade de adicionar novos elementos organizacionais e novas tecnologias, é segundo Bogliacino (2009), um fator fundamental no processo de industrialização, modernização e desenvolvimento econômico, valendo tanto para países desenvolvidos, quanto para aqueles em desenvolvimento. Porém, em grau de aplicabilidade, os desenvolvidos e em desenvolvimento se diferenciam, visto a heterogeneidade existente dentro de cada país.

O ambiente nos quais as empresas estão inseridas impactam o processo inovatório. Assim sendo, é possível afirmar que padrões socioculturais, orientação científica e o “clima” para inovação no país afetam diretamente o processo de desenvolvimento e o caminho trilhado para o mesmo (WORLD BANK, 2004).

É importante ressaltar que a busca pelos níveis tecnológicos e produtivos (*catch up*) internacionais não é um processo automático ou simples. Depender de fatores como investimento em capital tangível (máquinas, equipamentos etc.) e capital intangível (educação, treinamento, entre outros), expande a dificuldade de desenvolvimento em diferentes direções (PATEL E PAVITT, 1998).

Nos países mais desenvolvidos a presença de pesquisa e desenvolvimento (P&D) é mais forte, além de possuírem uma infraestrutura de ciência e tecnologia mais robusta (DE CAMPOS, 2015) Os países em desenvolvimento apresentam uma configuração completamente diferente, pois de acordo com os padrões do banco mundial, possuem empecilhos em áreas fundamentais para a garantia de inovação: níveis de educação mais baixos; ambiente de mercado conturbado e principalmente a falta de infraestrutura adequada (WORLD BANK, 2004).

No entanto, existe consenso entre estudiosos de todo o mundo, que a relação entre o processo de desenvolvimento e a mudança tecnológica deve caminhar com o crescimento da

produtividade. Promover mudança tecnológica e acúmulo de tecnologia sem sustentar produtividade não garante resultados construtivos para o desenvolvimento.

Visto que o processo de inovação engloba o sistema educacional, financeiro, institucional, entre outros, em seus diversos níveis, pode-se dizer que inovação é dependente do pleno funcionamento desses sistemas integrados. Diante dessas características, os sistemas de inovação podem ser definidos como uma arma a ser utilizada pelos países desenvolvidos e em desenvolvimento, de forma a se tornar uma alternativa viável ao processo de crescimento econômico desses países. O caminho a ser trilhado se dá através de incentivos e políticas públicas.

2.6 A inovação no futuro da energia

Os sistemas de inovação, em todos os seus níveis, formam uma linha de pesquisa relativamente nova. Um dos casos notáveis se dá no setor de energia. A transição para uma economia verde tem como um de seus pilares a energia limpa. O setor de energia começou a mudar de forma promissora no século XXI, com a adoção generalizada de renováveis e outras tecnologias semelhantes em outros setores de destaque, caminhando para um futuro sustentável. A IRENA (2020) destaca cinco pilares tecnológicos de base para o futuro da energia: eletrificação, maior flexibilidade dos sistemas de energia, utilização de fontes renováveis, “hidrogênio verde” e estímulo a inovação em setores mais desafiadores.

O primeiro pilar envolve a entrada global na era da eletrificação e possíveis cenários até 2050. A IRENA (2020) destaca que instrumentos utilizados para a geração de energia renovável estão cada vez mais estabelecendo recordes de custos baixos e nova capacidade produtiva. Apesar da redução dos subsídios para o setor em todo o mundo, o cenário de energia segue em transformação, com uma previsão para a eletricidade assumir o papel de gerador central de energia global, saindo de 20% do consumo final em 2019, para 50% em 2050 (IRENA, 2020). Essa eletrificação para usos finais levará ao aumento da demanda de energia para ser atendida com energias renováveis. Destaque para o setor de transporte, o número de veículos elétricos tem projeção de aumento de 2019 a 2050 em um total de 1250% (de 8 milhões para 100 milhões) (IRENA, 2020). As mudanças nas tecnologias de eletrificação altamente eficientes também trazem aumentos na eficiência energética.

O segundo pilar trata da flexibilidade nos sistemas de energia, visto como um dos pontos chave para a integração de grandes parcelas de eletricidade renovável variável, a uma base do do futuro sistema elétrico. Um sistema de energia compatível com o clima é

descentralizado, digitalizado e eletrificado. Com base nas inovações atuais e contínuas em tecnologias capacitadoras, modelos de negócios e projeto de mercado, os sistemas de energia tendem a atingir o máximo de flexibilidade com o tempo, porém, de acordo com dados da IRENA (2020), o investimento em eletrificação de uso final, redes de energia e flexibilidade precisará aumentar de 13 trilhões de dólares no Cenário de Energia Planejada para 26 trilhões no Cenário de Energia em Transformação ao longo do período até 2050 (IRENA, 2020).

O terceiro pilar abrange todo o sistema de geração de energia. Para este setor, existem muitas oportunidades de negócios ligados a expansão do setor de renováveis. A energia hidrelétrica, a bioenergia, a energia solar térmica e a energia geotérmica renovável têm um potencial de aumento de escala. Duas tecnologias que podem desempenhar papéis particularmente importantes são a energia hidrelétrica e a bioenergia. O aumento da capacidade hidrelétrica não envolve especificamente apenas a construção de novas barragens: também existem opções para atualizar turbinas e sistemas em usinas existentes, utilizar projetos de fio d'água e eletrificar barragens sem energia. Ainda assim, para novas usinas hidrelétricas, os planejadores precisam considerar os impactos ambientais locais e se envolver em discussões com as comunidades nas áreas impactadas (IRENA, 2020).

O quarto pilar citado pela IRENA, refere-se ao hidrogênio “verde”. O hidrogênio pode oferecer uma solução para tipos de demanda de energia que são difíceis de eletrificar diretamente. A ideia principal na difusão do hidrogênio “verde”, é reduzir os impactos da geração atual, baseada em combustíveis fósseis ou eletricidade gerada por combustíveis fósseis. O hidrogênio verde é produzido por eletricidade renovável por meio da eletrólise. O ponto em questão é tornar o hidrogênio verde competitivo com o hidrogênio “azul” (produzido a partir de combustíveis fósseis). O hidrogênio pode ser processado posteriormente em hidrocarbonetos ou amônia, o que pode ajudar a reduzir as emissões no transporte marítimo e na aviação. A indústria de gás natural também está considerando o hidrogênio como uma solução promissora para tornar o sistema de gás mais verde e estender a vida útil da infraestrutura existente. A primeira planta de produção de amônia a partir do hidrogênio verde deve ser inaugurada em 2020.

O quinto pilar, um dos mais essenciais no combate as mudanças climáticas e a promoção do desenvolvimento sustentável, segundo a IRENA é a inovação. Dois terços da energia elétrica demandada é fornecida por combustíveis fósseis, apenas um terço por renováveis. Tópicos consideráveis para a redução dessa diferença envolvem: o aumento do uso direto de energia renovável, investimento em eficiência energética e mudanças estruturais que pudessem reduzir a demanda por energia. O cenário mais desafiador nesses pontos,

envolvem os setores de aviação, transporte marítimo e indústria pesada. A Perspectiva de Descarbonização Mais Profunda (IRENA, 2020) não é um cenário em si, mas sim um aprimoramento de opções de tecnologias adicionais além do cenário que já existe. A indústria é o setor de consumo de energia dominante em muitos países, como a China, onde o setor consome cerca de metade da energia final. É importante ressaltar que a inovação também é necessária para encontrar soluções de emissão zero de CO₂, para emissões de processos industriais e para usos não energéticos nesses setores.

Um futuro seguro para o clima exige a ampliação e o redirecionamento do investimento em tecnologias de energia limpa. A partir dessa nova óptica global, é possível identificar um processo em curso no setor automobilístico, advindo de uma enorme pressão e busca por eficiência energética dos automóveis, aliado a uma maior conscientização acerca dos riscos climáticos derivados do aquecimento global. Os questionamentos quanto ao motor a combustão interna e sua forte dependência dos combustíveis fósseis são cada vez mais comuns. Novas alternativas para a mobilidade surgem com força no século XXI e pretendem concorrer com o modelo já consolidado. É dentro dessa dimensão que os veículos elétricos (VEs) entram como o pilar de sustentação da nova configuração.

3 A DIFUSÃO DE UM ECOSISTEMA DA MOBILIDADE ELÉTRICA PELO MUNDO

Os veículos movidos a combustão interna existem a mais de 100 anos, sua atratividade e sucesso se fizeram valer de 3 principais fatores: comodidade, rapidez e capacidade de efetuarem longas viagens sem necessidade de abastecimento constante (SILVA, 2012). Nesse mesmo período de tempo, surgiram também os primeiros veículos elétricos. Os primeiros VEs surgem no século XIX, nos Estados Unidos, Inglaterra e na França. No entanto, diante das limitações técnicas dos sistemas de armazenamento, juntamente com o progresso tecnológico significativo dos veículos movidos a combustão, o desenvolvimento dos VEs estagnou. Foi somente a partir de 1970, diante de crises energéticas e preocupações com o meio ambiente que o interesse nesse tipo de veículo ressurgiu, ainda que timidamente. Lentamente, países começaram a desenvolver programas de pesquisa e desenvolvimento de veículos elétricos, tornando esse mercado mais significativo, somente a partir dos anos 1990.

O desenvolvimento de tecnologias de transporte mais eficientes e menos poluentes, vem ocorrendo em todo o planeta. A substituição de veículos à combustão por VEs começou a ser considerada na Europa em 2005, por exemplo. Durante a COP 21, foi definido

o objetivo global de atingir a marca de 100 milhões de carros elétricos, com uma meta mais ousada, de 400 milhões para VEs de duas ou três rodas (UNFCCC, 2015).

O caminho que está sendo trilhado para o setor de transportes, é cada vez mais claro e inevitável. Com o passar do tempo, os VEs se tornam mais parte do presente que do futuro. Basta analisar as metas e estratégias traçadas pelas principais montadoras de veículos do planeta para os próximos anos.

2.3 O Panorama Global para a Mobilidade Elétrica

Em um contexto de múltiplas determinações e interesses divergentes, como é o caso da transição tecnológica para a sustentabilidade, ser eficiente depende diretamente da implementação coordenada de um amplo conjunto de instrumentos, ações políticas e regulação voltados à criação de um ambiente institucional favorável. Atualmente, o mercado de veículos elétricos é muito restrito, poucos países possuem uma base sólida para seu desenvolvimento e difusão. Países como, China, Japão, Alemanha, França, Portugal, Noruega e Estados Unidos, são alguns exemplos de experiência bem-sucedida. A mobilidade elétrica, apesar de ser um dos caminhos para a sustentabilidade, não é um dos mais acessíveis.

Explorando esse conceito de sustentabilidade e mais especificamente veículos elétricos, é importante compreender a configuração e o desenho da governança e dos instrumentos utilizados pelos chamados policy makers. A governança (RHODES, 1996), é a base de acordos consensuais e não consensuais, compreendendo todo o processo de preparação, tomada de decisão e implementação de medidas que permitam atingir objetivos na sociedade. Esse processo invariavelmente deve envolver outros atores além dos governos federal, estadual e municipal, como: organizações internacionais, universidades, institutos de pesquisa e o setor privado. É dentro dessa lógica que os países bem sucedidos na promoção da mobilidade elétrica atuam. É importante destacar que, apesar do conceito de economia verde e combate ao aquecimento global, alguns países também possuem interesses distintos na difusão de VEs.

3.2 Países bem-sucedidos possuem diferentes motivações

Um dos pioneiros em participação na indústria e mercado de veículos elétricos, é o Japão. Atualmente, apresenta cerca de 6 montadoras nacionais e mais de 16 modelos comercializados em todo o mundo, só superado pela China. Um indicativo da força produtiva e concorrencial do Japão globalmente é que em 2014, cerca de 59.926 unidades do modelo

Nissan Leaf foram comercializadas em todo o mundo, representando quase 52% das vendas de todas as empresas japonesas (IEA, 2017).

No país, as motivações para o desenvolvimento de veículos elétricos se alinham entre a necessidade de mitigar danos ao meio ambiente e o fortalecimento da indústria nacional. Em 1967, o governo promulga a Anti-Pollution Law, pautando-se na saúde humana e preservação do meio ambiente, o intuito era resolver os problemas fundamentais da poluição. Esta lei introduziu planos de controle da poluição, com a intenção de impor medidas abrangentes, focando no controle da poluição do ar, na diminuição dos ruídos e na melhora da qualidade da água. É nesse contexto institucional e de preocupação nacional que se inserem as iniciativas pró-VEs no Japão (CONSONI, F.L. et al., 2018).

Em 1973, com a crise do petróleo, mais um baque na vida dos japoneses, crise econômica e até mesmo congelamento de preço de artigos de primeira necessidade. A constante de acontecimentos e a ideia de que veículos elétricos vistos como uma forma de desenvolvimento constante da indústria automobilística nacional, colocaram o Japão no caminho da criação de medidas regulatórias e todo mais um conjunto de instrumentos de incentivo e suporte ao segmento da eletromobilidade.

A China é um caso atípico dentre todos, embora nos anos 1990 houvessem políticas (tímidas) voltadas a promoção de veículos elétricos, foi somente a partir de 2000 que as instituições e as políticas foram estruturadas de maneira mais sistemática para atuar na promoção aos VEs, de forma consistente e com iniciativas que contemplam todas as dimensões: produção, consumo, desenvolvimento tecnológico e infraestrutura.

O desenvolvimento no país foi tão acelerado, que apresenta números impressionantes. Em 2009, o estoque de VEs na China era de 480 unidades, já em 2016, passou para 648.770 (IEA, 2017). O crescimento do mercado também tem sido acompanhado pelo aumento no número de postos de carregamento. Em 2010, a China tinha 123 pontos de recarga rápida acessível ao público; em 2016, este número se ampliou para 88.476 (IEA, 2017). São cerca de 14 fabricantes nacionais (empresas estatais e privadas) e mais de 22 modelos de VEs disponíveis no mercado. O crescimento expressivo no segmento de VEs na China é o resultado de um conjunto de políticas, medidas regulatórias e incentivos que foram liderados praticamente de maneira exclusiva pelo Estado (CONSONI, F.L. et al., 2018).

Na China, há cerca de 4 principais motivações para a promoção de VEs (CONSONI, F.L. et al., 2018). É possível afirmar que duas destas motivações estão relacionadas entre si. A primeira: problemas ambientais. De acordo com a China Automotive Energy Research Center, as emissões de veículos com motor a combustão interna são a maior fonte de poluição

do ar nas grandes cidades no país, com aproximadamente 80% do total das emissões (CHINA AUTOMOTIVE ENERGY RESEARCH CENTER, 2013). Arelado a esse problema, o segundo motivo refere-se a saúde pública. Segundo dados do State Global Air (2017), em 2015 houve 4.2 milhões de mortes associadas à exposição ao material particulado, das quais mais de 1 milhão foram na China, especificamente relacionadas a doenças cardíacas, acidente vascular cerebral, doenças respiratórias e câncer do pulmão.

O terceiro motivo refere-se a segurança energética. Sendo um país que depende majoritariamente da importação de petróleo, os efeitos econômicos nesse mercado impactam demais a economia chinesa. A saída encontrada pelo governo do país passa pela eletrificação de veículos e uma mudança robusta na matriz energética, caminhando para fontes mais renováveis. O quarto motivo, também apresentado nas motivações do caso japonês está relacionado a questão inovação/produção. O setor automobilístico chinês é um elemento importante da estratégia de desenvolvimento do país.

Uma terceira experiência que pode ser considerada bem sucedida na difusão da mobilidade elétrica é a da Noruega. O país se destaca por ter a participação mais robusta em todo o mundo no mercado de VEs. Em 2016, o país obteve cerca de 29% de market share, que até 9 anos antes não passava de 0,01% (IEA, 2017). Em meados dos anos 1990 as orientações políticas norueguesas convergiram para a definição de um forte aparato de incentivos monetários, fiscais e não fiscais, para a promoção do consumo dos VEs, medidas estas que interferiram diretamente na decisão individual da compra do veículo (CONSONI, F.L. et al., 2018).

As motivações mais consistentes são ao menos duas: promover uma indústria nacional focada em veículos elétricos e intensificar as políticas ambientais de descarbonização. Em 1990, o país aboliu temporariamente a taxa de importação de veículos elétricos, porém, o mercado nacional nesse período ainda era muito incerto e com elevados custos de aquisição para qualquer modelo. Após pressões por melhora das condições de negócios por parte das montadoras, toda uma estrutura de incentivos foi montada posteriormente. Por mais que os planos voltados a consolidar uma indústria norueguesa de VEs não tenham sido exitosos, as medidas para incentivo ao consumo, que acompanharam a instalação da indústria local, não foram interrompidas. Ao contrário, foram largamente intensificadas. Dentro desse contexto surge a segunda motivação. A Noruega conta com uma alta densidade de veículos por habitante, visto que a maior parte da população do país reside em áreas urbanas, dentro dessa realidade, grande parte das emissões de GEE são derivadas do setor de transporte e se

concentram nas cidades. Assim como na China, esse é um aspecto relacionado diretamente a saúde pública.

3.3 Instrumentos de políticas de promoção para a Mobilidade Elétrica

O caminho para o sucesso na promoção da mobilidade elétrica, envolve instrumentos de política pública e parcerias entre a iniciativa privada e o Estado. Considerando que existe um mix de instrumentos a serem utilizados, Oliveira et al. (2017), define 4 categorias para ações explícitas e institucionalizadas na difusão da ME: produção, desenvolvimento tecnológico (P&D), infraestrutura e consumo.

A primeira categoria englobe a lógica de investimento na produção, envolvendo principalmente incentivos às indústrias nacionais. Esses incentivos acontecem na forma monetária ou na melhoria das condições de instalação e desenvolvimento das indústrias. Os incentivos em produção devem ser prioritariamente focados na criação de capacidade produtiva local e de uma visão de futuro para o segmento de veículos elétricos. Alguns exemplos que envolvem essa categoria são: subsídios, incentivos fiscais e até mesmo benefícios financeiros atrelados a instalações de fábricas em regiões específicas do país.

A segunda categoria abordada, o desenvolvimento tecnológico, envolve instrumentos que promovam diretamente o conhecimento técnico (focado no aprimoramento) em tecnologias que compõem os veículos elétricos. Envolvendo a criação de programas de P&D, grande parte dos incentivos ocorre na forma monetária, através de financiamento público, privado ou público-privado.

A terceira categoria, dos investimentos em infraestrutura é um pouco mais complexa. Engloba dois principais objetivos: incorporar os veículos elétricos aos sistemas de distribuição de energia e ampliar a capacidade de recarga, com a criação de mais postos de carregamento. A ampliação da infraestrutura de recarga envolve incentivos monetários e não monetários. É comum a expedição de mandatos regulatórios que obriguem empresas de fornecimento de energia a instalar postos de recarga, porém, o mais comum são instrumentos monetários que estimulem a instalação e administração de postos de carregamentos. A complexidade da integração dos veículos elétricos aos sistemas de distribuição de energia ainda é um ponto de muita discussão, pois engloba problemas comuns de atendimento em horários de pico, por exemplo.

A quarta e última categoria, destaca os instrumentos utilizados para a promoção do consumo de veículos elétricos. A aquisição de VEs pelo consumidor final, instituições,

empresas e órgãos governamentais são o foco destes incentivos, que podem ocorrer na forma monetária (financiamento direto) ou na criação de condições que estimulem o consumo de VEs. Assim como nas outras categorias, existem subsídios e incentivos fiscais, no entanto, tornar o produto (veículos elétricos) atrativo através de outras medidas também é efetivo. Um exemplo, é a criação de faixas restritas para VEs, que poupam o tempo do motorista nos grandes congestionamentos que envolvem a rotina nas grandes metrópoles.

3.4 Exemplos de políticas utilizadas por países bem-sucedidos

Entender as motivações dos principais países empreendedores no mercado de VEs é importante. No entanto, compreender como se deu esse processo é fundamental para a o porquê do sucesso. A partir dos instrumentos de política pública citados e as possibilidades de parcerias entre entes públicos e privados, governos moldam seus sistemas para o desenvolvimento da mobilidade elétrica.

No Japão destacam-se dentro dessas categorias cerca de 7 atores: fabricantes de veículos, fornecedores de componentes para VEs, fornecedores de infraestruturas de recarga, fornecedores de serviços aos usuários (empresas de tecnologia), governo e ministérios, poder local (prefeituras) e por fim, as universidades e instituições de pesquisa. O país é destaque global em pesquisa e desenvolvimento (P&D) na área, com projetos de desenvolvimento tecnológico desde 1971, através do “government-industry R&D programee”, que estimula a criação de capacidade produtiva local em VEs. Uma das ações contempladas nesse plano foi o estabelecimento de metas de comercialização. São comuns iniciativas de ampliação do processo de aprendizado, como o “Excellente Advanced Batteries Development Project”, com duração de 2009 até 2015, envolvendo baterias de nova geração. Cerca de US\$ 33 milhões por ano foram investidos (CONSONI, F.L. et al., 2018).

Já na China, montadoras especializadas em VEs possuem destaque nacional e internacional na comercialização de veículos. Mas não é só na produção que o país é destaque. Desde 1991, já são mais de 15 projetos de P&D relacionados à veículos elétricos. Na parte de estímulos ao consumo, o país possui diferentes subsídios no momento da compra, regulamentação para quantidade mínima de veículos elétricos nas frotas de órgão estatais e projetos pilotos em cidades testes. Uma das principais políticas de estímulo ao consumo é o programa “Ten Cities, Thousand Vehicles Demonstration and Deployment Program de 2009”. Esse projeto envolve 25 cidades e a criação de uma linha de incentivos e subsídios a aquisição de veículos elétricos para transporte público (taxis e ônibus). Na China, todos os órgãos

compactuam com um mesmo objetivo: fortalecer a indústria de VEs no país e consolidá-lo como líder mundial.

A Noruega se destaca nos incentivos ao consumo. Sua frota de VEs, que, em 2007 girava ao redor de 1.000 unidades, registrou 133 mil em 2016 (IEA, 2017). Os incentivos acontecem tanto no âmbito federal, quanto estadual. Em 1991, o governo promulgou a isenção do imposto sobre a compra de VEs. Já em 1996, o valor de licenciamento anual do veículo sofre uma redução. Em 1997 e 1999, respectivamente ocorreram a isenção completa de taxas de pedágios e estacionamento em todo o país. Nos anos 2000, ocorreram 3 grandes mudanças, como: redução de 50% do imposto sobre a compra de VEs para frotas corporativas, isenção do pagamento de taxas específicas e habilitação para trânsito de VEs em faixas específicas de trânsito. O país enxerga que as metas de inserção de VEs já foram alcançadas.

Tabela 1 - Principais políticas voltadas para o consumo de VEs adotadas por Noruega, Japão e China.

Noruega	Japão	China
1990-1996: Isenção provisória do imposto sobre a compra de VEs	1976-1996: JEVA (suporte a projetos de locação de veículos)	2007: Working Plan of Energy-saving and Emission Reduction
1996: Isenção permanente de taxas de importação	1996: BPEV Purchasing Incentive Programme	2008: Beijing Olympic Games Demonstration Project
1996-2004: Isenção ou diminuição do valor anual da licença de veículos elétricos	1998: Clean-Energy Vehicles Introduction Programme (CEV)	2009: Ten Cities, Thousand Vehicles Program
1997: Isenção ou redução de taxas de pedágios	2000: Policy Study Group for Fuel Cell Vehicles	2009-2015: Notice Regarding Implementation of Experiment Work of Demonstration and Promotion of Energy-saving and New energy Vehicles
1999: Estacionamento gratuitos	2001-2004: Green Purchasing Law	2010: Subsidy Standards for Private Purchase of New Energy Vehicle
2000: Redução de imposto para veículos elétricos empresariais	2009-2010: Green Vehicle Purchasing Promotion Measures	2010: Deployment of Light-duty fuel economy cars
2001: Isenção do pagamento do VAT	2014: Clean Energy Vehicle Promotion Subsidy	2011: Vehicle and Vessel Tax Law
2003: Permissão para transitar em faixas destinadas exclusivamente para ônibus	2014: Tax Exemption	2011: The Management Rules for Government Fleet Model Catalogue
		2011: Adjusted subsidies to Fuel-Economy Vehicles

		<p>2012: Purchase Tax Waiver for City Buses</p> <p>2012: Expanding the demonstration of Hybrid Bus</p> <p>2014: Energy Conservation and New Energy Vehicle List</p> <p>2014: Plan of Government Procurement of NEV</p> <p>2014-2017: Bulletin Regarding Exemption of New Energy Vehicle from Vehicle Purchase Tax</p> <p>2014: Purchase Tax Waiver for Private Cars</p> <p>2015: Preferential Vehicle and Vessel Tax Policies for Energy saving and New Energy Vehicles and Vessels</p> <p>2015: Consumption Tax for Battery</p> <p>2015: Adjustment of Operation Subsidies for Buses</p> <p>2015: No Restriction of NEV License Plates</p> <p>2015: Examination Rules for Deployment of NEV Bus</p>
--	--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fonte: Elaborado a partir de CONSONI, F. L. et al. (2018).

O Quadro 1 apresenta as principais políticas voltadas somente ao consumo de VEs adotadas pelos 3 países citados como exemplos bem-sucedidos. É importante destacar que apesar das diferenças que constituem esses países, existem muitas similaridades entre as políticas expostas no Quadro, dentre elas na forma de subsídios e incentivos fiscais. Apesar de atualmente o mercado de veículos elétricos não ser tão expressivo, quando comparado ao de veículos movidos a combustão, essas similaridades entre os instrumentos utilizados demonstram que é cada vez mais claro o caminho para se obter sucesso na difusão da ME.

3.5 Oportunidades e Desafios

A mobilidade elétrica, apesar de grandes benefícios a população e ao planeta, é um ponto de interesse que afeta outras indústrias de grande impacto global. A indústria petrolífera,

as montadoras de veículos e os fabricantes de insumos para veículos movidos a combustão, são alguns dos segmentos mais afetados pelo processo de transição na mobilidade. Contudo, dentro deste movimento de mudança e nova cadeia industrial em formação, surgem oportunidades e desafios ainda não mapeados pelo setor automobilístico.

Visto que toda transição tecnológica carrega uma janela de oportunidades para o surgimento de novas empresas, novos métodos e novos modelos de negócios, no campo das oportunidades, pode-se citar alguns pontos relevantes na promoção de VEs. No campo da produção por exemplo: o fortalecimento da indústria automobilística nacional, a consolidação de empresas nacionais no mercado internacional, a produção de inversores, motores e todos os demais insumos da área de mobilidade elétrica.

Tratando de aspectos legislativos, a inovação regulatória proporcionada pela mobilidade elétrica pode afetar até mesmo outros setores ligados a sustentabilidade, tornando-os mais eficientes. Existem exemplos dentro da produção de baterias mais eficientes, das smart grids, da produção de energia através de fontes renováveis e geração distribuída. Afinal, a difusão de veículos elétricos implica no surgimento de tecnologias armazenamento de grandes quantidades de energia, impulsionando indiretamente as fontes aperiódicas (solar e eólica).

Atualmente, os desafios que compõe o processo de difusão de veículos elétricos são de ordem tecnológica, regulamentar, infraestrutural e econômicos. A inserção de VEs no transporte rodoviário representa uma importante alteração no modelo tecnológico vigente.

O desafio infraestrutural está muito relacionado ao número e distribuição de eletropostos. Muitos países não contam com uma infraestrutura de recarga acessível e robusta. Esse é um dos principais impedimentos ao desenvolvimento da eletromobilidade, portanto, é imprescindível desenvolver uma infraestrutura pública de recarga.

Já explorando os desafios tecnológicos e até mesmo do próprio mercado de trabalho ligado ao futuro da indústria automobilística, é importante avançar nos estudos sobre autonomia das baterias e na formação e qualificação de mão de obra específica. As baterias são o componente mais custoso de um veículo elétrico, e um dos principais motivos desse tipo de veículo (apesar de possuir menos componentes internos) ainda ser tão caro em comparação à um veículo movido a combustão. Impulsionar um mercado de veículos elétricos também conta com uma melhora na capacitação técnica para a nova indústria e toda a rede de serviços gerada por ela.

Tratando dos desafios econômicos e de regulação, alguns pontos são indispensáveis, como: coordenação intergovernamental (dada a multiplicidade de atores), legislação que viabilize investimentos no setor (tarifas diferenciadas, por exemplo), sinergia entre as esferas

governamentais (Federal, Estadual e Municipal/Distrital), investimento em gerenciamento de risco e novos modelos de negócios (atrair novas tecnologias, programas de P&D, parcerias público privadas) (PASCOAL, 2018).

Os VEs trazem consigo, o conceito de cidades eficientes e inteligente, com foco em um transporte público e privado sustentável e de qualidade. Para obter vantagem e sucesso nesse processo de transição energética na mobilidade, os países precisam demonstrar atitude diante das oportunidades que surgem no horizonte.

Dentro dessa nova realidade, os Estados Unidos se apresentam como um dos pioneiros e protagonistas no segmento de VEs. A formulação de políticas públicas e de instrumentos para a difusão da ME existem no país desde 1970, porém, começaram a ganhar mais força a partir dos anos 1990. A dimensão da importância dos Estados Unidos para a difusão da mobilidade elétrica em todo o mundo pode ser medida, em parte, pelo fato das grandes empresas com participação na indústria de veículos elétricos e estruturas de carregamento serem norte-americanas. Os Estados Unidos construíram um portfólio de instrumentos com políticas de incentivo aos VEs em todas as dimensões: produção, desenvolvimento tecnológico, consumo e infraestrutura, transcendendo as dimensões tanto no âmbito federal quanto no estadual.

4 ESTADOS UNIDOS E O ESTUDO DE CASO DA CALIFÓRNIA

Assim como outros países bem-sucedidos na promoção da mobilidade elétrica, os Estados Unidos também possuem diferentes motivações para chegar ao patamar em que se encontra atualmente no setor. Reduzir a dependência de combustíveis fósseis sempre foi um dos principais pontos de partida, o país é reconhecido globalmente por apostar na segurança energética como forma de desenvolvimento. Essa afirmativa se mostra verdadeira, visto o enorme esforço (principalmente através de leis federais) para garantir o avanço de tecnologias renováveis, não estando somente relacionadas a VEs.

Além do pilar de sustentação da mobilidade elétrica norte-americana (segurança energética), outros motivos impulsionaram o desenvolvimento do setor no país. A possibilidade de consolidar uma indústria local, tanto na produção, quanto na inovação. Esse é um cenário que engloba a implementação de projetos de P&D e incentivos que façam com que seja atrativo instalar indústrias deste tipo no país (CONSONI, F.L. et al., 2018). A saúde pública também é uma das justificativas para a difusão de VEs, visto que, cada vez mais cresce preocupação com a emissão de poluentes e sua relação com a saúde humana. Por fim, cabe

considerar também a importância da pauta ambiental, destacando a redução das emissões de CO₂ dos veículos como parte das regulamentações da EPA (Environmental Protection Agency).

4.1 Os EUA e a Mobilidade Elétrica

Os Estados Unidos se estabeleceram como o terceiro maior mercado de veículos elétricos do mundo. Segundo dados da Argonne National Lab, em 2019, foram comercializados mais de 320 mil novos VEs no país. Esse número explicita claramente o crescimento da participação de VEs no mercado e do surgimento dos mais variados modelos para o segmento de elétricos no país. Na medida que o número de VEs cresce nas estradas, cresce também a necessidade de mais estações de recarga. Atualmente, existem mais de 43 mil estações de carregamento públicas nos Estados Unidos.

Em julho de 2021, pelo menos 47 Estados e o Distrito de Columbia ofereceram incentivos para apoiar a implantação de VEs ou veículos de combustível alternativo e infraestrutura de apoio, seja por meio de legislação estadual ou por incentivos de serviços públicos-privados dentro do estado. Os incentivos legislativos incluem medidas que fornecem isenções de taxa de veículos de alta ocupação, incentivos financeiros para a compra de veículos elétricos ou equipamentos de fornecimento de veículos elétricos, inspeções de veículos ou isenções de teste de emissões, incentivos de estacionamento e reduções de tarifas de serviços públicos. As concessionárias também oferecem incentivos, descontos e concessões para eletrificação de transporte. Um dos incentivos mais comuns são as reduções de preço para carregar VEs fora do horário de pico. Por exemplo, várias concessionárias de energia elétrica oferecem preços mais baixos fora do pico por kW/h.

Vários estados implementaram incentivos financeiros, incluindo créditos fiscais, abatimentos e reduções de taxas de registro destinadas a promover a adoção de VE. Incentivos adicionais incluem créditos fiscais de infraestrutura de carregamento elétrico, bolsas de projeto de pesquisa, empréstimos de tecnologia de combustível alternativo e iniciativas de exemplo como veículos de emissão zero (ZEV) requisitos para frotas governamentais.

Outros acordos multiestaduais oferecem suporte para a implantação de veículos elétricos. Com base em um plano de ação da ZEV de 2014, comprometendo-se com 3,3 milhões de ZEVs nas estradas até 2025, nove estados desenvolveram um plano de ação da ZEV para 2018-2021 com foco no aumento da conscientização e incentivos do consumidor, construção de infraestrutura e treinamento de concessionárias de veículos, entre outras

iniciativas. Quinze estados também assinaram recentemente um acordo multiestadual com foco no aumento de ZEVs no setor de serviços médios e pesados. O acordo inclui os estados da Califórnia, Colorado, Connecticut, Havaí, Maine, Maryland, Massachusetts, Nova Jersey, Nova York, Carolina do Norte, Oregon, Pensilvânia, Rhode Island, Vermont e Washington. O acordo compromete as jurisdições participantes a atingir as metas de vendas da ZEV para novos veículos médios e pesados de 30% até 2030 e 100% até 2050.

O governo federal também apoia o desenvolvimento de VEs através de incentivos. Por exemplo, há um crédito de imposto federal de U\$ 7.500 para a compra de um novo VE que se aplica além dos incentivos estaduais disponíveis. No entanto, o crédito expira assim que 200.000 veículos qualificados forem vendidos por cada fabricante automotivo. A Tesla e a General Motors atingiram cada uma o limite de 200.000 e seus veículos não são mais elegíveis para o incentivo. Outros incentivos incluem subsídios federais para converter veículos mais antigos em novas tecnologias, subsídios para pesquisa e empréstimos para tecnologias de combustíveis alternativos.

4.2 Principais atores no cenário norte-americano

Identificar e entender o papel dos principais atores no processo de difusão de VEs é de suma importância para a compreensão do que ocorre dentro das diferentes frentes de atuação e nos diferentes setores. Dentro dessa lógica, destaca-se o papel desempenhado pelo Departamento de Energia norte-americano (Department of Energy, DOE), na promoção da ME. Sua atuação pode ser observada em diferentes categorias (produção, desenvolvimento tecnológico e infraestrutural) dentro do que regem as políticas públicas. O DOE é o principal financiador de projetos de P&D e o principal gestor dos programas ligados a VEs no que tange a criação e ampliação da produção. Sua atuação ocorre desde o começo da promoção do desenvolvimento dos VEs, afinal, em 1975 a promoção dessas tecnologias foi transferida ao Energy Research & Development Administration (ERDA), predecessor do DOE (DOE, 2014a).

Mais um importante ator dentro do cenário dos VEs é o U.S. Drive. Conhecido como um fórum para intercâmbio de informações técnicas entre parceiros, o U.S. Drive conta com uma publicação periódica de relatórios técnicos com as principais descobertas e avanços tecnológicos relacionados ao setor. O fórum é formado por representantes do governo federal, da indústria automobilística, empresas prestadoras de serviços e da indústria de combustíveis (CONSONI, F.L. et al., 2018).

Outro importante departamento federal importante na promoção de VEs é o Departamento de Transporte norte-americano (Department of Transport, DOT). O DOT atua de forma mais relevante nas dimensões de infraestrutura e consumo, sendo também, reconhecido por interagir com a Agência de Proteção Ambiental (EPA) na promoção de incentivos. Contudo, é importante esclarecer algumas particularidades do modelo de governança norte-americano, pois, a aplicação final dos programas de incentivo fica sob responsabilidade dos estados que optam pela adoção do instrumento, os quais, por sua parte, geralmente têm suas próprias agências ambientais que cumprem essa função. Nesse último sentido, observa-se que, segundo a configuração sociopolítica própria dos Estados Unidos, cada estado tem implementado incentivos aos VEs usando suas agências de promoção, as quais, dependendo do tipo de instrumento, interatuam com os órgãos do âmbito federal.

É uma característica comum do processo de difusão da mobilidade elétrica norte-americano a parceria entre o setor público-privado no estabelecimento de legislação de incentivo a VEs. Visto isso, cabe mencionar a participação na promoção de VEs por outros atores, como: empresas do setor elétricos e institutos de padronização. Nesse último caso, observa-se a participação da American National Standards Institute (ANSI) no Electric Vehicle Standards Panel, criado em 2011 para desenvolver um roadmap que facilitasse o desenvolvimento de padrões e programas de conformidade aplicáveis ao mercado americano dos VEs e à infraestrutura de carregamento. Nas empresas do setor elétrico, observa-se a existência de iniciativas que visam, por exemplo, adequar as tarifas da energia elétrica, fazendo com que seja mais atrativo carregar os veículos nos horários de menor demanda de energia elétrica (CONSONI, F.L. et al., 2018).

4.3 Arcabouço Regulatório - O modelo de atuação governamental norte-americano

A eletrificação do transporte ganhou um impulso significativo nos últimos anos, com os legisladores desempenhando um papel central para transformar o setor de transporte. Partindo desse ponto, o entendimento do modo de atuação norte-americano na difusão de VEs passa por uma análise acerca das principais políticas, regulações de incentivo e inovações regulatórias voltadas para a ME. Dentro desse modelo de atuação é importante considerar dois pontos: o desenho e as motivações para as iniciativas de caráter federal e estadual e a lógica dos incentivos implementados.

No âmbito federal, o desenho das ações é reflexo de marcos regulatórios gerais, onde os VEs são parte de um elaborado plano de opções de respostas aos interesses nacionais. Esses

interesses e necessidades podem ser definidos em dois pontos: segurança energética e redução da emissão de GEE. Parte dos instrumentos utilizados pelo governo federal norte-americano são oriundos de grandes leis como o Energy Policy Act (1992 e 2005), American Recovery and Reinvestment Act (Recovery Act, 2009) e o Energy Independence and Security Act (EISA), projetos de promoção de energia limpa e diminuição do consumo de derivados do petróleo.

O Energy Policy Act, de 2005, foi uma tentativa de combater os crescentes problemas enfrentados no setor de energia, mudando completamente a política energética dos Estados Unidos ao fornecer incentivos fiscais e garantias de empréstimos para a produção de energia de vários tipos. Uma das disposições gerais inclui garantias de empréstimos para tecnologias inovadoras que evitem a produção de gases de efeito estufa, bem como captura e armazenamento de carbono e geração de energia renovável.

Já o Recovery Act, foi um pacote de estímulo promulgado pelo Congresso dos EUA e sancionado pelo presidente Barack Obama em fevereiro de 2009. Desenvolvido em resposta à Grande Recessão (2008), o objetivo principal desta lei federal era salvar os empregos existentes e criar novos o mais rápido possível. Outros objetivos eram fornecer programas de alívio temporário para os mais afetados pela recessão e investir em infraestrutura, educação, saúde e energia renovável. O custo aproximado do pacote de estímulo econômico foi estimado em U\$ 787 bilhões no momento da aprovação, posteriormente revisado para U\$ 831 bilhões entre 2009 e 2019.

Dentro de uma lógica mais específica de estímulos, surgiu em 2007, o Energy Independence and Security Act. Assinado em 19 de dezembro de 2007 pelo presidente Bush, o EISA, visava uma série de disposições, como: mover os Estados Unidos em direção a uma maior independência e segurança energética; aumentar a produção de combustíveis renováveis limpos; proteger os consumidores; aumentar a eficiência de produtos, edifícios e veículos; promover a pesquisa e implantar opções de captura e armazenamento de gases de efeito estufa; melhorar o desempenho energético do Governo Federal; e aumentar a segurança energética dos EUA, desenvolvendo a produção de combustível renovável e melhorar a eficiência no consumo de combustível dos veículos.

É possível constatar que a experiência norte-americana de promoção para VEs é regida por instrumentos que abrangem um conjunto amplo de opções em diferentes setores, não tratando apenas do setor de transporte. Contudo, existem disposições específicas nas leis federais para esse segmento, direcionando as ações que podem ser tomadas pelos agentes envolvidos nesse processo. Dentro da EISA, existe um programa de manufatura de veículos

de tecnologias avançadas para cumprir padrões de alta eficiência. Nesse programa, ocorre a outorga créditos para que montadoras e fabricantes de peças possam reequipar-se, ampliar e/ou estabelecer facilidades nos Estados Unidos a fim de produzir veículos comerciais leves, desde que visem realizar melhoras significativas no desempenho dos veículos em termos de economia de combustível para além de determinados níveis (DOE, 2008). Outra ação específica, ligada ao consumo de veículos, são os créditos fiscais do Energy Policy Act de 2005. Trata-se da concessão de incentivos fiscais para um número limitado de veículos elétricos e híbridos plug-in por montadora. Esses incentivos foram considerados também na EISA (2007) e na Recovery and Investment Act de 2009. A medida segue vigente e estabelece créditos fiscais para a compra de VEHP (veículos elétricos híbridos plug-in) ou VEB (veículos elétricos a bateria).

É também, importante considerar que existem duas características chaves do processo de mapeamento das políticas de incentivo nos Estados Unidos, que são: a ênfase em políticas de caráter de fortalecimento industrial e o aprimoramento dessas políticas conforme ocorre o desenvolvimento e difusão dos VEs. Estudos prévios reconhecem que a visão dos Estados Unidos para o desenvolvimento e a difusão dos VEs fazem parte da política industrial ambiciosa que caracteriza esse país (LANE et al., 2013; STEEN; SCHELVEN; KOTTER, 2015). Observa-se que nos Estados Unidos a indústria é parte constitutiva das iniciativas implementadas em todas as categorias (produção, desenvolvimento tecnológico, consumo e infraestrutura). É nesse ponto que cabe destacar o papel das grandes montadoras com capacidade produtiva local e com participação mundial na produção de veículos elétricos, como por exemplo a Chrysler, a Ford, a General Motors, a Nissan, a Tesla e a Stellantis. Suas participações ocorrem tanto no desenho quanto na implementação das iniciativas em cada categoria citada.

Os programas de P&D gestados pelo DOE são desenhados segundo as recomendações do U.S. Drive, os créditos fiscais (principal incentivo ao consumo dos Estados Unidos no nível federal), estão atrelados a uma quantidade específica de veículos por montadoras, as grandes montadoras com participação local na fabricação de VEs são as maiores beneficiadas pelo principal programa desenhado para a criação e expansão de capacidade produtiva. A General Motors, entre outras empresas, foi uma das responsáveis por conduzir os principais projetos demonstrativos realizados no país (CONSONI, F.L. et al., 2018). Sendo assim, é imprescindível destacar o caráter particular do envolvimento das montadoras de veículos e sua relação com a política de fomento aos VEs nos Estados Unidos.

No que tange a constante atualização dos instrumentos de governança, as políticas acompanham o avanço do desenvolvimento e da difusão da tecnologia. No caso do desenvolvimento da tecnologia, observam-se três grandes áreas de P&D que têm se mantido desde o começo da promoção ao desenvolvimento das tecnologias dos VEs nos Estados Unidos: baterias avançadas (advance batteries), materiais leves (lightweight materials) e sistemas de transmissão elétrica (electric drive systems). Porém, programas mais recentes, como EV Everywhere Challenge, têm adicionado outras áreas de pesquisa, como as tecnologias atreladas à infraestrutura de carregamento. O EV Everywhere Grand Challenge reúne uma série projetos avançados para desenvolvimento de baterias, motores elétricos e eletrônicos de potência para sistemas de acionamento elétrico, redução de peso de veículos, tecnologias de controle de temperatura e infraestrutura de carregamento. É importante deixar claro que, os avanços nesses programas são direcionados pelos roadmaps realizados pelo U.S Drive e constantemente monitorados por esse mesmo fórum.

Tratando do suporte à produção de VEs, os incentivos de âmbito federal foram moldados quase que totalmente na forma de loan guarantee (empréstimos), complementados posteriormente com uma ampla disponibilidade de créditos (LANE, et al., 2013). Para tratar da infraestrutura, os programas governamentais se concentraram inicialmente em demonstrações, para que, maturados, pudessem contemplar iniciativas de alcance nacional, como o Workplace Charging Challenge. O Workplace Charging é um esquema baseado em voucher que fornece suporte para os custos iniciais de compra e instalação de pontos de carregamento de veículos elétricos. Esta orientação destina-se a todos os usuários do sistema: empresas, instituições de caridade e organizações do setor público.

Para o consumo, existem leis federais e estaduais específicas que impulsionaram a demanda por VEs no país. Dentre os mais relevantes estão, o Energy Policy Act de 2005, que estabeleceu créditos para um número limitado de veículos híbridos (vigente até 2010) e o Recovery and Reinvestment Act (Recovery Act), que limitou o crédito fiscal aos veículos elétricos puros ou híbridos plug-in e estabeleceu o limite de unidades não na totalidade, mas por fabricante (montadora). Ao invés de estabelecer um período de validade, a vigência do incentivo baseia-se num esquema de eliminação progressiva após cada montadora atingir 200 mil veículos vendidos, contados a partir de janeiro de 2010. O instrumento é gerido pelo Internal Revenue Service (IRS), que tem a responsabilidade de aprovar a concessão do crédito, assim como de controlar e comunicar quando os fabricantes ultrapassam as marcas de vendas junto com o esquema de diminuição progressiva atrelado (CONSONI, F.L. et al., 2018).

Tabela 2 - Principais Políticas Federais para a promoção de VEs nos Estados Unidos.

Período	Instrumento
1975	Corporate Average Fuel Economy
1976-1996	Electric and Hybrid Vehicle Propulsion Program
1990	Zero-Emission Vehicle Program (Específico para a Califórnia)
1992	Energy Policy Act 1992
2005	Energy Policy Act 2005
2007	Energy Independence and Security Act
2007-2009	Smart Grid Investment Grant (SGIG)
2009	American Recovery and Reinvestment Act (Recovery Act)
2012-2018	Workplace Charging Challenge (WCC)
2012-2015	Inclusão de VEs nos Corporate Average Fuel Economy - CAFE Standards
2013-2025	Multi-State ZEV Action Plan
2015	Public Law 114-94/2015

Fonte: Elaboração própria a partir de ICCT, 2020.

Conforme apresenta a Tabela 2, é possível observar uma gama variada de políticas federais em prol da difusão de VEs, muitas delas concentradas a partir dos anos 2000.

Contudo, as ações promovidas desde as esferas locais e estaduais não são exclusivamente uma resposta generalizada dos estados e das cidades do país aos arcabouços institucionais gerados pela esfera federal, são simplesmente o reflexo das prioridades e motivações próprias de algumas destas regiões. A Califórnia, por exemplo, o caso mais notável dentro dos Estados Unidos, conta com a maior quantidade de incentivos nas distintas categorias citadas. Um exemplo de sucesso de medida setorial aprovada pelo estado é o programa “Zero Emission Vehicle” (ZEV), da Californian Air Resources Board (CARB), dos anos 1990, estabelecendo que 2% dos veículos leves produzidos e oferecidos à venda na Califórnia deviam ter emissão zero, porcentagem que aumentava gradativamente até atingir 10% em 2003. Em 2013 foi assinado o Multi-State ZEV Action Plan, um memorandum of understanding (MOU) pelos governadores da Califórnia, Connecticut, Maryland, Massachusetts, Nova York, Oregon, Rhode Island e Vermont, com o objetivo de colocar 3.3 milhões de veículos de zero emissão (elétricos ou de células de combustível) nas ruas até 2025 (IEA-HEV, 2014).

A promoção de VEs nos Estados Unidos é compreendida como parte de uma ambiciosa estratégia industrial, energética e ambiental (CONSONI, F.L. et al., 2018). Apesar de abranger diversos setores e agentes diferentes, é correto afirmar que a promoção de veículos elétricos tem base no arcabouço institucional já existente no país. Não se observa nos Estados

Unidos a criação de estruturas organizacionais específicas para a promoção dos VEs, mas a sua inserção nos escritórios e agências que lidam com o setor mediante a criação de subprogramas. Esse é o caso, por exemplo, do DOE, no qual a coordenação dos esforços de P&D para os VEs é feita pelo subprograma Plug-in Electric Vehicles and Batteries. Outros departamentos, agências ou escritórios no país que servem para o desenho e instrumentalização dos incentivos aos VEs são o DOT, a EPA ou a Receita Federal (U.S. Internal Revenue Service, IRS). O mesmo acontece com os órgãos que servem de consulta ou assessoramento, como o U.S Drive, que não é específico para VEs, ele cumpre a função para o setor em geral e para os VEs em particular (CONSONI, F.L. et al., 2018).

4.4 Políticas Públicas e Regulações de Incentivo – O Caso da Califórnia

A Califórnia segue uma dinâmica própria em termos de legislação ambiental e mobilidade elétrica, se mostrando o caso ideal para construir conhecimento em medidas potenciais para estimular a produção e difusão de VEs. Nas últimas duas décadas o Estado tem servido como um cenário de testes para fabricantes de automóveis nacionais e internacionais, desenvolvendo veículos e infraestrutura de carregamento.

Até o final de 2018, por exemplo, a Califórnia havia investido aproximadamente US \$ 900 milhões em subsídios a veículos elétricos em todo o estado, com projeções futuras sugerindo alocar mais US \$ 3 bilhões com o mesmo objetivo. Incentivos federais para VEs totalizam até US \$ 1,5 bilhão por fabricante no Estado, que corresponde por 40% das compras de VEs em todo os EUA e 10% das compras de todo o mundo (ICCT, 2019). O status da Califórnia como pioneira global na implantação de VEs (IEA, 2019) resultou de uma combinação abrangente de sinalização de políticas, regulamentações rigorosas, incentivos para a indústria e consumidores e investimentos públicos consideráveis. Experiências neste estado, portanto, trazem percepções ricas sobre o potencial e as limitações de várias abordagens.

As principais políticas adotadas pelo Estado da Califórnia, envolvem algumas das ações citadas anteriormente, de caráter federal, porém, combinada a uma oferta de políticas e regulações de incentivo muito abrangente. O mapeamento e classificação dessas políticas envolve quatro pontos chave: políticas climáticas/ambientais, industriais (oferta), fiscal e financiamento e preferenciais aos veículos elétricos.

4.5 Políticas de caráter climático/ambiental

Na Califórnia, são muitas as inovações regulatórias voltadas para as políticas climáticas e mobilidade. São estratégias e metas definidas por agentes estaduais, algumas delas envolvem padrões de emissões de GEE e são regulamentadas por um órgão muito importante nesse processo, o CARB – California Air Resources Board.

São regulamentações que envolvem desde a utilização de combustíveis menos poluentes e de baixo carbono, até a definição de níveis máximos de emissão de GEE por tipo de veículo. Alguns exemplos envolvem as emissões máximas de escapamento para LEVs, Ultra LEVs e Super Ultra LEVs, isso inclui veículos com combustível flexível e biocombustível, quando operando com um combustível alternativo. Esses veículos devem atender aos requisitos de emissões de gases de efeito estufa médios (definidos pela EPA) de acordo com a frota especificada (DOE, 2021). Também por meio de seu Programa de Fontes Móveis, a ARB desenvolveu uma série de programas e políticas para reduzir as emissões de veículos pesados a diesel na estrada por meio da instalação de estratégias verificadas de controle de emissão de diesel e substituições de veículos por de baixa emissão. Os ônibus escolares de entidades públicas e privadas e os veículos do governo federal também fazem parte do escopo da norma (DOE, 2021).

Um dos programas mais importantes tratando-se desse tópico é o “Advanced Clean Trucks Program” da ARB. Esse programa exige que todos os novos veículos médios e pesados vendidos na Califórnia sejam um ZEV até 2045. As tecnologias de emissão zero incluem veículos totalmente elétricos e elétricos com célula de combustível. A partir de 2024, os fabricantes que buscam a certificação ARB para a Classe 2b até o chassi da Classe 8 ou veículos completos com motores de combustão serão obrigados a vender caminhões com emissão zero como uma porcentagem crescente de suas vendas anuais na Califórnia. Além disso, entidades com receita bruta anual superior a US \$ 50 milhões, proprietários de frotas com 50 ou mais veículos médios e pesados e qualquer governo da Califórnia ou agência federal com um ou mais veículos acima de 8.500 lbs. devem relatar suas operações de frota existentes para garantir que estão comprando e posicionando caminhões com emissão zero nos locais de serviço corretos.

Tabela 3 - Porcentagens de vendas anuais para ZEVs médios e pesados vendidos na Califórnia.

Porcentagem de ZEV

Ano do modelo do Veículos	Classes 2b-3	Classes 4-5	Classes 6-8, excluindo tratores	Classes 7-8, incluindo tratores
2024	5%	9%	9%	5%
2025	7%	11%	11%	5%
2026	10%	13%	13%	7%
2027	15%	20%	20%	10%
2028	20%	30%	30%	15%
2029	25%	40%	40%	20%
2030	30%	50%	50%	25%
2031	35%	55%	55%	30%
2032	40%	60%	60%	35%
2033	45%	65%	65%	40%
2034	50%	70%	70%	40%
2035 e anos futuros	55%	75%	75%	40%

Fonte: Elaboração própria a partir de DOE (2021).

Dentro de toda essa estrutura de políticas governamentais atreladas ao meio ambiente e que contribuem para a difusão de veículos elétricos, o órgão que vem se mostrando mais importante, é de fato o CARB. O CARB está encarregado de proteger o público dos efeitos nocivos da poluição do ar e desenvolver programas e ações para combater as mudanças climáticas. De requisitos para carros e combustíveis limpos à adoção de soluções inovadoras para reduzir as emissões de gases de efeito estufa, a Califórnia foi pioneira em uma série de abordagens eficazes que estabeleceram o padrão para programas eficazes de ar e clima para o país e o mundo.

O CARB foi responsável pela formulação do Padrão de Combustível de Baixo Carbono (LCFS) como uma das nove medidas discretas de ação inicial para reduzir as emissões de GEE da Califórnia. O LCFS é uma parte importante de um conjunto abrangente de programas na Califórnia para cortar as emissões de GEE e outros poluentes atmosféricos tóxicos e formadores de fumaça, melhorando a tecnologia dos veículos, reduzindo o consumo de combustível e aumentando as opções de mobilidade de transporte. O LCFS foi projetado para diminuir a intensidade de carbono do reservatório de combustível de transporte da Califórnia e fornecer uma gama crescente de alternativas renováveis e de baixo carbono, que reduzem a dependência do petróleo e obtêm benefícios para a qualidade do ar.

O Conselho Estadual aprovou o regulamento LCFS em 2009 e iniciou a implementação em 1º de janeiro de 2011. O CARB aprovou algumas alterações ao LCFS em

dezembro de 2011, que foram implementadas em 1º de janeiro de 2013. Em setembro de 2015, o Conselho aprovou a readoção do LCFS, que entrou em vigor em 1º de janeiro de 2016, para suprir deficiências processuais na forma como o regulamento original foi adotado. Em 2018, o Conselho aprovou alterações ao regulamento, que incluíram o fortalecimento e suavização dos parâmetros de referência de intensidade de carbono até 2030 em linha com a meta de redução de emissões de GEE da Califórnia para 2030, adicionando novas oportunidades de crédito para promover a adoção de veículos com emissão zero e tecnologias avançadas para atingir a descarbonização profunda no setor de transporte.

Os padrões LCFS são expressos em termos de "intensidade de carbono" (CI) da gasolina e do óleo diesel e seus respectivos substitutos. O programa é baseado no princípio de que cada combustível tem emissões de gases de efeito estufa do "ciclo de vida" que incluem CO₂, CH₄, N₂O e outros contribuintes de GEE. Esta avaliação do ciclo de vida examina as emissões de GEE associadas à produção, transporte e uso de um determinado combustível. A avaliação do ciclo de vida inclui emissões diretas associadas à produção, transporte e uso de combustíveis, bem como efeitos indiretos significativos nas emissões de GEE, como mudanças no uso da terra para alguns biocombustíveis. As pontuações de intensidade de carbono avaliadas para cada combustível são comparadas a um benchmark de CI em declínio para cada ano. Os combustíveis de baixo carbono abaixo do benchmark geram créditos, enquanto os combustíveis acima do benchmark CI geram déficits. Créditos e déficits são denominados em toneladas métricas de emissões de GEE. Os fornecedores de combustíveis para transporte devem demonstrar que a mistura de combustíveis que fornecem para uso na Califórnia atende aos padrões de intensidade de carbono LCFS, ou benchmarks, para cada período de conformidade anual.

Outros Estados estão se juntando à Califórnia, o que é evidente no Pacific Coast Collaborative, um acordo regional entre a Califórnia, Oregon, Washington e British Columbia, para alinhar estrategicamente as políticas para reduzir GEE e promover energia limpa. O CARB tem trabalhado rotineiramente com essas jurisdições e, ao longo do tempo, esses programas LCFS construirão um mercado integrado da Costa Oeste para combustíveis de baixo carbono que criará maior atração de mercado, maior confiança para investidores de combustíveis alternativos de baixo carbono e implementação e aplicação sinérgica programas.

4.6 Políticas Industriais

As políticas de caráter industrial, tendem a atuar no lado da oferta, ou seja, englobam uma série de políticas de incentivo a indústria automobilística e parceiros que atuem em prol da mobilidade elétrica. Um dos incentivos usados para estimular a indústria local na Califórnia é o direcionamento setorial, com medidas que visam regulamentar os níveis de emissões de GEE produzidos pela frota estadual. A medida mais antiga neste sentido é o Corporate Average Fuel Economy (CAFE standards), uma medida federal datada de 1975, baseada na definição de limites mínimos e médios de economia de combustíveis a serem atingidos pelas montadoras nas frotas de veículos leves que sejam produzidos para a venda nos Estados Unidos.

O programa continua vigente, contudo, nas últimas regulamentações os padrões tanto limitam o consumo de combustíveis (medido em milhas por galão, mpg) quanto incentivam a redução de emissões de GEE. Entre as modificações introduzidas, destacam-se: a autorização para que a EPA regule as emissões de GEE no âmbito deste incentivo; a definição dos padrões em função do tamanho do veículo (footprint); a atualização anual dos padrões de emissão; a definição de padrões considerando níveis “máximos viáveis” até 2030; a extensão do período para usar os créditos (de três a cinco anos) e a criação da possibilidade de compra e venda dos créditos entre montadoras (DOE, 2021).

Os novos padrões estabelecidos pela NHTSA e a EPA consideram duas fases (2012-2016 e 2017-2025). Na segunda fase, a produção de veículos elétricos e de células de combustível representa vantagens adicionais, pois a cada veículo produzido desse tipo é aplicado um “multiplicador” em termos de economia de combustível para a frota. Esse multiplicador é 2 em 2017 e caiu para 1.5 em 2021. As regras da EPA também estabelecem isenções para veículos do tipo, pois as emissões da geração de energia elétrica para carregar as baterias ou da produção do hidrogênio não são consideradas.

Outra medida de direcionamento setorial implementada na Califórnia, é o programa Zero Emission Vehicle (ZEV), da CARB. O Programa existe desde 1990 e estabelece que uma porcentagem de veículos leves produzidos e oferecidos à venda no Estado devem ter emissão zero. No decorrer dessa experiência, em 2013 foi assinado o Multi-State ZEV Action Plan, um memorandum of understanding (MOU) pelos governadores da Califórnia, Connecticut, Maryland, Massachusetts, Nova York, Oregon, Rhode Island e Vermont, com o objetivo de colocar 3.3 milhões de veículos de zero emissão (elétricos ou de células de combustível) nas ruas até 2025 (IEA, 2014).

Tabela 4 - Porcentagem mínima requisitada de automóveis de passageiros e caminhões leves produzidos por fabricante e entregues para venda na Califórnia, 2020-2025.

Ano	Requisito Mínimo de ZEV por Fabricante
2020	9,5%
2021	12%
2022	14,5%
2023	17%
2024	19,5%
2025 em diante	22,0%

Fonte: Elaboração própria a partir de DOE (2021).

Mais um instrumento para a promoção da indústria muito utilizado na Califórnia é a alocação de recursos na forma de subsídios ou de créditos para que montadoras e fabricantes equipem, ampliem ou instalem fábricas. As principais políticas nessa linha ocorrem no âmbito nacional são a EISA (2007) e da Recovery Act (2009). A EISA criou, em 2007, o Advanced Technology Manufacturing Loan Program (ATVM), que outorga créditos para que montadoras e fabricantes de peças possam reequipar-se, ampliar e/ou estabelecer facilidades nos Estados Unidos a fim de produzir veículos comerciais leves, desde que visem realizar melhoras significativas no desempenho dos veículos em termos de economia de combustível para além de determinados níveis (DOE, 2008). O incentivo também abrange custos relativos à integração de engenharia, não podendo ser superior a 2.5 bilhões de dólares por projeto. Em 2009, os beneficiários foram Ford, Nissan, Tesla Motors e Fisker Automotive (IEA-HEV, 2010). Já em 2014, foram concedidos aproximadamente 8 bilhões de dólares entre Ford (US\$ 5,9 bilhões), Nissan (US\$1,45 bilhões) e Tesla (US\$ 465 milhões) (DOE, 2015).

A Recovery Act, por sua parte, estabeleceu o Economic Stimulus for the Auto Industry, que destinou financiamento com subvenção às montadoras GM, Ford e Chrysler, com o objetivo de acelerar o desenvolvimento dos VEs e das baterias, visando à fabricação e reciclagem. Os investimentos incluíram também US\$ 2,4 bilhões para apoiar a construção das três primeiras montadoras de veículos a bateria do mundo, em Tennessee, Delaware e na própria Califórnia.

Outras medidas implementadas na Califórnia se dão na forma de créditos fiscais, bem como de isenção ou diminuição de impostos que podem ser usados por empresas dedicadas à manufatura de VEs ou seus componentes.

Um exemplo é o “Programa de Veículos Médios e Pesados de Emissão Zero”. O intuito do Programa é fornecer financiamento para o desenvolvimento, demonstração, testes

pré-comerciais e projetos de implementação comercial inicial para caminhões com emissões zero e ônibus. Os projetos elegíveis incluem também os seguintes pontos: incentivos de compra para caminhões, ônibus e veículos off-road com emissões zero e quase zero disponíveis comercialmente e tecnologias de equipamentos e infraestrutura de abastecimento; e projetos que suportam maior eficiência de frete de veículos automotores e equipamentos e reduções de emissões de gases de efeito estufa, incluindo veículos autônomos, tecnologia de integração de rede e soluções de gerenciamento de carga.

Uma das medidas de mais alta eficácia na promoção da mobilidade elétrica e adotada em muitos centros no mundo inteiro, é a imposição de quotas de VEs para determinados tipos de instituição (usualmente públicas). As determinações implicam que essas instituições ampliem ou diversifiquem sua frota mediante a imposição dessas quotas de VEs a serem atingidas num período específico. O governo do estado da Califórnia, definiu também que, até 2040, todas as agências de transporte público devem fazer a transição para frotas de ônibus com 100% de emissão zero. As tecnologias de ônibus com emissão zero incluem totalmente elétrico ou elétrico a célula de combustível. As agências de trânsito devem comprar ou operar um número mínimo de ônibus com emissão zero, conforme observado na Tabela 5.

Tabela 5 - Agenda de compra e operação para número mínimo de ônibus com emissão zero para agências de transporte público.

Ano	Grandes Agências	Pequenas Agências
2023	25% do número total de compras de ônibus novos em cada ano civil deve ser de ônibus com emissão zero	Sem requerimentos
2026	50% do número total de compras de ônibus novos em cada ano civil devem ser ônibus com emissão zero	25% do número total de compras de ônibus novos em cada ano civil devem ser ônibus com emissão zero
2029	Todas as compras de ônibus novos devem ser ônibus com emissão zero	Todas as compras de ônibus novos devem ser ônibus com emissão zero

Fonte: Elaboração própria a partir DOE (2021).

Mostra-se também imprescindível a análise e mapeamento de uma das principais características da eletromobilidade nos EUA: a parceria público-privada. As montadoras que atuam nos Estados Unidos têm um papel fundamental na construção das políticas de difusão de veículos elétricos. Basta observar o U.S. Drive, conhecido como um fórum para intercâmbio de informações técnicas entre parceiros. O governo surge como o parceiro ideal

para que essas montadoras atinjam suas metas e objetivos quando se trata de zero emissões por veículos.

Na questão da produção, a Califórnia tem os exemplos da Tesla e Volkswagen (VW). Em outubro de 2016, o CARB aprovou o Plano de Investimento VW California ZEV. Estava previsto nesse decreto que a VW deveria investir \$ 800 milhões ao longo de dez anos para apoiar o aumento da adoção da tecnologia ZEV na Califórnia. A VW definiu em uma série de quatro planos de investimento ciclos de 30 meses. O plano mais recente aprovado pelo CARB refere-se ao Ciclo 2, que vai de julho de 2019 a dezembro de 2021. O plano do Ciclo 2 inclui a construção de uma rede básica de cobrança, alcance público, educação e marketing e projetos de acesso ZEV. As implementações de infraestrutura da ZEV se concentrarão em nove áreas metropolitanas.

O programa de empréstimo ATVM foi estabelecido em 2007 pela EISA para fornecer até US \$ 25 bilhões em empréstimos para projetos para produzir mais veículos de passageiros com baixo consumo de combustível e seus componentes. Só em 2009, a EISA e o programa ATVM forneceu cerca de US \$ 7,5 bilhões em dotações para cobrir custos de subsídio de crédito. O DOE fez cinco empréstimos no valor de US \$ 8,4 bilhões e usou outros US \$ 3,3 bilhões em dotações para cobrir custos com subsídios de crédito. Foi nesse período, que a Tesla recebeu mais de US \$ 400 milhões em créditos para a abertura de duas fábricas em Fremont, Califórnia. Uma focada na produção de VEs e outra na fabricação baterias, motores elétricos e outros componentes do trem de força que irão alimentar veículos totalmente elétricos fabricados pela Tesla e outros fabricantes de equipamentos originais, incluindo Daimler e Toyota. Os resultados iniciais incluem: empréstimo totalmente reembolsado; mais de 1.500 empregos criados; mais de 52.000 toneladas de CO2 evitadas anualmente; e uma média de remoção de 11.000 carros poluentes e não eficientes anualmente para fora das estradas (com base na substituição de algum outro veículo por um Tesla) (DOE, 2013).

Todos esses incentivos às indústrias localizadas no Estado englobam desde incentivos monetários (na forma de incentivos fiscais, subsídios ou subvenções para expandir a capacidade produtiva) até a criação de condições favoráveis para as indústrias se inserirem ou se desenvolverem numa determinada região. O foco está nos incentivos diretos, especificamente nos instrumentos que favorecem a criação da capacidade produtiva local e de uma visão de futuro em relação ao segmento dos VEs.

4.7 Políticas fiscais e de financiamento

Estão englobadas nesse tipo de política, todos os instrumentos que favorecem a aquisição de VEs por parte do consumidor final ou de instituições, como empresas e órgãos governamentais. São instrumentos que se revelam na forma de incentivos monetários, fiscais ou subsídios.

O principal mecanismo de promoção ao consumo do VE no nível federal são os créditos fiscais, que começaram a ser aplicados aos veículos elétricos com a Energy Policy Act de 2005 a partir de incentivos fiscais para um número limitado de veículos elétricos e híbridos plug-in. Esses incentivos foram considerados também na EISA (2007) e na Recovery and Investment Act de 2009. Abordando apenas os regionais e especificamente os voltados para o Estado da Califórnia, destaca-se o Clean Vehicle Rebate Project (CVRP), de 2010.

O CVRP promove a adoção de veículos não poluentes, oferecendo descontos de até US \$ 7.000 para a compra ou aluguel de veículos novos e elegíveis com emissão zero, incluindo veículos elétricos, híbridos elétricos plug-in e células de combustível. Contanto que os fundos estejam disponíveis, os residentes qualificados da Califórnia podem seguir um processo simples para solicitar um desconto CVRP após comprar ou alugar um veículo elegível. O CVRP é administrado pelo Center for Sustainable Energy (CSE) e o CARB. O financiamento do CVRP é determinado por um plano de financiamento anual que é desenvolvido com a contribuição do público e aprovado pelo CARB. O CARB também oferece CVRP para Frotas Públicas, com um desconto CVRP padrão para todas as entidades públicas da Califórnia e maiores incentivos para as entidades que operam nas áreas mais vulneráveis da Califórnia (DOE, 2021).

Os descontos estão disponíveis por “ordem de chegada” e os fabricantes devem se inscrever no CARB para que seus veículos sejam considerados para receber descontos. Cada entidade pode receber até 30 abatimentos anualmente, sendo que os incentivos não são acumulativos para o mesmo veículo. Ficou definindo também pelo CARB que a prioridade de pagamentos de descontos é para candidatos de baixa renda. Para indivíduos com renda familiar baixa e moderada menor ou igual a 300% do nível de pobreza federal, os descontos aumentam em US \$ 2.500. A ideia é aumentar a conscientização sobre o CVRP e fornecer a possibilidade de se obter um VE para famílias e comunidades de baixa renda.

Nos primeiros cinco anos do programa, cerca de 75% dos veículos elegíveis participaram do projeto. É possível observar na Tabela 4, um resumo das taxas de participação CVRP de janeiro de 2010 até setembro de 2021.

Tabela 6 -Quantidade de descontos emitidos e aprovados por tipo de veículo na Califórnia, 2010-2021.

Tipo de Veículo	Descrição do Veículo	Número de Descontos	Porcentagem de Descontos	Valor do Desconto
Plug-in Hybrid Electric Vehicle (PHEV)	Veículo elétrico híbrido plug-in de quatro rodas (eletricidade e gasolina)	141.137	33.6%	US \$ 226.869.188,00
Battery Electric Vehicle (BEV)	Veículo elétrico de quatro rodas movido somente a baterias	269.603	64.2%	US \$ 688.650.866,00
Fuel-cell Electric Vehicle (FCEV)	Veículo elétrico de célula de combustível (hidrogênio)	7.897	1.9%	US \$ 40.300.568,00
Outros	VEBs não rodoviários, motocicletas com emissão zero para rodovias e veículos urbanos e comerciais com emissão zero	1.199	0.3%	US \$ 2.033.990,00
Total		419.836	100%	US \$ 957.854.612,00

Fonte: Elaboração própria a partir de DOE (2021).

Apesar de essa ser uma das principais políticas adotadas pelo governo da Califórnia, ela não é algo isolado. Esse instrumento é muito utilizado por outras organizações que atuam no estado, com diferentes nichos e interesses. A Central Coast Community Energy (CCCE) oferece subsídios para substituir veículos agrícolas pesados por equipamentos totalmente elétricos. Os clientes têm direito a incentivos de 70 a 100% do custo total do projeto, até US \$ 30.000 (CCR, 2021). O mesmo CCCE oferece subsídios aos distritos escolares para a compra de ônibus escolares elétricos. Os subsídios podem cobrir até 50% do custo, com valores até US \$ 200.000. Já a Turlock Irrigation District (TID) oferece aos clientes comerciais um desconto na compra ou aluguel de um PEV novo ou usado. Os descontos variam nos valores de US \$ 500 até US \$ 5.000. No condado de Sacramento, o Sacramento Municipal Utility District (SMUD) oferece descontos para empresas na compra de novos PEVs

comerciais leves, médios e pesados. Os descontos estão disponíveis nos valores de US \$ 750 até US \$ 15.000 (DOE, 2021).

Muitos dos incentivos ocorrem também na obtenção de equipamentos relacionados a veículos elétricos. Desde a instalação de infraestrutura de carregamento, até a troca de baterias utilizadas por outras novas. As políticas de incentivo à infraestrutura de carregamento de VEs e sua integração nas redes elétricas nos Estados Unidos começaram a ganhar relevância em fins dos anos 2000. Os primeiros projetos demonstrativos nessa linha foram criados em 2009 com fundos da Recovery Act: o ChargePoint America (2009-2013), o EV Project (2011-2013), o Chrysler's Ram PHEV Demonstration (2011-2014) e o General Motors Chevrolet Volt Vehicle Demonstration (2011-2014) (CONSONI, F.L. et al., 2018).

Foram programas que exigiram ações interesferas (municipal e estadual), empresas de serviços públicos, institutos de pesquisa governamentais e setor privado. O setor privado inclui empresas que trabalham com as tecnologias de carregamento, processamento de dados e montadoras. Dentro dos principais objetivos destes projetos, podem ser definidos cinco pontos: instalação e testes pontos de carregamento; avaliação dos impactos na rede do uso desses pontos; testes em diferentes tipos de VEs das montadoras participantes nos projetos; mapeamento dos padrões de comportamento e as preferências dos usuários, tanto no uso do VE quanto no carregamento; e por fim, a construção de novos modelos de negócios associados ao carregamento público (INL, 2015).

Dentro da escala federal, no que tange ao funcionamento desses incentivos, no EV Project, por exemplo, foram instalados perto de 14.000 pontos nível 2 e 300 pontos de carregamento rápido (DC fast chargers), residenciais e públicos. O EV Project faz parte de uma parceria com governos municipais, regionais e estaduais, serviços públicos e outras organizações em 18 cidades para implantar cerca de 12.500 estações de recarga públicas e residenciais. Os usuários participantes do projeto recebiam o carregador residencial gratuitamente, sendo parte dos custos de instalação cobertos pelo projeto.

Estes projetos serviram de piloto para projetos de maior escala, como o Workplace Charging Challenge e a FAST Act/2015 (Fixing America's Surface Transportation Act). O primeiro é um programa do DOE que busca incentivar empresas e instituições de diversas origens e vinculações a equipar suas instalações com pontos de carregamento até 2018. O FAST Act/2015 é uma iniciativa liderada pelo DOT que visa designar as avenidas onde serão instalados pontos de carregamento alternativos, incluindo aqueles para os VEs (IEA, 2016).

Porém, quando se trata especificamente da Califórnia, existe uma grande gama de instrumentos voltados para as EVSE – Electric Vehicle Charging Stations. A Comissão

Estadual de Conservação e Desenvolvimento de Recursos Energéticos, em parceria com o Conselho de Recursos Aéreos da Califórnia, é responsável por avaliar se as EVSE na Califórnia estão localizadas de forma proporcional por densidade populacional, área geográfica ou nível de renda da população. Se ambos determinarem que EVSE foi desproporcionalmente instalado, a Comissão deve usar o financiamento do Programa de Transporte Limpo, bem como outras fontes de financiamento, para instalar proporcionalmente novas EVSE (DOE, 2021).

Já os provedores de serviço EVSE, não podem cobrar uma taxa de assinatura ou exigir a adesão para o uso de suas estações de carregamento públicas. Além disso, os fornecedores devem divulgar os encargos reais para o uso da EVSE pública no ponto de venda; permitir pelo menos duas opções de pagamento; instalar o padrão de faturamento de interoperabilidade Open Charge Point em cada EVSE; e divulgar a localização geográfica da EVSE, tabela de taxas, métodos de pagamento aceitos e tarifas de roaming de rede ao Laboratório Nacional de Energia Renovável (DOE, 2021).

Um órgão de suma importância nesse processo é a California Public Utilities Commission (PUC). A entidade atua no financiamento para programas piloto de utilidades para instalar EVSE em instalações escolares, instituições educacionais, parques estaduais e praias. Deve ser dada prioridade a locais em comunidades desfavorecidas, conforme definido pela Agência de Proteção Ambiental da Califórnia (DOE, 2021).

Regionalmente (caráter municipal) também existem alguns instrumentos relevantes. No Antelope Valley, o Distrito de Gestão da Qualidade do Ar de Antelope Valley (AVAQMD) oferece subsídios para a instalação de EVSE público de até 80% dos custos totais de infraestrutura, equipamento e instalação de projetos elegíveis. Os locais de projeto preferidos incluem centros de varejo, residências com várias unidades, locais de trabalho, hospitais, estações de transporte público e parques e passeios. Para o Vale de San Joaquin, existe o “Charge Up!”, programa, que fornece financiamento para agências públicas e empresas para a compra e instalação de novos EVSE acessíveis ao público. Os valores de desconto no programa variam de US \$ 5.000 até US \$ 25.000 (DOE, 2021).

Como parte do Projeto de Infraestrutura de Veículos Elétricos da Califórnia (CALeVIP), o Condado de Sacramento, financiado pela Comissão de Energia da Califórnia oferece descontos de até US \$ 6.500 para instalação de novos postos de carregamento. Os descontos estão disponíveis por ordem de chegada e os candidatos devem reservar os descontos antes de comprar e instalar o EVSE. Os candidatos qualificados incluem empresas, Tribos Nativas Americanas da Califórnia listadas na Native American Heritage Commission

ou entidades governamentais. Os locais de instalação qualificados devem estar localizados no condado de Sacramento e as instalações rápidas de DC devem estar acessíveis ao público 24 horas por dia.

Em suma, existe uma gama extensa de programas responsáveis por difundir a mobilidade elétrica via aspectos infraestruturais em todo o Estado da Califórnia. Diferentes condados e instituições investem em mecanismos na forma de créditos fiscal e isenção de impostos, por exemplo, para garantir um ambiente onde existam operadores privados que construam, mantenham e operem infraestruturas de carregamento.

4.8 Regulações preferenciais e de incentivo a VEs

Esse tópico, trata das metas envolvendo VEs e normas que favoreçam a difusão da mobilidade elétrica. Sobre quais, abrangendo toda a federação, destacam-se iniciativas lideradas pelo DOT, como a Public Law 114-94/2015, que visa isentar os veículos limpos dos requerimentos para transitar pelas faixas para veículos com maior lotação (HOV), bem como do pagamento dos seus pedágios.

Os veículos de gás natural, hidrogênio, elétrico e elétrico híbrido plug-in atendendo aos padrões de emissões federais e da Califórnia especificados e afixado com um adesivo de veículo limpo do Departamento de Veículos Motorizados da Califórnia (DMV) pode usar faixas HOV independentemente do número de ocupantes no veículo. Desde 2020, o DMV passou a emitir adesivos para veículos limpos. O Departamento de Transporte da Califórnia deve publicar um relatório até 1º de junho de 2023, detalhando o número de adesivos emitidos sob este programa. Os veículos com adesivos também são elegíveis para taxas reduzidas ou isenções de taxas de pedágio impostas nas pistas HOT (DOE, 2021).

Dentro dos planos relevantes na Califórnia, encontra-se o Plano de Ação de Eficiência de Frete. Resultado da parceria entre a California State Transportation Agency, a California Environmental Protection Agency, a Natural Resources Agency e outros departamentos estaduais. O California Sustainable Freight Action Plan, estabelece metas para melhorar a eficiência do frete e a transição para tecnologias de emissão zero. O Plano identifica as políticas, programas e investimentos estaduais para atingir as seguintes metas: melhorar a eficiência do sistema de frete em 25% até 2030; e implantar mais de 100.000 veículos de carga com emissão zero e equipamentos associados, maximizando o número de veículos movidos a energia renovável até 2030 (DOE, 2021).

Tratando agora de mecanismos de difusão mais específicos dentro do arcabouço regulatório estadual, é importante citar a Autoridade de Financiamento de Transporte Avançado e Energia Alternativa da Califórnia (CAEATFA), que oferece a exclusão de impostos sobre vendas para fabricantes qualificados de produtos, componentes ou sistemas de transporte avançado que reduzam a poluição ou sejam movidos a eletricidade. Os incentivos estão disponíveis até 31 de dezembro de 2025 (DOE, 2021).

Um mecanismo muito comum e utilizado por diferentes condados dentro da Califórnia são os descontos nas tarifas residenciais por tempo de uso para eletricidade usada para carregamento de PEV fora dos horários de pico. Sacramento, Los Angeles, Pasadena e San Diego são algumas das localidades onde é possível observar esse tipo de desconto. Muitas distribuidoras de energia elétrica também fazem uso desse mecanismo em suas áreas de atuação dentro da Califórnia. O Departamento de Água e Energia de Los Angeles (LADWP) oferece um desconto de US \$ 0,025 por quilowatt-hora na eletricidade usada para abastecer PEVs fora dos horários de pico. Os clientes residenciais que instalarem um painel medidor de tempo de uso separado também receberão um crédito de US \$ 250 (DOE, 2021).

Nota-se que, na Califórnia, a implementação das iniciativas de promoção dos VEs conta com o arcabouço institucional já existente e com uma exímia coordenação de ações entre as esferas federal e estadual. Essa coordenação acontece tanto no desenho dessas políticas, quanto em sua implementação e monitoramento. É importante destacar também uma característica observada na dinâmica estadual: a participação ativa do setor produtivo tanto no desenho quanto na implementação dos incentivos aos VEs. Não é por acaso que os Estados Unidos sediam grandes empresas com participação na indústria dos VEs e registram os níveis mais altos de difusão de VEs e de infraestrutura de carregamento.

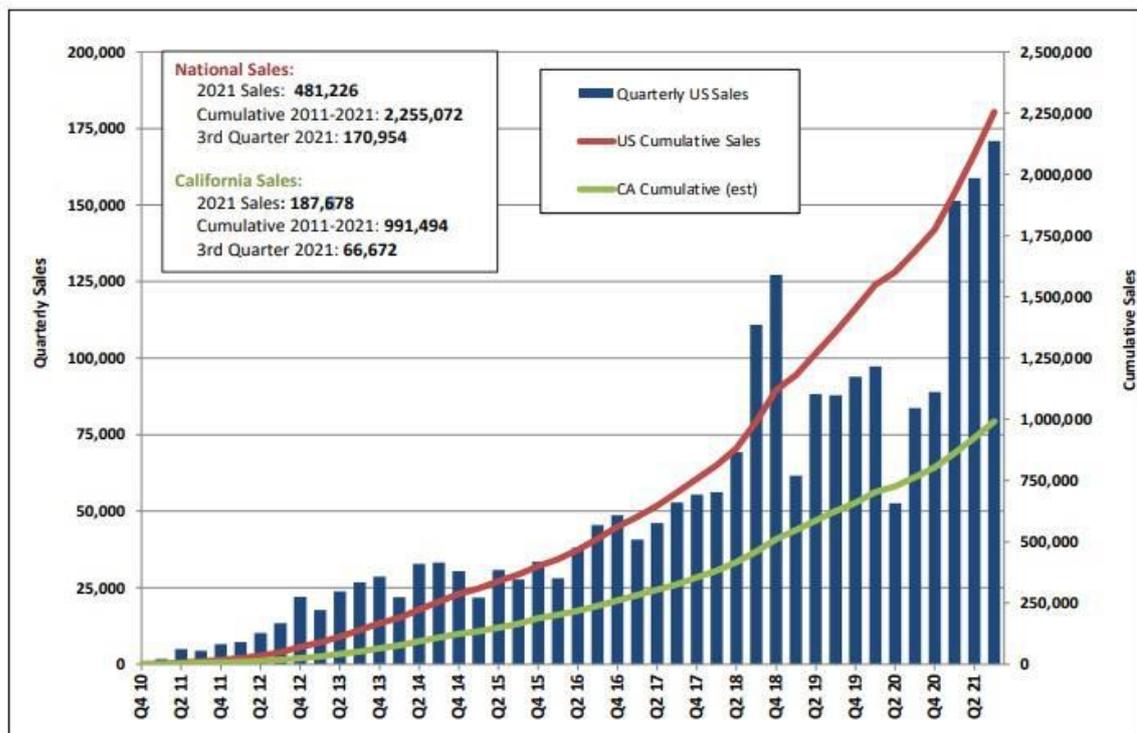
5 A EVOLUÇÃO DA MOBILIDADE ELÉTRICA NA CALIFÓRNIA NO PERÍODO DE 2011-2020

Acerca da eficácia das políticas adotadas pelo governo norte-americano e do estado da Califórnia, é possível observar que, não por acaso, os Estados Unidos sediam grandes empresas com participação na indústria dos VEs e registram os níveis mais altos de difusão de VEs e de infraestrutura de carregamento. A injeção de recursos e a formação de um arcabouço institucional consolidado permite uma base de dados sólida quanto a esse tipo de avaliação.

Dados obtidos através da California Energy Commission (CEC, 2021), indicam que 322.442 veículos elétricos foram entregues durante todo o ano de 2020, formando um estoque de mais de 1.786.258 veículos elétricos comercializados no país desde 2011. Do total comercializado em 2020, cerca de 145.099 foram somente no estado da Califórnia, representando aproximadamente 47% das vendas nacionais (CEC, 2021).

A Figura a seguir apresenta a trajetória das vendas de veículos elétricos na Califórnia e nos Estados Unidos, desde o primeiro trimestre de 2011 até o terceiro trimestre de 2021.

Figura 1 - Vendas trimestrais de veículos elétricos na Califórnia e nos Estados Unidos, 2011-2021.

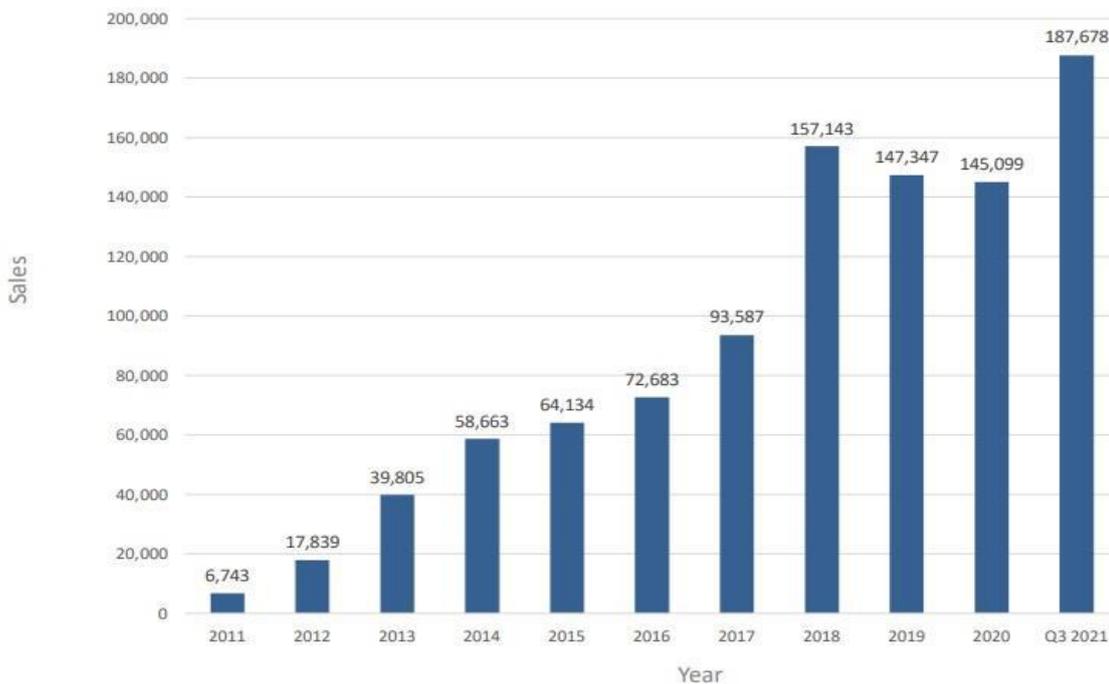


Fonte: CEC, 2021.

A Califórnia é um estado de vanguarda em muitos aspectos: tecnológico, cultural, social, dentre outros. No setor energético não é diferente. Na década de 1970, o estado foi pioneiro ao estabelecer padrões de eficiência energética que contribuíram para que seu consumo de eletricidade per capita permanecesse em um nível estável no período 1973-2006, enquanto que o dos Estado Unidos aumentou 50% no mesmo. O pioneirismo da Califórnia também se manifesta em medidas para controle da poluição atmosférica. A Califórnia é um dos poucos estados americanos a ter um mercado para comércio de emissões de gases de efeito estufa (cap and trade).

Desde 2013, a partir da ordem executiva para colocar 1,5 milhão dos chamados “Veículos com emissões zero” (ZEVs) na estrada até 2025 entrar em vigor mais US \$ 3 bilhões em incentivos foram alocados no estado. Incentivos federais para a fabricação de veículos totalizam até US \$ 1,5 bilhão por fabricante (DOE, 2021). Dito isso, e os pontos já mapeados no terceiro capítulo, analisando o universo das vendas de veículos elétricos na Califórnia, estado que responde por mais de 40% das compras de VEs nos Estados Unidos e 10% das compras em todo o mundo, observa-se uma trajetória de crescimento promissora.

Figura 2 - Vendas anuais de veículos elétricos na Califórnia, 2011-2021.



Fonte: CEC, 2021.

Como observado na Figura 2, a quantidade de veículos elétricos comercializados anualmente no estado da Califórnia de 2013 (ZEVs entra em vigor) até 2020 mais do que triplicou. Para 2021, somente os números registrados até o terceiro trimestre são mais de 20% superiores a todo o ano de 2020. Um verdadeiro recorde no setor.

Figura 3 - Vendas trimestrais de veículos elétricos na Califórnia, 2019-2021.



Fonte: Fonte: CEC, 2021.

A Figura 3 permite a comparação trimestre a trimestre de 2019-2021 do acumulado de veículos elétricos comercializados na Califórnia. Todos os três maiores valores comercializados por trimestre pertencem ao exercício de 2021. O quarto trimestre, apesar não finalizado, apresenta as mesmas projeções dos demais (CEC, 2021).

5.1 A expansão da infraestrutura de carregamento

Uma rede maior de infraestrutura de recarga aumenta a confiança do motorista na autonomia do veículo e amplia sua funcionalidade operacional. As cidades têm um papel fundamental na construção de infraestrutura de recarga, pois muitos motoristas urbanos carecem de recarga doméstica, por exemplo. As necessidades de infraestrutura de recarga variam amplamente devido aos padrões básicos de transporte, demografia e habitação.

As políticas de incentivo à infraestrutura de carregamento de VEs e sua integração nas redes elétricas nos Estados Unidos começaram a ganhar relevância em fins dos anos 2000. Os primeiros projetos demonstrativos nessa linha foram criados em 2009 com fundos da Recovery Act: o ChargePoint America (2009-2013), o EV Project (2011-2013), o Chrysler's Ram PHEV Demonstration (2011-2014) e o General Motors Chevrolet Volt Vehicle Demonstration (2011-2014). No que tange ao funcionamento desses incentivos, no EV Project, por exemplo, foram instalados perto de 14.000 pontos nível 2 e 300 pontos de

carregamento rápido, residenciais e públicos. Os usuários participantes do projeto recebiam o carregador residencial gratuitamente, sendo parte dos custos de instalação cobertos pelo projeto. Os custos da eletricidade para o carregamento residencial foram assumidos pelos usuários finais, e foi criado um programa para o uso da infraestrutura pública (Membership-Price-Rewards, MPR) que no começo era gratuito para os participantes, coberto com fundos do projeto. Estes projetos serviram de piloto para projetos de maior escala, como o Workplace Charging Challenge e a FAST Act/2015 (CONSONI, F.L. et al., 2018).

O então presidente eleito Joe Biden, declarou que retomará as agendas climáticas e que um dos componentes centrais será a melhoria da infraestrutura dos veículos elétricos. Nesse sentido, pretende instalar 500.000 estações de recarga até 2030, encorajando a venda de até 25 milhões de carros e picapes elétricos com essa expansão (BLOOMBERG, 2020).

O estado da Califórnia conta com 76.172 pontos de carregamento, divididos em 59 cidades. As contagens de carregadores são atualizadas trimestralmente por meio da análise e agregação de respostas da pesquisa voluntária da California Energy Commission (CEC) com carregadores públicos e privados compartilhados listados no Alternative Fuels Data Center (AFDC). A pesquisa voluntária do CEC é enviada a provedores de serviços de rede de veículos elétricos, concessionárias e órgãos públicos na Califórnia. As pesquisas coletam dados sobre carregadores privados compartilhados (normalmente encontrados em locais de trabalho, residências multifamiliares e outros locais não públicos) no estado (CEC, 2021).

Tabela 7 - Dados sobre infraestrutura de recarga de VEs na Califórnia por tipo de pontos de carregamento, 2021.

Tipo de ponto de carregamento	Quantidade
Público Level 1	280
Privado Level 1	397
Público Level 2	27734
Privado Level 2	40985
Público DC Fast	6144
Privado DC Fast	632
Total	76172

Fonte: CEC, 2021.

É importante citar que existem 3 níveis de carga para carregamento de VEs, pré-definidos pela EPRI (Electric Power Research Institute) em 1991. O nível de carga 1 é o chamado “modo lento”. Realizado normalmente em áreas residenciais por meio de uma tomada típica ou à uma rede de baixa tensão atrelada a uma rede de distribuição. O segundo

nível de carga é um dos mais apropriados para VEs, afinal, são os mais comuns em instalações públicas e privadas. O nível de carga 3, é conhecido como modo de carga rápida. A Tabela X apresenta a atual infraestrutura de recarga de VEs na Califórnia dentro dos 3 níveis de carga disponíveis.

Em 2021, os motoristas de veículos elétricos da Califórnia contam com um ponto de carregamento para cada 11 VEs existentes no estado (CEC, 2021). O estado da Califórnia segue se esforçando para permitir a implantação de 250.000 carregadores de veículos elétricos compartilhados até 2025. Essa meta inclui carregadores públicos e privados compartilhados.

5.2 A relação entre o arcabouço regulatório e a evolução do ecossistema de mobilidade elétrica na Califórnia

O estado da Califórnia segue realizando ações de apoio a adoção de VEs, sempre visando aumentando sua acessibilidade, praticidade e conscientização acerca da mobilidade elétrica. Muitas ações de diversas partes interessadas da política e do setor são fundamentais para reduzir as barreiras de aceitação de VEs pelo consumidor, com políticas de apoio, incentivos, infraestrutura e conscientização. Os governos federal e estadual desenvolvem políticas, implementam programas de incentivo e apoiam o lançamento da infraestrutura, enquanto as cidades se concentram mais nas políticas locais e nos programas não financeiros para consumidores, e as empresas e os grupos industriais estão cada vez mais engajados na implementação da infraestrutura e educação do consumidor. Muitas outras ações serão necessárias até 2025 para apoiar a transição para a mobilidade elétrica.

O estado segue detendo grande parte dos arranjos e instrumentos coercitivos necessários no âmbito da oferta de produtos e serviços voltados a VEs. Atuando principalmente no fomento à demanda e na garantia de base necessária para o desenvolvimento de toda a rede de atores (montadoras, fabricantes de peças, governos locais e órgãos públicos).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em virtude de tudo que foi analisado sobre a introdução e difusão da mobilidade elétrica nos EUA e o caso da Califórnia mais especificamente, quatro pontos relevantes podem ser sinalizados sobre o processo como um todo.

Primeiramente, a existência de incentivos nos âmbitos federal e estadual (sem que estes últimos ocorram como respostas ao primeiro), revelam que algumas destas regiões possuem prioridades e motivações próprias. A Califórnia, estado com maior quantidade e intensidade de incentivos, é marcado pelo pioneirismo e constância na promoção de tecnologias de caráter sustentável.

Em segundo lugar, os VEs são vistos como uma alternativa às necessidades de interesse nacional, especialmente no que tange à segurança energética e à problemática ambiental. Os VEs são favorecidos com instrumentos de políticas que estão direcionados para grupo específico de tecnologias limpas no setor de transporte.

O terceiro ponto envolve as categorias de incentivo (produção, desenvolvimento tecnológico, consumo e infraestrutura). Observa-se a existência de ações em todas essas categorias. A lógica de implementação dessas políticas é reflexo de duas características principais do país: a ênfase no fortalecimento industrial, visto que esses incentivos ocorrem em todas as dimensões visando melhorar a capacidade produtiva local e a constante atualização e aprimoramento dessas políticas na medida em que avança o desenvolvimento e a difusão dos VEs. Destaque para os incentivos na infraestrutura de carregamento, que partiram de apenas demonstrações a incentivos de alcance nacional.

O quarto destaque, um dos mais relevantes, é que toda a implementação das iniciativas de promoção dos VEs conta com um arcabouço institucional já existente. Existe uma rede de suporte para a coordenação das ações federais, para o desenho das políticas, para sua implementação e monitoramento. Entra aqui, a importância do papel desempenhado no âmbito federal por três órgãos do governo: o DOE, o DOT, e a EPA. Nesse sentido, cabe apontar também a participação ativa do setor produtivo tanto no desenho quanto na implementação dos incentivos aos VEs.

A Califórnia fez progressos significativos para reduzir a exposição a poluentes atmosféricos prejudiciais. Esse progresso é fruto de novas regulamentações e programas baseados em dados científicos sólidos. Essas conquistas refletem um esforço coletivo e bipartidário ao longo do último meio século que envolve o legislativo, distritos locais, indústrias regulamentadas e o público. Contudo, a transição completa para BEVs precisa ser acelerada, visto que o impacto total nas emissões de CO₂ vem com um atraso considerável. A adoção rápida de VEs é um pré-requisito para a mobilidade do futuro.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

BLOOMBERG. Biden's Charging Plan Could Sell 25 Million EVs. 2020. Disponível em: https://www.bloomberg.com/news/articles/2020-12-02/joe-biden-plan-to-fight-climate-change-could-sell-25-million-electric-cars?utm_medium=cpc_search&utm_campaign=NB_ACQ_DSAXX_DSATESTTCPAXX_EVG_XXXX_XXX_COALL_EN_EN_X_BLOM_GO_SE_XXX_XXXXXXXXXX&gclid=CjwKCAiA78aNBhAlEiwA7B76pyVoZe3fZMOIi6Em_GHt48fwKWzDimT5HTDcbwpk9YnED8UjsLsXpxoCMRAQAvD_BwE&gclid=aw.ds. Acesso em 05 dez.2021.

CCE (2021), **CVRP Rebate Statistics**. Center for Sustainable Energy – CCE, 28 de set. de 2021. Disponível em: <https://cleanvehiclerebate.org/eng/rebate-statistics/>. Acesso em 23 de nov. de 2021.

CEC (2021), **Zero Emission Vehicle and Infrastructure Statistics**. California Energy Commission – CEC, 01 de nov. de 2021. Disponível em: <https://www.veloz.org/ev-market-report/>. Acesso em 08 de dez. de 2021.

CHINA AUTOMOTIVE ENERGY RESEARCH CENTER, TSINGHUA UNIVERSITY. Sustainable Automotive Energy System in China. (S.l.): Springer, 2013.

CONSONI, F. L. et al. Estudo de governança e políticas públicas para veículos elétricos. Universidade de Campinas. Campinas, SP, 2018.

DE CAMPOS, Daniel Augusto Coração; “Sistemas de Inovação e Países em Desenvolvimento”. Monografia (Graduação em Economia). Faculdade de Ciências e Letras – UNESP, Araraquara. 2015.

DELEIDI, M., M. MAZZUCATO, and G. SEMIENIUK: Public direct investment mobilisation of private finance: the case of renewable electricity. SOAS Department of Economics Working Paper 225. 2019.

DOE (2021), **Alternative Fuels Data Center**. U.S. Department of Energy. Disponível em: <https://afdc.energy.gov/fuels/laws/ELEC?state=CA>. Acesso em 20 de nov. de 2021.

GESEL; “Relatório Técnico: Economia de Baixo Carbono”, A energia na cidade do futuro. Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ; Rio de Janeiro, Outubro de 2014.

IEA. Global EV Outlook 2017: two million and counting. (S.l:s.n.), 2017.

IRENA, “Global Renewables Outlook”, 2020.

LAMPERTI, Francesco; MAZZUCATO, Mariana; Roventini, Andrea; SEMIENIUK, Gregor: The Green Transition: Public Policy, Finance, and the Role of the State, Vierteljahrshefte zur Wirtschaftsforschung, ISSN 1861-1559, Duncker & Humblot, Berlin, Vol. 88, Iss. 2, pp. 73-88. 2019.

MAZZUCATO, M.: The challenges and opportunities of framing the EC2020 ‘challenges’ as mission oriented policies (ISIG Policy Brief, DP 1.6). 2018^a

MAZZUCATO, M.: “Mission-Oriented Research & Innovation in the European Union: A problem-solving approach to fuel innovation-led growth”. Report for the European Commission, ISBN 978-92-79-79918-1. 2018b.

MAZZUCATO, M.: The green entrepreneurial state. In *The politics of green transformations* (pp. 152–170). Routledge. 2015.

MAZZUCATO, M., and G. SEMIENIUK: Public financing of innovation: new questions. *Oxford Review of Economic Policy*, 33(1), 24–48. 2017.

OLIVEIRA FILHO, A. et al. Public policies for electric vehicles (EVs): typology, categories and instruments. Paris: (s.n.), 2017.

PATEL, P.; PAVITT, K. Uneven (and divergent) Technological Accumulation Among Advanced Countries: Evidence and a Framework of Explanation. In: DOSI, G.; TEECE, D.; CHYTRY, J. (eds) *Technology, organization, and competitiveness Perspectives on Industrial and Corporate Change*. Oxford: Oxford University Press, 1998.

PESTANA, Luís Filipe Freitas. “Os Millennials e a mobilidade elétrica: Análise da intenção de compra de carros elétricos”. Dissertação (Mestrado em Gestão Comercial). Faculdade de Economia – Universidade do Porto, Porto. 2020.

RHODES, R. A. W. The new governance governing without government. *Political Studies*, v. 44, n. 4, p. 652-667, 1996.

SCHUMPETER, J. *Teoria do Desenvolvimento Econômico*. Tradução: Sao Paulo: Abril Cultural, 1982.

SCHUMPETER, J. *Capitalismo, Socialismo e Democracia*. Tradução. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1984.

SILVA, Diogo Manuel Santos. “Impacto dos perfis de mobilidade elétrica na adequação da reservar operacional”. Dissertação (Mestrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores). Faculdade de Engenharia – Universidade do Porto, Porto. 2012.

SOUZA, Maria Cristina Oliveira; CORAZZA, Rosana Icassati. “Do Protocolo de Kyoto ao Acordo de Paris: uma análise das mudanças no regime climático global a partir do estudo da evolução dos perfis de emissões de gases de efeito estufa”. *UFPR, Revista de Desenvolvimento e Meio Ambiente*. Vol. 42, dezembro de 2017.

WORLD BANK. *Promoting Innovation in Developing Countries: A Conceptual Framework*. World Bank Policy Research Working Paper, 2004.

WORLD ECONOMIC FORUM. “Energy Transitions: Past and Future”, *Energy Vision 2013*. 2013.